

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
LOOMAÖKOLOOGIA ÕPPETOOL

Anni Kutser

LINNARUUM LINNUKOOSLUSTE KUJUNDAJANA

Bakalaureusetöö 12 EAP

Juhendaja: Tuul Sepp PhD

Tartu 2025

Infoleht

Linnaruum linnukoosluste kujundajana

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk on teaduskirjanduse põhjal anda ülevaade teguritest, mis mõjutavad linnukoosluste kujunemist linnas ning tuua välja soovitusi linnaruumi muutmiseks, et soosida mitmekesisemaid kooslusi. Tööst selgub, et linnukoosluste koosseisu mõjutavad linnades leiduvad ohud ning linnade ja linnasiseste rohealade omadused, kuid nende tegurite mõju ja lindude võime kasutada ära linnades leiduvaid uudseid ressursse sõltuvad lindude enda omadustest nagu pesapaik ja -tüüp, toitumistüüp, võime taluda inimhäiringuid jne. Seega on oluline leevendada linnas leiduvate ohtude mõju, kujundada linnade rohealad sarnasemaks elupaikadele, mida nad võiksid esindada looduses, ning lisada üldisesse linnaruumi linde soosivaid elemente, nagu taimestikku ja joogikohti. Lisaks antakse töö lõpus lühike ülevaade sellest, millist kasu võiksid tuua rikkamad linnukooslused linnas elavatele inimestele. Selgub, et linnud võivad avaldada positiivset mõju inimeste vaimsele tervisele ja pakkuda ökosüsteemiteenuseid.

Märksõnad: linnastumine, linn, lind, kooslus, elupaik

CERCS: B280 Loomaökoloogia

The Role of Urban Space in Shaping Bird Communities

The aim of this bachelor's thesis is to provide an overview of the factors that influence the formation of bird communities in cities based on scientific literature, and to present recommendations for changing urban space to promote more diverse communities. This thesis shows that the composition of bird communities is influenced by the threats found in cities and the characteristics of cities and urban green areas, but the impact of these factors and the ability of birds to exploit novel resources found in cities depends on the characteristics of the birds themselves, such as nesting site and type, type of diet, ability to tolerate human disturbance, etc. It is therefore important to mitigate the impact of urban threats, to design urban green spaces more similar to the habitats they might represent in nature, and to add bird-friendly elements into the overall urban space, such as vegetation and drinking places. In addition, this thesis concludes with a brief overview of the benefits that richer bird communities could bring to people living in cities. It turns out that birds can have a positive impact on people's mental health and provide ecosystem services.

Keywords: urbanization, city, bird, community, habitat

CERCS: B280 Animal ecology

SISUKORD

1. Sissejuhatus	7
2. Materjal ja meetodid.....	9
3. Linnastumine ja liigirikkus linnas	10
4. Lindude liigitus linnaruumis	13
4.1. Linnavältijad, -kohanejad ja -ekspluateerijad.....	13
4.2. Linnavältijad, -kasutajad ja -elanikud	13
4.3. Lindude liigitamine muude tunnuste alusel.....	14
5. Lindusid linnas ohustavad tegurid.....	16
5.1. Taimedest võõrliigid.....	16
5.2. Linn kui migratsioonibarjäär	17
5.3. Kisklus.....	18
5.4. Hoonestus	20
5.5. Liiklus.....	22
5.6. Inimeste kohalolu kui häiring.....	23
5.7. Mürareostus	25
5.8. Valgusreostus	26
5.9. Linna soojussaare efekt	28
5.10. Reostus ja prügi	30
6. Lindude mitmekesisust ja arvukust mõjutavad elemendid	32
6.1. Linnavältijad, -kohanejad ja -ekspluateerijad – kes siia kuuluvad?	32
6.2. Elupaiga struktuur jm elemendid linnas	36
6.2.1. Elupaiga elemendid – ala suurusest ümbritseva keskkonnani.....	36
6.2.2. Veekogud ja vesi linnas	40
6.2.3. Linna ümbritseva maastiku mõju kooslustele ja linn kui pelgupaik	42
6.3. Lindude toitmine ja inimtoidu mõjud kooslustele.....	45

6.4.	Pesitsuspaigad linnas	50
6.4.1.	Näiteid pesapaiga ümbruse mõjust linnade pesitsuskoosluste kujunemisele	50
6.4.2.	Maapinnal pesitsejate, õõnsustes pesitsejate ja röövlindude pesitsus linnas	52
6.4.3.	Tehislikud konstruktsioonid ja pesakastid pesapaikadena	55
6.4.4.	Kunstlike pesamaterjalide ohud lindudele	58
7.	Soovitusi linnaruumi muutmiseks mitmekesise linnukoosluse toetamiseks	60
8.	Mitmekesise linnalooduse ja linnukoosluste positiivne mõju inimestele	68
	Kokkuvõte	73
	Summary	76
	Tänuavaldus	79
	Kasutatud kirjandus	80
	Internetiallikad	98
	Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	99

1. Sissejuhatus

Linnastumine jätkab kasvu (Internet 1) ning koos sellega kasvab alade osakaal, mille elustik on mõjutatud linnas leiduvate tegurite poolt. Mitmed teadusuuringud on leidnud muutusi linnade kooslustes, mis väljendub näiteks liikide arvu vähenemises, domineerimissuhete muutumises ja haruldaste liikide vähenemises (nt Imai ja Nakashizuka, 2010), osade liikide isendite arvukuse tõusus (nt Faeth jt, 2011), võõrliikide arvukuse suurenemises (nt McKinney, 2002; van Heezik jt, 2008) ning looduslike protsesside ja liikidele omase käitumise muutumises (nt Neil ja Wu, 2006; Chamberlain jt, 2009; Nordt ja Klenke, 2013). Linnastumine võib põhjustada ka ökosüsteemiteenuseid pakkuvate liikide, näiteks pesaõõnsusi tegevate rähnlaste (*Picidae*) (Tomasevic ja Marzluff, 2017) või väikekiskjate arvukusi reguleerivate tippkiskjate (Crooks ja Soulé, 1999), kadu, mis kahjustab sealsete ökosüsteemide protsesse (Soulsbury ja White, 2015) – see seab omakorda ohtu linna ökosüsteemide stabiilsuse ja püsimise. Lisaks eeltoodule, mõjutab ümbruskonna looduse kahanemine ka linnas elavaid inimesi, sest elanikele, kes käivad harva linnast väljas, võib linnaloodus olla ainus viis, kuidas nad saavad säilitada oma sidet loodusega (Maller jt, 2006; Soulsbury ja White, 2015). Linnaloodus võib suurendada inimeste rahulolu oma töö ja eluga (Kaplan ja Kaplan, 1989), linna rohealade liigirikkus ja/või bioloogiline mitmekesisus mõjuvad positiivselt inimeste vaimsele heaolule (Fuller jt, 2007; Wood jt, 2018) ning osa liike pakub ka inimestele ökosüsteemiteenuseid (Wenny jt, 2011; Soulsbury ja White, 2015; Whelan jt, 2016). Seega võib linnasisese liigirikkuse vähenemine mõjuda negatiivselt inimeste vaimsele tervisele ja üleüldisele heaolule.

Sellest tulenevalt on oluline välja selgitada, millised on linnastumisega kaasnevad muutused ja ohud, kuidas need mõjutavad ja kujundavad linnasiseste jäänukelupaikade ja linna loodud rohealade elurikkust ning milliseid võimalusi elustikule pakub rohealadest väljaspool asuv linnaruum. Nende seaduspärasuste väljaselgitamine ja mõistmine aitaks välja töötada ettepanekuid selle kohta, mida tuleks linnade planeerimisel ja sealsete rohealade säilitamisel/kujundamisel silmas pidada, et linnad suudaksid toetada mitmekesisemaid elusorganismide kooslusi, mis oleksid elujõulised ja ei koosneks vaid paarist domineerivast liigist. Sedasi oleks võimalik säilitada kasvõi osa rikkusest, mis intensiivse linnastumise korral kaoks.

Kuna kogu elurikkuse ja linnastumise vaheliste mõjude uurimine oleks ühe lõputöö jaoks liiga mahukas, otsustati käesoleva bakalaureusetöö raames keskenduda erinevatele teguritele, mis võiksid mõjutada linnukoosluste kujunemist linnas. Uurimisobjektiks valiti linnud, kuna tegu on linnas võrdlemisi palju uuritud taksoniga (Zuñiga-Palacios jt, 2021; Campbell jt, 2022), mille

põhjusteks võivad olla näiteks nende võrdlemisi hea seiratavus, võrreldes teiste selgroogsetega (Chace ja Walsh, 2006), nende ökoloogia, füsioloogia ja elulootunnuste hea dokumenteeritus (Sol jt, 2014) või ka positiivsed emotsioonid, mida linnud inimestele tekitavad (vt nt Cox ja Gaston, 2016; Whelan jt, 2016). Koosluste tasand otsustati valida selleks, et mõista, kas ja kuidas linn mõjutab erinevate tunnustega liike erinevalt, kuidas see peegeldub kohalikus bioloogilises mitmekesisuses ning mida saaks ette võtta, et linna elustiku mitmekesisust suurendada. Kuna käesolevas töös kajastatakse andmeid nii erineva toitumise, pesitsuse, elupaiga kui ka käitumisega koosluse rühmadest ning ka linnustikust üldisemalt, siis saab töö järeldusi ja soovitusi kasutada konkreetse linna mõjude hindamiseks, lähtuvalt selle linna ja ümbruskonna elustikust – miski, mida paari liigi või „lihtsalt lindude“ põhine ülevaade ei võimaldaks. Vajadusel kasutatakse töös siiski ka liigipõhiseid uuringuid, kuid sellisel juhul proovitakse välja tuua nende tulemuste tähendus koosluse rühmadele ja/või lindudele üldisemalt. Samuti otsustati kasutada uuringuid igalt poolt maailmast, et mitte olla piiratud ühe regiooni uuringutega ning anda aimu linnade globaalsest mõjust elustikule.

Eelnevast lähtuvalt otsitakse käesoleva bakalaureusetöö raames vastuseid järgmistele küsimustele: Millised ohud kaasnevad linnastumisega? Millised linnasiseste rohealade, veekogude ja linna enda omadused ja kuidas mõjutavad linnukoosluste koosseisu? Kas ja milliste omadustega liigid on linnas eelisseisus ning milliste omadustega liigid on linnas rohkem ohustatud? Kuidas võiks kujundada linnaruumi ja selle rohealaid mitmekesisemate koosluste loomiseks? Kas ja milliseid positiivseid mõjusid toovad mitmekesisemad linnukooslused linnas elavatele inimestele?

2. Materjal ja meetodid

Käesoleva lõputöö kirjutamisel kasutati materjalide otsimiseks Google Scholari otsingumootorit ning kui mõne allika täistekstini ei õnnestunud selle kaudu jõuda, siis tehti täiendav otsing selle allika leidmiseks Google otsingumootoris. Kuna antud lõputöö sisaldab paljusid erinevaid teemasid, oli ka kasutatavate otsingusõnade ja kombinatsioonide hulk suur, kuid ühtedeks enim kaustatud märksõnadeks olid näiteks „urban“, „city“, „bird“, „avian“, „diversity“, „community“.

Enne iga peatüki kirjutamist mõeldi otsingusõnadele ja nende kombinatsioonidele, mis võiksid kõnealuse teemaga seostuda ning teostati nende abil otsingud. Artiklite valimisel loeti esmalt läbi artiklite alguses olev resümee ning kui selle põhjal tundus, et artikkel võiks sisaldada käesoleva töö jaoks vajalikku infot, pandi allika viide koos internetilingiga kirja eraldi allikate analüüsi dokumenti. Kui tundus, et artikleid oli kogunenud teema erinevate tahkude kajastamiseks piisav hulk (see olenes teema piiritlest ja olulisusest), hakati neid läbi lugema. Allikate paremaks süstematiseerimiseks määrati igale lõputöö peatükile värv, millega märgistati allikate analüüsi dokumendis vastava peatüki kirjutamiseks potentsiaalselt kasutatavad allikad ja olulisemad kohad allikate märkmetes. Allikate lugemise ajal tehti allikate analüüsi dokumenti märkmeid uuringu eesmärkide, läbiviimise asukoha, tulemuste ja uuringu autori(te) poolsete järelduste kohta. Kui uuritavaks allikaks oli ülevaateartikkel, siis pandi kirja artikli autori(te) poolsed järeldused ja teemade sünteesid. Kui lisaks leiti andmeid või viiteid teistele allikatele, mida oleks potentsiaalselt saanud kasutada mõne teise lõputöö osa kirjutamisel, pandi ka need allikate analüüsi dokumenti kirja ja märgistati vastava värviga. Kui allikad said loetud ja selgus, et mõni alateema vajaks veel täiendust või mõni allikas siiski ei sobinud, tehti veel täiendavaid otsinguid. Peale allikate analüüsi alustati vastava peatüki osa kirjutamist. Kui peatükk oli valmis, järgnes selle kontrollimine ja korrigeerimine, mille järel saadeti see lõputöö juhendajale üle vaatamiseks. Peale juhendajalt tagasiside saamist viidi sisse vajalikud muudatused ja parandused.

Artiklites sisalduvate ladinakeelsete või ingliskeelsete linnunimede kontrollimiseks ja eestikeelde tõlkimiseks kasutati Eesti Ornitoloogiaühingu Maailma linnunimetuste andmebaasi (Internet 2), taimenimede puhul Eesti Looduseuurijate Seltsi Eestikeelsete taimenimede andmebaasi (Internet 3) ning imetajate puhul Eestikeelsete Imetajanimede Komisjoni Eestikeelsete imetajanimetuste andmebaasi (Internet 4). AI abi selle töö kirjutamisel ja vormistamisel ei kasutatud, kuid töö ingliskeelsete osade kirjutamisel ja artiklite lugemisel kasutati tõlkerakendust Google'i tõlge, et tõlkida termineid ja sõnu ning aidata koostada Infolehe ja Summary lausete ülesehitust.

3. Linnastumine ja liigirikkus linnas

Linnastumisel on suur kohalik mõju elusloodusele, kuna linn on püsiv ja paljuski erinev looduslikust maastikust (Marzluff ja Ewing, 2008). Kuna paljud riigid on alles arengujärgus ning juba arenenud riikides toimub pidev linnakeskkonna laienemine, jätkub ka linnastumise kasv (Isaksson, 2018; Internet 1), see aga mõjutab liigirikkust ja kooslusi, sealhulgas linnukooslusi. Linnastumine on kliimasoojenemise kõrval üks suurimaid ohte elustikule ning seda eelkõige elupaikade kao ja killustumise tõttu (Isaksson, 2018). Need kaks nähtust esinevad sageli koos ning mõjutavad nii bioloogilist mitmekesisust kui ka ökoloogilisi protsesse (Liu jt, 2016). Nende protsesside mõju bioloogilisele mitmekesisusele võib jagada otseseks, mida tekitavad kaks nähtust eraldi, kaudseks, ning kahe nähtuse vastasmõjuku (Wilson jt, 2016). Linnastumise tõttu vähenenud pindalaga, killustunud metsades võib toimuda metsa liikide vähenemine (Friesen jt, 1995), hõredad linnasisesed puistud võivad soosida metsa linnukoosluste asemel hoopis eeslinnade või metsaservade linnukooslusi (Hudson jt, 1997) ning isegi kui metsa suurus ei muutu, halvendab linn metsatuka seisundit, mis omakorda mõjutab linde (Chace ja Walsh, 2006). Näiteks leidsid Friesen jt (1995) oma uuringus, et pesitsevate neotroopiliste kaugmaa rändlindude arvukus ja rikkus suurenesid metsa suuruse suurenedes, kuid metsaala ümbritsevate majade arv kahjustas märgatavalt ala sobivust nii, et 4 ha suurusel alal, mille ümbruses ei olnud maju, oli rohkem liike, kui 25 ha suurusel linnastunud alal.

Lugedes või kirjutades linnastumise mõjust on oluline mõista, mida „linnastumine“ ja linnastumise ulatus ühes või teises artiklis tähendab, sest linnastumise mõõtmiseks on olemas palju meetodeid, millest igaüks koosneb mitmest mõõdikust. Näiteks saab linnastumist mõõta linna-maa gradiendi alusel, mille puhul kasutatakse linnastumise mõõdikuna kesklinna lähedust (Crocchi jt, 2008) või liigitatakse linnasisest ala näiteks linna vegetatsioonikaartide järgi (Imai ja Nakashizuka, 2010). Linnastumise kvantifitseerimise meetodite varieeruvus võib teha uuringutevahelise võrdluse, teooriate väljatöötamise ning majandus- ja kaitsemeetmete rakendamise keeruliseks, sest iga uuring toob välja erineva linna määratluse (Moll jt, 2019). Moll jt (2019) viisid läbi analüüsi, kus nad võtsid kokku erinevad linnastumise hindamisel kasutatud mõõdikud (Moll jt, 2019). Nad klassifitseerisid iga mõõdiku raamistikuga järgi, mis sisaldas nelja dimensiooni, mis võimaldab iga mõõdiku kohta vastata küsimustele mida, kuidas, kus ja millal mõõdeti (vt lähemalt Moll jt, 2019). Kuna iga linn on erinev, varieerudes nii teekatte, hoonestuse, veekogude, vegetatsiooni olemuse kui ka linna ümbritseva maastikku poolest, võiks selliste ühtsete süsteemide kasutamine lihtsustada uuringute omavahelist võrdlemist.

Uuringud linnastumise mõjust bioloogilisele mitmekesisusele on näidanud liigirikkuse vähenemist linnastumise suurenemisel ja muutusi liigilises koosseisus, liikudes maapiirkonnast üha linnastunumate alade suunas (Crocini jt, 2008). Urbaniseerumine aitab kaasa linnukoosluste homogeniseerumisele ja liigirikkuse vähenemisele (Crocini jt, 2008; Meffert ja Dziok, 2013; Isaksson, 2018; Mühlbauer jt, 2021), mida peegeldab asjaolu, et linnad sarnanevad üksteisega oma liigikoosluste poolest (Mühlbauer jt, 2021). Samuti domineerib linnastumise suurenemisel väike hulk liike (Imai ja Nakashizuka, 2010; Seress ja Liker, 2015) ning esineb vähem haruldasi liike (Imai ja Nakashizuka, 2010). Seda võib põhjustada asjaolu, et linnakeskkond soosib vaid teatud tunnustega liikide esinemist, toimides liigitunnuste filtrina (Crocini jt, 2008). Aronson jt (2014) leidsid samas oma uuringus linnu- ja taimeliikide kohta, et kuigi osad võõrliigid esinevad paljudes linnades, ei ole linnaelustik siiski veel globaalsel skaalal taksonoomiliselt homogeniseerunud ja peegeldab jätkuvalt piirkondlikku biogeograafilist liikide koosseisu.

Urbaniseerumine võib pakkuda lindudele ressursse, mille positiivne mõju avaldub näiteks talvise ellujäämuse, populatsiooni ja röövlindude saagibaasi suurenemises (Chace ja Walsh, 2006). Inimeste kujundatud keskkond pakub uusi pesapaiku ja -materjale ning toiduallikaid prügikastide, söögikohtade terrasside ja inimeste poolt pakutava lisatoidu näol (Clucas jt, 2011; Isaksson, 2018). Linnad võivad anda ka varjupaika liikidele, kelle looduslik elupaik on oluliselt vähenenud, kuid selleks, et veenduda, et linn ei oleks populatsioonile mülgas läte-mülgas süsteemis, tuleb koguda linnas ja metsas elutsevate lindude demograafilisi andmeid (Chace ja Walsh, 2006). Parasvöötmes saavad linnud kasu linnas kasutatavate soojust neelavate materjalide tõttu tekkivast soojemast kliimast, mida nimetatakse linna soojussaare efektiks, kuid juba regionaalsest kliimast tingitud kõrgemate õhutemperatuuridega piirkondades võib see lindudele põhjustada kuumastressi ja dehüdratsiooni (Isaksson, 2018). Samuti võib soojussaare efekt põhjustada taimedel varasemat õitsemise algust ja pikemat vegetatsiooniperioodi (Neil ja Wu, 2006), mis omakorda mõjutab teisi organisme (Seress ja Liker, 2015).

On täheldatud, et organismi tõenäosus sattuda Rahvusvahelise Looduskaitseliidu (IUCN, ingl *International Union for the Conservation of Nature*) punasesse nimestikku kasvab koos sellega, kui palju moodustab tema levilast linnaalad (McDonald jt, 2008). See on seotud eelnevalt mainitud elupaikade kao ja killustumisega (Seto jt, 2012) ning on mõjutatud sellest, et linnad paiknevad kõrge bioloogilise mitmekesisusega aladel (Luck, 2007). Samas leidub ohustatud liike, kes sõltuvad suuresti linnakeskkonnast ning seda tuleb liigikaitse planeerimisel arvesse võtta (Ives jt, 2016).

Paljudel loomaliikidel võib esineda linna- ja maapiirkonna isendite vahel fenotüübilisi erinevusi ning seega võib linnastumine pakkuda võimalusi jälgida evolutsiooni toimumist (Isaksson, 2018). Käitumuslikud fenotüübid on üks plastilisemaid fenotüüpseid omadusi ning selle varieeruvus võib tekkida, säilida ja järglastele päranduda peaaegu sõltumatult aluseks olevast geneetilisest variatsioonist (Mascarenhas jt, 2023). Seega on selliste kiirete käitumuslike kohanemiste uurimine hea võimalus käsitleda fundamentaalseid evolutsiooniküsimusi, nagu fenotüübilise plastilisuse ja genotüübilise evolutsiooni koosmõju linnupopulatsioonide kiirel kohanemisel uute keskkondadega (Mascarenhas jt, 2023).

Selle kõige juures tuleb arvestada, et linnastumine ei pruugi kõikides maailma paikades avaldada täpselt samasugust mõju. Näiteks on Palearktilistes linnades tuvastatud suurem liigirikkus võrreldes Nearktiliste ja Austraalia linnadega ning seda arvatavasti põhjusel, et lindudel on olnud rohkem aega kohaneda vanemate kui uuemate linnadega (Isaksson, 2018). Erinevused esinevad ka erinevate kliimavöötmete vahel, kuid samas on suur osa linnastumise mõju käsitlevaid uuringuid läbiviidud parasvöötmes, mis võib moonutada arusaamu sellest, kuidas linnastumine mõjutab mitmekesisust ja arvukust kogu maailmas (vt lähemalt Faeth jt, 2011). Kohalikul skaala võib linna kvaliteet ja mõju varieeruda ka sama linna piires (Strohbach jt, 2009; Faeth jt, 2011) ning ühtlasi toimub linna arenguga koos ka linnukoosluste muutumine (Chace ja Walsh, 2006).

4. Lindude liigitus linnaruumis

4.1. *Linnavältijad, -kohanejad ja -ekspluateerijad*

Linde võib liigitada erinevatesse rühmadesse mitmel viisil, olenevalt sellest, mida soovitakse jälgida või välja tuua. Looduse rühmitamine tunnuste alusel võimaldab uurijatel paremini süstematiseerida oma leide ja teha järeldusi näiteks linna mõjude kohta, ühendades mitmed sarnaste omadustega liigid ühise nimetuse alla. Erinevate lindude liigitusrühmade vastust linnastumisele on täpsemalt käsitletud antud töö kuuendas peatükis.

Üks liigitusviis, mille tõi välja Blair oma 1996. aasta töös, jagab linnud rühmadesse vastavalt sellele, kuidas nad reageerivad linnastumise tasemele ja on võimelised kasutama linnas leiduvaid ressursse. Ta jagas linnud linnavältijateks (ingl *urban avoiders*), äärelinnakohanejateks (ingl *suburban adapters*) ja linnaekspluateerijateks (ingl *urban exploiters*) (Blair, 1996). Need kategooriad näitavad, et isegi tugevalt muudetud keskkondades koonduvad liigid mittejhuslikul viisil, mis sarnaneb looduses toimuvatele protsessidele (McKinney, 2002). Linnavältijad on liigid, kes on eriti tundlikud inimeste tekitatud maastikumuutuste suhtes ja seega peaks nende tihedus olema suurim kõige looduslikumates paikades (Blair, 1996). Äärelinnakohanejad, keda hiljem on nimetatud ka lihtsalt linnakohanejateks (ingl *urban adapters*) (nt McKinney, 2002), on liigid, kes on suutelised ära kasutama inimeste poolt pakutavaid täiendavaid ressursse, mis kaasnevad mõõduka linnastumisega (Blair, 1996). Käesolevas lõputöös kasutatakse lihtsuse mõttes enamasti linnakohanejate nimetust. Linnaekspluateerijad on liigid, kes on suutelised eriti hästi ära kasutama linnade täiendavaid ressursse ning seega saavutavad oma suurima tiheduse kõrgelt urbaniseerunud aladel (Blair, 1996). Tegu on üsna laialdaselt kasutatava klassifikatsiooniga, mida saab kasutada ka teiste elusolendite puhul, kuid see pole ainus viis, kuidas linde nende reaktsiooni järgi linnastumisele saab jaotada.

4.2. *Linnavältijad, -kasutajad ja -elanikud*

Fischer jt (2015) pakkusid välja uuendatud klassifikatsiooni, sest nad leidsid, et varasem omas mõningaid puudusi. Nad tõid välja, et linnavältijate rühm koondab nii neid, kes väldivad rangelt linnastunud alasid, kui ka neid, kes esinevad linnastunud aladel looduslikust madalama tihedusega, kuid neid rühmi piiravad mehhanismid võivad olla üsna erinevad ning seega tuleks need liigid jagada eraldi kategooriatesse (Fischer jt, 2015). Linnakohanejad on arvukaimad mõõdukalt linnastunud piirkonnas (McKinney, 2002), kuid kuna linnastumist saab mõõta mitmel viisil, võib sõnapaar „mõõdukalt linnastunud“ tähendada erinevaid olukordi (Fischer jt, 2015).

Linnaekspluateerijad saavutavad oma suurima tiheduse väga muudetud elupaikades ning seega on ka selle rühma populatsiooni suurus, sarnaselt kohanejatega, seotud linnastunud piirkondadega ning neid võib pidada ühe kategooria alarühmadeks (Fischer jt, 2015). Ühtlasi tuleks arvestada võimalusega, et lindude tiheduse ja elupaiga kvaliteedi vahel esineda ebakõlasid, sest on tegureid, näiteks ökoloogilised lõksud (ingl *ecological traps*), mis võivad halva kvaliteediga elupaigas põhjustada suurt tihedust (Fischer jt, 2015). Eelnevast tulenevalt peaksid uurijate sõnul liikide klassifitseerimise kategooriad põhinema selgelt määratletud linnastumise kirjeldustel ja populatsiooni dünaamikal (Fischer jt, 2015).

Fischeri jt (2015) välja pakutud süsteem põhineb urbaniseerunud ja looduslike piirkondade populatsiooni dünaamika erinevustel. Looduslikud alad on nende süsteemis piirkonnad, mida inimtegevus on muutnud minimaalselt, kui üldse, ning linnastunud alad on piirkonnad, mida on oluliselt muudetud inimeste töö- ja puhkeaja otstarbeks – selline süsteem kajastab põhimõttelisi erinevusi selles, kuidas liigid reageerivad linna arengule, ja on kohandatavad sõltumata linnastumise ulatuse või intensiivsuse erinevustest (Fischer jt, 2015). Linnavältijad (ingl *urban avoiders*) on selles süsteemis linnastunud piirkondades harva esinevad liigid, kuid nende populatsioonid võivad säilida looduslikel aladel, mis on püsima jäänud urbaniseerunud maastikes (Fischer jt, 2015). Seega sõltub linnavältijate püsijäämine linnades linnamaatriksi looduslike alade omadustest, näiteks suurusest, ühendatusest ja kvaliteedist (Fischer jt, 2015). Linnakasutajad (ingl *urban utilizers*) on liigid, kes ei pesitse linnas ja kasutavad vaid sealseid ressursse või pesitsevad linnas ainult seetõttu, et on sinna levinud külgnevatest looduslikest populatsioonidest (Fischer jt, 2015). Linnaelanikud (ingl *urban dwellers*) on liigid, kelle püsijäämine urbaniseerunud maastikul ei sõltu looduslikest aladest ning nad varieeruvad linna-maa gradiendil nii looduslikes kui ka linnastunud piirkondades elujõulisi populatsioone omavatest kuni täielikult linnastunud piirkondadest sõltuvate liikideni (Fischer jt, 2015).

4.3. Lindude liigitamine muude tunnuste alusel

Lisaks eelmainitud linnakesksetele lähenemisviisidele saab linde liigitada mõne üksiku kohastumuse või elukäigutunnuse alusel. Üks oluline rühmitusviis on jagada linnud kohalikeks ehk pärismaisteks liikideks ning võõrliikideks, kellest omakorda võib eristada invasiivseid võõrliike. Võõrliik on liik, kelle inimene on tahtlikult või tahtmatult välja viinud tema looduslikust levilast (Internet 5). Eestis arvatakse kokkuleppeliselt võõrliikide hulka taimeliigid, kes toodi Eestisse peale 18. sajandi keskpaika, ning ülejäänud liikide puhul on seatud sissetoomise algusajaks 19. sajandi lõpp (Internet 5). Invasiivseteks liikideks, kelle hulka võib kuuluda ka

kohalikke liike, nimetatakse liike, kes võivad ohustada inimesi, teisi liike või ökosüsteeme ning põhjustada kahju tervisele, majandusele või keskkonnale (Internet 5). Kohalike ja võõrliikide eristamine on tähtis, kuna nii on võimalik hinnata linnastumise ja selle erinevate tasemete soosivat või kahjustavat mõju kohalikele ja võõrliikidele ning seega ka linnalooduse kujunemisele/muutumisele.

Linde saab veel jaotada nende pesapaikade ja pesatüüpide järgi. Siia kuuluvad näiteks õõnsustes pesitsejad (või ka suluspesitsejad, ingl *cavity nesters*), maapinnal pesitsejad (ingl *ground nesters*) (Blair, 1996) ja avapesitsejad (ingl *open nesters*) (Chace ja Walsh, 2006). Pesi saab jagada ka nende kuju järgi, näiteks punutud pesi (ingl *woven nests*) saab jagada tassi (ingl *cup*), ketta (ingl *disk*), sfääri (ingl *sphere*) või pudeli (ingl *bottle*) kujulisteks pesadeks (Liu ja Li, 2024). Toitumise järgi saab linde jaga näiteks maapinnal toitujateks, maapealseteks korjajateks (ingl *ground gleaners*), kuhu kuuluvad näiteks seemnetoidulised (ingl *granivorous* või *seed eaters*), putuktoidulisteks (ingl *insectivores* või *insect foragers*), omnivoorideks (ingl *omnivores*), õhus toitujateks või õhust saagi püüdjateks (ingl *aerial sweepers*) (Blair, 1996), võrastikus ja lehestikus toitujateks (ingl *foliage foragers*), puukoore alt toitujateks (ingl *bark gleaners*), augupuurijateks (ingl *drillers*) ja röövlindudeks (ingl *raptors*) (Chace ja Walsh, 2006). Lisaks saab liike jagada nende peamise elupaiga järgi. Eestis võiks linde selle kriteeriumi järgi jagada näiteks mereranniku ja laidude, roostiku, avamaastike (põldude ja heinamaade), rabade, asulate, metsade, siseveekogude ja luhtade ning parkide ja kalmistute lindudeks (Kalamees-Pani ja Runnel, 2013).

5. Lindusid linnas ohustavad tegurid

5.1. Taimedest võõrliigid

Erinevad ohutegurid mõjutavad erinevaid lindude rühmi erinevalt, mistõttu võivad kujuneda kooslused, kus osa liike on võrreldes teistega eelisseisus. Linnastumisega kaasnevate ohtude tunnistamine ja uurimine on oluline, kuna see võimaldab paremini mõista põhjuseid, mille tõttu linn ei pruugi sobida kõigile lindudele elupaigaks, ning välja mõelda, kuidas neid probleeme kõrvaldada või leevendada. Kõik siin peatükis välja toodud probleemid ei pruugi samasugusel määral kõigis linnades esineda, kuid neid saab kasutada lähtepunktina, et välja selgitada kohalikud murekohad. Samuti ei ole allolev nimekiri, toodavad selgitused ja näited kindlasti ammendavad ja linnastumisega kaasnevaid ohte tuleb veel uurida.

Taimestik täidab ülejäänud eluslooduse jaoks eluliselt tähtsaid ülesandeid, kuna see loob keskkonna, mis pakub toitu, loob võimalusi paljunemiseks ja annab kaitset (Murray jt, 2007) ning taimekooslus võib olla üks peamisi elupaiga valiku tegureid lindudel, olles mõnel juhul tähtsam isegi haljasala suuruselt ja asukohast (Choudaj ja Wankhade, 2023). Uuringud on näidanud, et võõrliikide arv ja osakaal kipub mööda linna-maa gradienti linna keskuse suunas kasvama (McKinney, 2002). Kui kooslusesse tuuakse võõramaised taimeliike, võib see muuta linna loomastikku, sest kohalikel liikidel ei pruugi olla omadusi uute taimede kasutamiseks. Eelnevalt tulenevalt võib toimuda keskkonna homogeniseerumine ning edu võivad saavutada vaid mõned üksikud loomaliigid, kellest osa moodustavad samuti võõrliigid, kes pakuvad täiendavat konkurentsi kohalikele liikidele. Uuringud on näidanud, et võõrliikidest taimede tiheduse suurenemine vähendab lindude liigirikkust ning seda eriti spetsialistide arvelt, kelle hulka kuuluvad näiteks osad putuktoidulised, taimtoidulised ja kiskjad (Choudaj ja Wankhade, 2023). Selle üheks põhjuseks võib olla asjaolu, et võõrliigid ei sobi kohalikele putukatele, mis omakorda mõjutab linnuliikide arvukust, ning osad võõramaised taimed võivad pärismaisele faunale olla ebameeldivad või mürgised (Choudaj ja Wankhade, 2023). Ühtlasi on märganud seaduspärasusi, mille kohasel on kohalike taimeliikide osakaal haljastuses positiivselt seotud kohalike linnuliikide osakaaluga linnukooslustes (van Heezik jt, 2008; Ikin jt, 2013; Choudaj ja Wankhade, 2023).

Samas ei pruugi võõramaised taimed olla üksnes negatiivsed. Dunedini linnas Uus-Meremaal leiti, et lisaks pärismaistele puuliikidele kasutasid kohalikud linnud aastaringselt ka võõrliike (Gray ja van Heezik, 2016). Ühtlasi avastati, et kui kohalikke liike kasutasid peamiselt vaid kohalikud linnud, siis võõramaised puud meelitasid ligi nii pärismaiseid kui ka võõrliike (Gray ja van Heezik, 2016). Need tulemused näitavad, et erinevad taimeliigid löid koos mitmekesisuse, mis suutis linde

aastaringiselt varustada nektari, viljade ja putukatega (Gray ja van Heezik, 2016). Seega kui linnahaljastuses kasutada koos pärismaiste taimeliikidega mõõdukas koguses ka võõrliikidest taimi, mis lisaks võõrliikidele ja linnaekspluateerijatele toetaksid ka pärismaised linde, võiks see linnakooslustele kasu tuua.

5.2. Linn kui migratsioonibarjäär

Linnastumine mõjutab kohalikku migratsiooni nii linna siseselt kui ka linna- ja maapiirkondade vahel. Evans jt (2009) leidsid, et Palearktikas elavate muusträstaste (*Turdus merula*) puhul olid linnapopulatsioonid geneetiliselt vaesemad kui maapiirkonna omad ning suuremal osal linna indiviididel oli pigem maa kui linna lättepopulatsioon (Evans jt, 2009). Samas vähenes linna muusträsta populatsioonide geneetiline mitmekesisus vaid mõõdukalt ning see võib osaliselt seletada seda, kuidas sellel endisel metsaliigil on õnnestunud saada kogu levila ulatuses üheks levinuimaks linnalinnuks (Evans jt, 2009).

Geneetilised erinevused populatsioonide vahel ei pruugi siiski alati tuleneda migratsioonibarjäärist. Poolas Varssavi linnas esines hariliku tuuletallaja (*Falco tinnunculus*) populatsioonides kesklinna ja maapiirkonna vahel märgatav geneetiline eristumine, samas kui erinevused äärelinna ja teiste alade vahel olid palju väiksemad (Rutkowski jt, 2006). Kuna tuuletallajad on üsna liikuvad linnud ja linna ja maa vaheline ala oli liigi poolt pidevalt asustatud, ei tohiks pideva geenivoolu korral sellist eristumist esineda (Rutkowski jt, 2006). Geneetilised erinevused võivad seega tuleneda muutustest linna tuuletallajate sigimiskäitumises, mida on kirjeldatud ka teistes uuringutes (Rutkowski jt, 2006). Riegert jt (2010) leidsid küll ökoloogilisi erinevusi Tšehhi Lõuna-Čechy hariliku tuuletallaja linna ja maa populatsioonide vahel, kuid mitte geneetilisi erinevusi, mille põhjuseks pakuti ulatuslikku geenivoolu naaberpopulatsioonide vahel ja suhteliselt väikest täisehitatud alade osakaalu linnas. Riegert jt (2010) leidsid, et kesklinnas pesitsevad raskemad emalinnud ning kesklinna populatsioonid olid lähemalt suguluses kui maapiirkonna populatsioonid, millest viimane võib tuleneda sellest, et kesklinna tuuletallajad olid vanadele pesakohtadele truomad.

Tuleb ka mainida, et linnal võib olla isegi suguluses olevatele liikidele erinev mõju, mille kujunemisel on roll nii liikide ökoloogial kui ka omavahelistel suhetel. Markowski jt (2021) uurisid Kesk-Poolas Łódži linna ja selle lähedal asuva metsa rasvatihaste (*Parus major*) ja sinitihaste (*Cyanistes caeruleus*) populatsioone ning leidsid, et sinitihastel puudusid geneetilised erinevused linna ja maa populatsioonide vahel, kuid rasvatihastel esinesid erinevused linna pargi populatsiooni ning äärelinna metsa ja linnavälise metsa vahel, kuid viimased kaks populatsiooni

ei erinenud üksteisest. Sellest võib järeldada, et mõlemal liigil on hea populatsioonide vaheline ühendatus ja levimispotentsiaal sarnaste elupaikade vahel (Markowski jt, 2021). Kontrastsete elupaikade puhul väheneb rasvatihasel geenisiire, mida sinitihastel ei täheldatud, ning see võib tuleneda nii kahe liigi vahelisest konkurentsist, milles sinitihane on nõrgem pool, kui ka sinitihase kalduvusest talvisele rändele, mille tõttu võivad nad rohkem seguneda teiste populatsioonidega (Markowski jt, 2021).

Linn võib põhjustada linnupopulatsioonide eristumist üksteisest. Kuigi mõju ei ole igale liigile ja isegi alati sama liigi piires ühesugune, ei tohi seda siiski eirata ja täiendavad uuringud on kindlasti vajalikud. Migratsioonibarjäärist tulenev vähenenud geenvool ja populatsioonide geneetiline vaesustumine võib tuua kaasa inbriidingu ja vähenenud materjali looduslikule valikule (Isaksson, 2018), mis vähendab liikide võimet toime tulla keskkonnamuutustega. Selle tulemusel võivad pikema ajaperioodi jooksul saada eelise liigid, kelle geenivoolu, näiteks nende suurema liikuvuse tõttu, linn ei takista, ning tekitada niiviisi nihke koosluste tasakaalus.

5.3. Kisklus

Üks linnuliikide mingile alale püsijäämist ja populatsioonide tihedust mõjutav tegur on hukkumine röövloomade tõttu. Mitmed uuringud on näidanud, et kisklus suureneb linnades võrreldes maapiirkondadega (Jokimäki ja Huhta, 2000; Borgmann ja Rodewald, 2004) või et selle määr on kõrge (Matthews jt, 1999), kuid on ka andmeid selle vähenemisest (Gering ja Blair, 1999). Sellised erinevused andmetes võivad tuleneda valitud uurimisalade vahelistest erinevustest, sest on vahe, kas räägitakse parkidest (Jokimäki ja Huhta, 2000) või kontorite ja kortermajade piirkonnast (Gering ja Blair, 1999), või ka sellest, kas uuritakse pesaröövlust või kisklussurvet vanalindudele. Samuti võib varieeruda, kas urbaniseerunud alade peamised kiskjad on imetajad (Borgmann ja Rodewald, 2004) või linnud (Matthews jt, 1999; Jokimäki ja Huhta, 2000), mis sõltub ilmselt ümbritsevate alade kiskjakooslusest (Jokimäki ja Huhta, 2000), linna urbaniseerituse astmest ning uuritavate alade olemusest. Samas võivad väga linnastunud alad, näiteks kesklinna piirkonnad, kaasa tuua pesaröövluse lõdvenemise, sest röövloomadel ei ole seal piisavalt pelgupaiku, mis võib omakorda suurendada linnaeksploateerijate arvukust (Gering ja Blair, 1999).

Üks tegur, mis võib linnades kisklust suurendada, on muutunud taimestik (Borgmann ja Rodewald, 2004). USAs Kesk-Ohiois täheldati, et võõrliikidest koosnevas põõsastikus olid pesad madalamal, kui kohalike liikide põõsastikus, mis suurendas ligipääsetavust madalamal toitu otsivatele loomadele (Borgmann ja Rodewald, 2004). Teiseks vähendas võõrliikidest taimestik tihti pesasubstraadi mitmekesisust, mille tulemusel said kiskjad suunata oma jõupingutused ühele

substraadi tüübile, ning kolmandaks võivad suurema taimkatte tihedusega laigud sisaldada rohkem pesi, mis suurendab saagi tihedusest sõltuvate röövloomade esinemist (Borgmann ja Rodewald, 2004). Samuti on oluline parkide hooldustase, sest liigselt hooldatud parkides võivad linnupesad pesarüüstajatele paremini silma jääda, võrreldes parkidega, kus on paremini väljakujunenud võrastik ja alustaimestik (Jokimäki ja Huhta, 2000). Neist tulemustest võib järeldada, et linnas on ohustatumad pigem linnud, kes teevad oma pesa maapinnale või madalamale (Crocini jt, 2008), kus need on paremini kättesaadavad ja märgatavad maas liikuvatele kiskjatele. Samuti on halvemini kaitstud avapesades pesitsevad linnud (Crocini jt, 2008), mis tuleneb ilmselt vähenenud taimkatte tihedusest.

Kiskjakoosluste kujunemisel mängivad rolli linnastumisega kaasnev elupaikade killustumine, alade ühendatus ja kaugus maapiirkonnast (Crooks ja Soulé, 1999). Näiteks on leitud, et killustatus vähendab suurkiskjate, näiteks koiottide (*Canis latrans*), osakaalu elupaikades, mis suurendab väikekiskjate, näiteks kodukasside (*Felis catus*) ja harilike pesukarude (*Procyon lotor*), arvukust, mis omakorda mõjub negatiivselt linnukooslustele (Crooks ja Soulé, 1999). Olukorda võib veelgi halvendada sekundaarne killustumine, näiteks jalgradade tõttu, mis võib suurendada pesade nähtavust ja juurdepääsetavust kiskjatele (Matthews jt, 1999). Mitmed uuringud on ka täheldanud serva mõju puudumist kiskluse suurenemisele (Matthews jt, 1999; Borgmann ja Rodewald, 2004), kuid näiteks kodukasside tõttu, kes sisenevad elupaika servast, võib röövlus servaalal olla suurem kui sisealal (Shipleigh jt, 2013), nii et serva mõju tähtsus pole päris selge.

Eraldi võiks välja tuua ühe kiskja, keda looduslikes elupaikades ei leidu, kuid kes on äärmiselt arvukas asulates ja linnades – kodukassid. Erinevalt teistest röövloomades, toidetakse kodudes peetavaid kasse nende omanike poolt ning seega ei ole linnujaht neile eluliselt tähtis. Ometi võivad vabalt peetavad kassid tappa ning arvestades nende suurt tihedust, võivad nad olla oluliseks linnade linnukooslusi mõjutavaks teguriks (Baker jt, 2008) mitte ainult linde murdes, vaid ka oma kohaloluga vanemate kaitse- ja toitumiskäitumist mõjutades (vt nt Bonnington jt, 2013). Päris selge ei ole aga asjaolu, kas kasside poolt tapetavad linnud on kogu populatsioonile pigem lisanduv suremus (ingl *additive mortality*) (van Heezik jt, 2010) või kompenseeriv suremus (ingl *compensatory mortality*), millest viimasel juhul püütakse vaid halvemas seisundis isendeid, kes ei oleks niikuinii ellu jäänud (Baker jt, 2008). Samuti teeb tulemuste analüüsimise keerulisemaks see, et osa kasse ei too oma püütud saaki koju (van Heezik jt, 2010). Uus-Meremaal Dunedini linnas tehtud uuringus avastati, et isegi kui mõned linnud võisid olla kehvemas seisundis, siis arvestades kasside püütud lindude suurusjärku, võisid kassid vähemalt osade liikide jaoks tekitada pigem lisanduvat suremust (van Heezik jt, 2010). Kui kasside kisklussurve ei vähene, siis võivad

osad linnuliigid linnast välja surra ning osad liigid suudavad oma populatsioone linnas säilitada arvatavasti vaid tänu linna äärealas asuvatele lättepopulatsioonidele (van Heezik jt, 2010). Inglismaal Bristolis linnas võrreldi kasside püütud lindude rasvasisaldust ja lihasmassi lindudega, kes olid surnud kokkupõrkel aknaklaasidega, ning avastati, et kasside tapetud individid olid nende näitajate poolest oluliselt kehvemas seisus, millest järeldati, et kassidel oli pigem kompenseeriv mõju (Baker jt, 2008). Ometi täheldasid uurijad, et madalam rasvavaru võib olla tingitud sellest, et kassid püüdsid sigivaid isendeid või sellest, et kassid peavad lindudele rohkem jahti koidikul, mil päevane rasvasisaldus ongi madalam (Baker jt, 2008). Samuti viitavad uuringud kiskluse määrast sellele, et vähemalt osade liikide jaoks olid kassid peamine surma põhjus linnas (Baker jt, 2008). Lake Oswego linnas USA-s täpik-maasidrikutega (*Pipilo maculatus*) tehtud uuringus avastati, et kodukassid olid üheks pesast lahkunud poegade peamisteks surma põhjustajateks (Shipley jt, 2013). Kuna kasside mõju oli suurim serva lähedal, siis ei saa seda pidada vaid kompenseerivaks suremuseks, kuna servaaladel elavatel täpik-maasidrikutel olid suuremad kurnad ja nende pesapojad kaalusid rohkem, kui elupaiga sisealade pesapojad, mis viitab nende heale kvaliteedile pesast lahkumise hetkel (Shipley jt, 2013). Sellest järeldub, et kassid on suureks ohuks ka heas seisundis olevatele lennuvõimestuvatele poegadele (Shipley jt, 2013) ning nad võivad vähendada muude tunnuste poolest sobivate elupaikade kvaliteeti.

Nende uuringute põhjal võib järeldada, et kodukassidel on linnapiirkonnas oluline mõju nii vanalindudele kui ka poegade suremusele – seda nii otseselt kui ka kaudselt. Ilmselt on suuremas ohus linnud, kes ehitavad oma pesa madalamale või maapinnale, sest sealt on neid kergem leida, kuid kuna kassid suudavad ka ronida, siis pole täielikult kaitstud ka kõrgemal asuvad pesad, kui need on piisavalt ligipääsetavas kohas. Kui mõelda pesatüübile, siis võib-olla on paremini märgatavad avapesad, kui näiteks õõnsustes paiknevad pesad, ning kuna kassid sisenevad elupaika serva juurest, langevad serva või elumute lähedal paiknevad pesad ja linnud suurema tõenäosusega kasside ohvriks. Samuti võib oletada, et linnas pesitsevate lindude jaoks on kassid suuremaks ohuks kui vaid linnas toitujatele, sest esimesel juhul võivad hukkuda nii vanalinnud kui ka pojad.

5.4. Hoonestus

Kuna linnud kasutavad õhuruumi aktiivseks liikumiseks, siis üks tõstatatud probleem on lindude kokkupõrked hoonete ja muude struktuuridega. Kokkupõrke tagajärjel saavad linnud mitmeid sisemisi ja välimisi vigastusi, näiteks katkised nokad, vere trombid, halvatus, verejooksud, ajuverejooksud ning väikeaju vigastused (vt Klem Jr, 1990; Veltri ja Klem Jr, 2005). USA-s tehtud uuringus avastati, et luumurde esines harva, kuid täheldati näiteks näokolju ja alalõualuu vigastusi

(Veltri ja Klem Jr, 2005). Ajuvigastuste tõttu, mis on peamine surmapõhjus (Veltri ja Klem Jr, 2005), võivad ellujäänutel enne surma tekkida käitumishäireid, näiteks vähene reageerimisvõime, tasakaaluhäired, raske, aeglustatud hingamine jne (Klem Jr, 1990; Veltri ja Klem Jr, 2005). Vigastuste iseloom ja ulatus olenevad linnu kiirusest, vahemaast, linnu suurusest ja isegi vanusest, sest nooremate isendite koljud ei pruugi olla veel lõpuni väljaarenenud (Veltri ja Klem Jr, 2005). Samuti ei pruugi kõik linnud kokkupõrke tagajärjel kohe hukkuda – osad lüüakse teadvusetuks või uimaseks ning hiljem nad kas taastuvad ja lendavad ära, surevad vigastustesse või langevad kiskluse ohvriks ning mõned on löögi tagajärjel vaid jahmunud ja lahkuvad kohe (Klem Jr, 1990).

Tegurid, mis mõjutavad lindude ja ehitiste kokkupõrke tõenäosust, on mitmeid ning need olenevad nii hoone iseloomust, aastaajast kui ka linnuliigist (Klem Jr jt, 2009; Parkins jt, 2015; Riding jt, 2020). Üks olulisemaid tegureid on hoone klaaspinna osakaal, sest mida rohkem on klaasi, seda suurem on kokkupõrke tõenäosus (Klem Jr jt, 2009; Parkins jt, 2015; Riding jt, 2020). Selle põhjuseks võib olla asjaolu, et klaasid peegeldavad ning kui läheduses on näiteks puid, siis võivad linnud puu peegeldust pidada tõeliseks puuks ja proovida sellele maanduda (Parkins jt, 2015). Selle tõestuseks on mitmed uuringud avastanud, et vegetatsiooni hulk ja kõrgus hoonete läheduses mõjutab lindude hoonetega kokkupõrgete tõenäosust (Klem Jr jt, 2009; Parkins jt, 2015; Riding jt, 2020). Klaasi tajumist raskendab veelgi see, kui klaasid on üksteisele lähedal (Riding jt, 2020). Kolmandaks võib välja tuua hoonete kõrguse ja laiuse, sest mida suurem on maja, seda rohkem on pinda, mida linnud võivad tabada (Riding jt, 2020). Neljandaks on näidatud, et isegi hoone kuju võib rolli mängida, sest näiteks alkoovi kuju tunnelilaadsed omadused võivad linde kinni püüda ja peegeldusest tulenevaid illusioone võimendada (Riding jt, 2020). Hoonetega kaasneb ka valgustus, mis on seotud akende osakaaluga, ning on leitud, et valgustus võib suurendada kokkupõrke tõenäosust (Parkins jt, 2015; Riding jt, 2020). New Yorgi linnas USAs täheldati aga öösiti kokkupõrgete arvu vähenemist ning seega on ilmselt klaasi osakaalul kokkupõrgete tõenäosuses suurem tähtsus, kui valgustusel (Parkins jt, 2015), või oli see seotud lindude ööpäevase aktiivsusperioodiga. Öisel valgusel üldisemalt on aga lindudele mõju olemas ning sellest on juttu vastavas alapeatükis. Samuti on näidatud, et kokkupõrgete sagedustel ja põhjustel on hooajalisi erinevusi (Klem Jr jt, 2009; Riding jt, 2020) ning näiteks sügis- ja/või kevadrände ajal võib kokkupõrgete arv suureneeda (Parkins jt, 2015). Seda tuleks uuringuid läbiviies silmas pidada. Samuti tuleks arvestada, et kui teha hinnanguid vaid leitud surnukehade põhjal, siis võidakse tulemust alahinnata, sest kõiki kehasid ei pruugita leida, osad koristatakse ära korrastustöötajate poolt, mõned tallatakse või sõidetakse sodiks või viikase ära kiskjate poolt (Parkins jt, 2015).

Majadel võib olla lindudele ka teistsuguseid mõjusid. Näiteks on tuvastatud, et tihedam hoonestus väikeste linnaparkide naabruses vähendab lindude liigirikkust ning pärismaiste, linnaväلتijate ja putuktoiduliste liikide arvu, kuid suurendab invasiivsete liikide, linnaelanike ja omnivooride arvukust (Amaya-Espinel jt, 2019). See võib tuleneda asjaolust, et tihedalt täisehitatud linn ei soodusta lindude liikumist erinevate rohealade vahel, mis võib vähendada nende toitumis- ja paljunemisvõimalusi (Amaya-Espinel jt, 2019).

Mõned liigid lõikavad hoonetest aga hoopis kasu. Osad linnud saavad hooneid kasutada pesa- või jahipaigana ning seega on kõrghoonetest abi näiteks mägise või kaljuse elupaigaga kohanenud liikidel (Blair, 1996; Kark jt, 2007; Croci jt, 2008), aga ka sekundaarselt õõnsustes pesitsevatel liikidel jt lindudel (vt lähemalt kuuendast peatükist). Budapestis Ungaris avastati, et mõned liigid toituvad ehmeistiivalistest (*Trichoptera*), kes pidasid klaashoonete peegeldust veesilmaks ning olid selle tõttu segadusse sattunud ja hoonete juurde lõksu jäänud (Robertson jt, 2010). Kuigi see illustreerib osade lindude võimet ära kasutada oma uudset elupaika ning seeläbi parandada oma ellujäämisvõimalusi (Robertson jt, 2010), ei saa seda lugeda klaasipindade positiivseks mõjuks, sest see kahjustab vee-elulisi putukaid. Kui klaasmajade tõttu toimub putukapopulatsioonide kahanemine või hävinemine, kahjustab see ka neist toituvate lindude populatsioone.

Hoonestus mõjutab otseselt linnukooslusi ja lindude suremust. Kuna rändeperioodil on täheldatud kokkupõrgete sagenemist (Parkins jt, 2015), siis on hooned üheks näiteks sellest, kuidas linn võib mõjutada ka linnavälised kooslusi. Hoonetest tulenev filtreeriv mõju osade (Amaya-Espinel jt, 2019) ning soosiv mõju teiste (Kark jt, 2007; Croci jt, 2008) ökoloogiliste tunnustega gruppidele võib olla oluliseks linnukooslusi kujundavaks teguriks linnas. Ilmselt on suurema riski all linnud, kellel on vaja liikuda erinevate toitumispaikade ja pesapaiga vahel, rändeperioodil rändlinnud, ning liigid, kes toituvad õhus, sest nad veedavad palju aega õhus ning seega on neil suurem tõenäosus hoonetega kokku põrgata, kui maapinnal toitujatel.

5.5. Liiklus

Veel üks tähtis linnaelement on liiklus. Teede ja transpordivahenditega kaasnevad lindudele mitmed ohutegurid ja häiringud, mille hulka kuuluvad näiteks müra, kunstvalgus, õhureostus, liiklussurmud ning elupaikade kadu ja killustumine (Sander ja Tietze, 2022). Teekatte suurenemine mõjub negatiivselt nii lindude liigirikkusele kui ka arvukusele (Johnson jt, 2017; Amaya-Espinel jt, 2019). Teede rajamine ja laiendamine põhjustab taimestiku kadu, mis toob kaasa liigirikkuse vähenemise teega piirnevates metsafragmentides ning vähendab tee ületamise tõenäosust, mida seostatakse samuti eelkõige teeäärse taimestiku vähenemisega (Johnson jt, 2017).

Austraalias Brisbane linnas leiti, et teedest olid rohkem mõjutatud väikesed metsaliigid, kes ületasid suuri teid või viibisid nende läheduses asuvates metsaalades väiksema tõenäosusega, kui keskmise suurusega või suured liigid (Johnson jt, 2017). Sellest järeldub, et ulatus, mil määral tee laius linde mõjutab, võib liigiti erineda (Johnson jt, 2017).

Liiklussurmade mõju hindasid Sander ja Tietze (2022) oma ülevaates väheseks või tühiseks, kuid mainisid, et see võib liigiti erineda ning liikluse osakaal lindude suremuses linnas on kindlasti veel uurimist vajav teema. Samuti võib surmade osakaal oleneda tee kiirusepiirangust, liiklustihedusest ning sellest, kas lind on öise või päevase eluviisiga (Sander ja Tietze, 2022).

Kuigi liikluse mõju linnustikule ei ole veel lõpuni selge (Sander ja Tietze, 2022), võib eelneva põhjal väita, et selle negatiivne mõju avaldub mitmel moel. Liiklus takistab osade liikide, näiteks väikeste metsalindude (Johnson jt, 2017), liikumist erinevate elu- ja toitumispaikade vahel, mis võib vähendada nende arvukust, liigirikust ja geenivoolu. Ilmselt on sellest kõige rohkem mõjutatud liigid, kellel on vaja liikuda erinevate elupaikade vahel ning need, kes on pelglikumad ja peavad liiklust potentsiaalseks ohuks. Teekatte suurenemisest tulenev vegetatsiooni vähenemine põhjustab sobivate pesitsuspaikade vähenemist nii maapinnal, õõnsustes, puuvõras kui ka põõsastes pesitsejatele ning vähendab sobivate varjupaikade hulka. Vegetatsiooni kadumise tõttu vähenevad toitumisvõimalused mitmetele gruppidele, mille tagajärjeks võib olla konkurentsi surve suurenemine ning eeliseis omnivooridele ja neile, kelle liikumist toitumispaikade vahel teed ei häiri. Lisaks kaasnevad liikluse ja teedega veel reostus, müra- ja valgusreostus ning neil on samuti erinevatele koosluse rühmadele erinevad mõjud, mida käsitletakse antud lõputöös edaspidi.

5.6. Inimeste kohalolu kui häiring

Linnadega kaasneb paratamatult suurenenud inimeste kohalolu, mis võib häirida lindude igapäevaseid tegevusi. Inimeste viibimine lindude elupaigas võib koos elupaigalaikude suuruse ja vegetatsiooni iseloomuga põhjustada kooslustes hõlmatust (ingl *nestedness*) (Fernández-Juricic, 2002). Hõlmatust tähendab seda, et madalama liigirikkusega kohtades elavad liigid on alalhulk liigirikkamast kooslusest (Patterson ja Atmar, 1986). Inimesed võivad hõlmatust soodustada, sest nad piiravad oma kohaloluga lindude toitumis- ja sigimisvõimaluste aega ja ruumi, vähendavad ala sobivust, suurendavad väljasuremist ja vähendavad asustamise tõenäosust tugevalt häiritud elupaigalaikudes (Fernández-Juricic, 2002).

Inimeste kohalolu võib vähendada lindude pesitsusedukust. Budapestis Ungaris näidati, et suurenenud inimeste kohalolu pargis mõjus negatiivselt rasvatihaste poegade kehamassile, mis võis vähendada nende esimese aasta ellujäämist (Seress jt, 2021). Negatiivset seost inimeste

kohalolu ja pesitsusedukuse vahel linnas on näidatud ka sinitihastel (Gładalski jt, 2016). Samuti täheldati lindude väiksemat taluvust inimeste suhtes pesitsushooajal troopilistes avamaastiku elupaikades, mis võis ilmselt tuleneda vanemlindude püüdest vältida enda surma ajal, kui nad peavad pesakonna eest hoolitsema (Mikula jt, 2023). Samas avastati ühes USAs tehtud uuringus, et jalakäijate arvu suurenemisega pesapaikade ümbruses vähenes kiskluse oht ja sellega suurenes pesade ellujäämistõenäosus (Becker ja Weisberg, 2015). Seega võib mõõdukal inimeste kohalolul olla teatav positiivne mõju, kuid arvestades häiringutega kaasnevaid negatiivseid külgi, ei tohiks seda ületähtsustada.

Mitmed uuringud on leidnud, et linnas elavatel liikidel on lühem lendu tõusmise kaugus (ingl *flight distance* või ka *flight initiation distance* ehk FID) ehk kaugus, mille juures lind tõuseb lendu või põgeneb, kui potentsiaalne kiskja on temast sellel kaugusel või lähemal (Fernández-Juricic jt, 2001; Tryjanowski jt, 2020), kui maal elavatel lindudel (Møller, 2008; Mikula jt, 2023). Arvatakse, et see võib olla tekkinud varasemate kogemuste tõttu inimestega, kui nendega ei kaasnenud lindude surma ega kiusu (Fernández-Juricic jt, 2001) ning selle tulemusel on muutunud inimestega rohkem kokku puutuvate lindude riskihindamine (Mikula jt, 2023). Inimesi taluvate isendite esinemist asulas võib selgitada ka indiviidide järjepideva suhtumisega inimestesse, mis kandub põlvkonniti edasi, liigi käitumusliku plastilisuse ja/või populatsiooni kohaliku adaptatsioonina (Mikula jt, 2023). Suurem taluvus inimeste suhtes aitab suurendada toitumiseks kulutatavat aega ja vähendada stressireaktsiooni kulukust (Møller, 2008), mis annab tolerantsematele lindudele linnas eelise. Lendu tõusmise kaugus oleneb ka lindude kehasuurusest või massist – vahemaa, mille juures lind lendu tõuseb, suureneb koos tema kehasuurusega (Fernández-Juricic jt, 2001; Møller, 2008). Sellel võib olla mitmeid põhjuseid, näites võivad suuremad linnud vajada pikemat hoovõtukaugust (Møller, 2008), nad märkavad inimesi paremini ja põgenevad varem või on väiksematel liikidel suurem suhteline energiavajadus, mille tõttu on nad energia kokku hoidmiseks sunnitud inimesi rohkem taluma (Fernández-Juricic jt, 2001). Samuti on täheldatud pikemaid lendu tõusmise kaugusi troopilistes avatud elupaikades rändlindudel ja piklike tiibadega lindudel (Mikula jt, 2023). Rändlinnud ei pruugi olla oma talvitus ja peatuspaikadega nii tuttavad, kui paiksed liigid, mis võib olla suurenenud valvsuse põhjuseks (Mikula jt, 2023). Piklikud tiivad aitavad aga vähendada lendutõusu kulusid, mis võimaldab varem pageda (Mikula jt, 2023).

Lendu tõusmise kaugus võib ka linna sees varieeruda, olles lühem parkides, kus inimesed käivad tihemini või kus on rohkem taimestikku, mis pakub vajadusel pelgupaika ja vähendab tajutavat kisklusriski (Fernández-Juricic jt, 2001). Samas võivad liiga kõrged puud osade liikide jaoks suurendada lendu tõusmise kaugust, sest nendele lendamine võtab kauem aega (Fernández-Juricic

jt, 2001). Eelneva põhjal võib eeldada, et mitmekülgsem ja erinevatest rinnetest koosnev taimestik annab lindudele rohkem kindlust. Ka toidu kättesaadavusel võib olla oma roll ning suurem ressursside hulk võib suurendada lindude taluvust inimeste suhtes, tekitades nii lõivsuhte (Fernández-Juricic jt, 2001). Lühem lendu tõusmise kaugus ei pruugi olla aga läbini positiivne, sest suurenenud julgus võib vähendada valvsust ka tõeliste kiskjate (Møller, 2008) ja jahimeeste (Mikula jt, 2023) suhtes. See võib osutada eriti ohtlikuks suurema kehasuurusega lindudele, kes on muutunud tolerantsemaks, kuna suurematel liikidel on üldiselt pikem eluiga ja aeglasem elutempo ning nende väljasuremisrisk on kõrgem (Mikula jt, 2023).

Eeltoodud uuringute põhjal võib järeldada, et koosluste tasemel on linnas rohkem ohus rändlinnud, vähem kohanemisvõimelised ning suurema kehasuurusega liigid. Samuti võivad linnud inimestest rohkem häiritud olla pesitsushooajal. Viimasel juhul on ilmselt rohkem mõjutatud elupaiga serva või teede ja kõnniteede ligidal pesitsevad liigid, sest seal on neil suurem kokkupuude inimestega. Ilmselt on inimestest rohkem häiritud ka maapinnalt või madalas taimestikus toitu otsivad liigid võrreldes õhus ja puu otsas toitujatega. Kõigele lisaks on linnas eelisseisus liigid, kes on ajalooliselt inimestega koos elanud või võõrliigid, kes on linnadesse inimeste poolt tahtlikult või tahtmatult sisse toodud ning seega inimestega aja jooksul rohkem ära harjunud (Sol jt, 2017). Samuti tuleks mainida, et kuigi vähenenud pelglikkus võib linna keskkonnas olla liigile kasulik, võib see tõelise ohu korral osutada indiviidile saatuslikuks.

5.7. Mürareostus

Inimtekkeline müra mõjutab mitmel moel nii lindude omavahelist suhtlust kui ka sigimisedukust. Üks mürareostuse tulem on linnukoosluste muutumine (Francis jt, 2009; Francis jt, 2011; Perillo jt, 2017). Kuna inimtekkeline müra on enamasti madala sagedusega, siis see moonutab sarnase sagedusega lindude laulu ja soosib pigem kõrgema sagedusega häälega lindusid ning kuna häälesagedus on negatiivses seoses kehamassiga, siis suurema kehamassiga linnud võivad olla müra suhtes tundlikumad (Francis jt, 2011). Kõrgema sagedusega häälitsevad liigid võivad sellest pealtnäha kasu lõigata, sest nad säilitavad mürarikkas elupaigas võime edukalt edastada signaale (Francis jt, 2011) ning kuna mürarikkam keskkond toob kaasa liigirikkuuse vähenemise (Francis jt, 2009; Francis jt, 2011; Perillo jt, 2017), võib see põhjustada madalama liikide vahelise konkurentsi (Francis jt, 2011) või isegi väiksema pesaröövluse riski (Francis jt, 2009). Osa uuringuid näitavad siiski, et enamik liike, olenemata sellest, kas on tegu linnaväلتijate või ekspluateerijatega, reageerivad mürale negatiivselt (Francis jt, 2009; Francis jt, 2011) ning linnud peavad ka taluma lühiajalisi ehmatavaid helisid, millega nad ei pruugi ära harjuda (Perillo jt, 2017).

Lisaks liikide filtreerimisele võib müra põhjustada probleeme neile, kes on müra lähedale elama jäänud. Näiteks on leitud, et emased rasvatihased eelistavad looduslikes tingimustes madalama häälesagedusega isaseid, kuid mürarikas keskkonnas, kus kõrgema sagedusega helid ei ole nii moonutatud ja jõuavad paremini kuulajani, võivad emased valida kehvema partneri, sest parema kvaliteediga isaste laul lihtsalt ei jõua emasteni (Halfwerk jt, 2011). Samuti võib müra mõjutada pesitsusedukust otseselt (Schroeder jt, 2012). Inglismaal Lundy saarel läbiviidud uuringus tuvastati, et kuigi müra ei mõjutanud vanematest koduvarblaste (*Passer domesticus*) konditsiooni, oli sellel oluline negatiivne mõju poegade seisundile, kuna emaslinnud ei toitnud poegi väga mürarikal ajal (Schroeder jt, 2012). Selle põhjuseks oli ilmselt häiring poegade ja vanema vahelises suhtluses (Schroeder jt, 2012).

Müraga toimetulekuks on osad linnud suutelised oma laulu muutma (Francis jt, 2009; Perillo jt, 2017). Muusträstaste puhul on tuvastatud, et kesklinnas pesitsevad linnud alustasid oma koidukoori (ingl *dawn chorus*) kuni viis tundi varem, kui nende poollooduslikes kooslustes elavad liigikaaslased ning ilmselt on see koosmõju müra- ja valgusreostusest (Nordt ja Klenke, 2013). Selline käitumine vähendab aga lindude unetunde ning ilmselt suurendab energiakulutusi (Nordt ja Klenke, 2013).

Samas näidati ühes katses, et osad liigid valivad teadlikult mürarikama keskkonna oma elupaigaks ning sealse koosluse liikidel oli suurem sigimisedukus, kui vähese müraga kontrollalal (Francis jt, 2009). Seda põhjendati vähenenud pesaröövluusega mürarikas elupaigas (vt lähemalt Francis jt, 2009). Nendest tulemustest saab järeldada, et lisaks sobivate pesapaikade vähenemisele, võivad müratundlikud liigid kannatada vaiksematel aladel suurema pesaröövluuse käes, sest ka osad pesarüüstajad taanduvad mürarikastest paikadest vaiksematesse elukohtadesse (Francis jt, 2009).

5.8. Valgusreostus

Kunstlik valgus öösel (ingl *artificial light at night*, lühendiga ALAN) mõjutab elustikku linnas nii nähtaval kui nähtamatul moel. Üks lindusid puudutav viis on selle mõju rändele (Horton jt, 2019; La Sorte ja Horton, 2021). USAs on leitud, et ALANi saab seostada talvise ja suvise rändlindude vähenemisega (La Sorte ja Horton, 2021) ning kevad- ja sügisrände aegse suurenemisega linnapiirkonnas, kusjuures sügisrändel on suurim ja kevadrändel kõige nõrgem seos ALANiga (Horton jt, 2019; La Sorte ja Horton, 2021). Selle põhjuseks võib olla asjaolu, et rände öine kestvus on sügisel suurem kui kevadel, mis suurendab lindude kokkupuudet öise kunstvalgusega (La Sorte ja Horton, 2021). Samuti kuulub sügisrände ajal parve palju noorlinde, kes on veel kogenematud ja eriti vastuvõtlikud ALANi negatiivsele mõjule (La Sorte ja Horton, 2021).

Õine valgus on lindudele ohtlik, kuna see segab nende orienteerumisvõimet (Van Doren jt, 2017). USAs New Yorgis tehtud uuringus, kus vaadeldi suure valgusinstallatsiooni mõju lindudele, avastati, et lindude tihedus suurenes, mida lähemale valgusallikale oldi (Van Doren jt, 2017). Suur hulk linde kogunes selle kohale, langetasid oma lennukiirust, tegid selle kohal ringe ja häälitsevad sageli ning häired lindude käitumises kadusid peale tuledes kustutamist (Van Doren jt, 2017). Nendest tulemustest järeldub, et ere valgus võib põhjustada lindudele tarbetut energiakulu, mis võib mõjutada nende rände edukust (Van Doren jt, 2017). Samuti võivad segaduses linnud lennata vastu hooneid (Van Doren jt, 2017).

Nagu eelnevalt mainitud, mõjutab valgus koos mürareostusega lindude koidukoori algust ning võib mõjutada ka nende sigimiskäitumist ja -edukust. Valguse mõju koidukoorile on leitud näiteks muusträstastele (Kempnaers jt, 2010; Nordt ja Klenke, 2013; Dominoni jt, 2014), sinitihastele, rasvatihastele ja punarindadele (*Erithacus rubecula*) (Kempnaers jt, 2010). Austria pealinnas Viinis alustasid tänavavalgustitele lähemal pesitsevad sinitihased keskmiselt 1,5 päeva varem munemist kui nende naaber- või metsaterritooriumi emased, mis võib tuua kaasa nihke poegade toidunõudluse tippaja ja toidu kättesaadavuse haripunkti vahel (Kempnaers jt, 2010). Samuti olid laternapostide läheduses elavad isased sinitihased paarivälise emase leidmises kaks korda edukamad kui nende naaber- või metsaterritooriumi isased ning seda seostati koidulaulu algusega, mida valgustatud alade isased alustasid varem (vt Kempnaers jt, 2010). Taipeis Hiinas suitsupääsukestega (*Hirundo rustica*) tehtud uuringus avastati, et kunstlikul öövalgusel oli positiivne mõju esimese haudme lennudevõimestumisedukusele, kuid mitte teisele haudmele (Wang jt, 2021). See tulenes asjaolust, et suure valgusintensiivsusega pesades toitsid vanemad poegi rohkem ja jätkasid toitmist peale loojangut kauem ning nende pojad anusid öösel sagedamini toitu, kui kontrollgrupi pojad (Wang jt, 2021). Positiivse mõju puudumine teisele haudmele on selgitatav ALANi pikaajalise negatiivse mõjuga vanemate füüsilisele seisundile ning rolli võis mängida ka toidu vähenemine pesitsusperioodi lõpul (vt Wang jt, 2021). Injaian jt (2021) avastasid aga Ithacas USA-s katses õõnepääsukestega (*Tachycineta bicolor*), et ALANile eksponeeritud emased toitsid oma poegi vähem, kui kontrollgrupi omad, kuid ei täheldatud poegade seisundi halvenemist, mis võis tuleneda isaste kompenseerivast mõjust. Kuigi täpset selgitust emaste käitumise muutusele ei osatud tuua, pakuti põhjenduseks muutusi nende uneajas ja energia varudes (Injaian jt, 2021). Lisaks avastati valgusele eksponeeritud pesades natuke väiksem koorumisedukus (Injaian jt, 2021). Samas De Jong jt (2015) ei leidnud oma Hollandis läbiviidud katses praktiliselt mingit mõju rasvatihase ja must-kärbsenäpi (*Ficedula hypoleuca*) pesitsustihedusele, kurna suurusele, haudme ebaõnnestumise tõenäosusele, poegade arvule ega täiskasvanute ellujäämisele.

Neist tulemustest võib järeldada, et kunstlikul öövalgusel võib olla liigist sõltuv mõju. Samuti võis tulemusi mõjutada katse läbiviimise ala paiknemine, katse pikkus või iseloom – kas valgusti oli pesas (Injaian jt, 2021) või pesast väljas (Kempnaers jt, 2010; De Jong jt, 2015; Wang jt, 2021), kas pesad olid kaetud (Kempnaers jt, 2010; De Jong jt, 2015; Injaian jt, 2021) või oli tegu pigem avatumate pesadega (Wang jt, 2021) jne. Nende tööde tulemustest võib aga järeldada, et kunstvalgusel on avapesades pesitsevatele vanematele ja poegadele ilmselt suurem mõju kui kinnistes pesades elavatele lindudele, sest nad on valgusele paremini eksponeeritud. ALANil võib olla suurem mõju ka liikidele, kellel toimub partneri valik isase laulu järgi, kui neil, kellel näitab isase kvaliteeti mõni muu tunnus. Lisaks mõjutab ALAN ilmselt rohkem öiseid rändlinde, kui päevaseid rändajaid või paikseid linde, kellest viimastel on ALANiga aastaringne kokkupuude.

5.9. Linna soojussaare efekt

Nagu kolmandas peatükis mainiti, tekivad linnades soojussaared (ingl *urban heat island*, lühendiga UHI), mille mõju väljendub temperatuuritõusus hoonestatud linnapiirkondades, võrreldes ümbritseva maapiirkonnaga (Phelan jt, 2015). Need tekivad, kuna inimtekkelised materjalid neelavad ja salvestavad suure osa päikeseenergiast ning selle mõju võib olla tähelepanuväärne nii päevasele kui ka öisele temperatuurile (Phelan jt, 2015). Kuna temperatuur on osaline peaaegu kõigis elu aspektides ja bioloogilistes funktsioonides, siis võivad sellisel temperatuuri tõusul olla väga erinevad tagajärjed nii liigi, koosluse kui ka piirkonna tasemel (vt Sumasgutner jt, 2023). Temperatuuri muutused on tihedalt seotud ka ressursside kättesaadavuse jm aspektidega (Sumasgutner jt, 2023) ning seega võib selle mõju eraldi seisvana uurimine olla veidi keeruline.

Soojem temperatuur võib mõjutada linnade linnukoosluste liigirikkust ja koosseisu. Hiinas viidi läbi analüüs 336 linna soojussaare efekti ja sealse linnustiku kohta ning avastati, et soojussaare mõjul oli linnapiirkondades madalam liigirikkus ja funktsionaalne mitmekesisus võrreldes äärelinna piirkondadega nii pesitsus- kui ka pesitsusvälisel perioodil (Cai jt, 2023). Sellest võib järeldada, et kõrgem temperatuur pani linde linna vältima või liikuma eeslinna piirkondadesse, kus avastati suurem lindude mitmekesisus (Cai jt, 2023). Mõju püsis sama olenemata linna suurusest või geograafilisest asendist ning mõju oli tugevam pesitsusvälisel perioodil (Cai jt, 2023).

Linna ja kogu planeedi soojem kliima võib tekitada muutusi ka lindude käitumises. Näiteks leidsid Dominoni jt (2014), et mida kõrgem oli temperatuur, seda varem alustasid isased muusträstad oma hommikut, kuid mõju hääbus kõrgete temperatuuride korral. Samuti on mõnedel maal rändavatel linnuliikidel kalduvus olla linnas paiksed, mis võib olla seotud nende fenotüübilise plastilisusega

või evolutsiooniliste kohastumustega (Tryjanowski jt, 2013). Lääne-Poolas tehtud uuringus avastati, et kuigi linnuliikidel olid maapiirkonnas esimesed kevadised saabumiskuupäevad varasemad kui linnas, siis trend varasema saabumise poole oli linnapiirkonna lindudel palju kiiremini varasema peale nihkunud (Tryjanowski jt, 2013). Leid viitab sellele, et keskkonnamuutused võisid linnalindude rändeharjumusi kiiremini mõjutada, kui maal elavate omi, mille põhjuseks peeti kliimamuutuste ja linnastumise sarnast keskkonnamõju (Tryjanowski jt, 2013). Linna soojem mikrokliima võib ka pikendada taimestiku kasvuperioodi, mis suurendab ressurside kättesaadavust (Neil ja Wu, 2006), ning Hiinas leiti ka positiivne seos linna soojussaare ja netoprimaarproduktiooni vahel (Cai jt, 2023). Suurbritannias täheldati 25 aastat kestnud vaatluste alusel 31% uuritud liikide puhul märkimisväärset trendi varasema munemiskuupäeva poole, kusjuures need liigid ei kuulunud kindlasse taksonoomilisse või ökoloogilisse gruppi (Crick jt, 1997). Seda tulemust seostati nihkunud toidu kättesaadavusega, mis on üks munemise alguse oluline indikaator (Crick jt, 1997), mis omakorda tuleneb varajasemast vegetatsiooniperioodist, mille on põhjustanud kõrgemad temperatuurid (Neil ja Wu, 2006). Nihkel toidu kättesaadavuse perioodi algusajal võib olla aga lindude jaoks tõsisem probleeme, kui nad ei suuda õppida uue trendi järgi oma pesitsust kohandama (Crick jt, 1997; Visser jt, 2006; Seress ja Liker, 2015). Kuigi Cricki jt (1997) ja Visseri jt (2006) uuringuid ei viidud läbi linnas, käsitlesid need üldist kliimasoojenemist ning seega võiks väljatoodud seost soojussaare efektile mõeldes silmas pidada. Talvisel ajal võib linna soojem mikrokliima pakkuda osadele liikidele varjupaika, kuna see võib vähendada talvist toiduvajadust (Latimer ja Zuckerberg, 2021), energiakulu ja suremust (Doherty ja Grubb, 2000). Talvist elu linnas toetavad ka linna rikkalikud toiduresursid (Leston ja Rodewald, 2006). USAs avastati tugev talvine positiivne seos rändlindude rikkuse ja vett mitte läbi laskva pinnase vahel, mis võib tekitada linna soojussaart ja seega pehmemat mikrokliimat (La Sorte ja Horton, 2021). Lääne-USAs Reno ja Sparks linnades kolme linnuliigi kohta tehtud uuringutest selgus, et pesade ellujäämus suurenes algsest temperatuurist kergelt kõrgema või madalama temperatuuri korral, kui see ei ületanud munade ja poegade arengu optimum temperatuuri, ning ellujäämus hinnang suurenes rohkem soojema suhtelise temperatuuri korral (Becker ja Weisberg, 2015). Seega võib mõningane kevadine temperatuuri tõus haudelindudele kasuks tulla (Becker ja Weisberg, 2015). Samuti täheldati, et pesapojad olid munadega võrreldes temperatuuri kõikumistele haavatavamad, seda eriti vahetult peale koorumist (Becker ja Weisberg, 2015). Siinkohal tuleb aga märkida, et kui selline positiivne mõju võib esineda jahedamates piirkondades, siis paikades, kus temperatuurid on niigi kõrged, võib jätkuv soojenemine tuua kaasa tõsisemid tagajärgi (Sumasgutner jt, 2023), näiteks kuumastressi (Isaksson, 2018).

5.10. Reostus ja prügi

Inimesed paiskavad õhku raskemetalle ja muid ühendeid, mis kahjustavad elusorganisme. Kui osade ühendite jaoks on seatud kasutuspiirangud või keelud, siis mitmete jaoks ei ole veel õiguslikke meetmeid loodud, kuigi neil on märkimisväärne mõju keskkonnale (Bauerová jt, 2017). Samuti leidub keskkonnas pärandreostust ainetest, mille kasutamine on juba ammu kas keelustatud või piiratud (Scheifler jt, 2006; Elliott jt, 2015).

Erinevad reostuse liigid võivad mõjutada näiteks lindude füsioloogiat, immuunsüsteemi (Bauerová jt, 2017; Ribeiro jt, 2022), paljunemist (Roux ja Marra, 2007; Jagiello jt, 2022; Corrales-Moya jt, 2023) ja toitumist (Scheifler jt, 2006; Elliott jt, 2015). Näiteks avastati uuringus isaste rasvatihastega, et neil isenditel, kellel oli raskmetallide kontsentratsioon veres kõrgem, oli madalam heterofiilide/lümfotsüütide (H/L) suhe, oletatavasti raskmetallide otsese toksilisuse tõttu teatud rakutüüpidele (vt lähemalt Bauerová jt, 2017). Samuti leiti, et raskmetallide kõrge tase sulgedes oli seotud kõrge H/L suhtega, mis viitab tugevalt saastunud keskkonnas elavate lindude pikaajalisele stressile (Bauerová jt, 2017). Kuna sulgedesse satuvad raskemetallid sulgimise ajal ning sulgedele ümbruskonna tolmust ja pärani punäärme nõrest, võib arvata, et sulestik sisaldab teavet pikaajalisemalt kehas ringelnud ja keskkonnast eksogeenselt omastatud raskemetallidest ning veres sisalduv peegeldab hetkeseisundit (Bauerová jt, 2017).

Prantsusmaal Besançoni linnas uuriti muusträstaste ja vihmauslaste (*Lumbricidae*) plii sisaldust ning leiti, et see oli mõlemal oluliselt kõrgem linnas, kui maapiirkonnas (Scheifler jt, 2006). Sellest võib järeldada, et kuigi plii kontsentratsiooni võib olla atmosfääris nullilähedane, nagu see tollel ajal Prantsusmaa linnades oli, siis sisaldub seda ikkagi pinnases, kust see satub lisaks keskkonnas leiduvale tolmu ka mööda toiduahelat linadesse (Scheifler jt, 2006; Roux ja Marra, 2007). Sedasi võib toimuda bioakumulatsioon, mis on eriti tugeva mõjuga tippkiskjatele (Elliott jt, 2015). Maapiirkonnaga võrreldes kõrgem pliisisaldus lindude veres avastati ka USAs Washingtonis, kuid uuritud lindudest näitasid ainult kass-pilalinnu (*Dumetella carolinensis*) pesapojad plii saaste tõttu madalamat kehaseisundit (Roux ja Marra, 2007). Uurijad nägid ka, et kuigi plii kontsentratsioon oli osade indiviidide veres üle taseme, mis varajasemates uuringutes näitasid kindlat pliimürgistust, ei leitud sellel olevat negatiivset mõju täiskasvanute keha seisundile (Roux ja Marra, 2007). Sellised erinevused võisid tuleneda asjaolust, et uuritud lindudel võis olla võime vabastada oma veresoonkonnasüsteemi pliist erituseelundkonna või luudesse ja sulgedesse sadestamise kaudu või toitusid nad kõrge valgu- ja kaltsiumisisaldusega toidust, mis võis vähendada plii imendumist ja säilimist kehas, leevendades seeläbi plii mõju (Roux ja Marra, 2007).

Peale raskemetallide on ohtlikud ka erinevad gaasilised ained. Brasiilias tehtud uuringus seostati linna lindudes tuvastatud kõrget H/L taset süsinikmonooksiidi (CO) ja kõrge mürareostusega (Ribeiro jt, 2022). Lõuna-Rootsis tehtud uuringus avastati, et põldvarblastel (*Passer montanus*) põhjustas NO_x kõrgem tase valgukahjustusi, kuid sinitihastele, rasvatihastele ja koduvarblastele ei avaldanud NO_x uuritud parameetritele mingit mõju (Salmón jt, 2018). Eelmainitud tulemused illustreerivad seda, et erinevate ühendite mõju lindudele võib olla liigispetsiifiline ning seda tuleb uuringute kavandamisel silmas pidada.

Lisaks silmale nähtamatule reostusele mõjutab lindusid ka maas vedelev prügi. Poola pealinnas Varssavis avastati, et linnastumise suurenemisel kasutasid rasvatihased ja sinitihased oma pesade ehitusel rohkem inimtekkelisi materjale (Jagiello jt, 2022). Lisaks tuvastati negatiivne seos inimtekkeliste pesamaterjalide hulga ja sinitihase paljunemisedukuse vahel (Jagiello jt, 2022). Kuna tehismaterjalide kasutamise suurenemisega vähenes looduslike materjalide kasutamine, siis seostati paljunemisedukuse vähenemist vähenenud sulgede osakaaluga pesas, kuna sulgedel on varasemates uuringutes näidatud olevat mitmeid olulisi funktsioone, näiteks soojusisolatsioon ja kaitse mikroobide ja parasiitide eest (Jagiello jt, 2022). Costa Rical tehtud katses leiti, et tehislised materjalid aedrästaste (*Turdus grayi*) pesades vähendasid nende ellujäämisetõenäosust, sest inimtekkelised materjalid pesade välivoodris suurendasid nende silmatorkavust kiskjatele (Corrales-Moya jt, 2023).

Kuna toksilistel ainetel on võime bioakumuleeruda, siis on eelkõige ohustatud toiduahelas kõrgematel tasemetel paiknevad linnuliigid, kelle organismidesse toimub mürgiste ainete kuhjumine lisaks otseselt keskkonnas olevast reostusest ka nende toiduobjektides peituvate ainete kaudu. Samuti on mullas peituva reostuse tõttu ohus liigid, kes otsivad toitu pinnasest. Lindudel võib olla erinev võime kehast mürke eemaldada ning ilmselt on riski all aeglasema ainevahetusega, kitsamale toidule spetsialiseerunud ning pikema elueaga liigid. Peale selle võib lindude pesamaterjalid leiduv inimtekkeline praht mõjutada lindude pesitsusedukust.

6. Lindude mitmekesisust ja arvukust mõjutavad elemendid

6.1. Linnavältijad, -kohanejad ja -ekspluateerijad – kes siia kuuluvad?

Eelneva peatüki põhjal võib jääda mulja, et linn on täis vaid ohte, ja mõte mitmekesisest kooslusest paistab olema võimatu. Ometi on linnad koduks mitmetele liikidele ja omavad toimivaid linnukooslusi. Kuid millised rohealade, linna ja lindude tunnused võiksid toetada nende elutsemist linnas? Selles peatükis tehakse ülevaade elupaiga- ja lindude tunnustest ning nende varieeruvusest ja koosmõjust, et välja selgitada tegurid, mis mõjutavad linnade linnukoosluste kujunemist. Siiski on siinkohal tegu üsna pealiskaudse ülevaatega väga mitmetahulisest teemast ning järgnevalt välja toodud seosed ja põhjendused ei ole kindlasti ammendavad.

Nagu neljandas peatükis mainiti, on võimalik linde jaotada erinevatesse rühmadesse neile omaste tunnuste alusel. Järgnevalt tuuakse lühidalt välja ühe rühmitusviisi – linnavältijad, -kohanejad ja -ekspluateerijad – gruppide võimalikud liikmed, kasutades selleks vastavateemalisi teadustöid ja kirjanduskokkuvõtteid. Siinkohal tuleb aga mainida, et need grupid on oma olemuselt üsna üldistavad, ei pruugi kehtida kogu linna lõikes ning uuringute tulemused võivad sõltuda konkreetsest linnast ja uurimisalast. Sellest tulenevalt ei ole all välja toodud rühmitused täiesti universaalsed – liik, kes oma ühe või mitme tunnuse alusel võiks kuuluda linnavältijate hulka, võib mõnes linnasiseses elupaigas hästi toime tulla ning üksiku liigi esinemine sõltub suuresti liigile vajalike ressursside esinemisest linnas (vt edaspidi). Siiski võiksid selles liigituses kajastatud mustrid anda aimu liikide omadustest, mis võivad mängida rolli linnukoosluste kujunemisel, ning juhtida tähelepanu sellele, milliste omadustega liigid vajaksid linna elurikkuse soosimiseks vajalike muudatuste hindamisel ja planeerimisel rohkem tähelepanu. Seega kajastab see liigitus pigem võimalikke linnukoosluste muutumise mustreid erinevates linnapiirkondades, vastusena seal leiduvatele ressurssidele ja ohtudele.

Linnavältijad on kõige tundlikumad liigid linnastumise suhtes ja nende tihedus peaks olema suurim looduslikel aladel (Blair, 1996), seega peaksid siia kuuluma selliste tunnustega liigid, kes on edukad oma looduslikus elupaigas, kuid ei ole enamasti võimelised elutsema linnastunud keskkonnas. Pesitsusomaduste järgi võiks Blairi (1996) USAst Stanfordini ülikoolist 3 km raadiuses olevatelt uurimisaladelt saadud tulemuste kohaselt siia kuuluda näiteks õõnsustes pesitsejad ja maapinnal pesitsejad, kuna nad olid tema uurimisalal levinumad linna „vähem arendatud“ piirkondades nagu puistud, põõsastikud, muruplatsid ja rohumaad. Maapinnal pesitsejate väiksemat esindatust linnas nägid ka mitmed teised teadustööd (nt Jokimäki, 1999; Kark jt, 2007; Croci jt, 2008; Ferenc jt, 2014; Dale jt, 2015; Leveau ja Ibáñez, 2022), kuid õõnsustes pesitsejad

olid mitmetes uuringutes linnades levinud pesitsusgrupp, mille põhjusteks pakuti näiteks nende pesade paremat kaitstust kiskjate eest või võimet kasutada inimtekkelisi pesapaiku (vt nt Jokimäki, 1999; Kark jt, 2007; Stracey ja Robinson, 2012; Dale jt, 2015; Tomasevic ja Marzluff, 2017; Liu ja Li, 2024). Sellest tulenevalt paigutaks käesoleva lõputöö autor maapinnal pesitsejad ja primaarsed õõnsustes pesitsejad (teevad oma pesaõõnsuse ise) linnavältijate hulka, kuid sekundaarselt õõnsustes pesitsejad (kasutavad valmisolevaid õõnsusi) kuuluksid pigem linnakohanejate hulka ja osad liigid ka ekspluateerijate juurde (mõisted Tomasevic ja Marzluff (2017) põhjal). Kuid nagu eelnevalt mainiti, ei ole need liigitused ranged. Toitumisklassidest võiksid Blairi (1996) tulemuste põhjal linnavältijate hulka kuuluda näiteks putuktoidulised, mida toetavad ka teised uuringud (Lim ja Sodhi, 2004; Croci jt, 2008; Ferenc jt, 2014). Välimuse osas on leitud, et linnavältijatel võiks tüüpiliselt olla varieeruvam sulestiku erksus ja esineda sulestiku sooline dimorfism, mis võib põhjustada nende paremat silmatorkavust inimestele ja kiskjatele (Croci jt, 2008; Leveau ja Ibáñez, 2022). Croci jt (2008) tõid oma põhiliselt Prantsusmaa liike hõlmava regionaalse analüüsi tulemuste alusel välja, et linnavältijate tunnusteks võiksid olla ka näiteks rändekäitumine, suurem solitaarsus, väiksem tiibade siruulatus ning suhteliselt suuremad sigimisega seotud kulutused kui ekspluateerijatel. Need regionaalsel skaalal leitud tunnused ei pruugi aga kehtida kohalikul skaala (vt lähemalt Croci jt, 2008). Nende tulemsute alusel võib üldistada, et linnavältijate hulka võiksid tüüpiliselt kuuluda maapinnal pesitsejad ja primaarselt õõnsustes pesitsejad, putuktoidulased, silmatorkavama sulestikuga ja/või rändekäitumisega liigid.

Linnakohanejad on liigid, kes lõikavad kasu nii looduslikest kui ka inimtekkelistest ressurssidest ning on edukaimad mõõdukal linnastumise tasemel (Blair, 1996). Siia võiks paigutada näiteks sekundaarsed õõnsustes pesitsejad (vt eestpoolt), kes oleksid võimelised pesitsemiseks kasutama nii looduslike kui ka inimtekkelisi substraate, ning osa avapesitsejad, kes teevad oma pesad maapinnast kõrgemale (vt nt Kark jt, 2007; Leveau ja Ibáñez, 2022). Toitumiskäitumiselt võiks siia kuuluda nii linnavältijate kui ka ekspluateerijate hulka kuuluvaid toitumisgruppe. Sellele viitavad näiteks Kark jt (2007), kes oma analüüsis tuvastasid, et seemnetoidulisi ja omnivoore oli nii linnaekspluateerijate kui -kohanejate seas võrdselt, kuid selgrootutest toitujate hulka kuulus palju rohkem linnakohanejaid kui -ekspluateerijaid. Lisaks võiks siia paigutada puuviljatoidulised, kelle arvukus oli näiteks Singapuris suurem eramute piirkonnas, mille põhjuseks peeti sealsetes aedades leiduvaid viljakandvaid taimi (Lim ja Sodhi, 2004). Samuti võiks siia paigutada osad karnivoorid, sest kuigi näiteks Lim ja Sodhi (2004) nägid oma uuringus, et karnivooride arvukus langes linnastumise kasvades, mille põhjuseks pakuti toiduvähesust, võivad käesoleva lõputöö autori arvates olla need tulemused mõjutatud asjaolust, et paljud neil aladel uuritud karnivoorid

toitusid vee loomastikust. Seega võib linnastumine negatiivselt mõjuda vee-elustikust toitujatele (juhul, kui linnastunumatel aladel ei ole sobivaid veekogusid), kuid osa maismaaselgroogsetest (nt närilistest (*Rodentia*) ja teistest lindudest) toituvaid karnivoore võivad siiski linnas elutseda (vt nt Rutkowski jt, 2006; Riegert jt, 2010; Gahbauer jt, 2015). Kui rääkida linnakohanejate rändekäitumisest, siis võiks siia kuuluda nii paigalisi kui ka rändlinde (vt nt Kark jt, 2007). Välimuselt võiks Argentina kolmest linnast saadud tulemuste järgi linnakohanejate sulestik olla, võrreldes teise kahe grupiga, keskmise erksusega, sillerdusega (ingl *iridescence*) ja vähesel määral võib esineda ka soolist dimorfismi (Leveau ja Ibáñez, 2022). Seega kuuluvad linnakohanejate hulka väga erineva pesitsus-, toitumis-, rändekäitumise ja välimusega liigid, kes suudavad lõigata kasu nii linnas leiduvatest looduslikest kui ka linnaga kaasnevatest uutest ressurssidest, just nagu linnakohanejate definitsioon viitab.

Linnaekspluateerijateks on liigid, kes on võimelised eriti edukalt ära kasutama linnades leiduvaid ressursse ja nad on kõige levinumad kõrgelt linnastunud aladel (Blair, 1996). Pesad võiksid ekspluateerijatel olla maapinnast üle kahe meetri kõrgusel ja üldjuhul kinnised (suletud või õõnsustes) (Crocì jt, 2008). Pesapaikadena võiksid nad kasutada inimtekkelisi konstruktsioone, nagu hooneid (Kark jt, 2007; Leveau ja Ibáñez, 2022), kuid ilmselt ei ole välistatud ka looduslikumad paigad. Viimastele väidetele pakuvad kinnitust ka Crocì jt (2008) regionaalse analüüsi tulemused, mille kohaselt võiksid ekspluateerijad elupaigana eelistada mägesid, kaljusid või metsi. Toitumisklassi alusel võiksid siia kuuluda seemnetoidulised (Blair, 1996) ja omnivoorid, mis tuleneb ilmselt neid gruppe toetavate inimtekkeliste ressursside (näiteks toidujäätmete) suurenemistest linnas (Lim ja Sodhi, 2004; Kark jt, 2007; Crocì jt, 2008). Viimast toetavad ka andmed selle kohta, et asulates teostatav lindude lisatoitmine inimeste poolt soodustab toiduvaliku poolest peamiselt seemnetoidulisi ja omnivoore (vt alapeatükki 6.3.). Samas Crocì jt (2008) liigitasid seemnetoidulised pigem linnaväلتijateks. Ekspluateerijad paistvad olema ka rohkem seltsingulised/salgalised kui linnaväلتijad (Crocì jt, 2008), mis on ilmselt seotud salgalise eluviisi eelistega nagu ühine toiduotsimine ja parem kaitse/valvsus kiskjate suhtes (Kark jt, 2007). Samuti võiksid nad olla pigem paiksed, mis võib olla seotud territooriumi ja toiduresursside aastaringse hõivamise eelistega (Kark jt, 2007; Crocì jt, 2008). Välimuselt võiksid ekspluateerijad olla suhteliselt suurema kehaga (Kark jt, 2007; Crocì jt, 2008; Stracey ja Robinson, 2012) ning omada ühetaolisemat sulestiku värvi, mis tagab ilmselt parema varjevõime ning seega kaitse inimeste ja kiskjate eest (Leveau ja Ibáñez, 2022). Samas sulestiku soolise dimorfismi esinemise osas on leitud erinevaid tulemusi. Crocì jt (2008) nägid sulestiku dimorfismi puudumist ekspluateerijatel, samas kui Leveau ja Ibáñez (2022) sellist seost ei leidnud. Sellest võib järeldada,

et osadel ekspluateerijatel võib sulestiku dimorfism esineda, kuid see ei pruugi olla nii tavaline kui linnavältijatel. Blairi (1996) leidude põhjal võiksid linnaekspluateerijate hulka kuuluda ka võõrliigid. Seda ideed toetavad näiteks Dunedini linnast Uus-Meremaalt saadud andmed, kus leiti, et peaaegu pooled kõigist tuvastatud liikidest olid võõrliigid (van Heezik jt, 2008). Seal oli võõrliikide arvukus ja levik tihti soetud taimestikust sõltumatute näitajatega ning nad olid levinumad näiteks kaubandus- ja tööstuspiirkonnas, kuid nende liigirikkus oli võrdlemisi suur ka teistes uurimisalades, aga nende arvukus vähenes rohevööndites ja äärelinnas (van Heezik jt, 2008). Lisaks eeltoodule võiksid Croci jt (2008) regionaalse analüüsis põhjal ekspluateerijaid iseloomustada ka näiteks lai geograafiline levik, suurem tiibade siruulatus ning suhteliselt väiksemad sigimisega seotud kulutused kui linnavältijatel, kuid need tunnused ei pruugi esineda kõigil linnaekspluateerijatel. Nimetatud tulemuste põhjal võib üldistada, et linnaekspluateerijad kasutavad pesitsemiseks kaetud pesi ja pesapaikadena inimtekkelisi konstruktsioone, paigutavad pesad maapinnast kõrgemale, on seemnetoidulised, omnivoorid, võõrliigid, pigem paiksed, seltsingulised ja/või tagasihoidlikuma sulestikuga.

Siinkohal võiks veel välja tuua hüpoteesi, mida uurisid näiteks Maklakov jt (2011) ning mille kohaselt on suurema suhtelise ajusuurega liigid või suurema suhtelise ajusuurusega perekondadesse kuuluvad liigid suurema tõenäosusega linnades edukamad kui väiksema suhtelise ajusuurusega liigid. Kahteistkümmend Prantsusmaa ja Šveitsi linna ja nende ümbruskonda hõlmava analüüsi põhjal leidsid teadlased, et suhteliselt suure ajuga värvulised pesitsesid suurema tõenäosusega kesklinnas ja kuulusid võrreldes linnu vältivate värvulistega suhteliselt suure ajusuurusega perekondadesse (Maklakov jt, 2011). Samas Oslo ja kuue teise Euroopa linna andmete põhjal tehtud analüüsis nähti, et seos suhtelise aju massi ja linnas esinemise vahel puudus, ning isegi kui katsetati teisi analüüsimeetodeid, olid seosed tühised, võrreldes ökoloogiliste näitajate ja lindude arvukusega linna ümbritsevatel aladel (Dale jt, 2015). Nende tulemuste põhjal võib järeldada, et suhteliselt suurem aju võib suurendada osade liikide tõenäosust edukalt linnas elada, kuid see ei ole kindlasti olulisim tegur ning määravateks on ikkagi liigi ja konkreetse linna kui elupaiga tunnused. Viimaseid järeldusi toetavad ka Kark jt (2007), kes väitsid, et linnades elutsemine ja/või edu saavutamine ei ole tingimata seotud aju suuruse või liigi paindlikkusega, vaid sõltub liigi paljude ökoloogiliste tunnuste komplektist.

6.2. *Elupaiga struktuur jm elemendid linnas*

6.2.1. **Elupaiga elemendid – ala suurusest ümbritseva keskkonnani**

Uurides vaid „linnastumise“ mõju, võib saada erinevaid tulemusi (nt Blair, 1996; MacGregor-Fors ja Schondube, 2011; Dale, 2018), kuna linnukooslusi mõjutab väga paljude tegurite koosmõju, mis võib olla iga linna ja linnuliigi lõikes unikaalne. Seega on üldisemast „linnast“ olulisem uurida linna erinevate alade kui elupaikade üksikuid tunnuseid ning analüüsida, kuidas nende tunnuste komplekt võiks määrata sealse linnukoosluste struktuuri. Sellest tulenevalt vaadeldakse järgnevates alapeatükkides lähemalt elupaigaelemente, mis võiksid töö autori arvates ühel või teisel viisil mängida rolli linnukoosluste kujunemisel.

Üks oluline põhimõte, mida tuleks enne teemaga edasiminekut silmas pidada, toodi välja kuut Euroopa linna hõlmanud uuringus. Nimelt on täheldatud, et linna roheala maakatte heterogeensuse kasvades toimub sageli keskmise laigusuuruse kahanemine ehk esineb heterogeensuse-pindala lõivsuhe (Chiron jt, 2024). See juhib tähelepanu asjaolule, et heterogeensus üksi ei taga lindude liigirikkust – näiteks, kui üks park koosneb mitmest väiksest laigust, mis kõik on erineva maastiku/elupaigastruktuuriga, on maastikuline heterogeensus küll suur, kuid kuna iga üksik laik kaotab maad teistele laikudele, ei pruugi see toetada nii palju liike, kui pargi üldise heterogeensuse järgi võiks arvata, juhul kui iga üksik laik on liiga väike, et toetada liigi püsijäämiseks vajalikku populatsiooni suurust (Chiron jt, 2024). Leiti ka, et suurtes ja heterogeensetes rohealades oli linnavältijate liigirikkus suurim, samas kui linnaga rohkem harjunud liikide arv vähenes (Chiron jt, 2024). Sellest järeldub, et linnavältijate kaitsel ja mitmekesisema koosluse loomisel on lisaks heterogeensusele oluline ka roheala suurus (Chiron jt, 2024).

Linna rohealade suuruse positiivset mõju linnukoosluste mitmekesisusele, ühtlusele, lindude arvukusele ja/või liigirikkusele on kinnitanud mitmed uuringud üle maailma. Roheala pindala võib olulist rolli mängida näiteks liikide pesitsuspaiga valikul, sest liiga väikesed pargid ei pruugi täita osade liikide elupaiga pindala miinimumnõudeid (Jokimäki, 1999). Thompson jt (2022) leidsid aga näiteks Islandil Reykjavíkis, et lindude arvukus ja Shannoni mitmekesisuse indeks olid oluliselt kõrgemad suurtes parkides; Colombias Medellíni linnas kasvas kõrgelt arendatud piirkonnas lindude liigirikkus haljasalade suuruse kasvuga (Garizábal-Carmona ja Mancera-Rodríguez, 2021) ning ka Haas jt (2020) nägid USAs Rancho Cordova linnas ja sellega külgnevates äärelinna parkides pargi suuruse olulisust liigirikkusele. Samuti võib linna kõigi haljasalade kogupindala avaldada lindude liigirikkusele positiivset mõju, nagu seda tõdesid Chiron jt (2024) Euroopa linnades tehtud uuringute põhjal.

Kui liikuda üldisematelt näitajatelt koosluste tasemele, siis ka siin võib leida kinnitust elupaiga pindala olulisusele. Näiteks Kang jt (2015) leidsid Lõuna-Korea pealinnas Soulis ja selle ümbruskaudsetes linnades, et uuritud metsalaigu pindalal oli positiivne mõju enamikule uuritud metsalinnukoosluste funktsionaalsetele gruppidele ning suurim mõju üldisele liigirikkusele ja arvukusele. Samuti oli Singapuris elupaiga haljasala suurusel teatav kaudne positiivne mõju omnivooridele, nektaritoidulistele ja sega-toiduotsijatele (liigid, kes otsivad toitu mitmes elupaiga kihis, ingl *mixed-dwellers*) (Wong jt, 2023). Ka Dale (2018) leidis positiivse seose liigirikkuse ja koosluse tundlikumate rühmade ning roheala suuruse vahel. Neist tulemustest järeldub, et elupaiga suurusel on positiivne mõju lindudele ning seos esineb ka koosluste tasemel, võimaldades ka linnastumise suhtes tundlikematel rühmadel linnasisestes elupaikades edukalt elada. Põhjuseid selleks võib olla mitmeid, kuid ilmselt on see seotud väiksema häiritusega (väiksem inimeste kohalolu), osade ohutegurite vähenemisega (valgusreostus, müra jne), ressursside hulga suurenemisega ning servalembelistest ja ekspuuteerijatest tuleneva konkurentsi leevenemisega elupaiga tuumikalal. Seega tuleks rohealasid planeerides ja säilitades arvestada nende suurusega.

Koosluse kujundamisel võib rolli mängida ka elupaiga kuju. Näiteks Reykjavikis olid lindude arvukus, liigirikkus ja Shannoni mitmekesisuse indeks suurimad hulknurksetes (ristküliku- või kolmnurgakujulistes) parkides (Thompson jt, 2022). Medellíni linnas kasvas kõrgelt arenenud piirkonnas lindude liigirikkus korrapärasema kujuga haljasaladel, nagu ruudud ja ringid (Garizábal-Carmona ja Mancera-Rodríguez, 2021). Singapuris toetasid korrapärase kujuga haljasalad suuremat lindude mitmekesisust, samas kui ebakorrapärasem kuju tõi kaasa lindude liigirikkuse ja osade funktsionaalsete gruppide (omnivooride, karnivooride ja nektaritoiduliste) vähenemise (Wong jt, 2023). Samas avastasid nad, et kui analüüsida, millistel aladel vaadeldud isendid vaatlusperioodi ajal viibisid (mõõdik „hõivatuse tõenäosus“, ingl *occupancy probability*), siis 88% isenditest veetsid aega tõenäolisemalt just ebakorrapärastel, suurema servaosakaaluga aladel (Wong jt, 2023). See võis tuleneda mitmest asjaolust ning teadlased väitsid, et linna elupaikades serva minimeerimine on siiski oluline linnustiku mitmekesisuse toetamisel (vt lähemalt Wong jt, 2023). Servaefekti vähendamiseks võiks eriti abi olla väikeste ja isoleeritud elupaikade linnustiku mitmekesisusele (Garizábal-Carmona ja Mancera-Rodríguez, 2021). Nende uuringute põhjal võib järeldada, et linnades on mitmekesisemad kooslused pigem aladel, mis omavad väiksemat serva- ja suuremat tuumikala. Selle põhjused võivad ilmselt sarnaneda neile, mida pakuti elupaikade suurenemise mõju juures, kuid lisaks võiks servaala vähenemine aidata vähendada koduloomade poolse kiskluse ohtu, kuna nad sisenevad rohealadele serva kaudu (vt alapeatükki 5.3. Kisklus).

Üks tegur, mis võib linnukooslusi negatiivselt mõjutada, on elupaikade killustumine näiteks tiheda hoonestuse, sõiduteede ja isegi pargisestest jalgradade tõttu, kuid nende mõjud ilmselt erinevad oma tugevuse, iseloomu ja ulatuse poolest. Killustumine võib mõjutada näiteks liikide toitumis- ja paljunemisvõimalusi (Kang jt, 2015; Amaya-Espinel jt, 2019), kisklusohtu (Crooks ja Soulé, 1999; Matthews jt, 1999; vt alapeatükki 5.3.) ja lindude häiritust (vt alapeatükk 5.6. Inimeste kohalolu kui häiring). Killustumise pikaajalisema mõjuna võib välja tuua linnasiseste populatsioonide geneetilise vaesustumise (vt nt Evans jt, 2009). Ühtlasi võib elupaikade killustumine halvasti mõjuda lindude saakobjektidele. Näiteks Lõuna-Koreas tuvastati uuritavate metsaalade vahelisel ühendatusel olevat positiivne mõju kogu metsalindude arvukusele ja eriti osade koosluse gruppide, näiteks putuktoiduliste, liigirikkuusele ja arvukusele (Kang jt, 2015). Eelnevast tulenevalt võib öelda, et killustumisel on selged negatiivsed mõjud linnukooslustele ning nende mõjude leevendamiseks tuleks tagada nii elupaikade vaheline ühendatus kui ka sekundaarse killustumise vähendamine elupaiga sees.

Üks olulisemaid elemente elupaikade iseloomu kujundamisel on taimestik, mis pakub näiteks toitu, varjupaiku, pesakohti ja aitab kontrollida mikrokliimat. Näiteks leidsid Ferenc jt (2014) Tšehhi pealinnas Prahas, et metsalinnukoosluste liigirikkus oli positiivses seoses uurimisala puuliikide mitmekesisusega ning eriti väärtuslikuks peeti jäänukmetsi ehk parke, kalmistuid ja linnametsi. Dale (2018) tõi välja positiivse seose nii liigirikkuuse kui ka koosluste tundlikumate liikide ja põlismetsa olemasoluga linnarohealadel. Ka Fontana jt (2011) rõhutasid oma Šveitsi linnades läbiviidud uuringute põhjal puude olulisust lindude liigirikkuusele ja mitmekesisusele ning puude rolli ümbritseva ala hoonestuse ja suletuse mõju leevendamisel. Samuti nägid nad põõsastike ja rohumaade positiivset mõju lindude liigirikkuusele (Fontana jt, 2011). Puukatte positiivset mõju linnavältijatele ja linnakohanejatele, kuid negatiivset ekspluateerijatele, tuvastati Austraalias Melbourne'i linnas (Humphrey jt, 2023). Vegetatsiooni positiivset mõju mõõdukalt arvukatele ja ka haruldastele liikidele leidsid ka MacGregor-Fors ja Schondube (2011). Medellínis linnas kasvas kõrgelt arendatud piirkonnas lindude liigirikkus haljasaladel, kus oli vähem vett mitte läbi laskvat pinnast ja rohkem muru ja põõsaid, aladel, kus oli vähem puudest võõrliike, ning mõningast positiivset seost nähti ka pärismaise alustaimestikuga, mis võiks pakkuda kaitset, pesitsusvõimalusi ja toiduobjekte linnastumise suhtes vähemtolerantsetele liikidele (Garizabal-Carmona ja Mancera-Rodríguez, 2021). Lõuna-Koreas tuvastati puudel ja põõsastel olevat positiivne mõju rändlindude ja maapinnal pesitsevate lindude arvukusele ja liigirikkuusele (Kang jt, 2015). Seega on taimestik, taimkatte mitmekesisusel ja pärismaisel vegetatsioonil positiivne mõju nii lindude liigirikkuusele kui koosluse mitmekesisusele.

Kui minna üldiselt taimestikult spetsiifilisemaks, siis näiteks Prahast leiti, et suurim metsalindude liigirikkus oli aladel, mis sisaldasid segu okas- ja lehtpuudest, kuna sellised alad pakuvad võimalusi nii generalistidele kui ka spetsialistidele (Ferenc jt, 2014), suurendades seeläbi koosluste mitmekesisust. Sarnane tulemus leiti ka Šveitsis (Fontana jt, 2011). Singapuris nähti, et poollooduslike koosluste hoidmine linnade haljasaladel mõjub positiivselt linnuliikide mitmekesisusele ja toetab puuvilja-, putuktoidulisi ja alustaimestikust toiduotsijaid (Wong jt, 2023). Keten jt (2020) nägid Türgis Düzce linnas, et rohkemate puude ja põõsastikega laiemad jõe kaldaalad säilitavad paremini kohalike liikide mitmekesisust läbi linna-maa gradiendi kui väiksema struktuurilise mitmekesisusega alad (Keten jt, 2020). Sellest tulenevalt võib järeldada, et taimestik, selle struktuuriline mitmekesisus ning kohalikud liigid aitavad luua mitmekesisemaid kooslusi ja on olulised ka jõeäärsetel aladel, kuid täpsema linnukoosluse struktuuri määrab ilmselt see, millise loodusliku elupaiga taimkatet linnasisene elupaik kõige rohkem meenutab.

Erinevate liikide ja koosluse gruppide jaoks võib oluliseks osutada ka elupaiga vanus. Seda näitasid näiteks Thompson jt (2022) Reykjavíkis, kus lindude arvukus, Shannoni mitmekesisuse indeks ja ühtlus oli suurimad suurtes keskmise vanusega parkides (vanusega 40-60 aastat) ning liigirikkus oli suurim vanades (üle 60 aasta) ja keskmise vanusega parkides. Ferenc jt (2014) leidsid positiivse seose metsalinnukoosluste liigirikkuse ja puistu vanusega ning negatiivse seose nooremate puistutega. Samuti tõid nad välja, et mõne väga vana puu olemasolu elupaigas võib anda olulise panuse kohaliku linnustiku mitmekesisuse säilitamisele (Ferenc jt, 2014), arvatavasti, kuna need annavad juurde ressursse, mida noorematel puudel pakkuda ei ole (näiteks puuõõnsusi ja lagunevas puidus elutsevaid selgrootuid). Lõuna-Koreas leiti, et põlismetsa jäänukaladel, millel oli madal inimhäiringu tase, esines suurem metsalindude liigirikkus ja arvukus, kui uutel metsaaladel (Kang jt, 2015). See seos puudutas eriti põõsastes pesitsevaid, põõsastes toituvaid ja maapinnal toituvaid liike (Kang jt, 2015), kes on ilmselt oma eluviiside tõttu häiringute osas tundlikumad. USAs Rancho Cordova linnas ja külgnevates äärelinna parkides leiti seos elupaiga vanuse ja elupaiga keerukuse mõõtmega (Haas jt, 2020). Kõige eelneva valguses ei tohiks aga nooremate elupaikade olulisust alahinnata ning eelnev on pigem oluline, et illustreerida vanade rohealade säilitamise ja kaitse olulisust.

Eelnevat väidet toetab ka Haasi jt (2020) tulemused, mille kohaselt linnasisestes parkides, mis olid tüüpiliselt vanemad, ja äärelinna parkides, mis olid tüüpiliselt nooremad, oli pesitsushooaja väliselt sarnane lindude liigirikkus, arvukus ja rändlindude arvukus, mis viitab erinevate komponentide ja maastiku keerukale koosmõjule (Haas jt, 2020). Uurijad tõid välja ka, et arvukuse ja liigirikkuse sarnasus eri vanuse ja asukohaga rohealadel ei viita tingimata koosluste sarnasusele (Haas jt,

2020). Näiteks linnavälistes parkides domineerisid rohumaa liigid, mis oli mõjutatud parke ümbritsevast maastikust, ning seega, kuigi noored pargid ei pruugi toetada liike, mis vajavad tihedat puistut, on neil võimalik pakkuda elupaika teistsuguste vajadustega liikidele (Haas jt, 2020). Lühidalt võib öelda, et vanemad ja keskealised pargid on toeks liikidele, kes vajavad elemente, mida noortes elupaikades ei leidu (paremini väljakujunenud võrastik, alustaimestik ja surnud puud), kuid see ei tee nooremaid elupaiku vähemtähtsaks, kuna need võivad toetada teistsuguste vajadustega liike (nt avamaastiku liike).

Elupaigad on looduses seotud neid ümbritsevate aladega ja seda asjaolu ei tohi unustada ka linnades. Linnu ümbritsevate alade rollist linnukoosluste kujunemisel tuleb juttu edaspidi, kuid siinkohal olgu väljatoodud, et ka linnasisestel rohealal ümbritsevatel aladel on kooslustele mõju, mis on seotud peamiselt linnas peituvate ohtude ja rohealade vahelise ühendatusega (vt eestpoolt). Prahas leiti näiteks, et metsalindude liigirikkus oli märgatavalt madalam aladel, mida ümbritsesid põhiliselt hooned ja kõnniteed ning suuremat liigirikkust täheldati aladel, mille ümbruses oli suur puukatte osakaal (Ferenc jt, 2014). Seega võib öelda, et sujuvam üleminek rohealalt rohkem „linnastunud“ linnaosadele võib paremini toetada lindude kooslusi kui järsk üleminek.

6.2.2. Veekogud ja vesi linnas

Veel on lindude elus mängida oluline roll ning seda eriti liikide jaoks, kelle sigimine ja toitumine on otseselt seotud veekogudega. Samas on sellel koht ka teiste lindude elus, kuna vett kasutatakse joomiseks, jahutamiseks, pesemiseks ja toiduotsingutel – juba neist väidetest võib järeldada, et vaba vee olemasolul on osa linnukoosluste kujundamisel.

Linnasiseste veekogude olulisuse kinnitamiseks on tehtud uuringuid mitmel pool maailmas. Näiteks leidsid Ferenc jt (2014) Prahas, et veekogudel on positiivne seos metsalinnukoosluste liigirikkusega ning Wong jt (2023) Singapuris, et veekogud nii haljasala sees kui seda ümbritsevatel aladel toetavad linnudude liigirikkust. Sarnaseid tulemusi said ka Xie jt (2022) Pekingis, kus nad leidsid, et linnasisesed veekogud ja märgalad pakkusid elupaika veelindudele ja osadele metsalindude gruppidele, mis tõstis lindude liigirikkuse kõrgemale pesitushooajal, kui see oli talvel. Samas võisid veekogud ka talvel ligi meelitada paikseid liike (Xie jt, 2022). Uurijad nägid ka, et nii pargisisesed kui ka ümbritsevate alade veekogud aitavad võrdselt kaasa metsalindude liigirikkusele pesitushooajal (Xie jt, 2022). Seega võivad nii elupaiga sisesed kui ka ümbritsevate alade veekogud aidata suurendada nii veelindude kui ka teiste koosluste gruppide liigirikkust. Samas võib oletada, et veekogu olemasolust üksi ei piisa – olulised on ka selle omadused, seisund ja looduslähedus.

Eelnevat väidet aitavad illustreerida kaks teadustööd, mis uurisid lisaks veekogu olemasolule selle ja seda ümbritseva ala omadusi. Pekingis tehtud uuringus nähti, et kaldajoone omadused (nt kogu kaldajoone pikkus ja kindlustamata kaldajoone pikkus) võivad mõjutada nii metsa- kui ka veelinde (Xie jt, 2020). Tuginedes ka teiste teadlaste uuringutele, pakkusid Xie jt (2020), et metsalindudele võiksid osa kaldajoone omadusi tekitada näiteks servaeefekti. Veelindusid mõjutab aga kindlustamata kaldajoone pikkus, kuna nad kasutavad neid lõike elupaikadena (Xie jt, 2020). Ühtlasi nähti uuringus veekogu suuruse positiivset mõju veelindude liigirikkusele, kuid uurijad tõid välja, et veelgi olulisem veelindude populatsiooni kujundamisel on elupaiga seisund, mida kajastab näiteks veekogus leiduvate toiduobjektide hulk ja mitmekesisus (Xie jt, 2020). Veekogude seisundi olulisusele juhib tähelepanu ka Keteni jt (2020) uuring Düzce linnas Türgis, kus leiti, et linnastumine mõjutas negatiivselt Asari jõe kaldaäärsete alade kvaliteeti, mis omakorda mõjutas negatiivselt kaldataimestikku ja kohalikke linnuliike (eriti metsalinde). Koos vett mitte läbi laskva pinnakatte osakaalu tõusuga kesklinnas langes liikide arvukus märgatavalt ja enamik seal leiduvatest liikidest kuulusid generalistide hulka, kelle arvukus domineeris teiste liikide üle (Keten jt, 2020). Oluliseks peeti ka tõdemust, et linna läbiv kaldaäärne koridor pakkus elupaika lühimaa rändlindudele, mis suurendas alade suvist liigirikkust, ning asjaolu, et kaldaalade kvaliteedi indeks (ingl *Riparian Quality Index* (RQI)) oli positiivses seoses lindude mitmekesisusega (Keten jt, 2020).

Lisaks suurtele veekogudele, nagu järved, tiigid ja jõed, on oluline tähelepanu pöörata ka väikestele veesilmadele, mis pakuvad lindudele joomise ja pesemise võimalusi. Sellel teemal tegid uuringu Tryjanowski jt (2022), kus nad uurisid veesilmade olulisust lindudele suveperioodil nii linna kui ka maa piirkonnas üle terve Poola. Üldisemalt tuvastati, et enamus linde peavad regulaarselt vett jooma ning kõikidest uurimisaladel kohatud liikidest 64%, kes kuulusid mitmetesse taksonoomilistesse ja ökoloogilistesse gruppidesse, kasutasid vett (Tryjanowski jt, 2022). Lisaks avastati, et linnud kasutasid väikeseid veeallikaid, mille hulka kuulusid ka inimeste poolt pakutavad veenõud, vähem tõenäoliselt kui neid, mis meenutasid looduslikku veesilma, näiteks lompe, tiike ja purskkaeve (Tryjanowski jt, 2022). Pakuti, et selle põhjuseks võib olla väikeste veeallikate väiksem suurus, veehulk, vee väiksem puhtus, suurem tõenäosus sisaldada sooja vett ning potentsiaalselt suurem kiskluse risk (Tryjanowski jt, 2022). Vaatamata eeltoodule kasutati ka väikeseid veesilmasid regulaarselt nii maa kui linna piirkondades ning linnas suurendab nende tähtsust veelgi muude allikate vähesus, koondumine kesklinna või lühiajalisus (Tryjanowski jt, 2022). Need tulemused võimaldavad mõista avalike veesilmade olulisust linna elustikule ning annavad ideid selle kohta, milliste omadustega veeallikaid tuleks linna lisada.

6.2.3. Linna ümbritseva maastiku mõju kooslustele ja linn kui pelgupaik

Siiani on juttu olnud põhiliselt sellest, milliseid linnasiseseid elupaigatingimusi ja eeldusi on vaja selleks, et liigil oleks võimalik linna elama asuda, kuid mis võiks veel seda tõenäosust mõjutada? On loogiline eeldada, et kui liik on laialt levinud linna ümbritsevatel aladel, siis on ka suurem tõenäosus selle liigi kohtamiseks ja elama asumiseks läheduses asuvas linnas. Seda mõttekäiku toetab Norra pealinna Oslo rohealadel läbiviidud uuring, kus leiti, et linna linnukooslused peegeldavad linna ümbritsevate alade lindude kooslusi ning seos esines nii metsa kui ka põlluliikidega (Dale jt, 2015). Nende tulemusi kinnitas ka kuuest Euroopa linnast publitseeritud artiklil põhinev analüüs (Dale jt, 2015). Samas leidis nimetatud uuringualadel ka liike, mis olid linnas palju tavalisemad, kui võiks arvata ümbruskaudsete populatsioonide põhjal (Dale jt, 2015). Välja võiks tuua ka USAs Rancho Cordova linnas tehtud uuringu, kus leiti, et parke ümbritseva maastiku mõjutuste tõttu domineerisid linnavälistes parkides rohumaa liigid (Haas jt, 2020). Selles valguses paistab lõigu alguses tehtud oletus vastama tõele.

Vastukaaluks eeltoodule leidsid Clergeau jt (2001) oma analüüsis, mis hõlmas nii USAst, Kanadast, Soomest, Prantsusmaalt kui ka Ungarist pärit uuringuid, et lindude liigirikkus linnas oli sõltumatu linna ümbritsevast maastikust. Tasub siiski märkida, et linna lähedaste ja äärelinna alade vahel olid suurimad sarnasusväärtused (mis põhinesid alade vahelisel liikide sarnasusel, arvestamata lindude arvukust) ning kesklinna ja linnaväliste alade vahel madalaimad sarnasusväärtused (Clergeau jt, 2001), mis viitab siiski seose esinemisele linna- ja maakoosluste vahel. Lisaks täheldati, et mõnel pool Kanadas ja Soomes oli lindude liigirikkus äärelinnas kõrgem kui linnavälistel aladel, mille põhjuseks peeti mõõduka linnastumisega kaasnevat positiivset mõju (Clergeau jt, 2001), mida kirjeldas ka Blair (1996). Tuginedes ka teiste teadlaste tulemustele, pakkusid nad välja, et linnasisesed tegurid on linnukoosluste kujunemisel olulisemad kui linnaväliste alade omadused (Clergeau jt, 2001). Nende uuringute põhjal võib järeldada, et liikide lisandumisel linnakooslustesse on olulised nii linnaväliste alade linnukooslused kui ka linnasiseste potentsiaalsete elupaikade struktuur ja kvaliteet. Esimene annab tõenäosuse, et kõnealune liik linna satuks, teine aga tõenäosuse, et linnas leiduvad elupaigad võiksid selle liigi püsima jäämist ja kohasust toetada.

Kui aga liik on juba linna asustanud ja tema arvukus seal kasvab, siis kas see tähendab, et populatsioon suudab tagada enda püsimise? Blair (1996) tõi oma töös välja, et liigi suur tihedus mingil alal ei tähenda automaatselt, et tegu on iseseisvalt toimiva populatsiooniga ning see võib hoopiski olla mülgas läte-mülgas süsteemis. Mülka (ingl *sink*) all mõeldakse elupaika, mis ei suuda

iseennast üleval hoida, ehk sealne suremus ületab sigimisedukuse, ja nad sõltuvad lätetest, et oma arvukust üleval hoida (Ahad ja Ferdous, 2019). Läte (ingl *source*) on elupaik, kus sigimisedukus ületab suremust ja need alad varustavad mülkaid indiviididega (Ahad ja Ferdous, 2019). Ka Dale jt (2015) arutlesid läte-mülgas võimaluse üle ning järeldasid, et see sõltub suure tõenäosusega konkreetsest liigist. Nimelt, tuginedes ka teiste teadlaste töödele, oletasid nad, et linnas tavalised ja laialt levinud liigid ei sõltu ilmselt maal asuvatest lätetest, kuid see ei pruugi olla tõsi linna haruldasemate liikide puhul (Dale jt, 2015). Zuñiga-Palacios jt (2021) leidsid oma analüüsis, mis põhines mitmetest erinevatest loomarühmadest kirjutatud artiklidel, et suures plaanis on linn linnaloodusele ohutu elupaik, kui võtta arvesse otseseid liikide kohasuse ja elupaigaeelistuse mõõdikuid. Kui võtta arvesse aga kaudseid kohasuse ja elupaigaeelistuse mõõdikuid, siis võivad linnad toimida ökoloogiliste lõksudena (vt lähemalt Zuñiga-Palacios jt, 2021). Uurijad ise pakuvad, et esimene stsenaarium võib olla täpsem, kuna otsesed kohasuse ja elupaigaeelistuse mõõdikud peegeldavad vahetult liikide olukorda mingis keskkonnas, ning kaudsete näitajate kasutamine võib vahel, kuid mitte alati, viia valede järeldusteni (Zuñiga-Palacios jt, 2021). Lühidalt öeldes järeldasid teadlased, et linn on üldiselt ohutu elupaik sealsele elustikule, kuid see ei pruugi olla tõsi iga üksiku liigi ja isegi sama liigi kahe erineva populatsiooni jaoks (Zuñiga-Palacios jt, 2021). Käesoleva töö autor nõustub nende järeldustega, kuna iga liik omab morfoloogiliste ja käitumuslike tunnuste komplekti, mis on sellele liigil omapärane ning erineb mingil määral ka indiviiditi. Seega on lisaks liikidele ja kooslustele sobivate tingimuste loomisele oluline jälgida nii uute kui ka vanade „linnaliikide“ populatsioonide käekäiku nii linnas kui ka ümbritsevatel aladel, et tuvastada võimalikke murekohti, mida algselt elupaika kujundades või kaitsel ei märgatud. Kuna tegu on mahuka ja aeganõudva ülesandega, siis tasuks lõputöö autori arvates keskenduda eelkõige ohustatud liikidele ja neile koosluse gruppidele, keda peetakse linnavältijateks või muul moel haavatavateks, et vältida niigi tundlike liikide olukorra halvenemist. Kõige eelneva põhjal saab väita, et linn võib pakkuda mitmetele liikidele sobivat elupaika, kui tingimused selleks on õiged, kuid kas linnadel on potentsiaali toetada ka ohustatud linnuliike? Tuleb välja, et teatud tingimustel on see tõesti võimalik. Näiteks leidsid Mörtberg ja Wallentinus (2000) Rootsi pealinnas Stockholmis ja seda ümbritsevatel aladel läbiviidud uuringus, et kvaliteetsetel linna ja äärelinna metsalaikudel on võime toetada metsaliike, kes kuuluvad punasesse nimekirja. Põhilisteks kvaliteedinäitajateks osutusid vegetatsioon ning väiksem metsandussurve, mis pakub elupaigaelemente, mida intensiivselt majandatavatel metsaaladel nii palju ei ole, näiteks kōdupuitu (Mörtberg ja Wallentinus, 2000). Samuti pidasid teadlased oluliseks rohealade vahelisi ühendusi, mille tegid võimalikuks rohekoridorid (Mörtberg ja Wallentinus,

2000), mida võib defineerida kui „haljasvööndeid, mis ühendab üht elupaika teisega kohtades, kus loomulikud ühendused on inimtegevuse tõttu katkenud“ (Raup, 2019: 31). Kui vaadata seda küsimust aga ühe liigi tasemel, siis detailse ülevaate linnuliigi edukast linna asustamisest tegi Rutz (2008), kus ta analüüsis kanakulli (*Accipiter gentilis*) elama asumist Hamburgi linna Saksamaal. Kanakull kuulub Eestis Looduskaitseaduse § 10 lõike 3 alusel II kategooria kaitsealuste liikide hulka (Internet 6). Põhiliste põhjustena, miks see liik asustas suure linna, tõi Rutz välja järgmised: seadusliku kütmissurve suurenemine maapiirkondades, saakloomade (näiteks erinevate lindude) arvukuse kasv linnas ning karmid talved looduslikel aladel (Rutz, 2008). Kui liik oli juba linnas laialt levinud, tehti kindlas ka geenivoolu toimumine maa- ja linnapopulatsioonide vahel (Rutz, 2008). See artikkel annab hea ülevaate sellest, kuidas liik, keda peetakse muidu inimpelglikuks, on piisava aja jooksul suuteline edukalt elama asuma ka tiheda inimasustusega paikadesse (vt lähemalt Rutz, 2008). Nende näidete põhjal võib väita, et linn võib teatud tingimustes pakkuda ohustatud liikidele varjupaika, ning kui rääkida röövlindudest, siis nende lisandumine linnakooslustesse lisab kindlasti juurde mitmekesisust ja aitab kaasa linnakoosluse jätkusuutlikusele, kuna röövlinnud aitavad kontrolli all hoida oma saakobjektide arvukust.

Samas leidub artikleid, mis väidavad, et kuigi ohustatud liigi linna elama asumine võib aidata liiki väljasuremisohust päästa, ei pruugi see päästa nende ökoloogilisi funktsioone, mida nad looduses täidavad. Selle teema tõstasid Luna jt (2018), kes uurisid Dominikaani Vabariigis kahe ülemaailmselt ohustatud papagoi liigi, haiti amatsoonpapagoi (*Amazona ventralis*) ja haiti aratinga (*Psittacara chloropterus*), arvukusi pesitsushooaja lõpus linnades, maal ja looduslikes elupaikades. Nad avastasid, et mõlema papagoiliigi arvukus oli nende looduslikes elupaikades erakordselt madal, kuid linnastunud aladel oli nende arvukus kordades kõrgem (Luna jt, 2018). Eduka linnade asustamise põhjuseks peeti piisavate toitumisvõimaluste, pesitsuspaikade, ohutute puhkepaikade ja vähenenud kütmissurve esinemist (Luna jt, 2018). Seega võib esmapilgul tunduda, et linnad võiksid pakkuda head lahendust nende liikide kaitseks, kuid sellega kaasneb „aga“ – lindude kadumine looduslikest elupaikadest võib mõjuda laastavalt sealsetele kooslustele. Nimelt täidavad need linnud looduses olulist rolli mitme taimeliigi seemnete levitajatena ning nende kadumine võib ohtu seada ka need taimed (Luna jt, 2018) ja teised neist taimedest sõltuvad liigid. Seega ei saa linnasid vaadelda kui täiuslikke kaitsealasid, vaid pigem kui täiendavaid võimalusi. Eeskätt peaks tegema pingutusi liikide kaitseks nende looduslikes elupaikades, sest seal saavad nad täita oma ökoloogilisi rolle, mis aitavad tagada sealsete koosluste toimimise ja püsima jäämise. See muidugi ei tähenda, et liikide ja koosluste kaitse linnas oleks vähemtähtis, vaid oluline on tegeleda probleemidega mõlemas kohas – nii linnas kui ka looduslikel aladel.

Eelneva põhjal võib öelda, et linnukoosluse kujunemisel mängivad rolli väga mitmed üksikud elupaigaelemendid nagu pindala, serva kuju ja osakaal, elupaikade vaheline ühendatus ja killustatus, vegetatsioon, elupaiga vanus ning veekogud ja vee kättesaadavus. Need määravad ära paigas leiduvad toiduresursid, pesitsuspaigad, varjupaigad ja kiskjate kooslused, mis kõik omakorda mõjutavad liigirikkust, erinevate toitumis- ja pesitsusgruppide esinemist, liigisiseseid ja liikide vahelisi suhteid, populatsioonide suurusi ja omavahelist ühendatust. Samuti on oluline linna ümbritsevate alade linnukoosluste struktuur, kuna see aitab panna aluse linnasisestele kooslustele. Suuremas plaanis on aga oluline nende elementide koosmõju ning oluline on vaadata nii suuremat pilti kui ka elupaiga üksikuid tunnuseid.

6.3. Lindude toitmine ja inimtoidu mõjud kooslustele

Üks oluline tegur, mis määrab, kas liik saab kuskil elada, on selles paigas leiduvad toitumisvõimalused. Kui rääkida linnas leiduvast „looduslikust“ toidust, siis see sõltub eelkõige seal paiknevatest rohealadest – milline on taimestik, kui palju on kohalikke ja kui palju võõrliike, kas võõrliigid sobivad toiduks kohalikele lindudele, kuidas taimestik toetab selgrootute kooslusi, millised vilju kandvaid taimi seal esineb, kas rohealadel asuvate veekogude elustik on piisavalt mitmekesine ja heas seisundis jne. Eelnimetatu on seotud konkreetsete elupaikadega ning eelnevates alapeatükkides nähti, et linnadel on võimalik toetada mitmeid lindude toitumisgrupe, kui neile on olemas vastavad tingimused. Kuid olulised on ka muud tegurid, nagu toitumisalade vaheline ühendatus ja linna soojussaare efektist põhjustatud pikem vegetatsiooniperiood (vt alapeatükki 5.9. Linna soojussaare efekt). Selles alapeatükis keskendutakse eeskätt teisele linnastumisega kaasnevale toiduallikale – lindude lisatoitmine inimeste poolt. Lindude toitmine on tegevus, mis pakub rõõmu mitmetele inimestele (vt kaheksandat peatükki) ning võib arvata, et kui toidumajakestes sisalduv toit on toitainete ja valiku poolest mitmekesine, siis võiks see mõjuda lindudele positiivselt. Kuid kas lisatoitmine võib ka lindudele kahju tuua, mida peaks toitmise juures silmas pidama ning milline võiks olla selle mõju linnukooslustele?

Esmalt võiks tutvuda sellega, milliseid linnas leiduva toidu kaudseid mõjusid linnukooslustele on teadlased märganud. Soomes avastati näiteks ühes uuringus, et kui muidu kahanes talvine lindude liigirikkus liikudes riigis lõunast põhja, siis tihedalt linnastunud aladel ei kahanenud ei liigirikkus ega lindude tihedus põhja suunas, mille põhjusteks pakuti näiteks linnade pehmemat mikrokliimat ja toiduküllust, mis on ilmselt osalt tingitud lindude toitmisest (Jokimäki jt, 1996). Samas domineerisid linnades mõned laialt levinud paiksed liigid (Jokimäki jt, 1996). Ühes ülevaateuuringus leiti, et suurel osal linnas pesitsevatel lindudel oli varasem munemiskuupäev,

väiksem kurn, pesapoegade kaal ja lennuvõimestumise edukus, mille põhjustajaks peeti suurenenud inimtekkelise ja vähenenud loodusliku toidu kättesaadavust, kuigi olulisi faktoreid oli ilmselt veel (vt lähemalt Chamberlain jt, 2009). Samas oli linnades lindude aastane tootlikus ja ellujäämus pigem suurem, kui maal, mida võis põhjustada madalam kisklussurve või mitme kurna munemine ühel pesitsushooajal (Chamberlain jt, 2009). Kaudsete tõendite põhjal võib seega järeldada, et linn võib enda ressursidega linde toetada (aidata talve üle elada, valmistada vanemaid ette pesitsushooajaks), kuid samas võib linnas leiduva lisatoidu kvaliteet olla kehv, mis mõjutab omakorda sigimismäärade, mille võivad aga kompenseerida teised linna hüved (pikem vegetatsiooniperiood ja sigimishooaeg).

Toidu kvaliteet on ilmselt üks oluline tegur, mis aitab hinnata lisatoitumise kasu ja kahjulikkust. Siinkohal oleks paslik välja tuua kaks lindudele pakutavat toitu – sai ja leib. Lääne-Amsterdamis Hollandis tehtud uuringus arutleti muuseas ka saia mõju üle (vt lähemalt Burt jt, 2021). Kuigi vaatlusaladel pakutava toidu (suures osas leib/sai (ingl *bread*) ja toidujäätised) energiahulk ületab seda külastavatele lindudele vajaliku päevase koguse, ei ole leib/sai lindudele sobilik toit, kuna selles on liigselt naatriumi ja kloriidi ning liiga vähe valke, rasvu, kaltsiumi, fosfori, vitamiine ja mineraale (Burt jt, 2021). Saia jm lisatoidu mõjust ei saa rääkida ilma mainimata ohte, mis kaasnevad veelindude toitmisega. Eesti Ornitoloogiaühingu koduleheküljel (Internet 7) on välja toodud, et kui looduslikes tingimustes ei ähvarda veelinde talvel oht, kuna nad oskavad veekogude külmumisel liikuda uutele toitumisaladele, siis ohustatud on inimeste poolt toidetud linnud, kuna nemad ei lahku. Paigale jäänud linde ähvardavad näiteks haigused, kisklus, surm külma tõttu ning salkades esinev toidukonkurents inimeste poolt pakutava üle (Internet 7). Samuti kasutatakse veelindude toitmiseks enamasti neile ebasobivaid toiduobjekte, mis võivad neile tekitada terviseprobleeme (Internet 7). Seega, kui inimestel on tõesti soov linde toita, peavad nad arvestama sellega, et inimtoidu pakkumine võib lindudele hoopis halba teha ning kõiki liike (näiteks veelinde) ja valel ajal ei tohikski toita, kuna see võib kahjustada nende reaktsiooni olude muutumisele.

Kuna inimeste poolt pakutav „looduslik“ lisatoit on oma valiku poolest enamasti võrdlemisi kesine, sisaldades põhiliselt seemneid, pähkleid, teravilja ja rasva (töö autori isiklike vaatluste ja edaspidi käsitletavate uuringute kohaselt), siis võib eeldada, et koosluste tasandil avaldab söötmine eelkõige mõju seemnetoidulistele, omnivooridele ja kaudselt neist toituvatele röövlindudele – see tõmbab piirid koosluste toitumisgruppide osas, keda toetatakse. Samas võib pakutaval toidul olla märkimisväärne mõju. Näitena võiks tuua Poola 26 linna ja neid linna ümbritsevaid maakohti hõlmava uuringu, mille tulemuste põhjal arutleti, et lindude toiduplatsid võiksid toetada nii linnas

kui maal kuni 65% talvituvatest indiviididest, kuid see sõltub toiduplatside tüübist ja teiste täiendavata toiduressursside (näiteks prügikastide) olemasolust (Tryjanowski jt, 2015). Samuti leiti erinevused linnuliikide eelistuses nii asukoha (linnas või maal), toiduplatsi tüübi kui ka toiduplatsil oleva söögi osas ning kuigi liigirikkus oli linnas ja maal sarnane, esines eelnevatest teguritest tulenevalt linna- ja maakooslustes erinevusi (Tryjanowski jt, 2015). Uuringu andmeid vaadates selgub ka, et mõned liigid ei olnud üldse söötmisplatsidest mõjutatud, samas kui mõned teised olid nendega tugevalt seotud ning nii linnas kui maal täheldati söögiplatside juures palju suuremat lindude arvukust kui kontrollaladel (Tryjanowski jt, 2015).

Pakutava toidu olemusele ja mõjudele peaks aga eriti tähelepanu pöörama riikides, kus on probleeme võõrliikidega. Sellele aitab valgust heita näiteks Aucklandi linna äärelinna osas Uus-Meremaal 18 kuud kestnud uuring, kus leiti, et toitmine avaldas positiivset mõju võõrliikidele, kes kaldusid oma suurenenud arvukuse tõttu toidetavate alade kooslusi domineerima (Galbraith jt, 2015). Samas pärismaiste liikide liigirikkus langes teatud määral toidetavatel aladel ning suurenes mittetoidetavatel aladel, võrreldes enne toitumise alustamist täheldatuga (Galbraith jt, 2015). Söötmise lakkamisel ei jäänud aga enamus linnukooslustes toimunud muutusi püsima, kuid selle panid teadlased lühikese katseperioodi arvele (Galbraith jt, 2015). Eelneva uuringuga seotud uuringus, kus vaadeldi samas Uus-Meremaa linnas liigisiseseid ja liikide vahelisi suhteid toidumajakeste juures, leiti samuti, et enamus toidumajakeste kasutajaid olid võõrliigid ning esines hooajaline varieeruvus toidumajakeste kasutamises, mis oli märgatav nii liikide kui ka indiviidide põhiselt (Galbraith jt, 2017). Kohalike liikide peaaegu täielik puudumine oli tingitud pakutavast toidust (leib/sai ja seemnesegu), mis ei soosinud Uus-Meremaa liikide toitumisgruppe (Galbraith jt, 2017). Siit ilmneb, et kui inimesed ei arvesta lindude toitmisel kohalike liikide vajadustega, võivad nad kallutada ümbruskonna koosluste struktuuri võõrliikide poole, kes võivad pikapeale kohalikud liigid välja tõrjuda. Kuid kuna tegu oli teadlaste poolt juhitud katsetega, jääb õhku küsimus, kas inimesed ka päriselt oma toitmispraktikas kasutavad võõrliike soosivat toitu? Ühes teises Uus-Meremaa uuringus uuriti küsitluste kaudu lindude toitumise praktiseerimist ja sellega kaasnevaid riske riigi kuues erineva suurusega linnas ning neist tulemustest selgus, et tüüpiliselt pakutav toit ongi pigem võõrliikidest seemnetoidulisi ja omnivoore kui kohalikke liike soosiv (Galbraith jt, 2014). Samuti selgus, et enamus linde toitvad inimesed ei soovinud ligi meelitada kindlaid liike ega teadnud, mis liiki linde nad toidavad, kas tegu on pärismaiste või võõrliikidega või ei hoolinud sellest (Galbraith jt, 2014). Seega peaksid eriti hoolikalt toitumise mõttekust ja läbiviimise võimalikkust kaaluma riikide elanikud, kelle piirkonnas on võõrliikidega probleeme, sest vastasel juhul võivad heasoovlikud inimesed oma kodukoha loodusele hoopis kahju teha.

Konkurents ei toimu aga vaid pärismaiste ja võõrliikide tasandil, vaid söötjate mõju sõltub ka neid kasutavate liikide tunnustest. Suurbritannias Exeteri ülikooli Penryni ülikoolilinnakus uuriti kümne aias tavalise värvulise domineerimissuhteid toidumajakestest (Francis jt, 2018). Uurijad tuvastasid selge positiivse seose linnuliigi kehamassi ja domineerimisastme vahel ehk suurema massi või suurusega liigid olid enamasti kõrgemal hierarhilisel tasemel (Francis jt, 2018). Hierarhilised suhted avaldusid ka toidumajakeses pakutavate ressursside kasutamises, nimelt domineerivamad liigid kasutasid subordinantidega võrreldes, tõenäolisemalt kõrgema väärtusega toiduobjekte, jäid söötjatele kauemaks ning neil oli madalam nokkimissagedus (Francis jt, 2018). Samuti nähti, et samal alal oli kooritud päevalilleseemnetega (*Helianthus annuus*) (kõrgema väärtusega toit) söötjatega võrreldes koorimata päevalilleseemnetega (madalama väärtusega toit) söötjate juures väiksem liikidevaheline konkurents, mis võimaldas subordinantidel toidule paremat ligipääsu (Francis jt, 2018). Veidi teistsugused tulemused saadi Uus-Meremaal, kus ei leitud selgeid seoseid liikide vaheliste suhete ja kehamassi vahel, millest järeldati, et ilmselt on domineerimissuhted tingitud pigem liikide vahelistest käitumuslikest erinevustest (näiteks toitumiskäitumine ja territoriaalsus), kui ainult morfoloogilistest erinevustest (Galbraith jt, 2017). Ilmselt on kõige kindlam väita, et domineerimissuhete määramisel on olulised nii liigi morfoloogilised kui ka käitumuslikud tunnused. Kuna antud juhul on tegu evolutsiooniliselt kujunenud omadustega, siis kohalike liikide puhul ei saa inimesed midagi teha (ega ilmselt ka peaks), kuid võib olla oleks abi Francise jt (2018) katses kasutatud tehnikast, kus ühele alale seati kaks toidumaja, millest ühes on toitumise efektiivsus veidi suurem. Niiviisi saaks konkurentsi pisut hajutada, kuid siinkohal tuleb jälgida kahte mõtet – mõlemas majas olev toit peab olema kvaliteetne ja lindudele sobiv ning, tuginedes Eesti Ornitoloogiaühingu koduleheküljele (Internet 8), on lindude toitmine ennekõike ikkagi lisa söötmine ning toitu peaks panema sellises koguses, et linnud oleksid endiselt ka ise võimelised toitu otsima.

Lisaks kehvale toidule, võõrliikidele ja konkurentstile ohustavad linde toiduplatsidel ka haigused ja kiskjad. Moyers jt (2018) uurisid katseliselt, kuidas linnusöötjate tihedus (söötjate arv ala kohta) mõjutab konjunktiviiti (ingl *mycoplasmal conjunctivitis*) tekitava mükoplasma (*Mycoplasma*) perekonda kuuluva bakteriaalse patogeeni *Mycoplasma gallisepticum* ülekannet aedkarminleevikestele (*Haemorrhous mexicanus*). Nad leidsid, et linnusöötjate tiheduse suurenemine tõi lindude seas kaasa suurema haigestumise ning uurimisgruppides, kus söötjaid oli vähem, oli rohkem haigust tekitava bakteri spetsiifilisi antikehi (vt lähemalt Moyers jt, 2018). Kuigi katse tehti vangistuses olevate lindudega, pakub see siiski mõningast kinnitust seosele linnusöötjate ja haigustekitajate leviku vahel (Moyers jt, 2018). Uus-Meremaal läbi viidud uuringus tuvastati, et

ehkki enamus linde toitvatest inimestest puhastavad mingil moel söögimajakesi, siis vähesed teevad seda igapäevaselt, paljud kasutavad ebapiisavaid ja/või ebasobivaid puhastusmeetodeid ning paljud ei kasutagi toidumajakesi, vaid jätavad söögi lihtsalt maha – see kõik tõstab haiguste leviku riski lindude aga ka inimeste seas (Galbraith jt, 2014). Seega tuleks inimestel linde toites ka toitmisala regulaarselt puhastada, et vähendada haiguste leviku riski.

Lisaks lindudele võivad söötmisplatsid ligi meelitada ka teisi loomi, kellega kaasnevad nii haiguste kui ka kiskluse riskid. Selle tõid välja näiteks Burt jt (2021) Lääne-Amsterdamis Hollandis, kus uuriti lindude toitmise mõjusid avalikes kohtades (tänavatel/väljakutel). Teadlased märkasid, et kui lindudele toodi korraga liiga palju toitu, ei söödud sellest kõike korraga ära ja jääkide tarvitamisest võisid lisaks lindudele osa võtta ka rändrotid (*Rattus norvegicus*) (Burt jt, 2021). Seega võivad lindudele antavad toidujäätmed toetada ka näriliste populatsioonide kasvu, mis võib põhjustada terviseriske loomadele ja inimestele ning ohustada lindude mune (Burt jt, 2021). Kiskluse ohtu nähti näiteks Lääne-Poolas Poznańi linnas ja seda ümbritsevatel aladel tehtud uuringus, kus lisaks väikestele lindudele meelitasid söögimajakesed ligi ka kiskjaid, põhiliselt raudkulle (*Accipiter nisus*) ja kasse (Tryjanowski jt, 2024). Kui võtta arvesse ka muid linnas leiduvaid ohte, siis võib selle põhjal järeldada, et lindude söögimajakestesse meelitamine võib nad hoopiski ohtu seada (Tryjanowski jt, 2024).

Kiskluse ohtu söögimajakeste juures saab vähendada nende paigutuse kaudu. Toidumajakeste asendi mõju lindudele uuriti näiteks Cardiffis Walesi pealinna äärelinnas, kus avastati, et peaaegu kõik linnuliigid eelistasid toituda majakestes, mis paiknesid hekile lähemal ning asusid kaugemal inimeste majadest (Cowie ja Simons, 1991). Kaitsva taimkatte lähedus, kuhu on võimalik põgeneda, vähendab ilmselt lindude poolt tajutavat kiskluse riski ning see võib töötada röövlindude vastu, kuid ei pruugi kaitsta maas toituvaid linde kasside eest, kes kasutavad ligihiilimiseks varjavat taimestikku (Cowie ja Simons, 1991). Toidumaja kaugus varjupaikadest ja selle kasutamise tõenäosus võivad erineda ka liigiti. Näiteks rohevindid (*Chloris chloris*) olid, võrreldes teiste liikidega, rohkem nõus kasutama hekist kaugemaid toidumaju, mis võis olla tingitud nende kohastumusest toituda parvedes (Cowie ja Simons, 1991). Majadest kaugemaid söötjaid eelistati ilmselt ka väiksema tajutava kiskluse riski ja/või väiksema häirituse tõttu, kuid ka siin esines liikide vaheline erinevus (vt lähemalt Cowie ja Simons, 1991). Toidumajakeste hoonetest kaugemale asetamine aitaks ilmselt vähendada ka majadega kokkupõrgete ohtu. Seega võib toidumajakese asend mõjutada seda, millised liigid ja kui tõenäoliselt seda külastavad, ning uurijad järeldasid, et rohkemate liikide ja suurema lindude arvu kohale meelitamiseks on parim paigutada söögimaju potentsiaalsete varjekohtade lähedusse (Cowie ja Simons, 1991).

Kuigi lindude toitmisega on võimalik toetada osasid koosluste toitumisgrupe (seemnetoidulisi ja omnivoore), siis kaasneb sellega ka mitmeid ohte, näiteks kisklus, haiguste levik, võõrliikide toetamine, vale toidu kasutamine jne. Lisaks on toitmisel oluline ka aeg, millal seda teostatakse. Näiteks Eesti Ornitoloogiaühingu koduleheküljel (Internet 8) soovitatakse alustada talvel, kuna varem alustamine võib meelitada rändel olevaid linde paigale jääma, ning lõpetada ilmade soojenedes märtsis või aprilli alguses. Samuti on oluline toitmise järjepidevus, sest linnud õpivad toetuma söögiplastidele ning võivad toitmisesse jäänud pauside ajal hätta jääda (Internet 8). Siinkohal tuleb aga mainida, et soovitused, mis töötavad ühel pool, ei pruugi kehtida igal pool maailmas. Kuna lindude söötmine pakub aga paljudele inimestele rõõmu (Galbraith jt, 2014; vt ka kaheksandat peatükki), tundub selle peatamine keeruline ning seega, kui inimestel on tõesti soov linde toita, peaksid nad seda tegema vastutustundlikult – kasutama kvaliteetset toitu, puhastama söögimajakesi regulaarselt, paigutama need turvalistesse kohtadesse ning olema toitmisega järjepidevad. Sellest tulenevalt peaksid riigid, teadlased ja linnukaitse organisatsioonid tegema koostööd, et uurida lisasöötmise mõju oma regiooni liikidele ning jagama elanikele soovitusi, kuidas oleks kõige õigem käituda, et kaitsta ja toetada oma kodukoha linnukoosluste mitmekesisust. Rohealade ja aedade tasandil võiks koosluste toetamisel kasu olla näiteks haljastuses erinevat tüüpi vilju kandvate ja selgrootuid toetavate taimede kasutamisest ning kohalike veekogude seisundi parandamisest ja sealse elustiku toetamisest. Alles võiks jätta ka osad surnud ja lagunevad puud, kuna need toetavad selgrootuid ning lisavad sellega lindudele juurde toitumisvõimalusi (vt nt Fröhlich ja Ciach, 2020). Samuti võiks haljastuses keskenduda kodumaistele taimeliikidele ja laialdasemalt kasutada vaid selliseid võõrliike, millest on kasu ka kohalikele loomadele.

6.4. *Pesitsuspaigad linnas*

6.4.1. Näiteid pesapaiga ümbruse mõjust linnade pesitsuskoosluste kujunemisele

Veel üks oluline tegur, mis mängib rolli selles, kas liik suudab mingis koosluses püsima jääda, on tema pesitsusedukus, mille üheks mõjutajaks linnas võib olla isendi pesapaiga valik ja liigile omane pesatüüp. Alustuseks võiks tuua paar näidet teadustöödest, mis uurisid linnade linnukooslusi pesitsusmuustrite põhjal. Üks selliseid on Soomes Oulu linna 54-s pargis läbiviidud uuring, milles avastati, et maapinnal pesitsevaid liike oli neil aladel vähe, samas kui õõnsustes pesitsevad liigid olid kõige tavalisemad (Jokimäki, 1999). Põhiline pesapaiga valiku määraja oli pargi suurus ning lisaks mängisid rolli pargi ümbrus ja vegetatsiooni olemus (Jokimäki, 1999). Pargi suuruse olulisuse põhjusteks seal pesitsevate liikide arvu määramisel pakuti, et liiga väikesed

pargid ei suuda pakkuda liikidele piisavalt ressursse, neis on kiskluse risk suurem ja/või ei ole neis täidetud liikide elupaiga miinimumnõuded (Jokimäki, 1999). Osa liike olid negatiivselt mõjutatud parki ümbritsevatest korrusmajadest, mille põhjuseks võis olla parki ümbritseva vegetatsiooni vähenemine või suurenenud inimeste poolne häiring (Jokimäki, 1999). Vastused erinevatele vegetatsiooni elementidele ja pesakastidele olid aga üsna liigipõhised (vt lähemalt Jokimäki, 1999). Uuringu tulemustest ilmneb, et pesitsuspaiga valikul on olulised nii elupaiga pindala, ümbritsev struktuur, konkurents kui ka vegetatsiooni olemus, ning selle, kas liik saab mõnda linna elupaika asustada, määrab mitme tunnuse koosmõju. Selle tulemusel võivad osade tunnustega pesitsejad olla mõnes elupaigas rohkem soositud kui teised.

Lindude pesitsusedukusele ja linnukoosluste kujunemisele avaldavad mõju ka elupaiga pesaröövrite koosseis. Seda uuriti näiteks ühes Floridas USAs tehtud uuringus, kus võrreldi erinevates elupaikades asuvate linnade ja maa linnukooslusi ning sealseid lindudest pesaröövrite kooslusi, et hinnata, kas ja kuidas mõjutavad lindudest pesaröövrid linnukoosluste kujunemist linnas võrreldes maapiirkondadega (Stracey ja Robinson, 2012). Uuringu tulemused näitasid, et linnade kooslused koosnesid peamiselt võrdlemisi suure kehasuurusega lindudest, kes olid võimelised oma pesi kiskjate eest kaitsma, ning väikestest lindudest, kes pesitsesid linnas kiskjatele raskesti ligipääsetavates paikades (näiteks õõnsustes) (Stracey ja Robinson, 2012). Lisaks võis suure kehasuurusega lindude arvukuse tõusu põhjustada nende parem konkurentsivõime toiduressursside ja pesapaikade üle (Stracey ja Robinson, 2012). Väikesed avatud pesades pesitsevad liigid peaaegu puudusid linnakooslustest, mis võib vähemalt osaliselt olla põhjustatud nende haavatavusest pesaröövrite suhtes (Stracey ja Robinson, 2012). Linnas täheldati ka palju suuremat lindudest pesaröövrite arvukust kui maal ning toetudes teiste teadlaste uuringutele, pakuti selle põhjusteks näiteks vähenenud tippkiskjate arvukust, suurenenud inimtekkelise toidu hulka ja/või vähenenud kodupiirkonna suurust (Stracey ja Robinson, 2012). Samuti väitsid teadlased oma tulemuste alusel, et suure tõenäosusega varieerusid linna ja maa kiskjakooslused oma kompositsioonilt (vt lähemalt Stracey ja Robinson, 2012). Kuigi uuring ei vaadelnud imetajatest ja roomajatest pesaröövrite arvukusi (Stracey ja Robinson, 2012), peegeldab see siiski pesaröövrite rolli linnukoosluste kujunemisel. Seega võib väita, et pesaröövrite kooslusel on roll linnukoosluse kujunemisel ning linnas paistavad olevat soositud õõnsustes pesitsejad ja aktiivselt oma pesi kaitsevad liigid.

6.4.2. Maapinnal pesitsejate, õõnsustes pesitsejate ja röövlindude pesitsus linnas

Selles alapeatükis tutvustatakse lähemalt maapinnal ja õõnsustes pesitsejatega seotud uuringuid, et mõista tegureid, mis võiksid neid gruppe linnas toetada ja ohustada. Samuti tuuakse paar näidet röövlindude pesitsusest, sest kuigi tegu ei ole pesitsustüübiga, vajaks nende pesitsus lõputöö autori arvates eraldi tähelepanu. Teisi pesitsustüüpe siin põhjalikumalt välja ei tooda, kuna neid käsitlevaid uuringuid on võrdlemisi vähe, kuid osasid neist puudutatakse antud peatüki teistes osades.

Nagu eelnevatest artiklitest ja aruteludest ilmnas, siis paistab, et maapinnal pesitsejad võiksid olla oma pesitsuskäitumise tõttu linnas ohustatud ja kuuluda linnaväلتijate rühma. Kuid see ei pruugi kehtida kogu linna lõikes. Soomet, Itaaliat ja Hispaaniat hõlmanud uuringus, kus uuriti tehispesade abil kisklusriski ja seda mõjutavate tegurite mõju maapinnal pesitsevatele lindudele, leiti, et pesaröövlus oli kesklinnades kõrgeim või sarnane kui teistes elupaikades (külades ja metsades) (Jokimäki jt, 2005). Kiskjate hulka kuulus nii linde kui ka erineva suurusega imetajaid, kuid nende esinemine/puudumine, arvukus ja olulisus ning üldine pesaröövluse risk erinesid riigiti (Jokimäki jt, 2005). Jalakäijate arvukuse suurenemisest tingitud pesaröövluse suurenemist tajuti riikides, kus alade külastussurve oli kõrgem ning, toetudes teiste teadustööde tulemustele, pakuti inimeste negatiivseteks mõjudeks maapinnal pesitsejatele järgmisi tegureid: muru niitmise ja tallamisega pesade lõhkumine; kaitsva taimkatte vähendamine aiandusega ning pesi ohustavate lemmikloomade pidamine (Jokimäki jt, 2005). Siit ilmneb, et üks oluline maapinnal pesitsevaid liike toetav tegur on katva taimestiku olemasolu elupaigas, mis muudab pesad potentsiaalsetele pesaröövlitele raskemini märgatavaks. Need tulemused on kooskõlas kolmes Soome linnas tehispesadega tehtud katsega, kus leiti, et linnas rüüstati maapealseid pesi rohkem kui külgnevates metsades ning kesklinnas oli pesaröövlus suurem kui äärelinnas (Jokimäki ja Huhta, 2000). Ka kiskjakooslustes täheldati mustreid – linnas oli suurem osa pesaröövlitest linnud, samas kui imetajatest kiskjad olid levinud eramu- ja metsapiirkondades (Jokimäki ja Huhta, 2000). Samuti leiti, et majandamata parkides oli kisklussurve väiksem kui majandatavates parkides, mis oli ilmselt tingitud pesi varjava taimestiku hulga erinevustest neis parkides (Jokimäki ja Huhta, 2000).

Nagu selgub järgmistest uuringutest/projektidest, ei pea maapinnal pesitsevad liigid pesitsema ainult maa peal. Näiteks lõuna-hõbekajakas (*Larus michahellis*) pesitseb looduslikes elupaikades enamasti kolooniatena rannikul, saartel või järsakutel, kuid nad võivad pesitseda ka hoonete katustel (Svensson jt, 2020). Itaalias otsustati võrrelda liigi pesitsust Veneetsia linnas ja selle läheduses paiknevas laguunis (Soldatini jt, 2008). Uuringu tulemused viitavad sellele, et lõuna-

hõbekajakas on oportunistliku liigina võimeline edukalt pesitsema ka linna katustel, kui on tagatud piisav toidu kättesaadavus (vt lähemalt Soldatini jt, 2008). Lisaks toodi välja, et osa faktoreid, mis võivad mõjutada looduslikku kolooniat (pesaröövlus ja üleujutused), olid linna katustel kas väiksemad või puudusid üldse (Soldatini jt, 2008). Samuti on leitud, et inimeste abiga on ka spetsiifilisemate elupaiganõudlustega liikidel võimalik linna katustel pesitseda. Šveitsis tehti mitme aastane projekt/uuring, kus vaadeldi kas ja kuidas on võimalik tõsta maapinnal pesitseva kiivitaja (*Vanellus vanellus*) paljunemisedukust tööstuspiirkonnas ja äärelinnas asuvatel lamedatel haljaskatustel (ingl *green roofs*) (Baumann jt, 2021). Uurijad tõid välja, et tulenevalt liigi ökoloogiast oli oluline pesitsusedukuse tagamiseks luua katustele linnupoegadele piisavalt toitu pakkuvad lüljalgsete (*Arthropoda*) kooslused (Baumann jt, 2021). Katustele suudeti luua topograafiliselt ja liigiliselt mitmekesine taimestik ning kuiva või värsket heina lisamine takistas seemnete ärakannet, suurendas idanevust ja aitas hoida niiskust – see kõik suurendas lüljalgsete mitmekesisust (Baumann jt, 2021). Eelnimetatud täiendused tegid võimalikuks mitmetel katustel tibude arvukuse ootamatu suurenemise, kuid enamus neist ei jäänud elama, ilmselt toidu ja vee vähesuse ja/või katusele alla kukkumise tõttu (Baumann jt, 2021). Kuigi lennuvõimastunud poegade arv kõigi katuste peale ei olnud suur (Baumann jt, 2021), näitas see uuring, et läbimõeldult kujundatud haljaskatustel on potentsiaali pakkuda pesitsuspaika ka maapinnal pesitsevatele lindudele. Siinkohal on aga vajalik põhjalik eeltöö, et katuseid ei muutuks haavatavatele liikidele mülgasteks või ökoloogilisteks lõksudeks.

Nagu Jokimäki (1999) ning Stracey ja Robinsoni (2012) uuringutest paistis, siis võiksid õõnsustes pesitsevad liigid olla linnas levinumad, kui maapinnal pesitsejad, mille üheks põhjuseks on ilmselt nende pesade parem varjatus. Jokimäki jt (1996) tõid ka välja, et näiteks talvel võivad õõnsused pesitsuspaigas talvituvatele lindudele pakkuda öösiti kaitset külma eest, mis viitab sellele, et õõnsustel võib olla ka teisi plusse. Näiteks võiksid need mingil määral vähendada kunstliku öövalguse kahulikku mõju, kuna õõnsustes olevad pesad on selle eest ilmselt paremini varjatud kui avapesad. Kuid millised elupaigatunnused soodustavad õõnsustes pesitsejaid linnas? Krakówi linnas Poolas uuriti näiteks metsalaikude, avalike rohealade ja eraaedade tunnuste ja surnud puidu mõju rähnlastele (Fröhlich ja Ciach, 2020). Uurijad leidsid, et rähnlaste liigirikkus ja arvukus sõltusid metsalaikude ja eraaedade pindalast, omadustest ja neil aladel leiduvatest vanadest puudets ja surnud puidust (Fröhlich ja Ciach, 2020). Täpsemalt olid peamised rähnlaste arvukust ja liigirikkust mõjutavad tegurid metsalaikudes püstised surnud puud ja surnud puuoksad (mis oldi endiselt puu küljes) ning eraaedades surnud puuoksad ja vanad puud (Fröhlich ja Ciach, 2020). Need tulemused viitavad sellele, et kui linnades säilitatakse vanu puid ja erinevat tüüpi surnud

puitu, siis on neil võimalik toetada üsna mitmekesiseid ja arvukaid rähnlaste kooslusi ning isegi võrdlemisi väikese puukattega alad võivad olla neile olulised elupaigad (Fröhlich ja Ciach, 2020). Siinkohal tuleb leida kompromiss surnud puidust potentsiaalselt tekkivate ohtude likvideerimise ja elurikkuse toetamise vahel ning tegeleda elanike seas teavitustööga (Fröhlich ja Ciach, 2020). Lisaks sellele, et surnud puit pakub rähnlastele toitumise ja pesitsusvõimalusi, kasutavad rähnlaste tehtud õõnsusi sekundaarselt õõnsustes pesitsejad (Tomasevic ja Marzluff, 2017; Fröhlich ja Ciach, 2020). Sõnaga, linna rohealadel aitavad õõnsustes pesitsejate koosluste mitmekesisust luua vanad puud ja surnud puit, kuid lisaks sellele võib rolli mängida elupaiga pindala ja alternatiivsete pesitsuspaikade olemasolu. Viimase näiteks võiks tuua USAs Seattle linnas ja seda ümbritsevatel aladel tehtud uuringu, kus leiti, et kõrgemalt linnastunud aladel kasutasid osad kohalikud sekundaarsed õõnsustes pesitsejad looduslike pesapaikade puudumisel inimtekkelisi substraate (Tomasevic ja Marzluff, 2017). Samuti oli pärismaistel sekundaarsetel õõnsustel pesitsejatel pesitsusedukus suurem inimtekkelistes kui looduslikes substraatides, mille põhjuseks peeti väiksemat kisklust ja konkurentsi (Tomasevic ja Marzluff, 2017).

Ka väiksematel elupaigatunnustel võib olla oluline roll alade koosluste liigilise struktuuri määramisel. Näiteks tuvastati USAs Piedmonti regioonis ja selle ümbruses asuvates killustunud männimetsa laikudes tehtud uuringus, et pisi-puukoristajad (*Sitta pusilla*) olid veidi arvukamad kõrgema puistuga aladel, mis on ilmselt seotud pesitsus- või toitumisvõimaluste suurenemisega, ning võrakate oli oluline kolme uuritud liigi puhul (Wood ja Quinn, 2016). Nende uuringute põhjal võib järeldada, et kuigi linnadel on võimalik toetada liigirikkaid primaarselt ja sekundaarselt õõnsustes pesitsejate kooslusi, sõltub konkreetsete liikide esinemine või mitteesinemine siiski mitmetest elupaiga elementidest ja liikide vahelistest suhetest. Oluliste märksõnadena võiks siiski välja tuua surnud puidu ja alternatiivsete pesapaikade esinemise linnas. Esimene neist on vajalik primaarselt õõnsustes pesitsejatele ja loob nende olemasolu kaudu pesitsusvõimalusi ka sekundaarselt õõnsustes pesitsejatele. Teine võimaldab linnas edu saavutada sekundaarselt õõnsustes pesitsevatel liikidel ka siis, kui looduslikke pesaõõnsusi napib.

Siiani on põhiliselt juttu olnud lindudest nende pesatüübi alusel, kuid lisaks võiks välja tuua mõned näited röövlindude ja massilt suuremate lindude pesitsusest linnas. Varasemalt sai mainitud näiteid Poolas Varssavis (Rutkowski jt, 2006) ja Tšehhis Lõuna-Čechys (Riegert jt, 2010) pesitsevate tuuletallajate ning Saksamaal Hamburgis pesitsevate kanakullide (Rutz, 2008) kohta, kelle populatsioonid tundusid elujõulised ning kes kasutasid ilmselt pesapaikadena piirkonna hoonestust, kuid mainida võiks ka kirjandusepõhist uuringut Põhja-Ameerika kirde osa linnades pesitseva rabapistriku (*Falco peregrinus*) pesitsuse kohta (Gahbauer jt, 2015). Analüüsi tulemused

näitasid, et pesapaiga valikul eelistasid linna rabapistrikud peamiselt hooneid ja sildu ning sigimisedukus oli kõrgem näiteks pesadel, mis asusid kõrgematel hoonetel, katva struktuuri all ja/või pesakastis (Gahbauer jt, 2015). Kahjuks oli aga linnades noorlindude suremus kokkupõrgetest hoonete, elektriliinide ja sõidukitega võrdlemisi kõrge (Gahbauer jt, 2015). Lisaks vajasid mitmed maapinnale kukkunud/maandunud lendamist õppivad linnud inimeste abi (Gahbauer jt, 2015). Seega, kuigi rabapistriku pesitsusedukus linnas paistab kogutud populatsioonandmete põhjal olema hea ja liik on võimeline kasutama linnas leiduvaid ressursse (pesapaiku, saakloomi), leidub linnades ka mitmeid ohte, mis tunduvad olema suuremad kesklinna piirkonnas (Gahbauer jt, 2015). Sellest tulenevalt pakuti välja, et liigi pesitsust võiks soodustada pesakastidega sobivatel hoonetel pigem keskmise linnastumisega aladel (Gahbauer jt, 2015).

Suure kehasuurusega liikide linnas pesitsuse näiteks võib tuua Segovia linnas Hispaanias pesitsevad valge-toonekured (*Ciconia ciconia*) (Kayatekin jt, 2024). Uuringu tulemusel leiti, et Segovia linnas eelistasid valge-toonekured ehitada oma pesad ümbritsevatest hoonetest kõrgemale, kas lamedale või väikese kaldega katustele või igihaljaste puude latva, mitte väga suuri pindalaga kohtadesse (kuid see varieerus), potentsiaalsetele toitumisaladele (läheduses asuvatele märgaladele ja aasadele) selgelt avaneva vaatega kohtadesse ning väiksema liiklustihedusega alade naabrusesse (Kayatekin jt, 2024). Uurijad peavad neid tulemusi oluliseks arvesse võtta inimeste valmistatud pesitsusplatvormide paigaldamisel, sest kui need paigaldad eelnimetatud parameetrite poolest ebasobivasse kohta, ei pruugi liik neid kasutusele võtta – viimast täheldati ka antud uurimisaladel (Kayatekin jt, 2024). Need uuringud annavad kinnitust sellele, et ka röövlindudel ja suurtel lindudel on linna linnukooslustes pesitsejatena kohta ning inimesed saavad nende liikide pesitsust soodustada, paigaldades neile pesakaste või platvorme. Selle juures tuleb aga hoolikalt analüüsida, kas linnas ja/või selle ümbruses on liigile tagatud piisavalt toiduressursse ja kas pesapaiga ümbrus on, näiteks poegadele lendama õppimiseks, piisavalt ohutu. Kui liikide ökoloogiaga ei arvestata, ei leia pesaplatformid ja -kastid kasutust või muutuvad halvimal juhul liikidele hoopis ohtlikuks.

6.4.3. Tehislikud konstruktsioonid ja pesakastid pesapaikadena

Nagu eelnevalt nähti, on erinevad pesitsusgrupid võimelised kasutama ka linnades leiduvaid tehislikke struktuure ja pesakaste. Järgnevalt käsitletakse seda, milliste pesatüüpide esindajad kasutavad tehislikke konstruktsioone, mis on selle plussid ja miinused ning millist mõju võiksid avaldada pesakastid linnas ja mida tuleks nende paigaldamisel silmas pidada.

Tehislike struktuuride kasutamise kohta tegid sisuka ülevaate Liu ja Li (2024), kus nad võtsid kokku vastavasisulisi artikleid. Nad leidsid, et linnas pesitsevad linnud kasutavad inimtekkelisi konstruktsioone tihti, kuna need on stabiilsed, paiknevad toiduallikale lähedal ning pakuvad kaitset röövlomade ja keskkonnaolude eest (Liu ja Li, 2024). Põhilisteks pesatüüpideks, mida inimtekkeliste struktuuridele tehakse, on analüüsi kohaselt punutud, õõnsuste, maapinna- ja mudapesad (vt täpsemalt Liu ja Li, 2024). Üldistustena võib välja tuua, et suuremad liigid eelistavad tavaliselt kõrgemaid pesapaiku nagu kõrghooned ja tornid ning väiksemad liigid kasutavad tavaliselt majade elemente (Liu ja Li, 2024). Kui rääkida pesatüübi põhiseisest, siis punutud pesi ehitavad liigid eelistavad tavaliselt piisavalt kõrgeid ja stabiilseid konstruktsioone, sekundaarsed õõnsustes pesitsejad kaustavad kaetud tühimikke majades, postides ja torudes, maapinnal pesitsejad kõrgemal asuvaid platvorme, näiteks katuseid, ning mudapesi ehitavad liigid seinu ja rästaaluseid (Liu ja Li, 2024). Peamiste inimtekkeliste struktuuride kasutamise positiivsete külgedena toodi välja, et need võivad pakkuda täiendavaid pesapaiku kohtades, kus looduslikke võimalusi on vähe, ning vähendada pesaröövlu, toidu ja mikroklimega seotud sigimiskulutusi (Liu ja Li, 2024). Kuigi lindudel võib inimestele olla mitmeid positiivseid mõjusid (vt kaheksandat peatükki), kaasneb inimtekkelistel struktuuridel pesitsemisega mitmeid konflikte, nagu näiteks väljaheited, kokkupõrked õhusõidukite ja hoonetega, ohud elektritaristule ning inimeste rahulolu häirimine (Liu ja Li, 2024). Nende probleemide lahendamiseks saab paigaldada näiteks pesakaste ja tehispesi ning võtta kasutusele mitteletaalseid ennetusmeetmeid kohtades, kuhu linnupesi ei soovita (Liu ja Li, 2024). Siit ilmneb, et linnade eripäradega ei kaane vaid ohte ning linn saab pakkuda pesapaiku erinevatele liikidele. Samas ei ole kõik inimtekkelistes struktuurides asuvad pesapaigad püsivad (Liu ja Li, 2024).

Majades asuvad avad ja defektid võidakse renoveerimistööde käigus sulgeda ning sellisel juhul kaotavad oma endise pesitsuspaiga neid avasid kaustavad linnud, mis võib omakorda ohustada piirkonna linnukooslusi. Probleemi lahenduseks võiks paigaldada pesakaste renoveeritud majadele või nende ligidusse, et kompenseerida kaotatud pesapaiku. Selle meetodi tõhusust uuriti Poolas Olsztyni linnas, kus vaadeldi pesakastide paigaldamise mõju majades pesitsevatele liikidele, peale seda, kui nende endised pesapaigad hoonete moderniseerimise tõttu kadusid (Dulisz jt, 2022). Peale moderniseerimist paigaldati hoonetele pesakastid kohtadesse, kus varasemalt olid vaadeldud liigid pesitsenud (Dulisz jt, 2022). Vaatlusandmetest selgus, et hoonete moderniseerimine põhjustas esimesel aastal muutusi lindude liigirikkuses ja suure languse lindude arvukuses, kuid hilisemad aastad näitasid, et pesakastid olid vähemalt osaliselt suutelised asendama endisi hoonete pesapaiku, säilitama lindude liigirikkust ja kooslusi ning liigid kohanesid nendega võrdlemisi

kiiresti (Dulisz jt, 2022). Kuna erinevad liigid hõivasid oma endiste pesapaikade kaotamisele järgnenud aastatel pesakaste erineval määral, võis see mõjutada koosluste taastumist ja edasist kujunemist (Dulisz jt, 2022). Samuti oli erinevat tüüpi pesakastide kasutuse määrad erinevad ning osasid kasutasid peale nende sihtliigi ka teised liigid, mis võib eelistatud pesakastide vähesuse korral tekitada liikide vaheline konkurents, kus kehvemasse seisu võivad jääda hiljem pesitsusalale saabujad (Dulisz jt, 2022). Lisaks täheldati, et mõned liigid kasutasid ja/või eelistasid endiselt ka hooneid, kui neisse tekkisid sobivad tühimikud, ning kolooniates pesitsevate liikide puhul võiks kasu olla pesakastide üksteise ligi paigutamisest (Dulisz jt, 2022). Need tulemused näitavad, et osa pesakaste on võimelised toetama mitmeid liike, kuid pesakastide hõivamine võib sõltuda liikide plastilisusest, eelistustest, alternatiivsete pesapaikade saadavusest ja liikide vahelisest konkurentsist, mis kõik võib mängida rolli koosluste kujunemisel (Dulisz jt, 2022).

Kuigi pesakastide paigaldamine linnukoosluste toetamiseks paistis olevat edukas, rõhutasid teadlased, et pesakastide paigaldamine kaitsemeetmena peaks olema hoolikalt läbi mõeldud ning seda peaks rakendama vaid siis, kui seda tõesti vaja on, ja ainult kohtades, kus ümbritsev keskkond on suuteline sihtliike toetama (Dulisz jt, 2022). Et optimeerida pesakastide kasutamist kaitsemeetmena, töid teadlased välja järgmised soovitusel: vajaminevate pesakastide arvu tuleb hoolikalt hinnata; pesakastide ehitamisel/valimisel tuleb arvestada konkreetse liigi vajadustega; tuleb tagada pesakastide regulaarne hooldamine ning pesakastide kasutust tuleks limiteerida, kui seire käigus selgub, et liik eelistab pesitseda mujal (Dulisz jt, 2022).

Varasemalt mainitud teadustöodes toodi mitmel pool välja, et üheks õõnsustes pesitsejate eeliseks võiks olla nende pesade parem kaitstud pesaröövlike eest. Siiski ei ole ka õõnsustes paiknevad pesad täielikult pesaröövlike eest kaitstud ning sama kehtib ka pesakastide puhul. Üks võimalus, kuidas pesaröövlike ohtu pesakastidele vähendada, on paigaldada neile erinevaid kiskjatõkkeid (ingl *predator guards*), mille mõju pesitsusedukusele uuriti USAs ja Kanadas harrastusteaduse projekti raames (Bailey ja Bonter, 2017). Kogutud andemetest selgus, et kiskjatõkete paigaldamine tõstis lindude pesitsusedukust, kuid selle mõju varieerus liigiti ja kõigile liikidele ei avaldanud kiskjatõkkesid mõju (Bailey ja Bonter, 2017). Teadlased nägid ka, et kolm neljast registreeritud kiskjatõkete tüübist olid tõhusamad ning rohkem kui ühe kiskjatõkkega pesad olid suurema tõenäosusega kaitstud (Bailey ja Bonter, 2017).

Eelnevate näidete põhjal võiks välja tuua, et kui linnad kaaluvad pesakastide või tehispesade paigaldamist linnukoosluste toetuseks, tuleks neil eelnevalt nõu pidada teadlaste või keskkonnaspetsialistidega, et välja selgitada, kas, kuhu, kuidas ja kellele võiks pesakaste paigaldada. Samuti tuleks eelnevalt mõelda, kuidas korraldatakse pesakastide hooldus. Viimasega

võiksid tegeleda näiteks haljastusfirmade koolitatud töötajad, kuid paar aastat peale paigaldust ja hiljem regulaarselt oleksid vajalikud ka spetsialistide poolsed seired, et hinnata, kuidas ja kas on pesakastid linnukooslusi mõjutanud. Kuid ka eraaedade ja -maade omanikel tuleks enne pesakasti ehitamist ja paigaldamist tutvuda vastava kirjandusega. Eestis võiks lugeda näiteks Eesti Ornitoloogiaühingu kodulehekülge (Internet 9), kust saab infot erinevate pesakastitüüpide, nende ehituse, paigalase, hoolduse ja kiskjate ohu vähendamise kohta.

6.4.4. Kunstlike pesamaterjalide ohud lindudele

Lisaks looduslike ja alternatiivsete pesapaikade pakkumisele ja kiskjakoosluste kujundamisele avaldavad linnad mõju ka pesamaterjalile. Nimelt on mitmed uuringud täheldanud, et linnud kasutavad linnades pesa ehitusel lisaks looduslikele materjalidele ka mitmesugust prahti. Esmase arutelu käigus võiks eeldada, et sellel ei tohiks erilist kahjulikku mõju olla, kui just pesaehitusel ei kasutata materjale, mis oleksid kuidagi munadele, poegadele või vanematele ohtlikud. Tegelikuses võivad aga pesades leiduvad kunstlikud materjalid poegi ja vanemad mitmel moel ohtu seada. Näiteks viiendas peatükis mainiti katset, kus leiti, et inimtekkelised materjalid pesade välivoodris suurendasid aedrästaste pesade silmatorkavust kiskjatele ning vähendas niiviisi pesade ellujäämistõenäosust (Corrales-Moya jt, 2023). Samuti võivad tehismaterjalid vähendada pesa isolatsioonivõimet, mis võib mõjuda negatiivselt hauduvatele emastele ja nende järglastele (Corrales-Moya jt, 2021). Emased peavad näiteks suurendama oma metabolismikiirust või panustama rohkem aega haudumisele, mille tulemusel jääb neil vähem aega enda eest hoolitsemiseks, ning kui haudumine toimub arenguks ebasobival temperatuuril, võib see kahjustada poegade arengut ja ellujäämist (Corrales-Moya jt, 2021). Tehislikel pesamaterjalidel võib seega olla mõju nii pesaröövluusele, poegade arengule kui ka pesas hauduvatele vanematele.

Eraldi võiks välja tuua sigaretikonid, mis on üheltpoolt näidanud võimet tõrjuda linde ohustavaid parasiite, kuid teisalt võivad need mõjuda lindudele toksiliselt. Sigaretikonide mõju uuriti näiteks Mehhiko pealinnas Méxicos, kus vaadeldi nende mõju aed-karmiinleevikese pesitsusedukusele, poegade immuunvastusele, punaste verelibledete tuumakahjustustele ja pesade ektoparasiitide hulga (Suárez-Rodríguez ja Macías Garcia, 2014). Teadlased järeldasid, et sigaretikonide kasutamine pesas võiks avaldada poegadele vähemalt lühiajalist positiivset mõju, kuna konidest pärit tselluloosi hulga suurenedes pesas vähenes pesitsushooaja lõpuks pesadest leitud ektoparasiitide hulk, suurenes koorumis ja lennuvõimestumise tõenäosus ning poegade kaal (Suárez-Rodríguez ja Macías Garcia, 2014). Samas leiti, et mida suurem oli sigaretikonidest pärit tselluloosi hulk pesas, seda rohkem ilmnes poegade erütrotsüütidel genotoksilisuse märke, mis

viitavad sellele, et konide tselluloosis olevad mürgised ained segavad linnupoegade rakkude jagunemist (Suárez-Rodríguez ja Macías Garcia, 2014). Kuigi uurijatel polnud andmeid selle pikaajalisemast mõjust liigile, oletati, et see võib vähendada lindude eluiga või suurendada kahjustuste parandamiseks vajalike ressursside tarbimist hilisemas elus, nagu seda on nähtud teiste liikide puhul (Suárez-Rodríguez ja Macías Garcia, 2014). Hilisemas Méxicos tehtud uuringus uuriti pesas leiduvate sigaretikonide tsellulooskiudude mõju pesitsevatele aed-karmiinleevikeste ja koduvarblaste vanalindudele, kus avastati erineval määral genotoksilisi kahjustusi mõlemal liigil ning kahjustuste suurus oli seotud pesa ehituseks kasutatud sigaretikonide hulgaga (Suárez-Rodríguez jt, 2017). Kuigi need tulemused ei kajasta sigaretikonide pikaajalisemat mõju, näitavad need, et konide kasutamine pesas ei vähenda ainult parasiitide hulka ja ei tekita punaliblede kahjustusi poegadele (Suárez-Rodríguez ja Macías Garcia, 2014), vaid sellel on ka kulud vanematele, mille ulatus sõltub vanemate rollist pesitsemisel ja erineb seega liigiti (vt lähemalt Suárez-Rodríguez jt, 2017).

Ehkki esmapilgul võib paista nagu soosiks linn osade lindude pesitsemist rohkem kui teiste oma, siis tegelikkuses on sobiva pesapaiga, piisava toidu ja soosiva ümbruskonna toel võimalik mitmetel pesitsustüüpide esindajatel linnas edukalt pesitseda, kuid kõik tüübid ei pruugi olla edukad samas linnaosas ning linnukooslused muutuvad suuremal või vähemal määral linna lõikes. Kuigi maapinnal pesitsejad võivad „linnastunumatel“ aladel kannatada kisklussurve ja häirimise all, on nad sobiva vegetatsiooni ja suurusega linna haljasaladel ja äärelinnas siiski võimelised edukalt pesitsema. Samuti võivad osad neist kasutada hoonete katuseid, kuid see on ilmselt levinum ümbruskonna suhtes paindlikumate liikide puhul. Hästi väljakujunenud puistust ja põõsastikust on ilmselt kasu ka teistele avapesitsejatele ning ilmselt kasutavad osad neist ka inimtekkelisi konstruktsioone. Ka primaarselt õõnsustes pesitsejad saavad linnas hakkama, kui on olemas vanad ja surnud puud. Sekundaarselt õõnsustes pesitsejad saavad kasutada nii looduslikke õõnsusi kui ka tehnilike struktuuride avasid. Tehislike konstruktsioonide võimalusi saavad kasutada ka paljud teised liigid, kaasaarvatud röövlinnud. Mitmetele liikidele pakuvad linnas tuge ka pesakastid ja -platvormid, kuid nende paigaldamine tuleb hoolikalt läbi mõelda, et sellega liikidele hoopis kahju ei tehtaks. Oluline on hinnata pesakastide ümbruskonna võimet toetada liike, sealseid ohte, vajaminevate pesakastide arvu ja mõju ka teistele koosluse liikidele, paigaldada vajadusel kiskjatõkkeid ning tagada pesakastide hooldus. Kuid lisaks kooslusi otseselt soodustavatele teguritele ja kiskjakooslustega arvestamisele, tuleb võtta kasutusele meetmeid linnas leiduva prügi vähendamiseks, kuna osad tehislikud materjalid võivad suurendada pesade silmatorkavust, vähendada pesade isolatsioonivõimet või olla lindudele mürgised.

7. Soovitusi linnaruumi muutmiseks mitmekesise linnukoosluse toetamiseks

Eelnevates peatükkides käsitleti viise, kuidas linnakeskkond saab pakkuda elupaika erinevatele lindudele, millised grupid on linnamõjude suhtes tundlikumad, milliseid ohte linnas leidub ning kuidas kõik need tegurid võiksid mõjutada linnukoosluste kujunemist. Kuid sama oluline, kui nende tegurite tuvastamine, analüüsimine ja mõistmine, on ka ideede välja pakkumine võimalike kitsaskohtade või ohtude leevendamiseks ja linna kui elukeskkonna parandamiseks. Käesolevas peatükis tuuakse soovitusi selle kohta, milliseid muudatusi ja täiendusi võiks teha linnaruumis, et see soosik linnukoosluste mitmekesisust. Siin väljapakutud ideed põhinevad suures osas käesoleva lõputöö autori enda sünteesil varem käsitletud artiklitest ja teemadest.

Heterogeensuse (erinevate elupaigatüüpide arv ühel alal) suurenemine võiks suurendada koosluste mitmekesisust sellel alal, kuna heterogeensel alal on rohkem erinevaid ressursse, mis võiksid toetada erinevate vajadustega liike. Samas on oluline silmas pidada, et kui üks roheala koosneb mitmest elupaigast, siis jääb igale elupaigale seda vähem maad, mida rohkem neid ühel alal on (Chiron jt, 2024). Ala maastiku heterogeensuse ja elupaiga pindala vahel tuleb leida kompromiss ning väiksematel rohealadel on mõistlikum hoida pigem paari suhteliselt suurema pindalaga elupaika, kui mitut võrdlemisi väikest – see võib eriti oluline olla linnaväلتijate kaitsel (Chiron jt, 2024). Nii et rohealade planeerimisel tuleks võimalusel arvestada sealsetes elupaigatüüpides potentsiaalselt elada võivate liikide elupaiga pindala nõudlustega. Samuti on oluline säilitada ja luua suure pindalaga rohealaid, kuna need võiksid omada rohkem ressursse, paremini toetada territoriaalseid liike ja leevendada ümbritseva linnamaastikku negatiivseid mõjusid (häirimine, müra, valgusreostus jne). Samuti võib nii suurte kui ka väikeste rohealade loomisel linnastumise suhtes tundlikumate liikide toetamiseks abi olla korrapärasema kujuga alade loomisest (vt nt Thompson jt, 2022; Wong jt, 2023). Olemasolevate elupaikade muutmise planeerimisel tuleb mõelda ka sellele, kuidas serva vähendamine võiks mõjutada juba olemasolevaid kooslusi, sest osa grupe (ilmselt linnakohanejad ja ekspuaterijad) on hoopiski arvukamad servaaladel, sest see võimaldab neil paremini kasu lõigata inimtekkelistest ressurssidest nagu pesitsuspaigad või toit. Seega võiksid suuremate rohealade sisealad toetada häiringute suhtes tundlikumaid koosluse grupe ning inimtegevusest vähem häiritud liigid/koosluste grupid võiksid teoorias kasutada rohkem suure elupaiga servapoolsemaid alasid, ebakorrapärasema kujuga elupaiga servi ja väiksema pindalaga rohealaid.

Linnasiseste elupaikade planeerimisel on oluline mõelda ka nende ühendatusele üksteise ja looduslike elupaikadega, et luua elupaikade võrgustik. Alade vaheline ühendatus aitab parandada populatsioonide vahelist geenivoolu ja seeläbi vähendada geneetilise vaesustumise riski. Samuti võiks see parandada ressurside kättesaadavust ja mõjuda positiivselt ka lindude saakobjektidele (vt nt Kang jt, 2015). Alade vaheliste ühenduste loomiseks võiks suurendada vegetatsiooni osakaalu tänavatel, luues seeläbi sujumamad üleminekud rohealade ja „linnastunumate“ alade vahel. Ilmselt oleks sellest rohkem kasu liikidele, kes ei ole mingitel põhjustel võimelised ületama tihedalt linnastunud alasid. Vegetatsiooni suurendamine tänavapildis samas mahus ja kujul ei pruugi olla võimalik igas linnas ja/või linnaosas, kus hoonestuse, kõnni- ja sõiduteede süsteem on välja kujunenud, kuid kindlasti tasuks erinevaid haljastusviise kaaluda. Samuti võiks võimalusel vähendada elupaiga sees kõnniteede tihedust, et vähendada sekundaarset killustumist ja häiritust, mida võivad tekitada möödjad lindude toitumisele või pesitsusele.

Vegetatsiooni suurendamisest tänavatel ja sõiduteede ääres võiks abi olla ka teedest ja liiklusest tekkivate negatiivsete mõjude vähendamiseks. Teeäärse vegetatsiooni mõjul oleks lindudel lühem taimkattevaba vahemaa ühelt teepoolelt teiseni ning ületatavat vahemaad võiks veelgi vähendada rohealade lähedaste sõiduteede kitsamaks muutmiseks – sellest oleks ilmselt enim kasu väiksema kehasuurusega liikidele, kes paistavad suuri teid ületama väiksema tõenäosusega (vt nt Johnson jt, 2017). Teeäärne vegetatsioon võiks aidata leevendada ka liiklusrumade (vt nt Van Renterghem jt, 2015) ning autotuledest ja tänavavalgustusest tulenevat valgusreostust. Samuti võiks kaaluda teid ületavate jalakäijasiljade haljastamist, mis võiks muuta suuremate teede ületamise ja elupaikade vahelise liikumise lihtsamaks, kuna vegetatsiooniga sillad meenutaksid rohkem looduslikku elupaika. Liiklusrumade ja müra vähendamiseks võiks kaaluda ka piirkiiruse alandamist suurte rohealade ligiduses.

Kui linnas asub veekogusid, siis tuleks kindlasti tähelepanu pöörata nende seisundile, elustikule ja ümbrusele. Mitmed uuringud on leidnud, et linnasisestel veekogudel on positiivne mõju nii veelindudele kui ka üldisele lindude liigirikkusele (vt nt Ferenc jt, 2014; Xie jt, 2022; Wong jt, 2023), kuid lisaks veekogude olemasolule, on oluline nende elustiku seisundi parandamine, kaldaala loodusläheduse tagamine (vt Xie jt, 2020) ning kaldataimestiku ja ümbruskonna vegetatsiooni soodustamine (vt Keten jt, 2020). Seda saaks teha näiteks kinni kasvavate ja/või reostunud veekogude taastamisega ja heas seisundis olevate veekogude kaitsmisega. Lisaks võiks veekogudeta elupaikadesse ja ka mujale linnas (nt väljakutele ja tänavatele) paigaldada joogikohti nagu purskkaevud, väikesed tiigid või nõud, mis täituksid vihma ajal veega ja meenutaksid oma olemuselt looduslikke joogikohti (vt nt Tryjanowski jt, 2022). Samuti võiks kaaluda veel võimalusi

vihmavee kogumiseks ja kasutamiseks linna elurikkuse soodustamiseks. Joogikohtade paigaldamine ja vihmavee kasutamine võib eriti oluline olla kuivema ja/või soojema kliimaga aladel, kuid arvestades toimuvat kliimasoojenemist, on täiendavate veesilmade loomine linnas oluline igal pool maailmas.

Taimeliikide valikul võiks nii avalikus ruumis kui ka eraaedades keskenduda põhiliselt kodumaistele taimedele, kuna need soosivad pärismaised selgrootuid ja linnuliike. Kuid samas ei ole kõik taimede võõrliigid negatiivse mõjuga, kuna osasid neist saavad kasutada ka pärismaised linnuliigid (vt nt Gray ja van Heezik, 2016). Seega oleks parim kaasata haljastusse võimalikult palju kohalikke taimeliike, mis toetaksid erinevaid lindude pesitsus- ja toitumisgruppe ning kaasata ka osasid mitteinvasiivseid võõrliike, kes oleksid võimelised pakkuma ressursse ka kohalikele loomaliikidele. Lisaks mängib rolli taimestiku struktuuriline mitmekesisus, mis pakuks ressursse erinevatele pesitsus- ja toitumisgruppidele ning varjupaiku potentsiaalsete kiskjate ja inimeste vältimiseks. Struktuurilist mitmekesisust saab luua erinevate rinnetega – kasutada erineva kõrgusega puid ja põõsaliike, soodustada rohurinde kasvu harvema niitmisega jne. Rohurindes võiks kasutada ka näiteks erinevaid kodumaiste taimede seemnesegusid, et pakkuda mitmekesiseid toitumisvõimalusi nii selgrootutele kui ka lindudele.

Samuti võib linnukoosluste kujunemisel rolli mängida rohealade hooldamine. Hooldamata või vähem hooldatud ja struktuuriliselt mitmekesine vegetatsioon võiks eriti kauslik olla maapinnal pesitsejatele, kuna see vähendab pesade nähtavust kiskjatele ning seega võiks maapinnal pesitsejate toetuseks luua äärelinna lähedastele rohealadele, kus osade uuringute kohaselt oli pesaröövlus maapinnal pesitsejatele väiksem (vt nt Jokimäki ja Huhta, 2000; Jokimäki jt, 2005), või ka teistele rohealadele, kus on teada, et need alad on võimelised toetama või juba omavad maapinnal pesitsevaid liike, piirkonnad, kus oleks pesitsushooajal piiratud inimtegevus nagu haljastustööd ja suured külastajate arvud. Muidugi ei pea inimtegevust täiesti lõpetama aladel, mis juba omavad elujõulisi maapinnal pesitsejate populatsioone, kuid ka seal oleks kasu kaitsvast vegetatsioonist ning linnaelanike ja haljastustöötajate informeerimisest. Samuti võiks struktuuriliselt mitmekesised ja hästi väljakujunenud alustaimestikuga alad toetada putuktoidulisi, kuna sellised alad võivad suurendada putukate liigirikkust. Kuid siinjuures on oluline uurida ka aladel juba väljakujunenud elustikku. Võimalik, et rohealale on hooldamise mõjul tekkinud mõni unikaalne kooslus ning seega võiks alade hooldamise lõpetamine/piiramine kaotada juba väljakujunenud kooslusi. Ilmselt oleks taimkatte kujundamisel vajalik uurida, millist elupaigatüüpi loodav/hooldatav roheala kõige rohkem meenutab ja milliste toitumis/pesitsus omadustega linnuliikidele see elupaika pakub või võiks pakkuda ning teha edasised otsused vastavalt sellele.

Lisaks on oluline soosida rohealade loomulikku arengut ja ka vananemist. Mitmed uuringud on leidnud positiivse seose elupaiga vanuse ja sealse lindude liigirikkuse ja mitmekesisuse vahel (vt nt Ferenc jt, 2014; Thompson jt, 2022), mis peegeldab nende säilitamise olulisust. Elupaiga vananedes muutub selle iseloom – lisandub juurde elemente, mida nooremates elupaikades niipalju ei leidu, ning toimub ka koosluste muutumine. Ühed olulisemad vanema elupaiga elemendid on ilmselt vanad ja surnud puud, mis pakuvad nii rohealadel kui ka eraaedades pesapaiku ja toitumisvõimalusi primaarselt õõnsustes pesitsevatele liikidele, kelle tehtud pesaõõnsusi saavad hiljem kasutada ka sekundaarselt õõnsustes pesitsejad (vt nt Fröhlich ja Ciach, 2020). Kuna püstiste surnud puude ja okstega kaasneb aga ohte, tuleb leida lahendusi, kuidas neid ohte minimeerida. Ilmselt oleks siin abi haljastustöötajatest, kes hindaksid, milliseid puid oleks ohutu alles jätta ning millised tuleks maha võtta. Fröhlich ja Ciach (2020) pakkusid ühe lahendusena välja, et avalikel rohealadel võiks luua eraldi alad, kus lastakse surnud puidul koguneda, ning informeeritakse sellest ka linnaelanikke, et nad mõistaksid surnud puidu väärtust. Selline lahendus võiks töötada suurematel rohealadel. Puude langetamisel tasuks aladele alles jätta ka lamapuitu, mis võiks toetada selgrootuid ja lisada maastikusse struktuurilist mitmekesisust.

Kui rääkida linnas leiduvate ohtude leevendamisest, siis ka siin on mõningaid meetmeid, mille rakendamist võiks kaaluda. Ühed antud lõputöös palju puudutatud ohud on kisklus ja pesaröövlus, mille vähendamiseks võiks abi olla kaitsva vegetatsiooni suurendamisest, mis pakuks varje- ja põgenemispaiku, ning sekundaarse killustatuse vähendamise rohealade sees, mis võiks vähendada linnupesade nähtavust, neile ligipääsetavust ja soosida väikekiskjate arvukust reguleerivate suurkiskjate esinemist (vt nt Matthews jt, 1999). Ühe spetsiifilisemalt asulatega seotud kiskja, kodukassi, nii otsest kui ka kaudset negatiivset mõju lindudele on nähtud mitmetes uuringutes (vt nt Baker jt, 2008; van Heezik jt, 2010; Bonnington jt, 2013; Shipley jt, 2013). Kasside kisklussurve mõju vähendamise meetmetena pakuti nimetatud uuringutes näiteks kellukestega kaelarihmasid, mis teeksid kassid saakobjektidele kuuldamavaks, kasside õues oleku aja piiramist või nende ainult toas pidamist. Samuti võiks abi olla kassidega jalutamisel rihma kasutamisest. Ainult kellukese jm kasside kohalolust märku andvate seadmete kasutamise miinuseks võib aga olla see, et need võivad suurendada lindude poolt tajutava ohtliku ala raadiust veelgi (Bonnington jt, 2013), nii et nende tõhusust tuleks veel uurida. Seega võiks ohu likvideerimiseks parim viis olla kasside toas hoidmine, mis võiks vähendada ka kassidele endale linnas leiduvatest ohtudest (liiklus, kassikaklused, haigused jne) põhjustatud suremust ja vigastusi (Bonnington jt, 2013). Samuti võiks teha täiendavaid pingutusi hulkuvate kasside populatsioonide vähendamiseks. Nende võimaluste rakendamisel on võtmeteguriks teavitustöö kassiomanike ja ka

ülejäanud linnaelanike seas. Samas tõid van Heezik jt (2010) välja, et kassid on ka olulised näriliste arvukuse reguleerijad ning seega võib kasside populatsiooni vähendamine põhjustada näriliste arvukuse tõusu, millega võivad kaasneda näiteks terviseriskid inimestele ja pesaröövlussurve lindudele. Selle ohu vähendamiseks võiks abi olla näriliste looduslike vaenlaste, näiteks röövlindude, linnas elutsemise soosimisest. Röövlindudele võiks olla abi näiteks sobivatele rohealadele ja mõnel juhul ka kõrghoonetele paigaldatud pesakastidest (vt nt Gahbauer jt, 2015). Kuid sellisel juhul on oluline kindlaks teha, et neile oleksid tagatud piisava suurusega pesitsus- ja jahiterritoriumid ning et ümbritsev maastik oleks pesitsuseks ja jahipidamiseks piisavalt ohutu. Röövlindude lisandumine kooslusesse aitab suurendada ka koosluste mitmekesisust ning tagada koosluse jätkusuutlikust, kuna röövlinnud võivad reguleerida ka suure populatsiooni suurusega linnuliikide arvukust.

Selleks et vähendada lindude kokkupõrkeid hoonetega, võiks näiteks klaashoonetel ja suurte akendega hoonetel vähendada klaaspinna osakaalu, klaaside suurust ja lähedust üksteisele, et vähendada peegeldava pinna osakaalu, ning vähendada taimkatte kõrgust või osakaalu klaasmajade ligiduses, kuna vegetatsiooni peegeldused klaasil võivad jätta mulje, justkui oleks peegeldus puu ning linnud võivad seetõttu vastu klaasi lennata (vt nt Klem Jr jt, 2009; Parkins jt, 2015; Riding jt, 2020). Samuti võiks abi olla aknaklaase nähtavamaks muutmiseks märgistest või spetsiaalsetest UV-töödeldud klaasidest (vt nt De Groot jt, 2022). Viimase puuduseks võib olla linnuliikide erinev võime tajuda UV-valgust ja UV-valguse aastaajaline, laiuskraadiline ja päevane erinevus alal (De Groot jt, 2022). Neid võimalusi tuleks arvestada nii uute hoonete planeerimisel kui ka vanade ohutumaks muutmisel. Hoonestuse negatiivse mõju vähendamisest oleks ilmselt suurim abi õhust toidu otsijatele, neil, kes kaustavad kõrghooneid või nende lähedast taimestikku elupaigana, ning neil, kes peavad rohealade vahel liikumiseks läbima linnastunumaid alasid.

Mürareostus võib mõjutada lindude omavahelist kommunikatsiooni ja seeläbi pesitusedukust, koidulaulu algust ning anda eelise neile liikidele, kelle laulu sagedus erineb inimtekkelise müra omast (vt nt Francis jt, 2011; Halfwerk jt, 2011; Schroeder jt, 2012; Nordt ja Klenke, 2013) ning seega tuleks kaaluda, testida ja kasutada lahendusi, mis võiksid linna mürareostust vähendada. Mürareostuse vähendamise meetmeteks on näiteks rohealade ääreosa ja teede lähedase vegetatsiooni suurendamine, erinevate müratõkete nagu gabioonide ja muldvallide kasutamine, katuste ja hoonete fassaadide vegetatsiooniga katmine ning pinnakatte muutmine (vt lähemalt Van Renterghem jt, 2015). Müra summutamiseks on ilmselt viise veelgi ning see, milline lahendus sobiks kõige paremini, sõltub ilmselt konkreetse linna ja/või linnaosa ja seal leiduva müra olemusest. Samuti on oluline mõelda, kas ja kuidas need meetodid takistaksid lindude ja teiste

loomade liikumist elupaikade vahel. Need meetmed aitaksid parandada ja võrdsustada lindude omavahelise kommunikatsiooni võimalusi, vähendada mürast tekkivat stressi ja võib-olla ka parandada kiskjate tuvastamist.

Kunstlik öövalgus mõjutab nii lindude rännet, orienteerumisvõimet, ööpäevast rütmi, hommikuse koidukoori algust, paarilise valikut, sigimisedukust kui ka füüsilist seisundit (vt nt Kempenaers jt, 2010; Van Doren jt, 2017; Horton jt, 2019; Wang jt, 2021). Sügis- ja ka kevadrände ajal oleks kasu linna valgustuse vähendamisest, mille saavutamiseks võiks korraldada teavituskampaniaid ning tähelepanu pöörata suurtele ja valgusküllastele ehitistele jm konstruktsioonidele (nt suured valgusinstallatsioonid), et kaaluda nende valgustuse vähendamist või võimalusel ka välja lülitamist (Van Doren jt, 2017; Horton jt, 2019). Parkides ja rohealade lähedastel kõnniteedel võiks näiteks öösiti kasutada valgustust, mis oleks hilisõhtust hommikuni mahedam või mis süttiks alles siis, kui inimene alal liigub – viimane aitaks ilmselt vähendada ka linna valgustuskulutusi. Kunstvalguse vähendamisest on ilmselt rohkem kasu avapesitsejatele, rändlindudele, neile, kes pesitsevad laternapostide ligiduses ning neile liikidele, kellel toimub partneri valik laulu järgi.

Kuna linna soojussaarega kaasneb nii positiivseid (pikem vegetatsiooniperiood, soojem talvine mikrokliima) kui ka negatiivseid (lindude koosluste, sigimis- ja rändekäitumise muutumine, kuumastressi oht) külgi, siis on raske üheselt oletada, kuidas selle mõju suuremahulisem vähendamine linnukooslusi võiks mõjutada. Linna soojussaare efekti vähendamise viisideks on näiteks hoonete ja sillutiste soojuse neelamise ja emiteerimise omaduste muutmine, vegetatsiooni suurendamine, katuste albeedo suurendamine jne (Phelan jt, 2015). Linna soojussaare efekti vähendamisest võiks kasu olla näiteks rändlindudele, kes võivad muutuda soojema kliima tõttu linnas paikseks või kes satuvad rände tõttu paiksete liikidega võrreldes kehvemasse seisu, sest neil pole võimalik lugeda pesitsuseelseid märke pesitsusala tingimuste kohta. Samuti võiks linna temperatuuri vähendamine leevendada soojematel aastaagadel kuumastressi ohtu.

Ohtudest tuleks veel ära mainida erinevad reostusallikad, mis võivad mõjutada lindude füüsilist seisundit ja sigimisedukust (vt nt Roux ja Marra, 2007; Suárez-Rodríguez ja Macías Garcia, 2014; Bauerová jt, 2017; Corrales-Moya jt, 2023). Reostuse probleemidega tegelemisel on oluline analüüsida kohalikku reostustaset, kontrollida pärandreostuse võimalusi, välja selgitada võimalikud reostusallikad ning vastavalt neile andmetele teha pingutusi reostuse vähendamiseks ja likvideerimiseks. Tööstusest ja liiklusest tuleneva reostuse vähendamiseks tuleks seada piiranguid või keelustada ohtlike ainete kasutamist ning võtta kasutusele meetmed nende loodusesse sattumise vähendamiseks. Prügist põhjustatud ohtude vähendamiseks võiks näiteks tõsta elanikkonna teadlikust reostuse ohtudest, parandada tänavapuhastuse meetodeid ning

kasutada avalikus ruumis ja soovitada ka eramute omanikel ja korteriühistutel kasutada sellised prügikaste, kuhu loomad ligi ei pääseks. Võimalik, et prügis leiduvate toidujäätmete kättesaadavuse vähenemine aitaks kontrolli alla saada ka osade lindudest ekspuaterijate ja näriliste arvukusi, kuid samas ei ole ilmselt selle pikaajalisemad mõjud linna linnukooslustele veel teada. Puhtamast linnaruumist oleks kasu ka inimestele, kuna see muudaks ümbruskonna kaunimaks ja aitaks vähendada närilistega seotud terviseriske.

Lisaks eeltoodule saaksid inimesed pesakastide ja -platvormide paigaldamisega soosida lindude pesitsemist linnades aladel, kus ümbritsev maastik oleks võimeline toetama sihtliike, kuid kus on puudu looduslikest ja/või inimtekkelistest pesapaikadest. Sedasi on võimalik toetada erineva pesatüübi ja toitumiskäitumisega liike sekundaarselt õõnsustes pesitsejatest röövlindudeni ja/või leevendada konkurentsi pesakohtade üle. Samuti võiksid pesakastid asendada pesitsuspaiku, mis kaovad hoonete renoveerimise käigus, kui sulgetakse lindude poolt kasutatud avad (vt nt Dulisz jt, 2022). Kuid nagu Dulisz jt (2022) oma uuringus välja tõid, on pesakastide kasutamisel oluline hinnata nende vajalikkust, paigaldatavate kastide arvu, arvestada pesakasti valikul ja paigutamisel sihtliigi vajadustega ning tagada pesakastide regulaarne hooldamine. Samuti tuleb mõelda sellele, millised liigid peale sihtliigi võiksid veel kaste kasutada, kuidas see mõjutaks väljakujunenud linnukooslusi ning kas ja milliseid kiskjatõkkeid tuleks kastidele paigaldada. Kui pesakaste ja -platvorme plaanitakse paigaldada suuremas mahus, oleksid ilmselt vajalikud teadlaste või keskkonnaspetsialistide eelnevad hinnangud ja järgnevad seired uute pesapaikade mõju hindamiseks. Ühtlasi võiks mittedestruktiivsete meetoditega takistada lindude pesitsemist inimtekkelistel struktuuridel, kus see võiks olla ohtlik nii lindudele kui ka infrastruktuurile (vt nt Liu ja Li, 2024). Sellised paigad on näiteks elektritaristu struktuurid ja lennuväljad.

Veel üks võimalus, kuidas inimesed saavad otseselt linnukooslusi mõjutada, on lindude lisatoitmine. Nagu eelnevalt mainiti, kaasneb sellega mitmeid ohte, nagu haiguste levik, võõrliikide toetamine ja kiskluse risk, kuid kuna toitmine on rõõmupakkuv tegevus paljudele inimestele (vt kaheksandat peatükki), siis tundub selle täielik peatamine kaheldav. Samuti võiks see halvasti mõjuda lisatoitmisega harjunud kooslustele. Kui toitmist tehakse vastutustundlikult (vt kuuendat peatükki) ja kasutatakse erinevaid toiduobjekte, on sellega võimalik toetada mitmeid, peamiselt seemnetoidulisi ja omnivoorseid liike, kuid see sõltub pakutavast toidust ja ümbruskonna kooslustest. Võib-olla oleks kasu, kui enne talvise toitmise hooaega teha teavitustööd või luua/täiendada sellekohaseid veebimaterjale, et inimesed teaksid, kuidas linde toita. Piirkondades, kus on aga probleeme võõrliikidega, tuleks inimesi informeerida sellest, millised toiduobjektid soosivad võõrliike ja millised kohalikke liike ning vajadusel seada lindude

toitmisele keelud/piirangud, et võõrliigid ei saaks teiste liikide ees täiendavaid eeliseid. Veelindude elupaigad võiks varustada teavitustahvlitega, mis selgitaksid veelindude toitmiseiga seotud ohte. Samuti võiks sarnaseid silte, kus on infot ka seelses elupaigas elavate liikide kohta, paigaldada ka teistele linna rohealadele, kuna see võiks kanda loodushariduslikku eesmärki – võimalik, et kui inimesed teavad ennast ümbritseva linnalooduse ja seda varitsevate ohtude kohta rohkem, on nad suurema tõenäosusega valmis andma oma panuse nende kaitseks.

Tuleb mainida, et kõik siin peatükis välja toodud meetmed, ohud ja elupaiga elemendid ei pruugi kõikidele linna liikidele ja kooslustele samamoodi mõjuda või sobida ning iga linna ja elupaiga jaoks tuleb leida sellele sobivate lahenduste komplekt. Sellele vaatamata usub käesoleva lõputöö autor, et neist ideedest võiks kasu olla, et muuta linnu lindudele paremaks elupaigaks ja soosida nende koosluste mitmekesisust. Eelnimetatud meetmete tõhususe tagamiseks on kindlasti oluline teha ka teavitustööd elanikkonna seas, et nad oleksid toimuvate muutuste suhtes sallivamad, mõistaksid nende põhjuseid ning oleksid valmis linna ja looduskaitsetega koostööd tegema. Samuti tuleks kuulata elanike muresid ja tuua näiteid selle kohta, kuidas plaanitavad muudatused võiksid kasu tuua ka linlastele endale.

8. Mitmekesise linnalooduse ja linnukoosluste positiivne mõju inimestele

Kuigi demograafiline kasv on hakanud aeglustuma, jätkab ennustuste järgi linnaelanike osakaal siiski kasvu 2020. aasta 50 protsendilt 2070. aastaks 58 protsendini ning kasv on eriti tugev madala sissetulekuga riikides, kus linnaelanike arv peaks aastaks 2070 suurenema kaks ja pool korda (Internet 1). Sellises linnakeskses maailmas võivad inimesed, kellel pole võimalik urbaniseerunud keskkonnast väljas käia, kaotada oma sideme loodusega (Maller jt, 2006; Soulsbury ja White, 2015). Selle leevendamisele võivad kaasa aidata koosluste- ja liigirikkad pargid ning rohelisem linnaruum. Osad uurijad on leidnud, et looduse lähedus linnaelanike elu- ja tööpaigale avaldab positiivset mõju, mis väljendub inimeste rahulolu suurenemises oma kogukonna, töö ja elu suhtes (Kaplan ja Kaplan, 1989). Selles peatükis tuuakse välja näiteid uuringutest ja ülevaadetest, mis käsitlesid lindude ja ka teiste eluslooduse komponentide mõju linnaelanikele.

Maailma eri paigus on uuritud nii lindude kui ka ülejäänud eluslooduse mõju inimese vaimsele tervisele ja heaolule. Osa neist on kinnitanud lindude või looduse positiivset mõju linnaelanikele. Kui vaadelda bioloogilist mitmekesisust üldisemalt, siis Wood jt (2018) leidsid Suurbritannias Bradfordis floora ja fauna bioloogilise mitmekesisuse ja inimeste heaolu vahel seose, kuid ei leitud seost looduse tekitatud heaolu ja inimeste vanuse vahel ning parkidele ligipääsetavusel oli mõju inimeste tervisele vaid väga kehva tervisega rahvusvähemuste puhul. Fuller jt (2007) avastasid Suurbritannias Sheffieldis, et linna haljasalade liigirikkusel oli positiivne mõju inimeste psühholoogilisele heaolule ning rohealade kasutajad olid võimelised enam-vähem tajuma ka mõne konkreetse taksoni liigirikkust, mis oli täpsem taimede kui liblikate ja lindude puhul. Uurijad tõdesid, et taimede liigirikkusel oli inimestele suurem efekt, kuid lindude liigirikkusel oli seos paiga ja inimese vahelise emotsionaalse sidemega (Fuller jt, 2007). Belaire jt (2015) leidsid USAs Chicagos, et sealsed elanikud väärtustasid mitmeid naabruskonna lindudega seotud aspekte, näiteks nende esteetilist ja ökoloogilist väärtust, ning uurijad pakkusid, et võib-olla on linna lindude üks olulisimaid omadusi olla ühenduslüli elanike ja keskkonna vahel. Teisalt seostusid inimestele osade lindudega ka nende negatiivsed omadused (valjud helid, vara kahjustamine), kuid elanikud pidasid seda vaid vähesel määral häirivaks (Belaire jt, 2015). Samuti leiti, et asukad ei suuda kuigi hästi tajuda oma naabruse lindude liigirikkust ja alahindasid seda ning selgus, et inimesed seostavad lindude positiivseid mõjusid pigem oma arusaamaga bioloogilisest mitmekesisusest kui tegeliku mitmekesisusega (Belaire jt, 2015). Viimase ebakõla lahenduseks võiks olla elanikkonna teavitamine ja harimine nende kodukoha looduse osas (Belaire jt, 2015).

Samas ei ole mitmed teised uuringud siiski seost inimese heaolu ja lindude arvukuse või liigirikkuse vahel leidnud. Dallimer jt (2012) järeldasid oma Suurbritannias Sheffieldis tehtud uuringute põhjal, et järjepidev seos taime-, liblika- ja linnuliigirikkuse ning linna haljasalade küllastajate psühholoogilise heaolu vahel puudus. Samas esines positiivne seos liigirikkusega, mida küllastajad tajusid, kuigi see ei langenud kokku tegeliku rikkusega (Dallimer jt, 2012) – viimane sarnaneb Belaire jt (2015) tulemustega. Samas leiti, et heaolu oli positiivselt seotud lindude tihedusega uuritud aladel ja puistu katvusega (Dallimer jt, 2012). Fisher jt (2021) ei leidnud Lõuna-Ameerikas Guyanas Georgetowni linnas seost lindude bioloogilise mitmekesisuse ja elanike hetkelise heaolu vahel, kuid seos esines heaolu ning rohe- ja rannikualade esinemise vahel. Kuna esineb tulemusi nii lindude positiivse mõju kinnitamiseks kui ka ümberlukkamiseks, tuleb järeltada, et need seosed on keerulisemad, kui võiks esmapilgul arvata. Siin välja toodud tulemuste põhjal võib aga oletada, et positiivne seos looduse mingi elemendi ja inimeste vaimse heaolu vahel on seotud inimeste teadmistega loodusest ning veel olulisem, kui lindude tegelik mitmekesisus, võib olla see, kuidas inimesed seda mitmekesisust tajuvad. Samuti võib arvata, et teatav positiivne mõju lindudel linlaste psühholoogilisele heaolule esineb ning linnud võivad omada rolli inimese ja looduse vahelise sideme kujundamisel ja säilitamisel – see võib omakorda avaldada mõju elanikkonna looduskaitsele hoiakule.

Uuringuid teostades ja järeldusi tehes tuleb arvestada asjaoluga, et maailma eri piirkondade kultuurilised erinevused ja traditsioonid võivad mõjutada inimeste suhtumist lindudesse, mis omakorda võib mõjutada kasu ulatust, mida linnaelanikud linnustikust saavad. Näiteks avastasid Clucas ja Marzluff (2012) oma uuringus, et Saksamaal Berliinis elavad inimesed suhtusid lindudesse palju paremini ja olid nende suhtes rohkem soosivad, kui USA-s Seattle'is elavad inimesed, kes heidutasid linde palju rohkem. Viimane mõjutab omakorda lindude lendu tõusmise kaugust (Clucas ja Marzluff, 2012), mis peegeldab nende ohutaju, antud juhul inimeste suhtes. Samas tuleb mainida, et heidutav käitumine oli Seattle'is ilmselt suunatud rohkem näiteks vareste (*Corvus*) kui punarind-rästaste (*Turdus migratorius*) vastu (Clucas ja Marzluff, 2012). Soulsbury ja White (2015) tõid samuti oma ülevaates inimeste ja looduse interaktsioonide kohta välja, et inimeste kultuuriline ja majanduslik taust võivad mängida rolli selles, kas kõnealune sündmus, mis inimese ja looduse vahel aset leiab, on tõlgendatav kui inimese ja looduse vaheline konflikt või mitte. Sellistes olukordades oleks ilmselt abi teavitustööst ja loodushariduse edendamisest (Soulsbury ja White, 2015), kuid ajalooliselt kujunenud suhtumise muutmine võtab arvatavasti rohkem aega ning ei saa eeldada, et kõik selle omaks võtaksid.

Samuti võivad erinevused esineda näiteks vanuserühmade vahel (Luck jt, 2011; Cox ja Gaston, 2016), sest inimeste suhtumine ja väärtused võivad elu jooksul muutuda. Näiteks Lucki jt (2011) üheksas Austraalia linnas läbiviidud uuringu, kus vaadeldi loodusega tekkinud sideme ja inimeste heaolu seotust taimkatte ja lindudega, tulemused olid palju mõjutatud demograafilistest teguritest, näiteks soost, vanusest, elukohast ja üldisest aktiivsusest. Sellele vaatamata leiti, et inimeste heaolu oli seotu taimkatte ja linnastumise tasemega, millest järeldati, et haljasalade ja linnastumise omavaheline suhe võib olla palju tugevamalt seotud heaoluga, kui üksikud roheala elemendid (Luck jt, 2011). Samuti võib inimeste heaolu mõjutada see, kui turvaliselt nad ennast rohealal tunnevad (Fisher jt, 2021), sest tõenäoliselt ei saa inimene oma kogemust nautida, kui ta tunneb ennast ohustatuna näiteks kuritegevusest. Kuigi linnukoosluste liigirikkuse seos inimeste heaoluga ei ole kõigis kultuuriruumides ja vanusegruppides otseselt tajutav, on olemas kaudsed viisid, mille kaudu avaldab mitmekesisem linnukooslus positiivset mõju pea kõigile linlastele.

Üks tegur, mille poolest võivad linnud osutada kasulikuks nii keskkonnale kui ka inimestele ning mille toimimiseks on koosluste mitmekesisus oluline, on ökosüsteemiteenuste (ingl *ecosystem services*) pakkumine. „Ökosüsteemiteenused on väga mitmesugused keskkonnakaitse, sotsiaalsed ja majanduslikud hüved, mida ökosüsteemid inimkonnale pakuvad“ ning need jagatakse nelja kategooriasse, milleks on varustusteenused (ingl *provisioning services*), reguleerivad teenused (ingl *regulating services*), tugiteenused (ingl *supporting services*) ja kultuuriteenused (ingl *cultural services*) (Internet 10). Enamus lindude pakutavaid ökosüsteemiteenuseid on seotud nende toitumiskäitumisega, mille abil nad liigutavad ainet ja energiat ökosüsteemi erinevate osade vahel (Wenny jt, 2011). Kuna lindude poolt pakutavaid ökosüsteemiteenuseid on palju, tuuakse siin välja vaid need teenused, mida võiksid pakkuda linnas elavad linnud sealsetele inimestele. Esimene on kahjuritõrje, kuna linnud võivad süüa putukaid ja närilisi, kes ohustavad linna- ja eraaedade vilju ja ilutaimi, parkide taimestikku (Wenny jt, 2011; Soulsbury ja White, 2015; Whelan jt, 2016) ja inimeste heaolu või tervist. Samuti võivad nad aidata kontrollida ootamatuid putukapuhanguid (Wenny jt, 2011). Teiseks on linnud seemnete levitajad ning osade taimede tolmeldajad (Wenny jt, 2011; Whelan jt, 2016) ning seega saavad nad toetada haljasalade ja aedade iseseisevat arengut ja jätkusuutlikku toimimist. Kolmandaks on osad linnud raipesööjad ning seega on neil aineringes täita oluline roll nii jäätmete eemaldamise kui ka haiguste leviku pidurdamise kaudu (Wenny jt, 2011; Whelan jt, 2016). Linnud pakuvad ka kultuuriteenuseid, olles inimestele inspiratsiooniks näiteks kunstis, fotograafias, muusikas, tele- ja filmikunstis, teaduses, sümbolismis ja religioonis ning annavad inimestele võimaluse oma vaba aega sisustada linnuvaatlusega (Whelan jt, 2016). Neid väiteid toetab näites Coxi jt (2018) kolmes

Inglismaa linnas tehtud uuringud, kust ilmnis, et inimestele kultuuriteenuseid pakkuvaid liike oli palju rohkem, kui neid, kelle käitumine põhjustab konflikte – see sarnaneb Belaire jt (2015) tulemustega. Kultuuriteenuseid pakkuvate liikide arvukus oli suurim keskmise asustustiheduse juures, kus elupaigad koosnesid enamasti eraaedade ja avalike haljasalade mosaiigist, mis viitab ka sellele, et sealsed elanikud kogevad suurema tõenäosusega lindudega seotud positiivseid kogemusi (Cox jt, 2018). Samuti tuleb mainida, et konfliktsete lindude rikkus ja arvukus kasvas koos inimeste tihedusega (Cox jt, 2018). On ilmne, et eeltoodud teenused puudutavad rohkemal või vähemal määral kõiki linnaelanikke. Tagamaks lindude ökosüsteemiteenuste mitmekesisust, on vajalik soodustada mitmekesiste linnukoosluste teket ja püsimist, sest mitmete teenuste üksikuid aspekte teostavad erinevad linnuliigid, kes kõik kokku, koos ülejäänus elusloodusega, on võimelised looma toimivad ökosüsteeme linnades. Viimane on võimalik, kui inimesed soodustavad selleks vajalikke baastingimusi ja leevendavad või eemaldavad probleemkohti.

On mitmeid viise, kuidas linnaelanikud saavad suurendada oma vaimset sidet kodukoha lindudega ning ennast rohkem kurssi viia nende koosluste mitmekesisusega. Sellisteks tegevusteks on näiteks lindude talvine toitmine, pesakastide ehitamine, osalemine harrastusteaduses või niisama linnuvaatluse harrastamine. Lindude söötmine on paljude inimeste jaoks oluline tegevus ja loodusega ühenduse hoidmise vorm (Jones, 2011; Soulsbury ja White, 2015), mida saavad praktiseerida aiaomanikud, koolid, lasteaiad, asutused aga ka kortermajade elanikud näiteks terve ühistuga. Kui lindude söötmist õigesti teha (vt kuuendat peatükki), siis võib hoovidesse ja rohealadele meelitada mitmeid liike. Lindude söötmine võib inimestele tekitada näiteks rõõmu, missioonitunnet ja kiindumust sulelistesse (Jones, 2011). Seda kinnitavad ka Coxi ja Gastoni (2016) kolme Inglismaa linna uuringu tulemused, kus leiti, et regulaarsed toitjad tundsid ennast linde jälgides lõdvestunult ja loodusega seotult ning uskusid, et toitmine on kasulik ka lindudele. Uurijad järeldasid, et lõõgastus, mida inimesed kogesid, võiks alandada nende stressi ning oleks hea viis, kuidas vähendada vaimse tervise probleemidega kaasnevaid kulutusi (Cox ja Gaston, 2016). Võib oletada, et inimestel on rohkem rõõmu sellest, kui nende söögimajakesi külastab palju erinevaid liike, kui vaid paar arvukamat – see on aga tõenäolisem liigirikka koosluse puhul. Teine viis, kuidas oma seotust lindudega suurendada, on ehitada pesakaste. Kuna erinevad linnuliigid pesitsevad erineva disainiga pesakastides, võib olla tegu hea viisiga, kuidas inimesed saavad oma aeda või naabruskonda pesitsema meelitada erinevaid linnuliike (Internet 9), kuid sarnaselt söötmisele tuleb ka siin järgida mõningaid põhimõtteid (vt kuuendat peatükki). Kolmanda variandina saavad linnaelanikud linde paremini tundma õppida, kasutades erinevaid rakendusi ja teostades vaatlusi. Belaire jt (2015) väitsid, et rakenduste kasutamine ja liikide määramine on hea

ja kaasahaarav viis, kuidas inimene saab tutvuda oma kodukoha loodusega ning ilmselt on see ka üks lihtsamaid meetodeid enda harimiseks. Samuti on sellel teaduslik väärtus, kui kasutatakse rakendust, millega saab oma vaatlused üles laadida andmebaasi, kus need võivad olla vajalikuks infoks teadlastele ja teistele huvilistele (Whelan jt, 2016). Ilmselt on inimestel huvitavam avastada rikkamaid kui kesiseid kooslusi, nii et mitmekesisusel kooslustel võib olla ka võime hoida inimeste huvi looduse vastu. Loetletud tegevused võivad pakkuda inimestele positiivseid emotsioone, eneseteostust ja -harimise võimalust ning anda lisa põhjuse aja veetmiseks roheluses üksi, koos pere või sõpradega – need tegurid võiksid samuti soodustava elanike vaimset heaolu.

Lisaks eeltoodule võib oletada, et püüdes parandada linna ja selle rohealade kvaliteeti pidades silmas linna linnukoosluseid, avaldatakse sellega kaudselt positiivset mõju ka inimestele. Näiteks, kui taastatakse linnade jõgesid, puistuid ja seisuveekogusid, parandatakse nende pakutavate ökosüsteemiteenuste kvaliteeti (Elmqvist jt, 2015). Selle tulemuseks on näiteks linna mikrokliima efektiivsem reguleerimine, õhukvaliteedi paranemine ja kultuuriteenuste mitmekesisuse suurenemine, mis on kasulik nii sotsiaalselt kui ka majanduslikult, tuues hektari kohta isegi mitmetuhande dollarilisi kasusid aastas (Elmqvist jt, 2015). Samuti võib mõnede lindudele ohtlike tegurite leevendamine või kõrvaldamine tuua kasu ka inimestele. Näiteks võib mürareostuse vähendamine avaldada positiivset mõju inimeste tervisele. Sellele viitab Indias Bardhamanis läbiviidud küsitlus, millest selgus, et pikka aega kõrges müratasemes elanud inimestel võivad esineda näiteks kuulmislangus, unehäired ja südameveresoonkonna häired (Gupta ja Ghatak, 2011). Sellest järeldub, et isegi kui lindude otsene seos ja selle ulatus inimeste heaolule ja tervisele ei ole täpselt teada, siis tegurid, mis aitavad kaasa mitmekesisuse linnukoosluste kujunemisele linnas, võivad olla kasulikud ka seal elavatele inimestele.

Rikastel linnukooslustel esineb linnaelanikele mitmekülgne mõju. Maller jt (2006) tõid oma ülevaates välja, et pargid ja loodust sisaldav linnaruum ei kaitse ainult bioloogilist mitmekesisust, vaid loob aluse linnaelanike heaolule ja tervise edendamisele. Seega võib siinsetest argumentidest olla kasu veenmaks arendajaid, ametnikke ja looduskaugemaid inimesi, et lindude ja teiste looduse komponentide mitmekesisuse soodustamine linnaruumis ei avalda positiivset mõju ainult loodusele, vaid ka linlastele. Samuti tuleb mainida, et edaspidised uuringud antud teemal on kindlasti asjakohased ja seda eriti koosluste vaatepunktist. Antud töö autori arvates tuleks teadustööde tegemisel arvestada ka sellega, et kui rikkamad kooslused võivad tõesti avaldada positiivset mõju vaimsele tervisele läbi meeldivate kogemuste erinevate liikidega, siis osad tegurid ei pruugi olla otseselt seotud rikaste linnukooslustega, vaid neid soodustava üldiselt paranenud elukeskkonna kvaliteediga ning seega võib põhjus-tagajärg seoste loomine osutada keeruliseks.

Kokkuvõte

Linnastumine jätkab kasvu ning koos sellega kaasnevad mitmesugused mõjud sealsetele linnakooslustele. Linnade linnukooslusi kujundavate linna ja ka lindude enda tunnuste välja selgitamine on oluline, et välja töötada meetodeid ja tegevusplaane linnade elurikkuse kaitseks. Sellest tulenevalt oli käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks anda ülevaade teguritest, mis mõjutavad linnade linnukoosluste kujunemist, ning selle põhjal pakkuda välja soovitusi, mida võiks rakendada mitmekesisust toetava linnaruumi kujundamisel. Lisaks prooviti välja selgitada positiivsed mõjud, mida linnukooslused võiksid avaldada linnaelanikele.

Linnades leidub mitmeid ohte ning neil on mõneti erinev mõju erinevatele koosluse rühmadele ja liikidele. Sellisteks ohtudeks on näiteks taimedest võõrliikidega kaasnevad ohud, migratsioonibarjääri tekke võimalus, kisklus ja selle muutumine linna lõikes, hoonestuse, liikluse, mürareostuse, valgusreostuse ja reostuse tagajärjed ning linna soojussaare efekti ja inimeste kohalolu mõjud. Nende tõttu võib linnas esineda näiteks liigirikkuse vähenemist, muutusi lindude rändekäitumises, ööpäevases rütmis, sigimises või kommunikatsioonis ning koosluste koosseisus, kus osa gruppe on oma tunnuste tõttu linnades vähem edukad või lausa puuduvad, samas kui edukalt linna eripärasid kasutavate tunnustega liikide arvukus tõuseb.

Eelnevast tulenevalt on mitmetes linnastumise mõjust rääkivates uuringutes liigitatud linnuliike ja koosluste grupe linnavältijateks, -kohanejateks ja -ekspluateerijateks. Linnavältijateks on klassifitseeritud liike, kelle tihedus on suurim looduslikel aladel ning kes võivad oma tunnuste tõttu olla osade linnamõjude poolt rohkem ohustatud, kui linnakohanejad ja -ekspluateerijad. Siia on paigutatud näiteks maapinnal pesitsejaid, kuna nende pesad paistavad kannatavat tugevalt linnastunud aladel rõövlussurve all ja võivad sattuda inimeste häiringu ohvriks, primaarselt õõnsustes pesitsejad, kuna neile sobivad pesapaigad kaovad vegetatsiooni vähenemise ja intensiivse rohealade hooldamise korral, ning putuktoidulased nende saagibaasi vähenemise tõttu. Linnaekspluateerijateks loetakse liike, kes on võimelised eriti hästi kasutama linnade ressursse ja on levinuimad tugevalt linnastunud aladel. Siia on paigutatud näiteks osad sekundaarselt õõnsustes pesitsejad jt, kes saavad pesitsemisel kasutada inimtekkelisi konstruktsioone ja kelle pesad on pesaröövlite eest mingil viisil kaitstud, seemnetoidulised ja omnivoorid, kuna nad saavad kasutada inimtekkelisi toiduressursse, seltsingulised liigid, sest nad saavad lõigata kasu ühisest toiduotsimisest ja kõrgendtaud valvest kiskjate vastu, ning võõrliigid jt liigid, kes on inimeste kohaloluga rohkem „harjunud“. Linnakohanejad on aga liigid, kes kasutavad nii linnade looduslikke kui ka inimtekkelisi hüvesid ning on seega arvukaimad linnastamise mõõdukal

tasemel. Siia kuulub väga erineva toitumise, pesitsuse, käitumise ja välimusega liike. Samas peegeldab see klassifikatsioon linnasisest üleminekut looduslikele elupaikadele sarnastelt aladelt tugevalt inimese poolt kujundatud keskkonnale ning seetõttu ei tohiks seda võtta väga rangelt.

Ühegi koosluse grupi edukas elutsemine linnas ei ole täielikult välistatud ning olulised on nii linnasiseste rohealade, nende ümbruse kui ka linnale omaste elementide koosmõju. Üks olulisemaid on linna rohealade sisese ja välise vegetatsiooni hulk ja olemus, kuna see loob pesitsus-, toitumis- ja varjevõimalused ning aitab vähendada ka paljude linna ohtude mõjusid, nagu elupaikade killustumine, liiklus, valgus- ja mürareostus. Samuti võiks taimestiku kujundamisel keskenduda kodumaistele liikidele ning vähendada kasvõi osades parkides hooldamise intensiivsust, sest paremini väljakujunenud vegetatsioon pakub varjekohti ning vanade puude lisandumine pakub elupaiku õõnsustes pesitsevatele liikidele. Rohealaid ja linnaruumi kujundades on oluline mõelda ka rohealade suurusele, kujule, veekogude ja joogikohtade seisundile, vanade elupaikade kaitsele ning elupaikade ja linnavälise alade ühendatusele. Lisaks saab rakendada erinevaid meetodeid linnas leiduvate ohtude likvideerimiseks. Näiteks võib vähendada rohealade sisest sekundaarset killustumist kõnniteede võrgustiku hoolikama planeerimisega, kasside kisklusohu teavitustööga, akende ja klaashoonete peegeldavat mõju, rohealade sisest ja välist valgusreostust ning reostusallikaid. Kuigi mitmed antud lõputöös välja toodud murekohad ja soovitused on võrdlemisi universaalsed, tuleb siiski arvestada sellega, et ükski linn ei ole täpselt samasugune teisega ning konkreetse linna puhul tuleb hinnata kohalikke murekohti ja linnukoosluste koosseisu.

Linnastumisega kaasneb ka lindude toitmine ja pesakastide paigaldamine, mille mõjud linnustikule olenevad paljudest teguritest. Söögimajakete ja toiduplatside puhul on täheldatud, et neis pakutav toit on sageli vaid omnivoore ja seemnetoidulisi soosiv ning riikides, kus on võõrliikidega probleeme, võivad söögimajaketed teatud juhtudel anda võõrliikidele kohalikega võrreldes eelise. Veelindude toitmine võib aga muuta nende rändekäitumist ja toiduotsingu harjumusi. Toitmisega kaasnevad ohud hõlmavad veel näiteks haiguste levikut, kiskluse ohtu ning vale toidu pakkumisega lindudele põhjustatud terviseprobleeme. Samas pakub lindude toitmine paljudele inimestele rõõmu ning seega oleks ilmselt probleemide leevendamiseks pigem abi paremast teavitustööst, kui toitmise täielikust keelamisest. Pesakastide ja -platvormide paigaldamine võib toetada paljusid linde, kas täiendavate pesapaikade loomise või vanade kadumise kompenseerimise kaudu, kuid ka siin tuleb jälgida mitmeid aspekte. Näiteks tuleb arvestada sihtliigile sobiva kasti suuruse ja asukohaga, tagada kastide hooldamine, ning suure hulga kastide paigaldamisel tuleb hinnata, kuidas need võiksid olemasolevaid kooslusi mõjutada.

Lisaks lindude söötmisele ja pesakastide paigaldamisele, saavad inimesed lindudega kokku puutuda ka linnuvaatluse, kogukonnateaduse või lihtsalt linnaroheluses viibimise kaudu. Kuna osa uuringuid on näidanud, et naabruskonna ja rohealade linnustikul on positiivne mõju inimeste vaimsele tervisele ja üldisele heaolule, võiks linnukoosluste toetamine parandada ka linnaelanike elukvaliteeti. Samas võib lindude mõju ulatus oleneda ka inimeste kultuurilistest, vanuselistest jm parameetritest ning mitmed uuringud ei ole siiski lindude liigirikkuse või arvukuse ja inimeste heaolu vahel seost leidnud, nii et ilmselt sõltub see mitmete parameetrite koosmõjust. Sellele vaatamata toovad linnaelanikele kasu mitmed lindude poolt osutatavad ökosüsteemiteenused, nagu kahjurite arvukuse kontrollimine, raibete likvideerimine ja kultuuriteenused, ning lindude hüvanguks rohealade ja linnaruumi kvaliteedi parandamiseks läbiviidud meetmed, mis parandavad linnaruumi kvaliteeti elukohana ka linnaelanikele.

Summary

The Role of Urban Space in Shaping Bird Communities

Urbanization continues to grow, and it has various impacts on urban bird communities. Identifying the characteristics of the city and the birds themselves that shape urban bird communities is important to develop methods and action plans for protecting urban biodiversity. Accordingly, the aim of this bachelor's thesis was to provide an overview of the factors that influence the development of urban bird communities, and based on this, to propose recommendations that could be applied in the creation of urban space that supports diversity. In addition, attempts were made to identify the positive effects that bird communities could have on citizens.

There are many threats in cities, and they have somewhat different impacts on different community groups and species. Such threats include, for example, the threats posed by alien plant species, the possibility of migration barriers, predation and its changes across the city, the consequences of buildings, traffic, noise pollution, light pollution and pollution, and the effects of the urban heat island effect and the presence of humans. These may lead to, for example, a decrease in species richness, changes in bird migration behaviour, circadian rhythm, reproduction or communication, and the composition of communities, where some groups are less successful or even absent in cities due to their characteristics, while the abundance of species with characteristics that allow them to successfully use the specific features of the city increases.

As a result, several studies on the impact of urbanization have classified bird species and community groups as urban avoiders, urban adapters, and urban exploiters. Species that are most abundant in natural areas and that, due to their characteristics, may be more at risk from some urban effects than urban adapters and exploiters are classified as urban avoiders. For example, ground nesting species are included here because their nests appear to suffer from predation pressure in heavily urbanized areas and may fall victim to human disturbance, primary cavity nesters are included because suitable nesting sites for them are lost due to vegetation loss and intensive green space management, and insectivores are included because their prey base is reduced. Urban exploiters are species that are particularly capable of utilizing urban resources and are most common in highly urbanized areas. For example, some secondary cavity nesters and others who can use anthropogenic structures for nesting and whose nests are protected from nest predators in some way, seed eaters and omnivores because they can use anthropogenic food sources, social species because they can benefit from collective foraging and increased vigilance towards predators, and alien species and others that are more "used to" the presence of humans are

placed here. Urban adaptors, however, are species that utilize both the natural and anthropogenic benefits of cities and are therefore most numerous at moderate levels of urbanization. This includes species with very different diets, nesting patterns, behaviour, and appearance. However, this classification reflects the urban transition from areas resembling natural habitats to a heavily human-designed environment and should therefore not be taken too strictly.

The successful existence of any community group in the city is not completely ruled out, and the interaction between urban green areas, their surroundings, and elements specific to the city are important. One of the most important is the amount and nature of vegetation inside and outside urban green spaces, as it creates nesting, feeding and shelter opportunities and also helps to reduce the impacts of many urban hazards, such as habitat fragmentation, traffic, light and noise pollution. Also, when designing the vegetation, we could focus on native species and reduce the intensity of maintenance in some parks, because better-established vegetation offers shelter, and the addition of old trees provides habitats for species that nest in cavities. When designing green areas and urban spaces, it is also important to consider the size and shape of green areas, the condition of water bodies and drinking places, the protection of old habitats, and the connectivity of habitats and non-urban areas. In addition, various methods can be applied to eliminate threats found in the city. For example, secondary fragmentation within green areas can be reduced by more careful planning of the sidewalk network, awareness-raising about the risk of cat predation, the reflective effect of windows and glass buildings, light pollution within and outside green areas, and pollution sources. Although many of the concerns and recommendations outlined in this thesis are relatively universal, it must be considered that no city is exactly the same as another, and in the case of a specific city, local concerns and the composition of bird communities must be assessed.

Urbanization also involves bird feeding and installing nestboxes, but the positive effect of these activities on birds depends on many factors. In the case of bird feeders and food provided on the ground, it has been observed that the food offered there often only favours omnivores and seed eaters, and in countries that have problems with alien species, bird feeders may in some cases give alien species an advantage over native species. Feeding waterbirds, however, can change their migratory behaviour and foraging habits. Other risks associated with feeding include the spread of disease, the risk of predation, and health problems caused to birds by providing the wrong food. At the same time, feeding birds brings joy to many people, and so, rather than completely banning feeding, raising awareness would probably help alleviate the problems. Installing nestboxes and platforms can support many birds, either by creating additional nesting sites or compensating for the loss of old ones, but here too, several aspects must be considered. For example, the size and

location of the nestbox suitable for the target species must be considered, the maintenance of the nestboxes must be ensured, and when installing a larger number of nestboxes, how they could affect existing communities must be assessed.

In addition to feeding birds and installing nesting boxes, people can also encounter birds through birdwatching, citizen science, or simply being in urban green spaces. Since some studies have shown that neighbourhood and green space birdlife has a positive impact on people's mental health and general well-being, supporting bird communities could also improve the quality of life of city residents. However, the extent of the impact of birds may also depend on people's cultural, age, and other parameters, and several studies have not found a connection between bird species richness or abundance and human well-being, so it probably depends on the interaction of several parameters. Despite this, citizens benefit from several ecosystem services provided by birds, such as pest control, carrion removal and cultural services, and measures taken to improve the quality of green areas and urban space for the benefit of birds also improve the quality of urban space as a place to live for citizens.

Tänuavaldus

Käesoleva lõputöö autor soovib tänada oma juhendajat Tuul Seppa, kes toetas ja suunas teda kogu töö protsessi vältel alates teema sõnastamisest ja lõputöö struktuuri välja töötamisest kuni peatükkide tagasisidestamisele ning andis väärtuslikke nõuandeid ja soovitusi töö kirjutamisel. Samuti soovitakse tänada kõiki teisi, kes töö autorile kirjutamisperioodil toeks olid.

Kasutatud kirjandus

Käesoleva bakalaureusetöö viidete ja kasutatud allikate loetelu koostamisel on lähtunud Google Scholar'i otsingumootoris kasutatavast APA viitamisstiilist ja Tartu Ülikooli ühiskonnateaduste instituudi koduleheküljel olevast viitamisjuhendist (Internet 11) ning interneti allikate puhul ka APA viitamisstiili koduleheküljest (Internet 12).

Ahad, A. ja Ferdous, A. (2019). *Dictionary of Ecology and Environmental Science*. Dhaka: Himachal Publication Bishal Book Complex Banglabazar.

Amaya-Espinel, J. D., Hostetler, M., Henríquez, C. ja Bonacic, C. (2019). The influence of building density on Neotropical bird communities found in small urban parks. *Landscape and Urban Planning*, 190, 103578. doi:10.1016/j.landurbplan.2019.05.009

Aronson, M. F. J., La Sorte, F. A., Nilon, C. H., Katti, M., Goddard, M. A., Lepczyk, C. A., Warren, P. S., Williams, N. S. G., Cilliers, S., Clarkson, B., Dobbs, C., Dolan, R., Hedblom, M., Klotz, S., Kooijmans, J. L., Kühn, I., MacGregor-Fors, I., McDonnell, M., Mörtberg, U. ... Winter, M. (2014). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281, 20133330. doi:10.1098/rspb.2013.3330

Bailey, R. L. ja Bonter, D. N. (2017). Predator guards on nest boxes improve nesting success of birds. *Wildlife Society Bulletin*, 41, 434–441. doi:10.1002/wsb.801

Baker, P. J., Molony, S. E., Stone, E., Cuthill, I. C. ja Harris, S. (2008). Cats about town: is predation by free-ranging pet cats *Felis catus* likely to affect urban bird populations? *Ibis*, 150, 86–99. doi:10.1111/j.1474-919X.2008.00836.x

Bauerová, P., Vinklerová, J., Hraníček, J., Čorba, V., Vojtek, L., Svobodová, J. ja Vinkler, M. (2017). Associations of urban environmental pollution with health-related physiological traits in a free-living bird species. *Science of the Total Environment*, 601, 1556–1565. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.05.276

Baumann, N., Catalano, C., Pasta, S. ja Brenneisen, S. (2021). Improving extensive green roofs for endangered ground-nesting birds. C. Catalano, M. B. Andreucci, R. Guarino, F. Bretzel, M. Leone ja S. Pasta (toim), *Urban Services to Ecosystems: Green Infrastructure Benefits from the Landscape to the Urban Scale* (lk 13–29). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-030-75929-2_2

- Becker, M. E. ja Weisberg, P. J. (2015). Synergistic effects of spring temperatures and land cover on nest survival of urban birds. *The Condor: Ornithological Applications*, *117*, 18–30. doi:10.1650/CONDOR-14-1.1
- Belaire, J. A., Westphal, L. M., Whelan, C. J. ja Minor, E. S. (2015). Urban residents' perceptions of birds in the neighborhood: Biodiversity, cultural ecosystem services, and disservices. *The Condor*, *117*, 192–202. doi:10.1650/CONDOR-14-128.1
- Blair, R. B. (1996). Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, *6*, 506–519. doi:10.2307/2269387
- Bonnington, C., Gaston, K. J. ja Evans, K. L. (2013). Fearing the feline: domestic cats reduce avian fecundity through trait-mediated indirect effects that increase nest predation by other species. *Journal of Applied Ecology*, *50*, 15–24. doi:10.1111/1365-2664.12025
- Borgmann, K. L. ja Rodewald, A. D. (2004). Nest predation in an urbanizing landscape: the role of exotic shrubs. *Ecological Applications*, *14*, 1757–1765. doi:10.1890/03-5129
- Burt, S. A., Vos, C. J., Buijs, J. A. ja Corbee, R. J. (2021). Nutritional implications of feeding free-living birds in public urban areas. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *105*, 385–393. doi:10.1111/jpn.13441
- Cai, Z., La Sorte, F. A., Chen, Y. ja Wu, J. (2023). The surface urban heat island effect decreases bird diversity in Chinese cities. *Science of the Total Environment*, *902*, 166200. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.166200
- Campbell, C. E., Jones, D. N., Awasthy, M. ja Chauvenet, A. L. M. (2022). How do we study birds in urban settings? A systematic review. *Biodiversity and Conservation*, *31*, 1–20. doi:10.1007/s10531-021-02322-4
- Chace, J. F. ja Walsh J. J. (2006). Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning*, *74*, 46–69. doi:10.1016/j.landurbplan.2004.08.007
- Chamberlain, D. E., Cannon, A. R., Toms, M. P., Leech, D. I., Hatchwell, B. J. ja Gaston, K. J. (2009). Avian productivity in urban landscapes: a review and meta-analysis. *Ibis*, *151*, 1–18. doi:10.1111/j.1474-919X.2008.00899.x
- Chiron, F., Lorrillière, R., Bessa-Gomes, C., Tryjanowski, P., Casanelles-Abella, J., Laanisto, L., Leal, A., van Mensel, A., Moretti, M., Muyschondt, B., Niinemets, Ü., Ortí, M. A., Pinho, P., Samson, R. ja Deguines, N. (2024). How do urban green space designs shape avian

communities? Testing the area–heterogeneity trade-off. *Landscape and Urban Planning*, 242, 104954. doi:10.1016/j.landurbplan.2023.104954

Choudaj, K. ja Wankhade, V. (2023). Study of the interrelationship between woody plants and birds in Pune urban area, insights on negative impacts of exotic plants. *Tropical Ecology*, 64, 264–275. doi:10.1007/s42965-022-00269-3

Clergeau, P., Jokimäki, J. ja Savard, J.-P. L. (2001). Are urban bird communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes? *Journal of Applied Ecology*, 38, 1122–1134. doi:10.1046/j.1365-2664.2001.00666.x

Clucas, B. ja Marzluff, J. M. (2012). Attitudes and actions toward birds in urban areas: human cultural differences influence bird behavior. *The Auk*, 129, 8–16. doi:10.1525/auk.2011.11121

Clucas, B., Marzluff, J. M., Kübler, S. ja Meffert, P. (2011). New Directions in Urban Avian Ecology: Reciprocal Connections between Birds and Humans in Cities. W. Endlicher (toim), *Perspectives in Urban Ecology: Ecosystems and Interactions between Humans and Nature in the Metropolis of Berlin* (lk 167–195). Heidelberg: Springer Berlin. doi:10.1007/978-3-642-17731-6_6

Corrales-Moya, J., Barrantes, G., Chacón-Madrigal, E. ja Sandoval, L. (2021). Human waste used as nesting material affects nest cooling in the clay-colored thrush. *Environmental Pollution*, 284, 117539. doi:10.1016/j.envpol.2021.117539

Corrales-Moya, J., Barrantes, G., Chacón-Madrigal, E. ja Sandoval, L. (2023). A potential consequence for urban birds' fitness: Exposed anthropogenic nest materials reduce nest survival in the clay-colored thrush. *Environmental Pollution*, 326, 121456. doi:10.1016/j.envpol.2023.121456

Cowie, R. J. ja Simons, J. R. (1991). Factors affecting the use of feeders by garden birds: I. The positioning of feeders with respect to cover and housing. *Bird Study*, 38, 145–150. doi:10.1080/00063659109477083

Cox, D. T. C. ja Gaston, K. J. (2016). Urban bird feeding: Connecting people with nature. *PLOS One*, 11, e0158717. doi:10.1371/journal.pone.0158717

Cox, D. T. C., Hudson, H. L., Plummer, K. E., Siriwardena, G. M., Anderson, K., Hancock, S., Devine-Wright, P. ja Gaston, K. J. (2018). Covariation in urban birds providing cultural

- services or disservices and people. *Journal of Applied Ecology*, *55*, 2308–2319.
doi:10.1111/1365-2664.13146
- Crick, H. Q. P., Dudley, C., Glue, D. E. ja Thomson, D. L. (1997). UK birds are laying eggs earlier. *Nature*, *388*, 526–526. doi:10.1038/41453
- Croci, S., Butet, A. ja Clergeau, P. (2008). Does Urbanization Filter Birds on the Basis of Their Biological Traits. *The Condor*, *110*, 223–240. doi:10.1525/cond.2008.8409
- Crooks, K. R. ja Soulé, M. E. (1999). Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature*, *400*, 563–566. doi:10.1038/23028
- Dale, S. (2018). Urban bird community composition influenced by size of urban green spaces, presence of native forest, and urbanization. *Urban Ecosystems*, *21*, 1–14.
doi:10.1007/s11252-017-0706-x
- Dale, S., Lifjeld, J. T. ja Rowe, M. (2015). Commonness and ecology, but not bigger brains, predict urban living in birds. *BMC Ecology*, *15*, 1–14. doi:10.1186/s12898-015-0044-x
- Dallimer, M., Irvine, K. N., Skinner, A. M. J., Davies, Z. G., Rouquette, J. R., Maltby, L. L., Warren, P. H., Armsworth, P. R. ja Gaston, K. J. (2012). Biodiversity and the feel-good factor: understanding associations between self-reported human well-being and species richness. *BioScience*, *62*, 47–55. doi:10.1525/bio.2012.62.1.9
- De Groot, K. L., Wilson, A. G., McKibbin, R., Hudson, S. A., Dohms, K. M., Norris, A. R., Huang, A. C., Whitehorne, I. B. J., Fort, K. T., Roy, C., Bourque, J. ja Wilson, S. (2022). Bird protection treatments reduce bird-window collision risk at low-rise buildings within a Pacific coastal protected area. *PeerJ*, *10*, e13142. doi:10.7717/peerj.13142
- De Jong, M., Ouyang, J. Q., Da Silva, A., van Grunsven, R. H. A., Kempnaers, B., Visser, M. E. ja Spoelstra, K. (2015). Effects of nocturnal illumination on life-history decisions and fitness in two wild songbird species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *370*, 20140128. doi:10.1098/rstb.2014.0128
- Doherty, P. F. ja Grubb, T. C. (2000). Habitat and landscape correlates of presence, density, and species richness of birds wintering in forest fragments in Ohio. *The Wilson Bulletin*, *112*, 388–394. doi:10.1676/0043-5643(2000)112[0388:HALCOP]2.0.CO;2
- Dominoni, D. M., Carmona-Wagner, E. O., Hofmann, M., Kranstauber, B. ja Partecke, J. (2014). Individual-based measurements of light intensity provide new insights into the effects of

artificial light at night on daily rhythms of urban-dwelling songbirds. *Journal of Animal Ecology*, 83, 681–692. doi:10.1111/1365-2656.12150

- Dulisz, B., Stawicka, A. M., Knozowski, P., Diserens, T. A. ja Nowakowski, J. J. (2022). Effectiveness of using nest boxes as a form of bird protection after building modernization. *Biodiversity and Conservation*, 31, 277–294. doi:10.1007/s10531-021-02334-0
- Elliott, J. E., Brogan, J., Lee, S. L., Drouillard, K. G. ja Elliott, K. H. (2015). PBDEs and other POPs in urban birds of prey partly explained by trophic level and carbon source. *Science of the Total Environment*, 524, 157–165. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.04.008
- Elmqvist, T., Setälä, H., Handel, S. N., van der Ploeg, S., Aronson, J., Blignaut, J. N., Gómez-Baggethun, E., Nowak, D. J., Kronenberg, J. ja de Groot, R. (2015). Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 101–108. doi:10.1016/j.cosust.2015.05.001
- Evans, K. L., Gaston, K. J., Frantz, A. C., Simeoni, M., Sharp, S. P., McGowan, A., Dawson, D. A., Walasz, K., Partecke, J., Burke, T. ja Hatchwell, B. J. (2009). Independent colonization of multiple urban centres by a formerly forest specialist bird species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276, 2403–2410. doi:10.1098/rspb.2008.1712
- Faeth, S. H., Bang, C. ja Saari, S. (2011). Urban biodiversity: patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223, 69–81. doi:10.1111/j.1749-6632.2010.05925.x
- Ferenc, M., Sedláček, O. ja Fuchs, R. (2014). How to improve urban greenspace for woodland birds: site and local-scale determinants of bird species richness. *Urban Ecosystems*, 17, 625–640. doi:10.1007/s11252-013-0328-x
- Fernández-Juricic, E. (2002). Can human disturbance promote nestedness? A case study with breeding birds in urban habitat fragments. *Oecologia*, 131, 269–278. doi:10.1007/s00442-002-0883-y
- Fernández-Juricic, E., Jimenez, M. D. ja Lucas, E. (2001). Bird tolerance to human disturbance in urban parks of Madrid (Spain): management implications. J. M. Marzluff, R. Bowman ja R. Donnelly (toim), *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World* (lk 259–273). New York: Springer. doi:10.1007/978-1-4615-1531-9_12

- Fischer, J. D., Schneider, S. C., Ahlers, A. A. ja Miller, J. R. (2015). Categorizing wildlife responses to urbanization and conservation implications of terminology. *Conservation Biology*, *29*, 1246–1248. doi:10.1111/cobi.12451
- Fisher, J. C., Bicknell, J. E., Irvine, K. N., Hayes, W. M., Fernandes, D., Mistry, J. ja Davies, Z. G. (2021). Bird diversity and psychological wellbeing: A comparison of green and coastal blue space in a neotropical city. *Science of the Total Environment*, *793*, 148653. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.148653
- Fontana, S., Sattler, T., Bontadina, F. ja Moretti, M. (2011). How to manage the urban green to improve bird diversity and community structure. *Landscape and Urban Planning*, *101*, 278–285. doi:10.1016/j.landurbplan.2011.02.033
- Francis, C. D., Ortega, C. P. ja Cruz, A. (2009). Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Current Biology*, *19*, 1415–1419. doi:10.1016/j.cub.2009.06.052
- Francis, C. D., Ortega, C. P. ja Cruz, A. (2011). Noise pollution filters bird communities based on vocal frequency. *PLOS One*, *6*, e27052. doi:10.1371/journal.pone.0027052
- Francis, M. L., Plummer, K. E., Lythgoe, B. A., Macallan, C., Currie, T. E. ja Blount, J. D. (2018). Effects of supplementary feeding on interspecific dominance hierarchies in garden birds. *PLOS One*, *13*, e0202152. doi:10.1371/journal.pone.0202152
- Friesen, L. E., Eagles, P. F. J. ja Mackay, R. J. (1995). Effects of residential development on forest-dwelling neotropical migrant songbirds. *Conservation Biology*, *9*, 1408–1414. doi:10.1046/j.1523-1739.1995.09061408.x
- Fröhlich, A. ja Ciach, M. (2020). Dead tree branches in urban forests and private gardens are key habitat components for woodpeckers in a city matrix. *Landscape and Urban Planning*, *202*, 103869. doi:10.1016/j.landurbplan.2020.103869
- Fuller, R. A., Irvine, K. N., Devine-Wright, P., Warren, P. H. ja Gaston, K. J. (2007). Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters*, *3*, 390–394. doi:10.1098/rsbl.2007.0149
- Gahbauer, M. A., Bird, D. M., Clark, K. E., French, T., Brauning, D. W. ja McMorris, F. A. (2015). Productivity, mortality, and management of urban peregrine falcons in northeastern North America. *The Journal of Wildlife Management*, *79*, 10–19. doi:10.1002/jwmg.803

- Galbraith, J. A., Beggs, J. R., Jones, D. N., McNaughton, E. J., Krull, C. R. ja Stanley, M. C. (2014). Risks and drivers of wild bird feeding in urban areas of New Zealand. *Biological Conservation*, *180*, 64–74. doi:10.1016/j.biocon.2014.09.038
- Galbraith, J. A., Beggs, J. R., Jones, D. N. ja Stanley, M. C. (2015). Supplementary feeding restructures urban bird communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*, E2648-E2657. doi:10.1073/pnas.1501489112
- Galbraith, J. A., Jones, D. N., Beggs, J. R., Parry, K. ja Stanley, M. C. (2017). Urban bird feeders dominated by a few species and individuals. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *5*, 81. doi:10.3389/fevo.2017.00081
- Garizábal-Carmona, J. A. ja Mancera-Rodríguez, N. J. (2021). Bird species richness across a Northern Andean city: Effects of size, shape, land cover, and vegetation of urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, *64*, 127243. doi:10.1016/j.ufug.2021.127243
- Gering, J. C. ja Blair, R. B. (1999). Predation on artificial bird nests along an urban gradient: predatory risk or relaxation in urban environments? *Ecography*, *22*, 532–541. doi:10.1111/j.1600-0587.1999.tb01283.x
- Gładalski, M., Bańbura, M., Kaliński, A., Markowski, M., Skwarska, J., Wawrzyniak, J., Zieliński, P., Cyżewska, I., Mańkowska, D. ja Bańbura, J. (2016). Effects of human-related disturbance on breeding success of urban and non-urban blue tits (*Cyanistes caeruleus*). *Urban Ecosystems*, *19*, 1325–1334. doi:10.1007/s11252-016-0543-3
- Gray, E. R. ja van Heezik, Y. (2016). Exotic trees can sustain native birds in urban woodlands. *Urban Ecosystems*, *19*, 315–329. doi:10.1007/s11252-015-0493-1
- Gupta, S. ja Ghatak, C. (2011). Environmental noise assessment and its effect on human health in an urban area. *International Journal of Environmental Sciences*, *1*, 1954–1964.
- Haas, A. R., Kross, S. M. ja Kneitel, J. M. (2020). Avian community composition, but not richness, differs between urban and exurban parks. *Journal of Urban Ecology*, *6*, juaa028. doi:10.1093/jue/juaa028
- Halfwerk, W., Bot, S., Buix, J., van der Velde, M., Komdeur, J., ten Cate, C. ja Slabbekoorn, H. (2011). Low-frequency songs lose their potency in noisy urban conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*, 14549–14554. doi:10.1073/pnas.1109091108

- Horton, K. G., Nilsson, C., Van Doren, B. M., La Sorte, F. A., Dokter, A. M. ja Farnsworth, A. (2019). Bright lights in the big cities: migratory birds' exposure to artificial light. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17, 209–214. doi:10.1002/fee.2029
- Hudson, K., Catterall, C. P., McNamara, S. ja Kingston, M. B. (1997). How useful are small but lightly treed suburban parks for forest birds in Brisbane? *Sunbird: Journal of the Queensland Ornithological Society, The*, 27, 57–65.
- Humphrey, J. E., Haslem, A. ja Bennett, A. F. (2023). Avoid, adapt or exploit: Re-visiting bird responses to urbanization using a novel landscape approach. *Global Ecology and Conservation*, 48, e02735. doi:10.1016/j.gecco.2023.e02735
- Ikin, K., Knight, E., Lindenmayer, D. B., Fischer, J. ja Manning, A. D. (2013). The influence of native versus exotic streetscape vegetation on the spatial distribution of birds in suburbs and reserves. *Diversity and Distributions*, 19, 294–306. doi:10.1111/j.1472-4642.2012.00937.x
- Imai, H. ja Nakashizuka, T. (2010). Environmental factors affecting the composition and diversity of avian community in mid-to late breeding season in urban parks and green spaces. *Landscape and Urban Planning*, 96, 183–194. doi:10.1016/j.landurbplan.2010.03.006
- Injaian, A. S., Uehling, J. J., Taff, C. C. ja Vitousek, M. N. (2021). Effects of artificial light at night on avian provisioning, corticosterone, and reproductive success. *Integrative and Comparative Biology*, 61, 1147–1159. doi:10.1093/icb/icab055
- Isaksson, C. (2018). Impact of Urbanization on Birds. D. T. Tietze (toim), *Bird Species: How They Arise, Modify and Vanish* (lk 235–257). Cham: Springer Nature. doi:10.1007/978-3-319-91689-7_13
- Ives, C. D., Lentini, P. E., Threlfall, C. G., Ikin, K., Shanahan, D. F., Garrard, G. E., Bekessy, S. A., Fuller, R. A., Mumaw, L., Rayner, L., Rowe, R., Valentine, L. E. ja Kendal, D. (2016). Cities are hotspots for threatened species. *Global Ecology and Biogeography*, 25, 117–126. doi:10.1111/geb.12404
- Jagiello, Z., Corsini, M., Dylewski, Ł., Ibáñez-Álamo, J. D. ja Szulkin, M. (2022). The extended avian urban phenotype: anthropogenic solid waste pollution, nest design, and fitness. *Science of the Total Environment*, 838, 156034. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.156034

- Johnson, C. D., Evans, D. ja Jones, D. (2017). Birds and roads: Reduced transit for smaller species over roads within an urban environment. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 241076. doi:10.3389/fevo.2017.00036
- Jokimäki, J. (1999). Occurrence of breeding bird species in urban parks: effects of park structure and broad-scale variables. *Urban Ecosystems*, 3, 21–34. doi:10.1023/A:1009505418327
- Jokimäki, J. ja Huhta, E. (2000). Artificial nest predation and abundance of birds along an urban gradient. *The Condor*, 102, 838–847. doi:10.1093/condor/102.4.838
- Jokimäki, J., Kaisanlahti-Jokimäki, M.-L., Sorace, A., Fernández-Juricic, E., Rodriguez-Prieto, I. ja Jimenez, M. D. (2005). Evaluation of the “safe nesting zone” hypothesis across an urban gradient: a multi-scale study. *Ecography*, 28, 59–70. doi:10.1111/j.0906-7590.2005.04001.x
- Jokimäki, J., Suhonen, J., Inki, K. ja Jokinen, S. (1996). Biogeographical comparison of winter bird assemblages in urban environments in Finland. *Journal of Biogeography*, 23, 379–386. doi:10.1046/j.1365-2699.1996.00033.x
- Jones, D. (2011). An appetite for connection: why we need to understand the effect and value of feeding wild birds. *Emu*, 111, 1–7. doi:10.1071/MUv111n2_ED 0158-4197/11/02000i
- Kalamees-Pani, K. ja Runnel, V. (2013). *Lindude elupaigad. Öppekogumik*. Tartu: Eesti Loodusfoto.
- Kang, W., Minor, E. S., Park, C. R. ja Lee, D. (2015). Effects of habitat structure, human disturbance, and habitat connectivity on urban forest bird communities. *Urban Ecosystems*, 18, 857–870. doi:10.1007/s11252-014-0433-5
- Kaplan, R. ja Kaplan, S. (1989). Nearby Nature. *The experience of nature: A psychological perspective* (lk 150–174). New York: Cambridge University Press.
- Kark, S., Iwaniuk, A., Schalimtzek, A. ja Banker, E. (2007). Living in the city: can anyone become an ‘urban exploiter’? *Journal of Biogeography*, 34, 638–651. doi:10.1111/j.1365-2699.2006.01638.x
- Kayatekin, C. S., Arguello, S., Rozotto, D. F. ja Fournel, D. A. (2024). The Relationship between the Built World and the Nesting Habits of the European White Stork: A Case Study of Segovia, Spain. *Athens Journal of Mediterranean Studies*, 10, 207–228. doi:10.30958/ajms.10-4-1

- Kempnaers, B., Borgström, P., Loës, P., Schlicht, E. ja Valcu, M. (2010). Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success, and lay date in songbirds. *Current Biology*, *20*, 1735–1739. doi:10.1016/j.cub.2010.08.028
- Keten, A., Eroglu, E., Kaya, S. ja Anderson, J. T. (2020). Bird diversity along a riparian corridor in a moderate urban landscape. *Ecological Indicators*, *118*, 106751. doi:10.1016/j.ecolind.2020.106751
- Klem Jr, D. (1990). Bird injuries, cause of death, and recuperation from collisions with windows. *Journal of Field Ornithology*, *61*, 115–119.
- Klem Jr, D., Farmer, C. J., Delacretaz, N., Gelb, Y. ja Saenger, P. G. (2009). Architectural and landscape risk factors associated with bird–glass collisions in an urban environment. *The Wilson Journal of Ornithology*, *121*, 126–134. doi:10.1676/08-068.1
- Latimer, C. E. ja Zuckerberg, B. (2021). Habitat loss and thermal tolerances influence the sensitivity of resident bird populations to winter weather at regional scales. *Journal of Animal Ecology*, *90*, 317–329. doi:10.1111/1365-2656.13332
- La Sorte, F. A. ja Horton, K. G. (2021). Seasonal variation in the effects of artificial light at night on the occurrence of nocturnally migrating birds in urban areas. *Environmental Pollution*, *270*, 116085. doi:10.1016/j.envpol.2020.116085
- Leston, L. F. V. ja Rodewald, A. D. (2006). Are urban forests ecological traps for understory birds? An examination using Northern cardinals. *Biological Conservation*, *131*, 566–574. doi:10.1016/j.biocon.2006.03.003
- Leveau, L. M. ja Ibáñez, I. (2022). Nesting site and plumage color are the main traits associated with bird species presence in urban areas. *Animals*, *12*, 1148. doi:10.3390/ani12091148
- Lim, H. C. ja Sodhi, N. S. (2004). Responses of avian guilds to urbanisation in a tropical city. *Landscape and Urban Planning*, *66*, 199–215. doi:10.1016/S0169-2046(03)00111-7
- Liu, Z., He, C. ja Wu, J. (2016). The Relationship between Habitat Loss and Fragmentation during Urbanization: An Empirical Evaluation from 16 World Cities. *PLOS One*, *11*, e0154613. doi:10.1371/journal.pone.0154613
- Liu, X.-R. ja Li, Z.-Q. (2024). Urban bird nest building on man-made structures: A review. *Zoological Research: Diversity and Conservation*, *1*, 273–281. doi:10.24272/j.issn.2097-3772.2024.009

- Luck, G. W. (2007). A review of the relationships between human population density and biodiversity. *Biological Reviews*, 82, 607–645. doi:10.1111/j.1469-185X.2007.00028.x
- Luck, G. W., Davidson, P., Boxall, D. ja Smallbone, L. (2011). Relations between urban bird and plant communities and human well-being and connection to nature. *Conservation Biology*, 25, 816–826. doi:10.1111/j.1523-1739.2011.01685.x
- Luna, Á., Romero-Vidal, P., Hiraldo, F. ja Tella, J. L. (2018). Cities may save some threatened species but not their ecological functions. *PeerJ*, 6, e4908. doi:10.7717/peerj.4908
- MacGregor-Fors, I. ja Schondube, J. E. (2011). Gray vs. green urbanization: relative importance of urban features for urban bird communities. *Basic and Applied Ecology*, 12, 372–381. doi:10.1016/j.baae.2011.04.003
- Maklakov, A. A., Immler, S., Gonzalez-Voyer, A., Rönn, J. ja Kolm, N. (2011). Brains and the city: big-brained passerine birds succeed in urban environments. *Biology Letters*, 7, 730–732. doi:10.1098/rsbl.2011.0341
- Maller, C., Townsend, M., Pryor, A., Brown, P. ja St Leger, L. (2006). Healthy nature healthy people: ‘contact with nature’ as an upstream health promotion intervention for populations. *Health Promotion International*, 21, 45–54. doi:10.1093/heapro/dai032
- Markowski, M., Minias, P., Bańbura, M., Gładalski, M., Kaliński, A., Skwarska, J., Wawrzyniak, J., Zieliński, P. ja Bańbura, J. (2021). Genetic structure of urban and non-urban populations differs between two common parid species. *Scientific Reports*, 11, 10428. doi:10.1038/s41598-021-89847-4
- Marzluff, J. M. ja Ewing, K. (2008). Restoration of Fragmented Landscapes for the Conservation of Birds: A General Framework and Specific Recommendations for Urbanizing Landscapes. J. M. Marzluff, E. Shulenberger, W. Endlicher, M. Alberti, G. Bradley, C. Ryan, U. Simon ja C. ZumBrunnen (toim), *Urban ecology: An international perspective on the interaction between humans and nature* (lk 739–755). Boston, MA: Springer. doi:10.1007/978-0-387-73412-5_48
- Mascarenhas, R., Meirelles, P. M. ja Batalha-Filho, H. (2023). Urbanization drives adaptive evolution in a Neotropical bird. *Current Zoology*, 69, 607–619. doi:10.1093/cz/zoac066
- Matthews, A., Dickman, C. R. ja Major, R. E. (1999). The influence of fragment size and edge on nest predation in urban bushland. *Ecography*, 22, 349–356. doi:10.1111/j.1600-0587.1999.tb00572.x

- McDonald, R. I., Kareiva, P. ja Forman, R. T. T. (2008). The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. *Biological Conservation*, *141*, 1695–1703. doi:10.1016/j.biocon.2008.04.025
- McKinney, M. L. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation: The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. *BioScience*, *52*, 883–890. doi:10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2
- Meffert, P. J. ja Dziock, F. (2013). The influence of urbanisation on diversity and trait composition of birds. *Landscape Ecology*, *28*, 943–957. doi:10.1007/s10980-013-9867-z
- Mikula, P., Tomášek, O., Romportl, D., Aikins, T. K., Avendaño, J. E., Braimoh-Azaki, B. D. A., Chaskda, A., Cresswell, W., Cunningham, S. J., Dale, S., Favoretto, G. R., Floyd, K. S., Glover, H., Grim, T., Henry, D. A. W., Holmern, T., Hromada, M., Iwajomo, S. B., Lilleyman, A. ... Albrecht, T. (2023). Bird tolerance to humans in open tropical ecosystems. *Nature Communications*, *14*, 2146. doi:10.1038/s41467-023-37936-5
- Moll, R. J., Cepek, J. D., Lorch, P. D., Dennis, P. M., Tans, E., Robison, T., Millsbaugh, J. J. ja Montgomery, R. A. (2019). What does urbanization actually mean? A framework for urban metrics in wildlife research. *Journal of Applied Ecology*, *56*, 1289–1300. doi:10.1111/1365-2664.13358
- Moyers, S. C., Adelman, J. S., Farine, D. R., Thomason, C. A. ja Hawley, D. M. (2018). Feeder density enhances house finch disease transmission in experimental epidemics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *373*, 20170090. doi:10.1098/rstb.2017.0090
- Murray, B. R., Dickman, C. R., Robson, T., Haythornthwaite, A., Cantlay, A. J., Dowsett, N. ja Hills, N. (2007). Effects of exotic plants in native vegetation on species richness and abundance of birds and mammals. D. Lunney, P. Eby, P. Hutchings ja S. Burgin (toim), *Pest or Guest: The Zoology of Overabundance* (lk 216–221). Mosman: Royal Zoological Society of New South Wales. doi:10.7882/FS.2007.026
- Møller, A. P. (2008). Flight distance of urban birds, predation, and selection for urban life. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *63*, 63–75. doi:10.1007/s00265-008-0636-y

- Mörtberg, U. ja Wallentinus, H.-G. (2000). Red-listed forest bird species in an urban environment – assessment of green space corridors. *Landscape and Urban planning*, 50, 215–226. doi:10.1016/S0169-2046(00)00090-6
- Mühlbauer, M., Weisser, W. W., Müller, N. ja Meyer, S. T. (2021). A green design of city squares increases abundance and diversity of birds. *Basic and Applied Ecology*, 56, 446–459. doi:10.1016/j.baae.2021.05.003
- Neil, K. ja Wu, J. (2006). Effects of urbanization on plant flowering phenology: A review. *Urban Ecosyst*, 9, 243–257. doi:10.1007/s11252-006-9354-2
- Nordt, A. ja Klenke, R. (2013). Sleepless in town—drivers of the temporal shift in dawn song in urban European blackbirds. *PLOS One*, 8, e71476. doi:10.1371/journal.pone.0071476
- Parkins, K. L., Elbin, S. B. ja Barnes, E. (2015). Light, glass, and bird–building collisions in an urban park. *Northeastern Naturalist*, 22, 84–94. doi:10.1656/045.022.0113
- Patterson, B. D. ja Atmar, W. (1986). Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. *Biological Journal of the Linnean Society*, 28, 65–82. doi:10.1111/j.1095-8312.1986.tb01749.x
- Perillo, A., Mazzoni, L. G., Passos, L. F., Goulart, V. D. L. R., Duca, C. ja Young, R. J. (2017). Anthropogenic noise reduces bird species richness and diversity in urban parks. *Ibis*, 159, 638–646. doi:10.1111/ibi.12481
- Phelan, P. E., Kaloush, K., Miner, M., Golden, J., Phelan, B., Silva III, H. ja Taylor, R. A. (2015). Urban heat island: mechanisms, implications, and possible remedies. *Annual Review of Environment and Resources*, 40, 285–307. doi:10.1146/annurev-environ-102014-021155
- Raup, A. (2019). *Säästva maastikuarhitektuuri ja ökoloogilise maastikukujunduse teemaline seletav valiksõnastik*. Magistritöö. Tartu Ülikool, tõlkeõpetuse õppekava.
- Ribeiro, P. V. A., Gonçalves, V. F., de Magalhães Tolentino, V. C., Baesse, C. Q., Pires, L. P., Paniago, L. P. M. ja de Melo, C. (2022). Effects of urbanisation and pollution on the heterophil/lymphocyte ratio in birds from Brazilian Cerrado. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 40204–40212. doi:10.1007/s11356-022-19037-w
- Riding, C. S., O'connell, T. J. ja Loss, S. R. (2020). Building façade-level correlates of bird–window collisions in a small urban area. *The Condor*, 122, duz065. doi:10.1093/condor/duz065

- Riegert, J., Fainová, D. ja Bystřická, D. (2010). Genetic variability, body characteristics and reproductive parameters of neighbouring rural and urban common kestrel (*Falco tinnuculus*) populations. *Population Ecology*, 52, 73–79. doi:10.1007/s10144-009-0168-y
- Robertson, B., Kriska, G., Horváth, V. ja Horváth, G. (2010). Glass buildings as bird feeders: urban birds exploit insects trapped by polarized light pollution. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 56, 283–293.
- Roux, K. E. ja Marra, P. P. (2007). The presence and impact of environmental lead in passerine birds along an urban to rural land use gradient. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 53, 261–268. doi:10.1007/s00244-006-0174-4
- Rutkowski, R., Rejt, Ł. ja Szczuka, A. (2006). Analysis of microsatellite polymorphism and genetic differentiation in urban and rural Kestrels *Falco tinnunculus* (L.). *Polish Journal of Ecology*, 54, 473–480.
- Rutz, C. (2008). The establishment of an urban bird population. *Journal of Animal Ecology*, 77, 1008–1019. doi:10.1111/j.1365-2656.2008.01420.x
- Salmón, P., Stroh, E., Herrera-Dueñas, A., von Post, M. ja Isaksson, C. (2018). Oxidative stress in birds along a NOx and urbanisation gradient: an interspecific approach. *Science of the Total Environment*, 622, 635–643. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.11.354
- Sander, M. M. ja Tietze, D. T. (2022). Impacts of Traffic Infrastructure on Urban Bird Communities: A Review. *Sustainability*, 14, 16805. doi:10.3390/su142416805
- Scheifler, R., Cœurduassier, M., Morilhat, C., Bernard, N., Faivre, B., Flicoteaux, P., Giraudoux, P., Noël, M., Piotte, P., Rieffel, D., de Vaufleury, A. ja Badot, P.-M. (2006). Lead concentrations in feathers and blood of common blackbirds (*Turdus merula*) and in earthworms inhabiting unpolluted and moderately polluted urban areas. *Science of the Total Environment*, 371, 197–205. doi:10.1016/j.scitotenv.2006.09.011
- Schroeder, J., Nakagawa, S., Cleasby, I. R. ja Burke, T. (2012). Passerine birds breeding Under chronic noise experience reduced fitness. *PLOS One*, 7, e39200. doi:10.1371/journal.pone.0039200
- Seress, G. ja Liker, A. (2015). Habitat urbanization and its effects on birds. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 61, 373–408. doi:10.17109/AZH.61.4.373.2015

- Seress, G., Sándor, K., Vincze, E., Pipoly, I., Bukor, B., Ágh, N. ja Liker, A. (2021). Contrasting effects of the COVID-19 lockdown on urban birds' reproductive success in two cities. *Scientific Reports*, *11*, 17649. doi:10.1038/s41598-021-96858-8
- Seto, K. C., Güneralp, B. ja Hutyrá, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *109*, 16083–16088. doi:10.1073/pnas.1211658109
- Shipley, A. A., Murphy, M. T. ja Elzinga, A. H. (2013). Residential edges as ecological traps: postfledging survival of a ground-nesting passerine in a forested urban park. *The Auk*, *130*, 501–511. doi:10.1525/auk.2013.12139
- Sol, D., González-Lagos, C., Moreira, D., Maspons, J. ja Lapiedra, O. (2014). Urbanisation tolerance and the loss of avian diversity. *Ecology Letters*, *17*, 942–950. doi:10.1111/ele.12297
- Sol, D., González-Lagos, C., Lapiedra, O. ja Díaz, M. (2017). Why are exotic birds so successful in urbanized environments? E. Murgui ja M. Hedblom (toim), *Ecology and Conservation of Birds in Urban Environments* (lk 75–89). Cham: Springer Cham. doi:10.1007/978-3-319-43314-1_5
- Soldatini, C., Albores-Barajas, Y. V., Mainardi, D. ja Monaghan, P. (2008). Roof nesting by gulls for better or worse? *Italian Journal of Zoology*, *75*, 295–303. doi:10.1080/11250000701884805
- Soulsbury, C. D. ja White, P. C. L. (2015). Human–wildlife interactions in urban areas: a review of conflicts, benefits and opportunities. *Wildlife Research*, *42*, 541–553. doi:10.1071/WR14229
- Stracey, C. M. ja Robinson, S. K. (2012). Does nest predation shape urban bird communities? C. A. Lepczyk ja P. S. Warren (toim), *Urban Bird Ecology and Conservation. Studies in Avian Biology* (no. 45) (lk 49–70). Berkeley: University of California Press.
- Strohbach, M. W., Haase, D. ja Kabisch, N. (2009). Birds and the City: Urban Biodiversity, Land Use, and Socioeconomics. *Ecology and Society*, *14*.
- Suárez-Rodríguez, M. ja Macías García, C. (2014). There is no such a thing as a free cigarette; lining nests with discarded butts brings short-term benefits, but causes toxic damage. *Journal of Evolutionary Biology*, *27*, 2719–2726. doi:10.1111/jeb.12531

- Suárez-Rodríguez, M., Montero-Montoya, R. D. ja Macías García, C. (2017). Anthropogenic nest materials may increase breeding costs for urban birds. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 4. doi:10.3389/fevo.2017.00004
- Sumasgutner, P., Cunningham, S. J., Hegemann, A., Amar, A., Watson, H., Nilsson, J. F., Andersson, M. N. ja Isaksson, C. (2023). Interactive effects of rising temperatures and urbanisation on birds across different climate zones: A mechanistic perspective. *Global Change Biology*, 29, 2399–2420. doi:10.1111/gcb.16645
- Svensson, L., Mullarney, K. ja Zetterström, D. (2020). *Linumääräjä. Euroopa ja Vahemere maade lindude välimääräjä*. Tallinn: Varrak.
- Zuñiga-Palacios, J., Zuria, I., Castellanos, I., Lara, C. ja Sánchez-Rojas, G. (2021). What do we know (and need to know) about the role of urban habitats as ecological traps? Systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 780, 146559. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.146559
- Thompson, R., Tamayo, M. ja Sigurðsson, S. (2022). Urban bird diversity: does abundance and richness vary unexpectedly with green space attributes? *Journal of Urban Ecology*, 8, juac017. doi:10.1093/jue/juac017
- Tomasevic, J. A. ja Marzluff, J. M. (2017). Cavity nesting birds along an urban-wildland gradient: is human facilitation structuring the bird community? *Urban Ecosystems*, 20, 435–448. doi:10.1007/s11252-016-0605-6
- Tryjanowski, P., Jankowiak, Ł., Czechowski, P., Dulisz, B., Golawski, A., Grzywaczewski, G., Indykiewicz, P., Kwieciński, Z., Mitrus, M., Nowakowski, J. J., Polakowski, M., Siekiera, J., Sparks, T. H. ja Wuczyński, A. (2022). Summer water sources for temperate birds: use, importance, and threats. *The European Zoological Journal*, 89, 913–926. doi:10.1080/24750263.2022.2101699
- Tryjanowski, P., Mikula, P. ja Morelli, F. (2024). Dynamic interactions at birdfeeders: Attracting both prey and predators across urban and rural habitats. *Basic and Applied Ecology*, 79, 84–89. doi:10.1016/j.baae.2024.06.005
- Tryjanowski, P., Morelli, F. ja Møller, A. P. (2020). Urban birds: Urban avoiders, urban adapters, and urban exploiters. I. Douglas, P. M. L. Anderson, D. Goode, M. C. Houck, D. Maddox, H. Nagendra ja P. Y. Tan (toim), *The Routledge Handbook of Urban Ecology* (lk 399–411). London: Routledge.

- Tryjanowski, P., Skórka, P., Sparks, T. H., Biaduń, W., Brauze, T., Hetmański, T., Martyka, R., Indykiewicz, P., Myczko, Ł., Kunysz, P., Kawa, P., Czyż, S., Czechowski, P., Polakowski, M., Zduniak, P., Jerzak, L., Janiszewski, T., Goławski, A., Duduś, L. ... Wysocki, D. (2015). Urban and rural habitats differ in number and type of bird feeders and in bird species consuming supplementary food. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 15097–15103. doi:10.1007/s11356-015-4723-0
- Tryjanowski, P., Sparks, T. H., Kuźniak, S., Czechowski, P. ja Jerzak, L. (2013). Bird migration advances more strongly in urban environments. *PLOS One*, 8, e63482. doi:10.1371/journal.pone.0063482
- Van Doren, B. M., Horton, K. G., Dokter, A. M., Klinck, H., Elbin, S. B. ja Farnsworth, A. (2017). High-intensity urban light installation dramatically alters nocturnal bird migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, 11175–11180. doi:10.1073/pnas.1708574114
- van Heezik, Y., Smyth, A., Adams, A. ja Gordon, J. (2010). Do domestic cats impose an unsustainable harvest on urban bird populations? *Biological Conservation*, 143, 121–130. doi:10.1016/j.biocon.2009.09.013
- van Heezik, Y., Smyth, A. ja Mathieu, R. (2008). Diversity of native and exotic birds across an urban gradient in a New Zealand city. *Landscape and urban planning*, 87, 223–232. doi:10.1016/j.landurbplan.2008.06.004
- Van Renterghem, T., Forssén, J., Attenborough, K., Jean, P., Defrance, J., Hornikx, M. ja Kang, J. (2015). Using natural means to reduce surface transport noise during propagation outdoors. *Applied Acoustics*, 92, 86–101. doi:10.1016/j.apacoust.2015.01.004
- Veltri, C. J. ja Klem Jr, D. (2005). Comparison of fatal bird injuries from collisions with towers and windows. *Journal of Field Ornithology*, 76, 127–133. doi:10.1648/0273-8570-76.2.127
- Visser, M. E., Holleman, L. J. M. ja Gienapp, P. (2006). Shifts in caterpillar biomass phenology due to climate change and its impact on the breeding biology of an insectivorous bird. *Oecologia*, 147, 164–172. doi:10.1007/s00442-005-0299-6
- Wang, J.-S., Tuanmu, M.-N. ja Hung, C.-M. (2021). Effects of artificial light at night on the nest-site selection, reproductive success and behavior of a synanthropic bird. *Environmental Pollution*, 288, 117805. doi:10.1016/j.envpol.2021.117805

- Wenny, D. G., Devault, T. L., Johnson, M. D., Kelly, D., Sekercioglu, C. H., Tomback, D. F. ja Whelan, C. J. (2011). The need to quantify ecosystem services provided by birds. *The Auk*, 128, 1–14. doi:10.1525/auk.2011.10248
- Whelan, C. J., Şekercioglu, Ç. H. ja Wenny, D. G. (2016). Bird ecosystem services: economic ornithology for the 21st century. Ç. H. Sekercioglu, D. G. Wenny ja C. J. Whelan (toim), *Why Birds Matter: Avian Ecological Function and Ecosystem Services* (lk 1–26). Chicago: The University of Chicago Press.
- Wilson, M. C., Chen, X.-Y., Corlett, R. T., Didham, R. K., Ding, P., Holt, R. D., Holyoak, M., Hu, G., Hughes, A. C., Jiang, L., Laurance, W. F., Liu, J., Pimm, S. L., Robinson, S. K., Russo, S. E., Si, X., Wilcove, D. S., Wu, J. ja Yu, M. (2016). Habitat fragmentation and biodiversity conservation: key findings and future challenges. *Landscape Ecology*, 31, 219–227. doi:10.1007/s10980-015-0312-3
- Wong, J. S. Y., Soh, M. C. K., Low, B. W. ja Er K. B. H. (2023). Tropical bird communities benefit from regular-shaped and naturalised urban green spaces with water bodies. *Landscape and Urban Planning*, 231, 104644. doi:10.1016/j.landurbplan.2022.104644
- Wood, E., Harsant, A., Dallimer, M., Cronin de Chavez, A., McEachan, R. R. C. ja Hassall, C. (2018). Not all green space is created equal: Biodiversity predicts psychological restorative benefits from urban green space. *Frontiers in Psychology*, 9, 2320. doi:10.3389/fpsyg.2018.02320
- Wood, J. M. ja Quinn, J. E. (2016). Local and landscape metrics identify opportunities for conserving cavity-nesting birds in a rapidly urbanizing ecoregion. *Journal of Urban Ecology*, 2, juw003. doi:10.1093/jue/juw003
- Xie, S., Marzluff, J. M., Su, Y., Wang, Y., Meng, N., Wu, T., Gong, C., Lu, F., Xian, C., Zhang, Y. ja Ouyang, Z. (2022). The role of urban waterbodies in maintaining bird species diversity within built area of Beijing. *Science of The Total Environment*, 806, 150430. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.150430
- Xie, S., Wang, X., Ren, Y., Su, Z., Su, Y., Wang, S., Zhou, W., Lu, F., Qian, Y., Gong, C., Huang, B. ja Ouyang, Z. (2020). Factors responsible for forest and water bird distributions in rivers and lakes along an urban gradient in Beijing. *Science of the Total Environment*, 735, 139308. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.139308

Internetiallikad

- Internet 1. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (2022). *World Cities Report 2022: Envisaging the future of cities*. Kasutatud 19.06.2024, <https://unhabitat.org/world-cities-report-2022-envisaging-the-future-of-cities>
- Internet 2. Eesti Ornitoloogiaühing. (i.a). *Maailma linnunimetuste andmebaas*. Kasutatud 7.03.2025, <https://www.eoy.ee/ET/23/birdnames/>
- Internet 3. Eesti Looduseuurijate Selts. (i.a). *Eestikeelsete taimenimede andmebaas*. Kasutatud 7.03.2025, <https://taimenimed.ut.ee/>
- Internet 4. Eestikeelsete Imetajanimede Komisjon. (i.a). *Eestikeelsete imetajanimetuste andmebaas*. Kasutatud 7.03.2025, <https://www.elus.ee/imetajad/>
- Internet 5. Keskkonnaagentuur. (2023, 29. august). *Kes on võõrlik ja miks ta on ohtlik?* Keskkonnaportaali loodusveebi koduleheküljel. Kasutatud 5.07.2024, <https://loodusveeb.ee/et/themes/liigiline-mitmekesisus/kes-voorlik-ja-miks-ta-ohtlik>
- Internet 6. Looduskaitseeadus (20.06.2014). *Riigi Teataja I*. Kasutatud 15.01.2025, <https://www.riigiteataja.ee/akt/13360504>
- Internet 7. Eesti ornitoloogiaühing. (i.a). *Veelindude toitmine*. Kasutatud 16.01.2025, <https://www.eoy.ee/ET/veelindude-toitmine/>
- Internet 8. Eesti ornitoloogiaühing. (i.a). *Lindude talvine toitmine*. Kasutatud 19.01.2025, <https://www.eoy.ee/ET/talvine-lisatoitmine>
- Internet 9. Eesti Ornitoloogiaühing. (i.a). *Pesakastid*. Kasutatud 22.09.2024, <https://www.eoy.ee/ET/12/33/pesakastid-lindudele/>
- Internet 10. Kliimaministeerium. (2023, 14. märts). *Looduse hüved ehk ökosüsteemiteenused*. Kasutatud 6.05.2025, <https://kliimaministeerium.ee/elurikkus-keskkonnakaitse/looduskaitse/looduse-huved>
- Internet 11. Tartu Ülikool ühiskonnateaduste instituut. (2023, 10. aprill). *Viitamisjuhend*. Kasutatud 14.03.2025, <https://uhiskond.ut.ee/et/sisu/viitamisjuhend>
- Internet 12. American Psychological Association. (i.a). *Webpage on a Website References*. APA Style. Kasutatud 14.03.2025, <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples/webpage-website-references>

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Anni Kutser,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Linnaruum linnukoosluste kujundajana“, mille juhendaja on Tuul Sepp, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada Tartu Ülikooli digitaalarhiivi kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
2. annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, 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.

Anni Kutser

03.05.2025