

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
LOOMAÖKOLOOGIA ÕPPETOOL

Ursula Pajumäe

MERELINNUD LINNAS: KOHASUST MÕJUTAVAD
KESKKONNATEGURID JA KONFLIKTIDE
LEEVENDEUSMEETMED

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Tuul Sepp

TARTU 2024

Infoleht

Linnastumine on protsess, mis toimub üle terve maailma ja mille ökoloogilised tagajärjed ulatuvad linnast väljapoole. Linnud on ühed enim uuritud mudelorganismid linnas, kuid enamik uuringuid keskendub värvuliste. Linnastumise mõju merelindudele on uuritud üksikuuringute tasemel, kuid ülevaateartiklid puuduvad. Töös annan ülevaate, kuidas merelinnud linnas toime tulevad ning millised tegurid merelindude toimetulekut mõjutavad. Linnas mõjutavad merelinde teistsugused keskkonnategurid kui looduslikes keskkondades, muutunud on toidubaas, toidu ja plasti kogus ning kättesaadavus, parasiitide ja patogeenide levikumustrid, müra ja valgusreostuse tase. Samuti tekivad merelindude ja linnarahva vahel konfliktid, mille leevendusmeetodid võivad merelindudele negatiivselt mõjuda. Enim mõjutab merelinde linnas muutunud toidubaas ja prügi. Toidu lihtne kättesaadavus mõjutab merelindude toitumiskäitumist, seisundit, parasiitide ja patogeenide levikuvektoreid ning sigimisedukust. Puhas ja looduslähedane linnakeskkond võiks aga toetada ka mõõdukas suuruses merelinnukooslust, mille konflikte inimestega leevendab suurem loodusteadlikkus.

Märksõnad: linnastumine, merelinnud, elupaikade muutused, inimtekkelised häiringud

Urbanization is a worldwide process with ecological consequences that extend beyond the city. Birds are one of the most studied model organisms in urban areas, but most studies focus on passerines. The impact of urbanization on seabirds has been studied at the level of case studies, but there are no review articles. In this work, I give an overview of how seabirds cope in cities and which factors affect seabirds. In urban areas, seabirds are affected by different environmental factors than in natural environments. The food base, food availability, plastic abundance, parasite and pathogen vectors, the level of noise and light pollution have changed. Furthermore, conflicts arise between seabirds and urban people and conflict management methods can have a negative effect on seabirds. Seabirds are most affected by the changed food base and debris in urban areas. Predictable food subsidies affects seabird feeding behavior, body condition, transmission vectors for parasites and pathogens and reproductive success. However, a clean and close-to-nature urban environment could also support a moderate-sized seabird community, whose conflicts with humans are managed by greater awareness of nature.

Keywords: urbanization, seabirds, habitat changes, anthropological disturbances

Sisukord

Sissejuhatus	6
Materjal ja meetodid	10
1. Plasti mõju linnas elavatele merelindudele	11
2. Merelindude toitumine linnas	13
3. Parasiitide ning haigustekitajate esinemine merelindudel linnas	16
4. Valgusreostuse mõju	19
5. Müra mõju	22
6. Kliimamuutused ning merelinnud	25
7. Merelindude konfliktid linnarahvaga	27
8. Järeldused	30
8.1 Linnastumise ja keskkonnamuutuste koosmõju elukäigutunnustele	30
8.2 Üldine arutelu	32
Kokkuvõte	35
Summary	36
Tänuavaldus	37
Kasutatud kirjandus	38
Internetiallikad	52

Sissejuhatus

Linnastumine toimub üle terve maailma ning selle ökoloogilised tagajärjed ulatuvad linnapiiridest väljapoole (McKinney, 2002). Seetõttu mõjutab linnastumine koos maakasutuse muutusega eluslooduse toimimist ning mitmekesisust (Seto *et al.*, 2012). Näiteks võivad linnas elavatel loomad eluslikud elupaigad olla killustunud või kadunud (Barua & Sinha, 2019) ja muutunud rändeliikumised, toiduotsingud, kisklusrisk ning sigimisedukus (ülevaade Fuirst *et al.*, 2018). Negatiivsete teguritena võivad linnas loomi ja nende asurkondi mõjutada ka kõrgem reostusaste ning arvukad parasiidikooslused (ülevaade García *et al.*, 2023). Seega mõjutab linnastumine faunat suuresti, kuid meie teadmised nendest mõjudest pole seni piisavad, et neid mõjusid ära hoida.

Linnud võivad olla ühed enim uuritud mudelorganismid linnas (Chace & Walsh, 2006; Seress & Liker, 2015). Võrreldes teiste selgroogsetega on linde loodusvaatlejatel lihtsam uurida (Chace & Walsh, 2006). Linde on linnaruumis kergem märgata, nad on häälekad ning lindude uurimiseks on olemas erinevad töövõtteid, lisaks on juurdunud pikaajalised traditsioonid linnuvaatlusteks. Samuti on linnud ja nende kooslused toiduahela ülemiste lülidena head indikaatorid peegeldamaks linnakeskkonna üldist seisundit (Sun *et al.*, 2022). Seetõttu on mingis ulatuses võimalik hinnata linna eri aspektide mõju loomastikule lindude kui mudelorganismide uuringute põhjal (Chace & Walsh, 2006), kuigi detailsemad uuringud erinevatelt liigirühmadelt parandaksid oluliselt võimalusi looduslike liike linnakeskkonnas toetada. Mõned lindude rühmad on linnastumise kontekstis rohkem läbi uuritud kui teised. Näiteks kui värvuliste kohta on avaldatud rohkelt uuringuid (Chace & Walsh, 2006; Seress & Liker, 2015; Sepp *et al.*, 2018;), siis teadmised röövlindude ja merelindude kohta on linnakeskkonnas siiani pigem üksikuurimuste põhised ning põhjalikud ülevaateuuringud puuduvad. Töös annan ülevaate, kuidas merelinnud linnas toime tulevad ning millised tegurid mõjutavad merelindude kohasust.

Merelinnud ei moodusta taksonoomilist üksust, kuid töö selguse huvides on vaja määratleda, kes on merelind. Merelindude termini jaoks ei ole ühtset tähendust, aga merelinde on kirjeldatud kui organisme, kelle kogu populatsioon elab või toetub merekeskkonnale mingi osa aastast (Croxall *et al.*, 2012). Furness (2012) läheneb terminile toitumise kaudu ja sõnastab selle nii, et merelinnud hangivad vähemalt osa enda toidust merest ning lendavad teatava osa elust üle merepinna. Seega ei pea Furness merelindudeks linde, kes kahlavad rannikul merevees (Furness, 2012). Schreiber ja Burger (2001)

täiendavad viimast definitsiooni ning määratlevad merelinde lindudena, kes elavad või elatuvad merest näiteks rannikutel ja saartel. Ent mitmeid kurvitsaliste seltsi (*Charadriiformes*) ning toonekureliste seltsi (*Ciconiiformes*) esindajaid, kes toituvad ranniku lähedal, autorid merelindude hulka ei arva. Autorite selgituse järgi ei kuuluks seega merelindude hulka kurvitsaliste seltsi sugukond kajaklased (*Laridae*; Schreiber & Burger, 2001). Linnastumise kontekstis ei ole aga kajaklaste merelindude hulgast välja jätmine mõistlik, kuna tegemist on ühe peamise linnasid asustava merega seotud lindude sugukonnaga. Merelinnu termini asemel võiks selles töös kasutada ka veelinnu terminit, kes on ökoloogiliselt märgaladest sõltuvad linnud (Delany, 2005), kuid linnuseltside valimi kitsendamiseks ning kindlustamiseks linnuliigi seotuse merega, keskendun enda töös merelindudele. Võttes arvesse eelnevaid määranguid, käsitlen selles töös merelindudena linde, kes looduslikus keskkonnas elavad või elatuvad mingi osa aastast merest, ning arvan merelindude hulka ka kajaklased. Seega kuuluvad merelindude hulka järgmised seltsid – pingviinilised (*Sphenisciformes*), tormilinnulised (*Procellariiformes*), pelikanilised (*Pelecaniformes*) ja kurvitsalised.

Merelinnud on mitmekesine rühm, mida eraldi käsitleda. Merelinnud valdavad hästi nii vee- ja õhukeskkonda kui ka maapinda ning liiguvad nende eri olustike vahel tihti või igapäevaselt. Selline ümbruskondade vahetamine nõuab ainulaadseid füsioloogilisi ja morfoloogilisi kohastumusi (Schreiber & Burger, 2001). Taolist bioloogiat ja ökoloogiat uurides on võimalik merelinde käsitleda kui indikaatorliike ning teha järeldusi merekeskkonna kohta (Croxall *et al.*, 2012). Võrreldes teiste mere ökosüsteemide loomarühmadega on merelinnud hästi uuritud (Schreiber & Burger, 2001) ning teadmised neid ohustavate tegurite kohta on ulatuslikud (Vié *et al.*, 2009). Võrreldes merelindude rühma linnas palju uuritud värvuliste seltsiga (*Passeriformes*) on merelinnud teistsuguse elukäiguga. Merelindudel on värvuliste seltsi liikidega võrreldes enamasti pikem eluiga, suguküpsus saavutatakse hiljem, väiksem munakurna suurus ning pikk tibude kasvatamise aeg (Schreiber & Burger, 2001). Seega võimaldab merelindude uurimine linnakeskkonnas viia teadmised mere ökosüsteeme mõjutavate keskkonnamuutuste ning pikaealiste liikide elukäigu kohta kokku linnaökoloogia teadmistega. Nii saab luua parema arusaamise erinevate inimtekkeliste keskkonnategurite ühis- ja vastastikmõjust.

Võrreldes teiste linnurühmadega, kus on sarnane arv liike, on merelinnud kõige ohustatum linnurühm. Croxall *et al.* 2012 uuringus analüüsitud 346 merelinnu liigist 97 liiki ehk 28% on Maailma Looduskaitseliidu (*International Union for the Conservation of Nature and*

Natural Resources; IUCN) punase nimestiku järgi ohustatud. Ohustatud merelindude uuringud sõnastavad keskkonnategurid, mis on nendele liikidele suurima mõjuga (ülevaade Croxall *et al.* 2012). Enim ohustavad merelinde invasiivsed võõrliigid, 97 ohustatud liigist mõjutavad võõrliigid 73 liiki. Pesitsuspaikades ohustavad merelinde kohalikud liigid, inimhäiringud, infrastruktuuri laienemine, kliimamuutused ja ekstreemsed ilmaolud. Põhilised merekeskkonnaga seotud probleemid, mis avaldavad mõju toiduotsimisele ja rännetele, on kaaspüük, reostus ning kalade ülepüük (Croxall *et al.*, 2012; Lewison *et al.*, 2012). Merelindude küttimine ja kinnipüüdmine mõjutavad nii pesitsuspaiku kui ka toiduotsinguid ning rändeid. Kuigi käsitletud tegureid analüüsiti ohustatud merelindude põhjal, pole põhjust arvata, et vähem ohustatud merelindude seas esineksid teised mustrid. Merelindude ohustatuse tõttu on tähtis tundma õppida, mis merelinde ohustab ning kuidas neid paremini kaitsta (Croxall *et al.*, 2012).

Analüüsimeks linnastumisega kaasnevaid keskkonnamõjusid, on vaja esmalt mõista, mis on linnastumine. Tisdale (1941) kirjeldas linnastumist rahvastiku ning hoonestuse tiheduse tõusmise kaudu ehk linnastumine toimub, kui kasvab linna suurus ning suureneb rahvaarv (Tisdale, 1941). Seega on linnastumine mitmemõõtmeline protsess, mille käigus muutuvad kiiresti nii inimpopulatsioon kui ka maakasutus. Linnad suurenevad nii loomuliku kasvu kui maakohtadest linna rännanud inimeste ning linnapiiride nihutamise tulemusel (Elmqvist *et al.*, 2013). Linnastumist seostatakse bioloogilise mitmekesisuse kao ja liigirikkuse vähenemisega (McKinney, 2002) ning linnades võib olla probleeme puhta õhu ja joogivee ning kliimamuutuste põhjustatud keskkonnamuutustega. Targa linnaplaneerimisega, kus on arvestatud looduse ning selle pakutavate hüvedega, on võimalik selliseid probleeme lahendada (Elmqvist *et al.*, 2013).

Looduslike liikide liikumine linna on ülemaailmne nähtus, mida põhjustab elupaikade kadu ja killustumine ning looduslike populatsioonide ja koosluste väljasuremine (Barua & Sinha, 2019). Nähtuse tulemusena tuleb mõista, kuidas linnas elada mitmete liikidega koos ning millised on linnalooduse toimimise praegused murekohad (Wilson, 2022) Merelinnud, kes looduslikus keskkonnas kasutavad võrdselt nii vee- ja õhukeskkonda kui ka maismaad (Schreiber & Burger, 2001), sobivad hästi seoste mõistmiseks kliimamuutuste ning linnastumise vahel (Wilson, 2022). Samuti saaks merelindude elukeskkondade analüüsimisel õppida, milline keskkond võiks linnas olla soovitud (Barua & Sinha, 2019), ning muuta arusaama, et linn on elusloodusele kehvem paik elamiseks. Lisaks saab merelindude linnakolooniaid uurides mõista liikide kadu ning merekeskkonda

mõjutavaid muutusi laiemalt (Thomson, 2007). Seega annab merelindude linnakolooniate uurimine alguspunkti, et mõelda ühisele liikide koeksisteerimisele linnas (Wilson, 2022).

Hüpoteesid, millele üritan selle ülevaatliku bakalaureusetööga vastust leida, on järgmised:

- merelindude kohasust mõjutavad linnakeskkonnas teistsugused keskkonnategurid kui looduskeskkonnas;
- inimtekkelistest keskkonnateguritest mõjutab merelinde linnas enim muutunud toidubaas, prügi ja haigustekitajad;
- merelindude linnas uurimine toob esile linnakeskkonna kitsaskohad.

Materjal ja meetodid

Tööks kogusin materjali peamiselt kahel viisil. Esiteks otsisin märksõnade abil andmebaasidest artikleid ning teiseks vaatasin, kellele teadusartiklites viidati ja kas selline artikkel võiks minule kasulikuks osutada. Merelinde on linnas üksikuuringute tasemel uuritud päris palju. Näiteks pannes Google Scholar otsingusse märksõnad („seabird“ OR „gull“) AND („urban*“ OR „city“), tuleb vasteid 93 600. Ent kui üritada leida teadusartikleid merelindude kohta linnas erinevate keskkonnamõjude kaupa, mis on töös peatükkide kaupa välja toodud, on vastete tulemused erinevad. Näiteks oli vähe uuringuid tehtud selle kohta, kuidas mõjutab merelinde müra ning rohkem vasteid tuli värvuliste kohta. Sellised olukorrad aitasid hinnata, millised teemad on merelindude puhul linnas vähe uuritud. Samuti võis „(„urban*“ OR „city“)“ märksõna siiski esile tuua uuringuid, mis olid tehtud looduslike populatsioonide peal ning ei pruukinud alati teemaga kattuda.

Algselt kasutasin EBSCO Discovery andmebaasi, kuid avastasin üsna pea, et sellesse andmebaasi ei ole lisatud kõiki teadustöid. Näiteks andis väga detailne märksõnade komplekt („seabird“ OR „gull“) AND („urban*“ OR „city“) AND („pollut*“ OR „plastic*“ OR „microplastic*“ OR „rubbish“ OR „debris“) EBSCO andmebaasis 283 vastet ning Google Scholar lehel 7680. Seega kasutasin peamiselt Google Scholar andmebaasi, mida täiendasin EBSCO Discovery koguga, kui ma ei saanud Google Scholar kaudu artiklile juhuslikult ligi.

Teadusartiklite leidmiseks kasutasin järgnevaid märksõnu: „seabird“, „gull“, „urban*“, „city“, „pollution“, „plastic“, „microplastic“, „rubbish“, „debris“, „light“, „noise“, „compar*“, „natur*“, „foraging“, „migration“, „parasite*“, „pathogen“, „conflict*“.

1. Plasti mõju linnas elavatele merelindudele

Plasti tootmine on viimaste aastakümnete jooksul hüppeliselt tõusnud. 1950. aastatel toodeti plasti 2 miljonit tonni, kuid 2015. aastal oli tootmise kogus 380 miljonit tonni (Geyer *et al.*, 2017). Veelise eluviisiga linnuliigid puutuvad aina rohkem plastiga kokku ning veekogude suure plasti koguse tõttu on veelinnud kergesti haavatavad (Wilcox *et al.*, 2015). Linnas elavad merelinnud võivad prahiga kokku puutuda nii prügilates toitu otsides (Seif *et al.*, 2018) kui ka linna tänavatel leiduvast prahist pesa ehitades (Galimany *et al.*, 2023). Plasti allaneelamine halvendab merelindude seisundit, näiteks kogunevad seedekulglassed takistused ning kõrgeplastid plasti kontsentratsiooni tõttu saavad toksinid akumulieruda (Bergmann *et al.*, 2015). Suur osa sisse söödud prahist võib olla plast (Seif *et al.*, 2018), mille tõttu suurem osa sellest peatükist keskendub plasti mõjule merelindudele.

Plasti kontsentratsiooni erinevus eri vanusegruppides on täheldatav, kuid kõik uuringud sellele ei viita (Seif *et al.*, 2018). Cartraud *et al.* (2019) artiklis uuriti, kuidas mõjutab troopilisi merelinde India ookeani ääres plasti alla neelamine. Autorid täheldasid, et plasti leiti rohkem noorlindude kui täiskasvanud lindude pugudest. Vanuselise erinevuse tingib asjaolu, et tibusid söödavad täiskasvanud linnud räppetompudega ning tibusid ei suuda ise toitu välja oksendada. Selle tõttu saab tibusid seedesüsteemis plasti kogus kuhjuda (Cartraud *et al.*, 2019). Sarnasele järeldusele jõudsid austraalia tormilinde (*Puffinus tenuirostris*) Ida-Austraalias uurivad teadlased, kes hindasid liigisiselt noorlindude ja täiskasvanute sissesöödud plasti kogust. Autorite arust võib noorlindude kõrgemat plasti hulka lisaks vanemate toitumisele mõjutada noorlindude valimatut toitumist (Acampora *et al.*, 2014). Kahe viimase seisukohaga ei lähe kokku aga Kanadas tehtud katse, milles ei leitud noorlindude ja täiskasvanute alla neelatud plasti koguses erinevusi (Seif *et al.*, 2018). Järelikult võib eri vanusegruppide plastiga kokkupuutumine sõltuda liigist ning toitumisharjumustest.

Linnalähedastes merelindude pesades on inimtekkeliste materjalide ja mikroplasti hulk suurem kui looduslike populatsioonide omades (Lopes *et al.*, 2020; Lato *et al.*, 2021b). Ameerika Ühendriikide kirderannikul tehtud uuringus võrreldi kolme eri hõbekajaka (*Larus argentatus*) ja merikajaka (*Larus marinus*) koloonia pesamaterjali. Esimene koloonia Jamaican Bayl (JB) asus kõrge linnastumise tasemega New Yorgi lähistel, teine koloonia Young's Islandil (YI) esindas keskmiselt linnastunud ala ning kolmas koloonia

Tuckernuckil (TN) asus hõredalt asustatud alal ning linnast kaugel. Kõrge JB ja keskmise linnastumise YI tasemega vaadeldud kolooniate pesades esines rohkem mikroplasti kui linnast eemal asuvate TN kolooniate pesades, vastavalt 47%, 56% ja 0,07%. Eelnev kinnitab, et keskmiselt rohkem mikroplasti leidis linnastunud ala merelindude kolooniate pesades kui vähem linnastunud kolooniates. (Lato *et al.*, 2021b). Portugalis võrreldi nelja lõuna-hõbekajakate (*Larus michahellis*) koloonia pesamaterjali ning uuriti, kui suure osa moodustab pesamaterjalist inimtekkeline materjal. Kaks vaadeldud kolooniat pesitsesid looduslikes keskkondades ning kaks linnas. Ka nendes kolooniates leiti inimtekkelist prahti linnapesadest rohkem, kahes linnakoloonias leiti prahti 47,6% ja 95,7% pesadest. Looduslikes kolooniates pesitsevate lindude pesades oli inimtekkelisi prahti 2,6% ja 15,4% pesadest (Lopes *et al.*, 2020). Seega kõrge mikroplasti koguse Ameerikas New Yorgi lähistel vaadeldud kolooniates võis põhjustada erinevate pesamaterjalide kasutus (Lato *et al.*, 2021b) ning ilmselt ka looduslike pesamaterjalide madal kättesaadavus ning rohke prahi hulk (Lopes *et al.*, 2020). Seega ei pruugi inimtekkelise prahi ja mikroplasti kogus, millega merelinnud kokku puutuvad, sõltuda vaid linnastumise astmest, vaid ka muudest teguritest nagu looduslike pesamaterjalide ja prahi kättesaadavus (Lopes *et al.*, 2020; Lato *et al.*, 2021b).

Kuna merelinnud puutuvad prahiga palju kokku, saab neid kasutada kui keskkonnaindikaatoreid (Galimany *et al.*, 2023). Indikaatorliigid võimaldavad hinnata ümbruskonna tervisenäitajaid ja nende mõju kindlatele ökosüsteemidele (Tabor & Aguirre, 2004). Hispaanias Barcelona linnas tehtud katses analüüsiti lõuna-hõbekajaka GPS-marsruute ja pesamaterjali, et teha kindlaks, millisest keskkonnast linnud pesamaterjali koguvad. Uuringus leiti kõikidest vaadeldud pesadest prahti, sealhulgas plasti. GPS-andmete põhjal liikusid lõuna-hõbekajakad ringi linnas. Seega kogutakse ka enamuse pesamaterjali linnast, materjali analüüsimisel on võimalik hinnata prahi kogust ning teha järeldusi jäätmete kättesaadavuse kohta. (Galimany *et al.*, 2023). Merelindude pesamaterjali analüüsides on võimalik hinnata linna prügimajanduse tõhusust ning prahi kättesaadavust (Lopes *et al.*, 2020; Galimany *et al.*, 2023).

2. Merelindude toitumine linnas

Linnas muutuvad merelindude kolooniate toitumiskäitumised (Fuirst *et al.*, 2018). Linnastumisega kaasnev elupaikade muutumine toob kaasa toiduallikate kättesaadavuse ja tiheduse ümberkujunemise (Auman *et al.*, 2008). Linnastumise mõju toitumiskäitumisele uuriti Ameerika Ühendriikides kolme hõbekajakata koloonia põhjal (Fuirst *et al.*, 2018). Võrdlemaks, kuidas hõbekajakate toitumiskäitumine linnas muutub, vaadeldi vähe linnastunud Tuckernucki saare (TN) kolooniat, keskmiselt linnastunud Young's Islandi (YI) ning New Yorki linnas Jamaica Bay (JB) kolooniaid. Artiklis selgus, et linnastumise astmel on märkimisväärne mõju toiduotsingutele. Rohkem linnastunud aladel YI ja JB kolooniates oli oluliselt kõrgem toitumiskoha truudus ning sealsete hõbekajakate toiduotsingute lennud olid lühemad kui TN koloonia hõbekajakatel. Vähe linnastunud aladel nagu TN koloonia, peavad hõbekajakad kulutama rohkem aega toiduotsingutele, sest kindlaid toidupaikasad on vähe. Samas sõltusid JB koloonia hõbekajakad suuremal määral kindlastest toidupaikadest. Seega pidevalt kättesaadavad toiduallikad linnastunud kolooniate lähedal kujundavad hõbekajakate seas kõrget toitumiskoha truudust (Fuirst *et al.*, 2018). Sarnasele järeldusele on jõutud ka teistes merelindudega tehtud uurimustes, mille kohaselt merelinnud nagu kiltkajakad (*Larus occidentalis*), ulgukormoranid (*Phalacrocorax pelagicus*) ja suulad (*Morus bassanus*) on truud toitumiskohtadele, kust on toitumisretked järjepidevalt õnnestunud (Kotzerka *et al.*, 2011; Wakefield *et al.*, 2015; Shaffer *et al.*, 2017). Linna piirkondadega kaasnev rohkete kättesaadavate toiduallikate rohkus mõjutab toitumiskäitumist ja toiduotsingute iseloomu (Fuirst *et al.*, 2018).

Merelindude toitumiskäitumise muutused ei sõltu ainult linnastumise tasemest, vaid ka kättesaadava toidu osakaalust. Kahes artiklis on uuritud lõuna-hõbekajakate ja prügilate läheduse ning kättesaadava toidu vahelisi seoseid (Payo-Payo *et al.*, 2015; Real *et al.*, 2017). Kättesaadava toidu hulk prügilate ja kalajäänuste lähedal mõjutab näiteks munetud munade massi ehk nende lähedal pesitsevad lõuna-hõbekajakad saavad munadesse rohkem panustada (Real *et al.*, 2017). Samuti on leitud seoseid, kus kolooniate populatsioonid kasvavad märgatavalt toiduallikate kättesaadavuse suurenemisega (Payo-Payo *et al.*, 2015) ning sigimisvõimelised on isegi linnud, kes on kehvemas seisundis – kas vähem kogenud või haiged (Steigerwald *et al.*, 2015). Toidu kättesaadavust ning prügilate ja kalajäätmete rohkust mõjutavad sotsiaalmajanduslikud aspektid, näiteks Euroopa Vahemere ääres asetsevate riikide jäätmete hulk on palju suurem Aafrika ranniku omadest. Väheste

jäätmete ja kalajäänuste saadavuse tõttu ei saa Aafrika lõuna-hõbekajakade kolooniad toetuda kättesaadavatele toiduallikatele ning seetõttu on ka nende keskmine munade mass väiksem (Real *et al.*, 2017). Sigimisedukuse muutust prügila sulgemisel märgati Mallorcal, kus lõuna-hõbekajakad olid sunnitud naasema meretoidule ning seetõttu hajusid linnakolooniad naaberkolooniatesse ja tõusis suremus, mille tulemusel linnakolooniate suurus vähenes (Payo-Payo *et al.*, 2015). Tõhusa prügimajanduse ning kättesaadavate toiduallikate vähenedes võib linna merelindude kolooniate suurus väheneda.

Lähedases suguluses olevad merelinnu liigid ei pruugi linnas samaväärselt edukad olla. Linnatingimustes, kus toitu on külluses võivad mitmed liigid end mugavalt tunda (Auman *et al.*, 2011) ning kajakate perekonna (*Larus*) esindajaid arvatakse olevat head linnaga kohanejad. Vaatamata liikide vahelisele kõrgele sugulusele erineb kajakate perekonnas, millisel määral linnaelupaiku ära kasutatakse (Washburn *et al.*, 2013). Näiteks võrreldi New Yorkis kalakajakate (*Larus canus*) ja merikajakate toiduotsingute lende ning leiti, et kui kalakajakad toituvad rohkem linnas, siis merikajakad toituvad rohkem rannas ning mereelupaikades (Lato *et al.*, 2021a). Samuti Taanis kalakajakate, merikajakate ning tõmmukajakate (*Larus fuscus*) kolooniate kasvu uurides leiti, et kalakajakate populatsioonide kasvu üks põhjustest oli linnas asuvad toitumispaigad, kuid teise kahe liigi puhul sellist korrelatsiooni ei leitud (Meléndez-Arteaga *et al.*, 2022). Huvitaval kombel võivad taolised erinevused ilmneda ka sama liigi eri kolooniate vahel. Loode-Inglismaal uuriti tõmmukajakate linnas ja rannikul pesitsevate kolooniate toitumiskäitumise erinevusi ning leiti, et linnas pesitsevad tõmmukajakad kasutasid toitumiseks peamiselt linnaelupaiku ning vähesel määral ka rannikuäärseid alasid. Rannikul pesitsev koloonia toitus aga ainult ranniku ääres ning sealsed tõmmukajakad vältisid linnaalasid (Langley *et al.*, 2023). Seega võivad ka ühes perekonnas olla liigid, kes suudavad linnade kasvades paremini toime tulla (Lato *et al.*, 2021a).

Linnakeskkonnas toitumise mõju lindude tervisele võrreldes loodusliku saagiga pole üheselt selge (Lato *et al.*, 2021a). Vähesed uuringud, mis küsimuse selgitamiseks on läbi viidud, jõudsid vastakate tulemusteni. Näiteks on Florida poolsaarel veelinnu muda-toonekurge (*Mycteria americana*) uurides leitud, et kehvade looduslike toitumistingimuste ajal linna piirkonda toituma liikumine leevendas ja puhverdas keerulisi olusid ning aitas isegi sigimisedukust tõsta. Seejuures ei halvenenud linnas toituvate pesitsevate isendite seisund (seisundi indeks rinnalihaste kaalu põhjal), mis võiks anda mõista, et inimtekkeline toit ei mõju lindudele negatiivselt (Evans & Gawlik, 2020). Ka Tasmaanias

punanokk-kajakate (*Larus novaehollandiae*) uurimisel olid linnakeskkonna isaslinnud raskemad ning paremas seisundis (seisundi indeks, kus kehamass jagatakse pea ja jooksme pikkuse summaga; Meathrel, 1991), mis ilmselt tuleneb asjaolust, et linnas on toiduküllus ning toit kõrgema kalorsusega (Auman *et al.*, 2008). Teised teadusartiklid kirjeldavad aga vastupidiselt, kuidas linnas toituvatel merelindude sigimisedukus on madalam, sest selle toidu toitainete väärtus ja kontsentratsioon on madalam (Belant *et al.*, 1998) või linnastumine ei mõjuta merelindude kaalu (García *et al.*, 2023). Üks vaadeldav tervisenäitaja võib olla veel mikrobioomi mitmekesisus. New Yorgis ja linna lähistel kolme hõbekajakate kolooniate mikrobioomi võrdlemisel leiti küll, et vähim linnastunud alal elavas koloonias oli mitmekesisem mikrobioom, ent ei leitud, et linnastunud piirkondades toitumisel oleks mikrobioomi mitmekesisusele oluline mõju (Fuirst *et al.*, 2018). Võrreldes merel toitumist maismaal toitumisega, on pakutud, et maismaalt saadud toit on madalama kvaliteediga (Camphuysen *et al.*, 2015), mis halvendab vanemlinnu seisundit ja vähendab omakorda sigimisedukust (Isaksson *et al.*, 2016).

Sesoonsete vajaduste muutudes võib muutuda toitumispaikade valik. Üheks toitumisstrateegiate vaheldumise ajaks on sigimise- ja tibude kasvatamise periood (Perrins & Smith, 2000). Rootsisis Gotlandi saarel tõmmukajakate terve sigimisperioodi jälgides leiti, kuidas erinevatel perioodidel kasutati eri toitumispaiku. Enne munade munemist ning haudumisperioodi esimeses pooles toituti valdavalt maismaalistes toitumispaikades, kuid haudumise teises pooles ning tibude koorudes lülituti ümber merelisele toidule (Isaksson *et al.*, 2016). Munemise ning haudumise ajal võivad linnud otsustada kergesti kättesaadava toidu kasuks, mis ei pruugi olla just kõrgeima kvaliteediga (Perrins & Smith, 2000). Tibude koorumisel on tibudel vaja kõrge energiasisaldusega ja kergesti seeditavat toitu, mida saab rohkem merekeskkonnast (Navarro *et al.*, 2010). Ent dieet on tõmmukajakate näitel äärmiselt oluline ka munade munemise ajal (Blount *et al.*, 2004) ning kõrge maismaa toidualade kasutus võib anda märku madalast meresaagikusest või kvaliteedist (Möllmann *et al.*, 2009). Lisaks tekib konkurents teiste merelindudega, kes samuti söödavad tibusid merekeskkonna toiduga. Seega võib toitumispaikade valiku muutumine olla mõne koloonia puhul ökosüsteemi suurte nihete tagajärg (Isaksson *et al.*, 2016). Sisemised faktorid nagu sigimisetapp võivad olla peamine põhjus, miks muutub toitumispaikade valik (Humphreys *et al.*, 2006).

3. Parasiitide ning haigustekitajate esinemine merelindudel linnas

Linnakeskkond mõjutab peremeeste-parasiitide vahelisi suhteid ning patogeenide ja vektorite esinemist. Linnastumise mõju haigustekitajatele võib olla erinev ning looduslike liikide tervis võib linnastumise käigus sõltuda mitmest aspektist ning liigiti erineda (Bradley & Altizer, 2007). Siiski on ühe uuringu kohaselt leitud, et linnadel võib olla väike negatiivne mõju metsloomade tervisele, sest toksiliste ainete osakaal ja parasiitide rohkus ning mitmekesisus on suurem, mistõttu on kergem nakatuda (Murray *et al.*, 2019). Lindude puhul on täheldatud, et parasitismi esinemist mõjutab ilmselt parasiidi tüüp ning levimisviis. Üldiseid seaduspärasid on aga raske teha, sest peremeeste liigirikkus ja arvukus võib linnati erineda, mis mõjutab ka parasiitide esinemist (Delgado-V. & French, 2012). Parasiitidest vabanemiseks võivad linnud ette võtta rändeid, mis aitavad peremeespopulatsioonides vähendada parasiitide koormust. Elupaiga vahetusega saab põgeneda nakatunud elupaikadest ja parasiitide kõrge levikuga paikadest (Peacock *et al.*, 2020), mille tõttu väheneb ka parasiitidega nakatumise tõenäosus (Balstad *et al.*, 2021). Seega võib parasiitide koormus linnas toksiliste ainete suurema osakaalu, muutunud koosluste ning tihedama asustuse tulemusena kasvada, teisalt võib elupaiga vahetusega looduslikust asualast linnaparasitism langeda.

Merelindudel esinevad nii välis-, vere- ja soolestikuparasiidid kui ka viirused ning bakteriaalsed haigustekitajad. Ektoparasiitidest on merelindudel leitud puuke, täisid, lestasid ja parasiteerivaid kärbeid ning sääski. Endoparasiitidest esinevad mitmetel merelindude seltsil sooleparasiidid, paelussid, imiussid, nematoodid ehk ümarussid ja kidakärssussid (Khan *et al.*, 2019). Lisaks võivad ektoparasiidid olla mitmete haiguste edasikandjad, näiteks sääsed levitavad lindude rõugeviirust (Kane *et al.*, 2012) ning koos puukidega ka flaviviiruseid, näiteks inimestele nakkavat Zika viirust (Gaunt *et al.*, 2001; Khan *et al.*, 2019). Puugid võivad levitada arboviiruseid (Nuttall, 1984). Merelindude seas on ka otse levivad viirused, näiteks A-tüüpi gripiviirus (Lang *et al.*, 2016). Bakteriaalsetest haigustekitajatest on merelindude seas levinud linnukoolera, puukborrelioos, linnu botulismibakterid, klamüdioos ja vereparasiidid, mis on vektorite kaudu levivad parasiidid (Khan *et al.*, 2019). Linde võivad nakatada mitmed rakusisesed vereparasiidid perekonnast plasmoodium, *Haemoproteus*, *Leucocytozoon*, *Hepatozoon* ning *Babesia* (Quillfeldt *et al.*, 2011). Peamiselt levivad vereparasiidid surusääskede, sääskede ning kärbest kaudu

(Vanstreels *et al.*, 2017). Merelindude grupil on üldiselt täheldatud madalat või suisa puuduvat vereparasiitide taset isegi potentsiaalsete vektorite olemasolul (Quillfeldt *et al.*, 2011). Merelindude vereparasiitide vähesust teiste linnurühmadega võrreldes selgitatakse sellega, et soolastes merevee keskkondades on madal vektorite osakaal (Figuerola, 1999; Martínez-Abraín *et al.*, 2004).

Linnas võib parasiitidega kokkupuude toimuda läbi muutunud toitumiskäitumise (Galbraith *et al.*, 2014). Inimtekkeline toit ja toidujäänused võivad aidata hoida linnapopulatsioone elujõulisena, meelitada linna uusi liike ning muuta toiduotsingu käitumist (Griffin *et al.*, 2017; Stofberg *et al.*, 2019). Näiteks toituvad mõned kajakate linnapopulatsioonid prügilates, parklates, parkides ning ostukeskustes (Furst *et al.*, 2018). Seejuures loodusliku toidubaasi hulga vähenemisega on mõne veelise ja maismaalise eluviisiga linnalindude populatsioonide seas märgatud parasiitide hulga muutuseid – nakatumised on vähenenud, tõusnud või jäänud samale tasemele (Skelly *et al.*, 2006). Seega toitumisbaasi muutustega looduslikult inimtekkelistele muutub troofiliselt levivate parasiitide edasikandumine, kuid ka seda teemat on linnastunud generalistide hulgas seni vähe uuritud (Aponte *et al.*, 2014).

Toitumispaikade valik võib muuta parasiitide rohkust ja mitmekesisust (Diaz *et al.*, 2011; Quillfeldt *et al.*, 2011). Seega merelinnud, kelle toitumisalad on merelistest keskkondadest liikunud maismaale ja inimasustustesse, võivad kogeda kõrgemat vektorite olemasolu, mis tõstab nakatumise ohtu (Quillfeldt *et al.*, 2011). Nõnda ongi leitud, et lindudel, kes külastavad maismaa elupaiku, võivad esineda kõrgemad vereparasiitide tasemed, näiteks lõuna-hõbekajakate (*Larus cachinnans michahellis*; Martínez-Abraín *et al.*, 2002), hõbekajakate ja koldjalg-hõbekajakate (*Larus cachinnans*) puhul (Zagalska-Neubauer & Bensch, 2016). Kuid sisemaal toitudes võib ka parasiitsetest nugiussidest osaliselt pääseda. Nimelt levivad nugiussid merelindudele merekeskkonnast selgrootute ning kaladega (Esch *et al.*, 2002). Seega isendid, kes toituvad maismaal, võivad olla nugiussidest vähem mõjutatud võrreldes merekeskkonnas toituvate lindudega (Diaz *et al.*, 2011). Linnas toituvad merelinnud võivad vektorite osakaalu muutuste kaudu rohkem kokku puutuda vereparasiitidega ning vähem nugiussidega.

Parasiidifaunat ning nende hulka on uuritud mitme linnakoloonia põhjal. Artiklis, mis uuris linnastumise mõju Argentiinas ohustatud argentiina kajakatele (*Larus atlanticus*), ei leitud 82 kogutud vereproovist, millest 38 olid võetud linnastunud aladelt olevatelt lindudelt ning 44 linnavälistelt aladelt, ühtegi vereparasiiti (García *et al.*, 2023). Kanadas

asavas Montreali linnas uuriti vöötnokk-kajakaid (*Larus delawarensis*), üritamaks leida seost inimtekkelistes toitumispaikades veedetud aja ja parasiitide hulga vahel, kuid sellist seost ei leitud. Küll aga olid sarnastes kohtades toituvatel vöötnokk-kajakatel suundumus sarnastele parasiitide kogukonnale (Aponte *et al.*, 2014). Aafrikas tehtud uuringus vaadeldi seitset erinevat lõunakajaka (*Larus dominicanus*) kolooniat ning koguti kokku 364 vereproovi nii täiskasvanutelt kui ka tibudelt, millest 25% leiti ainult *Haemoproteus* parasiidi perekonna esindajaid. Samuti paistis, et parasiidi esinemine ei mõjutanud täiskasvanute ega tibude seisundit (seisundi indeks kehamassi ja kehasuuruse regressiooni jääkide põhjal; Jakob *et al.*, 1996; Reusch *et al.*, 2022). Uurides Hispaanias Escombreras lõuna-hõbekajaka prügila lähedal asuva koloonia parasiidifaunat, tuvastati kolm uut parasiidi liiki, mida pole lõuna-hõbekajakatel varem leitud. Leitud parasiidifaunast oli enamus siiski sama, mis lõuna-hõbekajakatel on varemgi kirjeldatud, seega üleminek looduslikult toidubaasilt inimtekkelisele ei tõstnud parasiitide rohkust (Parejo *et al.*, 2015). Tulemuste selgitamiseks on pakutud paar hüpoteesi. Näiteks võib linnas suurenenud toiduhulk tõsta lindude immuunsust, mis võib omakorda suurendada võimekust parasiitidele vastu seista (Bobby Fokidis *et al.*, 2008; Parejo *et al.*, 2015). Samuti võib sellist nähtust selgitada lihtne asjaolu, et merelindude immuunsus parasiitide vastu on kõrge (Reusch *et al.*, 2022). Olenemata linnas ennustatavast kõrgemast vektorite esinemise tõenäosusest, pole mitmed uuringud tuvastanud linnas elavate merelindude hulgas suuremat parasiitide rohkust.

4. Valgusreostuse mõju

Valgusreostuse tase on viimase sajandi jooksul tõusnud ning põhjustanud looduslike öömaastike kadu (Bennie *et al.*, 2015). Öise taeva killustumine jätkub, sest valgusreostuse tase tõuseb igal aastal 6%. Valgusreostus mõjutab ökosüsteemide toimimist mitmetel viisidel ja on seega ohuks elustiku mitmekesisusele (Hölker *et al.*, 2010). Kunstlikud valgusallikad põhjustavad merelindude seas kõrget suremust (Rodríguez *et al.*, 2017). Eriti haavatavad on kogenematud noorlinnud, kes esimest korda merele lendavad ning võivad kunstliku valguse tõttu teelt kõrvale kalduda (Imber, 1975, viidatud Rodríguez *et al.*, 2015 kaudu). Valgusreostus põhjustab linnuliikide seas nn väljalangemise fenomeni (ingl *fallout*), mis sunnib noorlinde maanduma (J. R. Reed *et al.*, 1985), mis suurendab omakorda tõenäosust surra ehitistega kokku põrgates või saada vigastusi ning langeda kiskja saagiks (Rodríguez *et al.*, 2012).

Pole teada, miks merelinnud valgust nähes maanduvad või segadusse satuvad. Selle kohta on püstitatud mõned hüpoteesid, millest esimese kohaselt näib kunstlik valgus helkiva saagina (Imber 1975, viidatud Rodríguez *et al.*, 2017 kaudu). Teise hüpoteesi kohaselt seostub noorlindudel valgusallikatega toiduallikad. Öönsustes pesitsevad merelinnud, näiteks tormilinnuliste seltsi (*Procellariiformes*) kuuluvad sugukonnad tormilindlased (*Procellariidae*) ja tormipääsulased (*Hydrobatidae*), näevad valgust pesasuudmest sisse voogamas ning vanemate sisenemisel toiduga tekib seos valguse ja toidu vahel (Rodríguez *et al.*, 2017). Portugali tormilindude (*Calonectris borealis*) tibude seas katsetati, kuidas mõjutab valgusreostus uruspesitsejaid linde, kelle pesades on üldiselt pime. Tibud, kes kogesid valgusreostust, reageerisid valgusallikatele rohkem ning üritasid valgust vältida (Atchoi *et al.*, 2023). Kolmas hüpotees annab selgituseks, et kunstlik valgus vähendab kuu, tähtede ning teiste orienteerumisvahendite nähtavust. Seega võivad linnud silmist kaotada orienteerumismärgise või pidada mõnda kunstlikku valgusallikat ekslikult maamärgiks (Telfer *et al.*, 1987). Rodríguez *et al.* (2017) artiklis tuuakse viimase hüpoteesi toetuseks näited, mille kohaselt merelinnud ei pörka kunagi otse valgusallikaga kokku, vaid pimestatuna või segadusse sattununa ei näe teisi takistusi (Rodríguez *et al.*, 2017). Hiljuti on pakutud neljandaks hüpoteesiks, et noorlindudel on alaarenenud ja treenimata nägemissüsteem, mis koos käitumusliku kogematusesuga suunab noorlinde väljalangemiseni (Atchoi *et al.*, 2020). Seetõttu tuleks jätkata uuringutega sellest, miks köidavad merelinde

valgusallikad, et osata kunstlike valgusallikate negatiivset mõju merelindudele paremini leevendada (Rodríguez *et al.*, 2017).

Tänapäevase tehnika ning GPS jälgimisega on võimalik paremini mõista lindude käitumist seoses valgusreostusega. Rodríguez *et al.* (2015) jälgisid GPS andmesalvestajate abil portugali tormilinde Tenerifel. Noorlindudest, kes võtsid esimest korda ette lennu merele (esmalendajad), rõngastati 110 ja neist 63 varustati GPS seadmega. Valgusreostuse tõttu enne merele jõudmist maandunud ja päästetud lindudest rõngastati 169 ja neist 94 lindu sai GPS seadme. Esmalendajatest 14 GPS seadmega varustatud lindu saadi maismaal eksliku maandumise tulemusena uuesti kätte ning viiel GPS seadmel oli säilinud informatsioon. Teist korda lendajatest saadi samuti 14 GPS seadmega noorlindu kätte ning üheksal seadmel oli info kättesaadav. Vaatluste ja andmete põhjal leiti, et rõngastatud lindudest vajasisid harvemini päästmist looduslikumas keskkonnas üleskasvanud linnud võrreldes valgusreostusest mõjutatud kolooniatega. Lisaks olid kõik uuesti kätte saadud linnud maandunud enda sigimiskoloonia läheduses ehk vähem kui 16 km kaugusel. Samuti olid linnud uuesti maandunud samal öhtul, mil nad sigimiskolooniast lahkusid. Muuhulgas olid noorlindude esmalennud kiiremad ja sirgemad kui järgnevad lennud (Rodríguez *et al.*, 2015). Eelnevalt väljatoodud leiud võivad kinnitada testimata hüpoteesi, mille kohaselt on sisemaa kolooniad valgusreostusest rohkem mõjutatud kui ranniku omad (Le Corre *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2014). Rannikul pesitsevad kolooniad on valgusreostusest vähem mõjutatud, kuid sisemaa kolooniate noorlindudele mõjuvad kunstlikud tuled liikumisbarjäärina (Le Corre *et al.*, 2002). Teised autorid on pakkunud, et noorlindude kõrgemat väljalangemist põhjustab nägemissüsteemi arengustaadium (Atchoi *et al.*, 2023). Kuna täiskasvanud linnud on kunstlikest valgusallikates vähem mõjutatud (Le Corre *et al.*, 2002), tuleks kasuks teadmine, kuidas tulevad nemad toime valgusbarjääridega. Valgusreostus mõjutab rohkem sisemaal pesitsevaid noorlinde, mis võib olla põhjustatud varasemast nägemissüsteemi arengustaadiumist, kuid täpsemate põhjuste tuvastamine vajab rohkemate uuringute läbiviimist (Rodríguez *et al.* 2015; Atchoi *et al.*, 2023).

Valgusreostuse mõju merelindude füsioloogiale on vähe uuritud, kuid värvuliste seltsi seas on uuringuid rohkem läbi viidud (nt Dominoni *et al.*, 2013a; Russ *et al.*, 2015; Beaugeard *et al.*, 2015). Aastaaegade ja päevapikkuste vaheldumine ning nendega kaasnev valgustundlikkus aitab hoida paljunemistsükleid toimivana. Suvel päevade pikenedes hakkavad sugunäärmed taanduma, ning sügisel, lühemate päevade tulekuga, muutuvad linnud uuesti valgustundlikuks. Kevadel, päevade pikenedes, arenevad sugunäärmed

uuesti (Dawson *et al.*, 2001). Esimesel sigimishooajal toimus valgusreostusega kokkupuutuvatel musträstastel (*Turdus merula*) munandite areng ning testosterooni tootmine peaaegu kuu aega varem kui musträstastel, kes veetsid ööd pimedas (Dominoni *et al.*, 2013b). Kuid teisel pesistushooajal olid musträstaste munandite suurus ja testosterooni kontsentratsioon veres baastasemetel ehk nendel lindudel ebaõnnestus sugunäärmete taasaareng teiseks sigimishooajaks. Üks selgitus sellele probleemile on, et musträstad ei muutunud uuesti valgustundlikuks, kuid ei ole välistatud, et kaua aega valgusreostust kogevad linnud on kroonilises stressis (Dominoni *et al.*, 2013a). Viimast selgitust toetab artikkel, mis käsitleb valgusreostuse ning stressihormooni kortikosterooni vahelisi seoseid. Artiklis leiti, et valgusreostuse ning kortikosterooni tase veres olid positiivselt seotud. Lisaks uuriti selles artiklis ka musträstaste östrogeeni taset ning leiti, et valgusreostuse ja östrogeeni tase veres olid negatiivselt seotud (Russ *et al.*, 2015). Värvulistel halvendab valgusreostus looduslike rütmide toimimist (Dawson *et al.*, 2001) ning võib mõjuda kroonilise stressorina, mis omab mõju sigimise füsioloogiale (Dominoni *et al.*, 2013a; Dominoni *et al.*, 2013b; Russ *et al.*, 2015). Samas tuleb valgusreostuse mõju merelindude nägemissüsteemide arengule, vanemhoolele ja valgusstiimulite korral käitumuslike muutuste mõistmiseks läbi viia täiendavaid uuringuid (Atchoi *et al.*, 2023).

5. Müra mõju

Müra mõju merelindudele on vähe uuritud (Smith *et al.*, 2023). Merelinnud võivad olla valjud loomad, kellele on häälsignaalid elutähtsad (Mooney *et al.*, 2019a). Näiteks võivad merelinnud lennupealt hoiatada teisi kiskjate eest või anda teada isendi stressiolukorrast (Aubin & Mathevon, 1995). Mitmed merelinnud nagu kääbuspingviinid (*Eudyptula minor*) ja austraalia tormilinnud on valjud öösiti, kuid päevasel ajal vaiksed, mis võib tähendada, et tasased olud on samuti elutähtsad. Paljud teadustööd on uurinud inim müra mõju laululindudele, kelle populatsioonide toimimisele on häälsignaalide edastamine oluline. Laululinde on veidi lihtsam uurida, sest merelindudel on häälsuhtlust vähe uuritud. Uurimist raskendab merelindude laiahaardeline liikumistrajektoor, mis ulatub ka merele (Mooney *et al.*, 2019a). Ent laululindudega tehtud uuringutest on leitud, et müra põhjustab linnupopulatsioonides madalamat liigilist mitmekesisust (Proppe *et al.*, 2013), väiksemat populatsioonide tihedust (Kuitunen *et al.*, 1998) ning langetab sigimisedukust. Näiteks oli rasvatihaste (*Parus major*) kurna suurus autoteede kõrval väiksem (Halfwerk *et al.*, 2011). Lisaks võib müra muuta linnupopulatsioonide vanuselist struktuuri (Habib *et al.*, 2007), vähendada toitumise efektiivsust, sest müra ajal toitudes on linnud kiskjate osas valvsamad ja linnud söövad vähem (L. Quinn *et al.*, 2006) ning muuta edastatavaid häälsignaale (Brumm, 2004). Seega võib müra mõjuda merelindudele samamoodi (Mooney *et al.*, 2019a) ning hoolimata vähestest merelindudele keskenduvatest uuringutest on arvatud, et ka merelindudele mõjub inim müra negatiivselt (Smith *et al.*, 2023).

Mõistmaks, kuidas müra merelinde mõjutab, on vaja liigiti teadmisi nende helitundlikkusest. Sellised teadmised aitavad hinnata häiringuks kategoriseeriva helitugevuse lävendeid ning mõista käitumuslikke muutusi müra esinemisel (Smith *et al.*, 2023). Lindude kuulmise hindamiseks kasutatakse ajus elektrisignaali tekitava helistiimuli meetodit (*auditory evoked potential*; AEP), mis on läbiproovitud meetod laululindude ja kakkude puhul (Brittan-Powell *et al.*, 2002; Brittan-Powell *et al.*, 2005). AEP meetodiga mõõdetakse füsioloogilisel tasandil kuulmiskeskuse neuroloogilisi vastuseid kontrollitud helidele (Burkard *et al.*, 2007; Mooney *et al.*, 2019b). Meetodi kasuks räägib selle kiirus ja võimalus mõõta kuulmist treenimata ning metsikutel lindudel, kuid käitumuslikke reaktsioone kasutatavate meetoditega võrreldes võivad tulemused alahinnata kuulmise tundlikkust. See-eest käitumusliku meetodi tulemused on tundlikumad, aga see meetod on aeganõudev, kallis ning mitmete liikide puhul keeruline kasutada (Smith *et al.*, 2023).

Siiski saadakse AEP meetodiga käitumusliku meetodiga sarnased ning võrreldavad tulemused, ent kuulmise mõõtmisel AEP meetodiga tuleb tähele panna, et tegelikud kuulmisläved võivad olla laiemal ulatusega kui mõõdetud tulemused (Mooney *et al.*, 2019a). Merelindude kuulmise parem mõistmine aitaks aru saada, millised müraallikad mõjutavad neid negatiivselt.

Viimasel ajal on merelindudega tehtud uuringutes tehtud edasiminekuid merelindude kuulmislävede ja müra mõju mõistmisel. Mets-kirjuõrdi (*Brachyramphus marmoratus*) ja lunni (*Fratercula arctica*) kuulmislävede väljaselgitamisel AEP meetodiga selgus, et mõlema liigi kuulmisläve piiridesse jäävad inimtüra tekitajad nagu lennukid, autod ja liiklusrüra ning inimkõne (Mooney *et al.*, 2019a; Smith *et al.*, 2023). Selline inimtüra võib enda alla matta olulised linnuhüüded, mis võivad teavitada näiteks tõenäolistest pesariüstajatest (Smith *et al.*, 2023). Ameerika meriski (*Haematopus palliatus*) ja sinikurk-kormorani (*Phalacrocorax penicillatus*) kolooniates müra mõju uurimisel tuvastati, et lähedalt tuleva inimtüra tõttu veetsid linnud vähem aega pesadel, mis vähendasid poegade ellujäämist. Mõlemas uuringus tuli ka välja, et kaugel müra, nagu mööduvad lennukid, omas vähest mõju (Borneman *et al.*, 2016; Buxton *et al.*, 2017). Olgugi, et ameerika meriski pesalt lahkumise ning mööduvate sõidukite ning jalakäijate vahel ei olnud seost, esines negatiivne korrelatsioon päevas keskmiselt mööda sõitvate maastikusõidukite arvu ja pesitsusedukuse vahel. Sellise seose selgeid mehhanisme mune hauduvate vanemlindude käitumise tasandil ei osanud töö autorid aga välja tuua (Borneman *et al.*, 2016). Siiski võib järeldada, et kõrge külastatavusega paikades võib muutuda merelindude käitumine, elupaigakasutus ning kohasus (Buxton *et al.*, 2017).

Merelindude kuulmislävede täieliku pildi mõistmist takistavad vähesed uuringud veealuste kuulmislävede kohta. Eelnevalt mainitud uuringute tulemused on saadud õhukeskkonnas kuulmislävede mõõtmisel. Maa peal mõõdetud kuulmislävede põhjal võib küll ennustada veealuseid kuulmislävesid (Smith *et al.*, 2023), kuid vee all on kuulmislävesid keeruline mõõta (Larsen *et al.*, 2020). Samuti pole teada, kas vee all toimivad kuulmekäik ja keskkõrv maismaaga sarnaselt. Võib aga arvata, et sisekõrva osad toimivad mõlemas keskkonnas sarnaselt ja õhus ning vee all kuulatakse sama sageduste vahemikku. (Mooney *et al.*, 2019a). Veealuste helide märkamist on uuritud vähestel vee- ja merelindudel, näiteks lõunatirgul (*Uria aalge*; Hansen *et al.*, 2020), eeselpingviinil (*Pygoscelis papua*; Sørensen *et al.*, 2020) ja kormoranil (*Phalacrocorax carbo sinensis*; Larsen *et al.*, 2020). Lunni hinnatud veealune kuulmislävi võiks kattuda mereimetajate suhtlushäälitusustega, jää ja

sademetekiteatud helidega. Arvatakse, et lunnid võivad veealuste häälte põhjal näiteks toitu otsida. Masinatest võivad lunnid kuulda vee all löökvaiaade löömisheliseid, laevasid ja osasid veesõidukeid ning mõningaid sõjaväesonareid (Mooney *et al.*, 2019a). Ka kormoranidel on üritatud veealust kuulmisläve mõõta ning keskmised kuulmisläved on õhukeskkonnas ning vee all sarnased, kuid vee all võib kormoranide helitundlikkus olla suurem (Larsen *et al.*, 2020). Merelindude müra mõju hindamiseks on seega vajalikud edasised uuringud ning meetodid, kuidas mõõta kuulmislävesid vee all.

6. Kliimamuutused ning merelinnud

Kliima- ja maakasutuse muutuste, sealhulgas linnastumise kombineeritud mõju mõistmine ning leevendamine looduslikele kooslustele ja liikidele on üha enam kujunemas üheks looduskaitsealisteks prioriteetideks (Northrup *et al.*, 2019). Lindudel tehtud uuringud viitavad, et liigiti erineb suures ulatuses linnastumise ja kliimamuutuste koosmõju, mistõttu mõlemad keskkonnategurid viivad koosluste ümberkujunemiseni (McCloy *et al.*, 2022). Linnas on lindudel keerulisemate aastaegade nagu talv kergem toime tulla (Maciusik *et al.*, 2010). Linnakeskkonnas muutunud energia liikumine loob linnade kohale soojusaared, mille tõttu on linnas paari kraadi võrra soojem kui maakohtades (Wilby, 2003). Seega on linnad leebema kliima ning aastas keskmiselt kõrgema temperatuuriga (Luniak, 2004). Need tingimused loovad sobivamad tingimused talvede üleelamiseks (Chace & Walsh, 2006). Poolas Krakówis uuriti naerukajakate (*Larus ridibundus*) esinemist linna erinevates elukeskkondades ühehektarilistel aladel, kus lisaks jakakate arvukusele jälgiti temperatuuri ning lumikatte esinemist. Naerukajakate arvukus oli positiivselt seotud soojema temperatuuri ja lumikatte puudumisega, sest need ilmastikuolud võimaldas lindudel kasutada toiduotsinguteks suuremat maa-ala kui jahedamates ilmastikuoludes (Maciusik *et al.*, 2010). Kuna linnade soojasaare efekt võimeneb kliimamuutustega (Gill *et al.*, 2007), võivad kliimamuutused kiirendada naerukajakate linnadesse asumist ning suurendada konflikte linnarahvaga (Maciusik *et al.*, 2010). Kliimamuutused on seega oluline tegur, mis võib mõjutada linnaga hästi kohanevate ja linnades talvituvate merelindude populatsioonide kasvu.

Linnud on kliimamuutuste suhtes tundlikud ning võivad kliima soojenedes enda levikuala põhja suunas laiendada. Valiela & Bowen (2003) uurisid talvituvaid linde 20. sajandi lõpul Cape Codis, USA-s. Linnuandmestike analüüsimine tõi välja, et looduslike maastike kadumine ning valglinnastumine põhjustavad talviti keskmise temperatuuri tõusu, mis omakorda tingib linnuliikide seas arvukat biogeograafilist liikumist põhja suunas (Valiela & Bowen, 2003). Vaatamata biogeograafilistele muutustele peaks kehtima seaduspära, mille kohaselt väiksematel laiuskraadidel on suurem liigirikkus kui kõrgematel laiuskraadidel. Soomes läbiviidud uuringus see hüpotees täielikku kinnitust ei leidnud. Kõikide elupaikade andmeanalüüsil leiti, et linnuliikide rohkus laiuskraadide kasvades tõesti vähenes, kuid kõrgelt linnastunud aladel säilitas liigirikkus Põhja-Soomes sama taseme kui Lõuna-Soomes. Lisaks ei sõltunud lindude arvukus laiuskraadist, vaid pigem

linnastumise astmest (Jokimaki *et al.*, 1996). Kliimamuutused ning kõrge linnastumise tase võib põhjustada lindude liigilise arvukuse tõusu ka põhjapoolsematel laiuskraadidel (Jokimaki *et al.*, 1996; Valiela & Bowen, 2003).

Kliimamuutused võivad muuta merelindude rändekäitumist. Rändlinnud on tundlikud kliimamuutuste suhtes ning kliimatingimused võivad muuta rännete fenoloogiat (Both & Marvelde, 2007). Lisaks võivad talvitumise ning pesitsemise paigad nihkuda ning muutuda võivad ka rände pikkused (Visser *et al.*, 2009; Clairbaux *et al.*, 2019). Ühes varasemas ülevaateartiklis järeldati, et kuigi kliimamuutuste mõju merelindudele on pigem kehvasti uuritud, näitasid senised uuringud, et kliimamuutused mõjutavad merelinde eelkõige kaudselt, peamine põhjus võib peituda toitumise ökoloogia muutumises (Sydeman *et al.*, 2012). Kuna toitu võib rohkelt leiduda hooajati, on pesitsemise täpne ajastamine eduka pesitsushooaja võtmefaktoriks (Reed *et al.*, 2009). Hilisem ülevaateuuring järeldas, et kõige tugevamalt mõjutavad kliimamuutused merelinde, kes on kohastunud kitsate temperatuurivahemikega ning kelle põlvkonnad vahelduvad aeglaselt. Samas järeldati, et endiselt on väga vähe uuringuid merelindudest väljaspool pesitsusperioodi (Orgeret *et al.*, 2022). Kliimamuutuste mõju rännetele on aga uuritud Arktikas pesitsevatel merelindudel ja on näidatud, et kliimasoojenemisega võidakse jääda aastaringselt kõrgarktikasse (Clairbaux *et al.*, 2019). Erinevad liigid võivad enda rännetestrateegiaid korrigeerida erinevaid keskkonnatingimusi jälgides. Näiteks väikealgi (*Alle alle*) pesitsusaeg nihkus varasemaks õhutemperatuuri tõusu tõttu. Kaljukajakate (*Rissa tridactyla*) puhul aga märgati, et nende pesitsusaeg nihkus hilisemaks ning seda meretemperatuuri muutuste tõttu, kuid see seos polnud statistiliselt oluline (Moe *et al.*, 2009). Kuigi linnas pesitsevate ning elavate merelindude aastaringseid rändekäitumisi on vähe uuritud (Orgeret *et al.*, 2022), võiks eelmiseid näiteid arvesse võttes oletada, et linnas pesitsevad merelinnud võivad soojasaarte, soojema kliima ning toidurohkuse tõttu samuti jääda linnastunud alades aastaringseteks püsielanikeks.

7. Merelindude konfliktid linnarahvaga

Linnakeskkonnas on suurem tõenäosus inimeste ja lindude vahelisteks vastuoludeks (Döhren & Haase, 2015). Linnakeskkonda kasutavad mitmed oportunistlikud liigid, mis põhjustab eluslooduse ja linnarahva vahel konflikte (Soulsbury & White, 2015). Oportunistlikud liigid on keskkonnatingimuste osas plastilised, neil on võime kergemini kohaneda ja õppida ära kasutama linna pakutavat toidubaasi (Carmona *et al.*, 2021) ning inimloodud hoonete pesitsusvõimalusi (Huig *et al.*, 2016). Merelindudest sobivad siia hästi näiteks mitmed kajakaliigid.

Linnaelanike ja merelindude vahel võivad tekkida konfliktid mitmetes olukordades. Faria *et al.* 2021 artiklis kategoriseeriti linnarahva ja kajakate vahelisi konflikte järgnevalt. Esiteks võivad mitmed kajakad koguneda ühte punkti olukorras, kus keegi linnarahvast pakub lindudele toitu (Faria *et al.*, 2021). Näiteks on Huig *et al.* leidnud, et inimesed võivad tahtlikult toita linnas tuvisid, kuid meelitavad hoopis kohale mitmeid kajakaid (Huig *et al.*, 2016). Teiseks võivad kajakad inimestelt varastada või püüda varastada sööki. Lisaks võivad kajakad maanduda söögikohtade lähedale mööblile, mis võib mõjutada puhtust ja inimeste tervist. Viimaks võivad kajakad otsida toitu prügikastidest. Samad autorid panid vaatluste käigus veel tähele territoriaalset käitumist parimates ootamispaikades, näiteks mõne pagaripoe kõrval, et väljuvatelt inimestel saiakesti varastada (Faria *et al.*, 2021). Toitumiskäitumise ajal planeerimist ja kajakate inimekäitumise tundmaõppimist on täheldatud ka Inglismaal Bristolis, kus kajakate toitumiskäitumise mustrid klappisid ajaliselt näiteks koolide söögivahetundidega (Spelt *et al.*, 2021). Lisaks on leitud, et toitumiskäitumine tõuseb talviti lõuna ajal ning suviti õhtusöögi ajal (Faria *et al.*, 2021). Inimeste ja kajakate vahelised interaktsioonid ongi enamjaolt seotud toiduotsingutega või toidu kättesaadavusega.

Kuna kajakad on agressiivsed eelkõige sigimishooajal, on teiseks suuremaks konfliktide tekkeajaks pesitsusperiood. Portugalis Porto linnas uurisid Faria *et al.* 2021. aastal vastuolusid linnarahva ja kajakate vahel. Inimesed pöördusid kajakatega seotud probleemidega linnavalitsusse terve aasta vältel, kuid kaebused tõusid tibusid kasvatamise ajal. Pesitsemise ajal kaitsevad kajakad enda pesasid, mille tõttu linnaelanikud soovisid, et pesad eemaldataks. Rohkem soovisid linnainimesed kajakate eemaldamist kui pesade eemaldamist, sest pesad on linnarahva vaatevälja ei ulatu (Faria *et al.*, 2021). Eestis sätestab looduskaitseaduse § 55, et looduslikult esinevate lindude pesade ja munade

tahtlik hävitamine ja kahjustamine või pesade kõrvaldamine on keelatud. Keskkonnaameti loal on sääraseid tegevused lubatud siis, kui linnud ohustavad otseselt inimeste elu või tervist, aga ka elanikkonna või lennuohutuse huvides või põllumajanduslike saaduste kahjustamise vältimiseks (Looduskaitseeadus, 2004).

Kajakate ja inimeste vaheliste konfliktide leevendamiseks on enamasti kasutusel meetmed, millel on kajakatele negatiivne mõju (Faria *et al.*, 2021), millega linnud suudavad sageli kohaneda. Peamised viisid, kuidas üritatakse inimeste ja kajakate vastuolusid vähendada, on kajakate peletamine stressihüüete, pistrikute või laskemoona kasutamisega. Laskemoona ja pistrike kasutamine on efektiivsed meetodid, kuid stressihüüete kasutamisega kajakad harjuvad ja kohanevad (Cook *et al.*, 2008). Teine viis on vähendada ligipääsetavaid toiduallikaid (Payo-Payo *et al.*, 2015). Kolmandaks üritatakse vältida kajakate ööbimist veekogudes (Clark *et al.*, 2013), sest veekogude kaudu võivad patogeenid edasi levida või mageveekogud eutrofeeruda (Winton & River, 2017). Viimaks on üritatud kajakatega seotud probleeme lahendada pesitsemispaikade vähendamisega (Rock *et al.*, 2016). Siiski on enamus leevendusmeetmeid kulukad, ei osutu pikas vaates tõhusaks või toovad esile uusi probleeme (Rock, 2012). Sigimisedukuse vähendamiseks on õlitatud ka kajakamune, kuid tulemuse saavutamiseks peaks seda tegema mitme pesitsushooaja vältel, sest kajakad on pika elueaga. Leevendusmeetmete rakendamisel tuleb meeles pidada, et need aitavad vaid ühe kindla probleemi vastu. Munade õlitamine aitab küll vältida kajakate agressiivset iseloomu pesitsushooajal, kuid toitumisretkete kaudu vastuolud jätkuvad. Samuti võivad eri linnades ja riikides esineda erinevad probleemid (Faria *et al.*, 2021), mis nõuavad asukoha- ja probleemipõhelist lähenemist.

Üheks suuremaks hirmuks seoses looduslike liikidega linnakeskkonnas on nende levitatavate haigustekitajatega kokkupuutumise oht (Ellwanger *et al.*, 2022). Patogeenid võivad haigestunud loomadelt inimestele üle kanduda otsese kokkupuute või väljaheidetega määrdunud pindade kaudu (McKay & Hoye, 2016). Kaudselt võib väljaheidetega olla saastatud ka joogivesi (Converse *et al.*, 2012). Kajaklaste sugukonna esindajad võivad edasi kanda patogeene nagu *Salmonella*, *E. coli* ja *Campylobacter* (Butterfield *et al.*, 1983; Craven *et al.*, 2000; Benskin *et al.*, 2009; Malekian *et al.*, 2021). Selle ohu suurust aitaks paremini hinnata kohalikud merelindude tervise- ja parasiidiuuringud, mida seni on pigem vähe tehtud. Kajakatel on patogeenide esinemist uuritud Iraanis naerukajakal (Malekian *et al.*, 2021) ja salenokk-kajakal (*Larus genei*) ning Barcelonas lõuna-hõbekajakal (Martín-Vélez *et al.*, 2024). Iraanis uuritud kajakaliikide

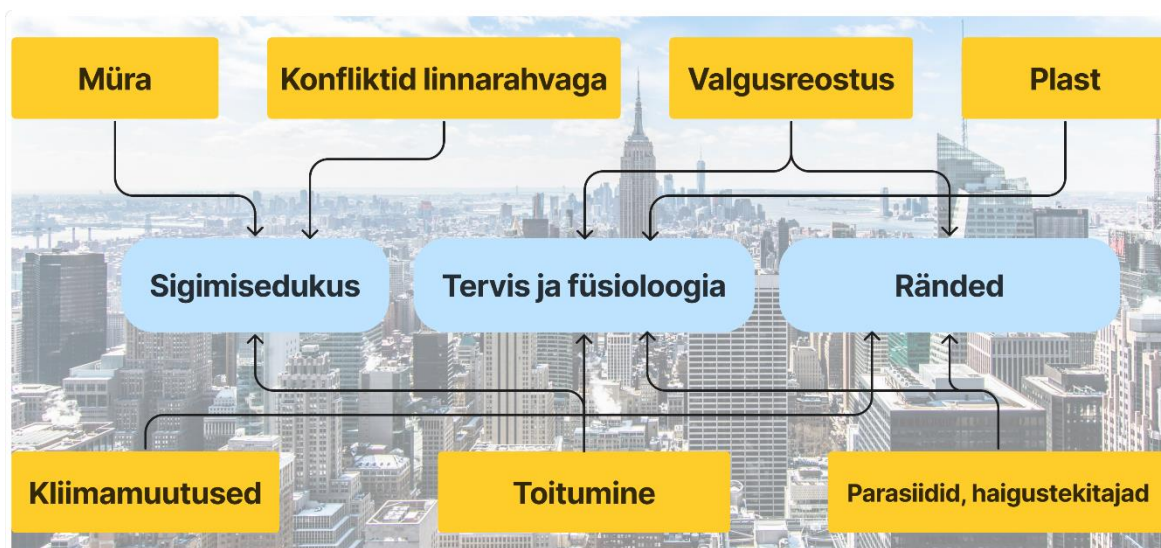
puhul olid nii *Salmonella*, *E. coli* kui ka *Campylobacter* näitajad Barcelona lõuna-hõbekajakate omadest tunduvalt kõrgemad. *Salmonella* baktereid Barcelona lõuna-hõbekajakatel ei leitudki. *Salmonella* esines Iraanis naerukajakal 36% ja salenokk-kajakal 30% (Malekian *et al.*, 2021), kuid Barcelonas lõuna-hõbekajaka proovides *Salmonella* baktereid ei leitud. Iraanis esines naerukajakatel *Salmonella* 96,6%, Barcelonas noorlindudel 18% ja täiskasvanud lõuna-hõbekajakatel 9% (Martín-Vélez *et al.*, 2024). *Campylobacter jejuni* esines naerukajakatel Iraanis 63,3% (Malekian *et al.*, 2021) ja Barcelona lõuna-hõbekajakal 0,7% (Martín-Vélez *et al.*, 2024). Kajakad võivad olla ühed põhilised *Salmonella* prügilatest edasikandjad (Malekian *et al.*, 2021) ning Barcelona lõuna-hõbekajakad toituvad prügilates väga harva, mis võib põhjendada *Salmonella* madalat esinemise sagedust (Galimany *et al.*, 2023). Patogeenide esinemine võib linnade kaupa erineda, mis tõttu on konkreetse linna kajakatel esinevate patogeenide mõistmiseks vaja teha asukohapõhiseid uuringuid (Malekian *et al.*, 2021). Prügilatest kättesaadava toidu vähendamine aitaks vähendada ka levitavate patogeenide hulka.

Üldiselt soovitatakse inimeste ja eluslooduse konfliktide tõhusaks leevendamiseks tõsta positiivseid interaktsioone, julgustades öko-turismi ning vähendades negatiivsete kokkupuutekogemuste tõenäosust (Cook *et al.*, 2008). Näiteks haigustekitajate ja patogeenide leviku mõistmiseks on kasulikud linnakesksed uuringud, sest näidetest nähtub, et liigiti ja linnati on haigustekitajate esinemine erinevatel tasemetel. Samuti oleks asukohapõhiselt kasulik teada, milliseid toiduallikaid linnapopulatsioonid kasutavad. Kui kättesaadavaid toiduallikaid ning prahi kogust vähendada, võivad linnapopulatsioonid hakata toitu otsima mujalt ning kajakate arv linnas võib langeda. Samas tuleks inimestel mõista, et osadel populatsioonidel võivad olla looduslikud toiduvarud vähenenud (Möllmann *et al.*, 2009) ning linnas toitumine on ainus viis, kuidas populatsioonid end üldse elujõulisena hoiavad. Inimene on looduslikke elupaiku palju muutnud, killustanud ning hävitanud, mistõttu ei pruugi loomadel, sealhulgas lindudel olla muud valikut, kui kohaneda linnakeskkonnaga. Seega võib teadlikkuse tõstmine lindude elust ja käitumisviisidest vähendada vastuolusid. Samuti saaks kajakate põhjal mõista, milline linnakeskkond võiks olla sobilik (Barua & Sinha, 2019) ning mõelda, kuidas saaksid liigid linnas koeksisteerida (Wilson, 2022).

8. Järeldused

8.1 Linnastumise ja keskkonnamuutuste koosmõju elukäigutunnustele

Käsitatud artiklite põhjal saab luua joonise, mis selgitab, milline on erinevate inimtekkeliste keskkonnategurite koosmõju linnastumisega merelindude elukäigutunnustele (joonis 1). Joonisel on üldiselt arvestatud merelindude puhul leitud seoseid ehk näiteks värvuliste seltsi puhul leitud seoseid ei ole joonisele lisatud.



Joonis 1. Stressorite ja linnakeskkonnas elamisega kaasnevate muutuste mõju merelindude elukäigutunnustele. Kollase taustaga on esitatud stressorid ning tegurid, mille mõju merelindudele on töös analüüsitud ja käsitletud. Sinise taustaga on peamised merelindude elukäigutunnused, mida linnas esinevad stressorid ja tegurid võivad mõjutada. Joonte suund näitab, milline stressor või tegur elukäigutunnusele mõju osutab.

Sigimisedukus. Töös analüüsitud teguritest mõjutavad sigimisedukust müra, toitumine ning konfliktid linnarahvaga. Müra võib sigimisedukusele mõjuda negatiivselt, ameerika meriskil ja sinikurk-kormoranil lähedalt tulev inimnägu mõjutab neid kahte liiki rohkem kui mööduvad lennukid ja kaugel müra (Borneman *et al.*, 2016; Buxton *et al.*, 2017). Sigimisedukust mõjutavad negatiivselt ka konfliktid linnarahvaga. Kajakate arvukuse vähendamiseks linnades võidakse kasutada munade õlitamist, mis takistab gaaside liikumist läbi munakoore ning surmab munades kasvavad embrüod (DeVault *et al.*, 2014). Viimaks mõjutab sigimisedukust linnas toitumine, kuid selle mõju pole üheselt suudetud selgitada. Mõningatel juhtudel aitab suur toiduhulk linnades sigimisedukust tõsta, näiteks on munade mass suurem ja toidurohkuse tõttu suudavad sigida isegi haiged või kehvas

seisundis linnud (Steigerwald *et al.*, 2015; Real *et al.*, 2017). Samuti võidakse linna toituma pöörduda kui looduslikud toiduvarud on väikesed, mis võib samuti sigimisedukuse tõusule kaasa aidata (Evans & Gawlik, 2020). Kuid vastanduvad uuringud on leidnud, et linnas leiduva toidu madal toiteväärtus ja kvaliteet mõjub sigimisedukusele negatiivselt (Belant *et al.*, 1998; Isaksson *et al.*, 2016).

Tervis ja füsioloogia. Valgusreostus, plast, toitumine, parasiidid ja haigustekitajad mõjutavad merelindude tervist ning füsioloogiat. Valgusreostus põhjustab merelindude seas väljalangemise fenomeni (J. R. Reed *et al.*, 1985), mis suurendab nende viga saamise ning suremuse tõenäosust (Rodríguez *et al.*, 2012). On leitud, valgusreostus mõjutab rohkem noorlinde ning uruspesitsejaid, kuid ei osata selgitada, miks see vanemlinde vähem mõjutab (Imber, 1975, viidatud Rodríguez *et al.*, 2015 kaudu; Rodríguez *et al.*, 2017; Atchoi *et al.*, 2023). Vähe on uuritud valgusreostuse mõju merelindude füsioloogiale. Plasti alla neelates ning tibudele söötes võib plast takistustena seedekulgasse koguneda ja kõrge plasti koguse tõttu saavad ka toksiinid lindude kehas kuhjuda (Bergmann *et al.*, 2015). Linnas toitumine võib merelindude seisundit halvendada, sest linnas on madalama kvaliteediga toit (Isaksson *et al.*, 2016). Kuid kõrgema kalorsusega linnatoit võib omada ka positiivset mõju ning selle kaudu seisundit parandada. Näiteks on punanokk-kajakate isalinnud linnas raskemad (Auman *et al.*, 2008), kuid sellist trendi ei ole argentiina kajakate puhul täheldatud (García *et al.*, 2023). Suremust tõstavad haigustekitajatest linnukoolera, botulismibakterid ja klamüdioos (Friend & Franson, 1999), kuid ektoparasiitide ja endoparasiitide mõju merelindude seisundile on vähe uuritud (Khan *et al.*, 2019).

Ränded. Parasiitide rohkusest tingitud rändamine ja elupaigavahetus aitab põgeneda kõrge parasiitide kontsentratsiooniga paikadest ja parasiitidega nakatumise tõenäosus väheneb (Peacock *et al.*, 2020; Balstad *et al.*, 2021). Valgusreostuse põhjustatud väljalangemise tõttu on häiritud merelindude esmalennud merele, noorlinnud maandusid valgusallikate tõttu juba samal õhtul ning enda sigimiskoloonia lähistel (Rodríguez *et al.*, 2015). Kliimamuutused võivad mõjutada merelindude rännete fenoloogiat ja nihutada sigimisperioodi algust varasemaks või hilisemaks (Moe *et al.*, 2009). Samuti võivad kliimamuutustega muutuda rändestrategiaid, näiteks võivad mõned merelinnud kliimasoojenemise tõttu jääda arktikasse aastaringseteks püsielanikeks (Clairbaux *et al.*, 2019). Linnastumise kontekstis võib olla sama tulemus, talviti võib kliimasoojenemise ja soojusaarte tõttu olla lumikatte alt vaba suurem toitumisränneteks kõlbulik maa-ala. Toit

on aastaringsest saadaval ning merelinnud võivad jääda linnades aastaringseteks elanikeks. Linnas pesitsevate merelindude aastaringseid rändeliikumisi tuleks aga rohkem uurida. Lisaks joonisel kujutatud mõjude analüüsimisele tasub välja tuua, et merelindude rändekäitumist mõjutab ka väärtuslike pesitsemiskohtade arv. Portugalis jälgitud kajakatel märgati, et kajakad hõivavad enda pesitsuspaiku terve aasta vältel ning ei pruugi peale pesitsushooaega linnast minema rännata (Faria *et al.*, 2021). Sarnast käitumist on märgatud ka Bristolis tõmmukajakate jälgimisel, kus 22% tõmmukajakatest ei rännanud linnast minema või naasesid linna äärmiselt vara (Rock, 2005). Seega võivad väärtuslike pesitsuskohtade hoidmine, kliimamuutused, toidurohkus ning mõjutada rändeid.

8.2 Üldine arutelu

Looduslike kolooniate uurimine ei pruugi anda kõiki selgitusi merelinde mõjutavate tegurite ning nende käitumise uurimisel. Looduslike elupaikade muutumise, killustumise ning hävimisega võivad mitmed metsloomad otsida pelgupaika linnas. Linnas esinevate ning linnastumisega kaasaskäivate tegurite mõistmiseks tuleb uurida merelindude linnakolooniad ja -populatsioone. Merelindudel mõningate stressorite mõju linnas on põhjalikult uuritud. Näiteks on rohkelt allikaid ja uurimusi selle kohta, kuidas muutub linnas merelindude toitumiskäitumine. Samuti on linnas rohkem uuritud kajaklaste sugukonna esindajaid. Samas on mitmete stressorite mõistmine ka looduslikes kolooniates vähe tähelepanu saanud või ei osata mõnede stressorite mõjude tagamaid selgitada. Edaspidi on merelindude uurimine linnakeskkonnas oluline, sest linnastumine on laienev protsess, kuid samal ajal on elupaikade ja elurikkuse kao kontekstis oluline leida ka võimalusi looduslike liike paremini toetada, loodusteadlikkust tõsta ning konfliktolukordi tõhusalt ja teaduspõhiselt leevendada.

Keskkonnamuutused mõjutavad merelinde tugevalt ja negatiivselt, kuid töö fookuses on keskkonnamuutuste koosmõju linnastumisega. Mitmed linnakeskkonna tegurid ja stressorid vabalt elavatele loomadele, sealhulgas merelindudele võivad olla märgiks halvast linnaplaneerimisest, mille parandamine võiks olla ka linnarahvale kasulik. Näiteks kättesaadava toidu kogus on faktor, mis ei sõltu linnastumisest ja asustustiheduse tõusmisest, vaid linna puhtusest ja prügimajanduse efektiivsusest. Prügimajanduse parendamine aitaks vähendada ka plasti kogust linnas, mis võib lindude tervisele positiivselt mõjuda. Puhtam linn on ka inimesele tervislikum ja meeldivam elukeskkond. Valgusreostus ja müra tõus võivad samuti linnastumisega kaasneda, kuid mõjutavad merelinde ka väljaspool linnasid. Teadmine, et looduslikele liikidele on müra- ja

valgusreostus negatiivse mõjuga, aitab paremini teadvustada nende stressorite negatiivset mõju ka inimestele. Tõhusaimateks leevendusmeetmeteks merelindude ja inimeste vaheliste konfliktide ennetamiseks on efektiivne prügimajandus ning teadlikkuse tõstmine merelindude kohta. Kui merelinde ja kajakaid ei nähta linnas ainult nuhtlusliikidena ja ei seostata prügist toitumisega, võivad nad hoopis osutada heaks võimaluseks jälgida looduslike liikide tegutsemist inimeste igapäevaste liikumisteede läheduses ning suurendada teadlikkust looduslike liikide käekäigust inimese muudetud keskkonnas.

Linnas mõjutab merelinde enim toidu kättesaadavus. Toidu lihtne kättesaadavus võimaldab merelindude kolooniatel ning populatsioonidel kasvada. Samuti on leitud, et kõrge kättesaadavuse korral tuginetakse ühele toiduallikale rohkem ehk esineb toitumispaiga kõrge truudus (Lato *et al.*, 2021a). Inimtekkelistele toiduallikatele toetuvad merelinnud, näiteks hõbekajakad, võivad enda toiduretki ajalistelt sättida perioodidele, mil inimtegevuste tõttu on toidu kättesaadavus suur. Inimeste käitumise muutumise korral ollakse aga haavatavas seisukorras võrreldes merelindudega, kes sõltuvad loodusliku saagi rohkusest ja looduslikust keskkonnast (Lato *et al.*, 2021; Spelt *et al.*, 2021). Merelindude toitumiskäitumise mõistmine võib olla ka konfliktide leevendajaks. Kui merelinnud toituvad peamiselt linnas, näiteks prügilates, on võimalik kättesaadava toidu vähendamisel ning linna puhtana hoidmisel kajakaid hajutada. Prügilate sulgemisel on märgatud, et kajakate linnapopulatsioonid on arvukuselt vähenenud ning osad suundutakse naaberkolooniatesse (Payo-Payo *et al.*, 2015). Merelinnud sobivad linnakeskkonna indikaatorliikideks ja aitavad linnu kujundada looduslikele liikidele sobivamaks keskkonnaks.

Linnas saavad merelindudest enim tähelepanu kajakad. Linnas merelindude toitumiskäitumise, plasti mõju ning parasiitide ja patogeenide levikut oli peamiselt uuritud ning analüüsitud vaid kajakate peal. Ühest küljest võib kajakate tihedam uurimine olla põhjendatud sellega, et kajakate linnas uurimine on hea viis mõista linnastumise käiku metsloomadele ja elusloodusele, sest kajakad on paindliku käitumise, toitumisharjumustelt generalistid ja geograafiliselt laialdase levikuga (Fuirst *et al.*, 2018). Merelindude ja linnarahva konfliktide mõistmisel on kajakad kõige rohkem uuritud rühm ilmselt seetõttu, et nii-öelda nuhtlusliikidena jäävad nad inimestele kõige rohkem silma. Samuti võivad kajakad, kes suudavad linnakeskkonnaga kiiresti kohaneda (Washburn *et al.*, 2013) ja inimeste ajalisi mustreid õppida, olla peamisteks konfliktide põhjustajateks (Spelt *et al.*,

2021). Ent ehk võiks teiste merelindude ja näiteks spetsialisti toitumistüübiga lindude uurimine anda teistsuguseid sisendeid linnastumise mõistmisel.

Merelindude uurimisega linnades esineb asjaolusid, mida üheselt ei mõisteta või mille teadmised on puudulikud. Näiteks vajab täiendavaid uuringuid küsimus, mis põhjustab noorlindude seas väljalangemise fenomeni ning kuidas valgusreostus võib mõjutada merelindude füsioloogiat. Samuti oleks huvitav teada avapesitsejate ja uruspesitsejate merelindude valgusreostusele reageerimise erinevusi. Lisaks teatakse vähe merelindude kuulmislävede ning müra mõju kohta. Kuulmislävesid on küll mõõdetud üksikutel merelinnu liikidel (Mooney *et al.*, 2019a; Larsen *et al.*, 2020; Smith *et al.*, 2023), kuid täiendavaid uuringuid oleks vaja sukelduvate merelindude veealuste kuulmislävedest. Asukohapõhised uuringud linnades aitaks mõista seal esinevate merelinnu populatsioonide toitumiskäitumise mõjusid lindude kehalisele seisundile ja tervisele. Linnades võivad merelinnud kasutada eri toitumiskaiku, mis mõjutavad parasiitide rohkest ja esinemist ning ka tervislikke näitajaid. Parasiitide esinemise uurimine eri linnades annab võimaluse selgitada välja, millised patogeenid merelindude seas esinevad ning nende teadmiste põhjal saab tegeleda ka konfliktide leevendusega. Kliimamuutuste ja -soojenemise mõju linnas pesitsevate merelindude rändekäitumisele võiks samuti uurida. Merelinde on linnades juba palju uuritud, kuid on valdkondi, mis vajaksid täiendavaid uuringuid.

Kokkuvõte

Linnastumine ja maakasutuse muutused mõjutavad eluslooduse toimimist ning muudavad metsloomade rändeliikumisi, sigimisedukust ja toitumiskäitumist. Linde on linnades mudelorganismidena palju uuritud ning neid võib linnas käsitleda kui indikaatorliike, kes peegeldavad linnakeskkonna üldist seisundit. Linnas on merelinnud värvulistega võrreldes vähem tähelepanu saanud, merelinde on uuritud üksikuurimuste tasemel ning põhjalikud ülevaateartiklid puuduvad. Merelinnud on aga mitmekesine rühm, mida tuleks eraldi käsitleda. Merelinnud valdavad vee,- õhu- ja merekeskkonda ning nende uurimine linnas aitab mõista mere ökosüsteeme mõjutavaid keskkonnamuutusi ning luua parema arusaamise inimtekkeliste keskkonnategurite vastastikmõjust.

Merelinde mõjutavad linnas teistsugused keskkonnategurid kui looduslikes elupaikades. Linnas on toidu kättesaadavus suurem, lähedalt tulev inimtüra vähendab merelindude pesal viibimist ning valgusreostus põhjustab merelindude seas väljalangemise fenomeni ja tõstab suremust. Linnade soojasaared võimaldavad merelindudel kasutada talviti toitumisretketeks suuremaid maa-alasid ning linna asumisel muutuvad parasiitide ja haigustekitajate levikuvektorid. Väärtuslike pesitsuskohtade vähesus võib muuta merelindude rändeid. Samuti satuvad merelinnud linnas inimestega konfliktidesse, mille lahendusteks võidakse mõjutada merelindude sigimisedukust ja pesitsuspaiku või üritatakse merelinde linnast eemale peletada.

Linnas mõjutab merelinde inimtekkelistest keskkonnateguritest enim muutunud toidubaas ja praht. Kättesaadavate toiduallikate rohkus muudab merelindude toitumiskäitumist ning toitumiskohtade truudust. Loodusliku toidubaasiga võrreldes võib linnatoit nii vähendada kui suurendada parasiitide levikut ja sigimisedukust ning parandada või halvendada merelindude tervist. Plasti allaneelamisel võivad merelindude seedekulglatesse tekkida takistused, mis halvendavad merelindude seisundit.

Merelindude pesamaterjali ning toidubaasi uurimine piltlikustab kättesaadava toidu, prahi ning plasti hulka. Kõrge plasti ning inimtekkelise materjalide rohkus merelindude pesades ning kõrge toitumispaiga truudus annavad märku linna puhtuse ning prügimajanduse probleemidest. Merelindude linnakolooniate ja käitumise muutuste uurimine toovad esile linnakeskkonnas esinevad kitsaskohad.

Summary

Seabirds in the city: environmental factors affecting fitness and conflict management

Urbanization and land-use changes affect wildlife functioning and alter the migratory movements, reproductive success and feeding behavior of wildlife. Birds have been widely studied as model organisms in cities, and birds can be considered as indicator species that reflect the general state of the urban environment. In urban areas, seabirds have received less attention compared to passerines, seabirds have been studied at the level of case studies, and there are no comprehensive review articles. Seabirds, however, are a diverse group to be considered separately. Seabirds use water, air and sea environment, and their study in urban areas helps to understand environmental changes affecting marine ecosystems. Furthermore, it allows us to create a better understanding of the interaction of human-made environmental factors.

Seabirds are affected by different environmental factors in urban areas compared to ones in their natural habitats. In cities there are more predictable foraging sites. Human noise pollution reduces the time that seabirds spend on the nest. Light pollution causes the fallout phenomenon among seabirds and increases mortality. Heat islands in cities allow seabirds to use larger land areas for feeding trips in winter. Parasite and pathogen vector prevalence changes when moving to urban areas. Scarcity of valuable nesting sites can alter seabird migrations. Seabirds also get into conflicts with people in the city, the solutions may be directed to reducing the breeding success and nesting sites of the seabirds or try to disperse seabirds from cities.

In urban areas, from anthropogenic environmental factors, seabirds are most affected by the changed foraging sites and debris abundance. The abundant food availability changes the feeding behavior of seabirds and feeding site fidelity. Compared to a natural food base, urban food can reduce and increase parasite prevalence and reproductive success, and improve or worsen seabird health. Ingestion of plastic can cause obstructions in the digestive system of seabirds, which worsen the condition of the seabirds.

Studying the nesting material and food base of seabirds illustrates the amount of available food, garbage and plastic. The high abundance of plastic and anthropological materials in the nests of seabirds and the high feeding site fidelity indicate problems in the cleanliness of the city and the efficiency of waste management. Studies of urban seabird colonies and changes in their behavior highlight bottlenecks in urban environments.

Tänuavaldus

Suur tänu minu juhendajale Tuul Sepale, kes oli abivalmis ja toetav. Tuul mõtles alati minuga kaasa, andis asjalikku ning kiiret tagasisidet, mis muutis tööprotsessi sujuvaks. Lisaks tänan Raunot, kes mind terve kirjutamise vältel toetas, mind töötama utsitas ja kirjavigade märkamisega aitas. Samuti tänan Liisi, kes mind keeleliste küsimustega aitas.

Kasutatud kirjandus

- Acampora, H., Schuyler, Q. A., Townsend, K. A., & Hardesty, B. D. (2014). Comparing plastic ingestion in juvenile and adult stranded short-tailed shearwaters (*Puffinus tenuirostris*) in eastern Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 78, 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.009>
- Anderson Hansen, K., Hernandez, A., Mooney, T. A., Rasmussen, M. H., Sørensen, K., & Wahlberg, M. (2020). The common murre (*Uria aalge*), an auk seabird, reacts to underwater sound. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147, 4069–4074. <https://doi.org/10.1121/10.0001400>
- Aponte, V., Locke, S. A., Gentes, M.-L., Giroux, J.-F., Marcogliese, D. J., McLaughlin, D., & Verreault, J. (2014). Effect of habitat use and diet on the gastrointestinal parasite community of an avian omnivore from an urbanized environment. *Canadian Journal of Zoology*, 92, 629–636. <https://doi.org/10.1139/cjz-2013-0268>
- Atchoi, E., Mitkus, M., & Rodríguez, A. (2020). Is seabird light-induced mortality explained by the visual system development? *Conservation Science and Practice*, 2, e195. <https://doi.org/10.1111/csp2.195>
- Atchoi, E., Mitkus, M., Vitta, P., Machado, B., Rocha, M., Juliano, M., Bried, J., & Rodríguez, A. (2023). Ontogenetic exposure to light influences seabird vulnerability to light pollution. *Journal of Experimental Biology*, 226, jeb245126. <https://doi.org/10.1242/jeb.245126>
- Aubin, T., & Mathevon, N. (1995). Adaptation to Severe Conditions of Propagation: Long-Distance Distress Calls; and Courtship Calls of a Colonial Seabird. *Bioacoustics*, 6, 153–161. <https://doi.org/10.1080/09524622.1995.9753281>
- Auman, H. J., Bond, A. L., Meathrel, C. E., & Richardson, A. M. M. (2011). Urbanization of the Silver Gull: Evidence of Anthropogenic Feeding Regimes from Stable Isotope Analyses. *Waterbirds*, 34, 70–76. <https://doi.org/10.1675/063.034.0108>
- Auman, H. J., Meathrel, C. E., & Richardson, A. (2008). Supersize Me: Does Anthropogenic Food Change the Body Condition of Silver Gulls? A Comparison Between Urbanized and Remote, Non-urbanized Areas. *Waterbirds*, 31, 122–126. [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2008\)31\[122:SMDAFC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2008)31[122:SMDAFC]2.0.CO;2)
- Balstad, L. J., Binning, S. A., Craft, M. E., Zuk, M., & Shaw, A. K. (2021). Parasite intensity and the evolution of migratory behavior. *Ecology*, 102, 1–10.

- Barua, M., & Sinha, A. (2019). Animating the urban: An ethological and geographical conversation. *Social & Cultural Geography*, 20, 1160–1180. <https://doi.org/10.1080/14649365.2017.1409908>
- Beaugeard, E., Brischoux, F., & Angelier, F. (2024). Light pollution affects activity differentially across breeding stages in an urban exploiter: An experiment in the house sparrow (*Passer domesticus*). *Environmental Pollution*, 351, 124055. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124055>
- Belant, J. L., Ickes, S. K., & Seamans, T. W. (1998). Importance of landfills to urban-nesting herring and ring-billed gulls. *Landscape and Urban Planning*, 43, 11–19. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(98\)00100-5](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(98)00100-5)
- Bennie, J., Duffy, J. P., Davies, T. W., Correa-Cano, M. E., & Gaston, K. J. (2015). Global Trends in Exposure to Light Pollution in Natural Terrestrial Ecosystems. *Remote Sensing*, 7, Article 3. <https://doi.org/10.3390/rs70302715>
- Benskin, C. McW. H., Wilson, K., Jones, K., & Hartley, I. R. (2009). Bacterial pathogens in wild birds: A review of the frequency and effects of infection. *Biological Reviews*, 84, 349–373. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2008.00076.x>
- Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2015). *Marine anthropogenic litter* (p. 447). Springer Nature.
- Blount, J. D., Houston, D. C., Surai, P. F., & Møller, A. P. (2004). Egg-laying capacity is limited by carotenoid pigment availability in wild gulls *Larus fuscus*. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 271. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2003.0104>
- Bobby Fokidis, H., Greiner, E. C., & Deviche, P. (2008). Interspecific variation in avian blood parasites and haematology associated with urbanization in a desert habitat. *Journal of Avian Biology*, 39, 300–310. <https://doi.org/10.1111/j.0908-8857.2008.04248.x>
- Borneman, T. E., Rose, E. T., & Simons, T. R. (2016). Off-road vehicles affect nesting behaviour and reproductive success of American Oystercatchers *Haematopus palliatus*. *Ibis*, 158, 261–278. <https://doi.org/10.1111/ibi.12358>
- Both, C., & Marvelde, L. te. (2007). Climate change and timing of avian breeding and migration throughout Europe. *Climate Research*, 35, 93–105. <https://doi.org/10.3354/cr00716>

- Bradley, C. A., & Altizer, S. (2007). Urbanization and the ecology of wildlife diseases. *Trends in Ecology & Evolution*, *22*, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.11.001>
- Brittan-Powell, E. F., Dooling, R. J., & Gleich, O. (2002). Auditory brainstem responses in adult budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *The Journal of the Acoustical Society of America*, *112*, 999–1008. <https://doi.org/10.1121/1.1494807>
- Brittan-Powell, E. F., Lohr, B., Hahn, D. C., & Dooling, R. J. (2005). Auditory brainstem responses in the Eastern Screech Owl: An estimate of auditory thresholds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *118*, 314–321. <https://doi.org/10.1121/1.1928767>
- Brumm, H. (2004). The Impact of Environmental Noise on Song Amplitude in a Territorial Bird. *Journal of Animal Ecology*, *73*, 434–440.
- Burkard, R. F., Eggermont, J. J., & Don, M. (2007). *Auditory Evoked Potentials: Basic Principles and Clinical Application*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Butterfield, J., Coulson, J. C., Kearsey, S. V., Monaghan, P., McCoy, J. H., & Spain, G. E. (1983). The herring gull *Larus argentatus* as a carrier of salmonella. *Epidemiology & Infection*, *91*, 429–436. <https://doi.org/10.1017/S0022172400060460>
- Buxton, R., Galvan, R., McKenna, M., White, C., & Seher, V. (2017). Visitor noise at a nesting colony alters the behavior of a coastal seabird. *Marine Ecology Progress Series*, *570*, 233–246. <https://doi.org/10.3354/meps12073>
- Camphuysen, K. C. J., Shamoun-Baranes, J., van Loon, E. E., & Bouten, W. (2015). Sexually distinct foraging strategies in an omnivorous seabird. *Marine Biology*, *162*, 1417–1428. <https://doi.org/10.1007/s00227-015-2678-9>
- Carmona, M., Aymí, R., & Navarro, J. (2021). Importance of predictable anthropogenic food subsidies for an opportunistic gull inhabiting urban ecosystems. *European Journal of Wildlife Research*, *67*, 9. <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01446-2>
- Cartraud, A. E., Le Corre, M., Turquet, J., & Tourmetz, J. (2019). Plastic ingestion in seabirds of the western Indian Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, *140*, 308–314. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.065>
- Chace, J. F., & Walsh, J. J. (2006). Urban effects on native avifauna: A review. *Landscape and Urban Planning*, *74*, 46–69. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.08.007>
- Clairbaux, M., Fort, J., Mathewson, P., Porter, W., Strøm, H., & Grémillet, D. (2019). Climate change could overturn bird migration: Transarctic flights and high-latitude

- residency in a sea ice free Arctic. *Scientific Reports*, 9, 17767.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-54228-5>
- Clark, D. E., Koenen, K. K. G., Mackenzie, K. G., Pereira, J. W., & Destefano, S. (2013). Stainless-steel wires exclude gulls from a wastewater treatment plant. *Journal AWWA*, 105, E609–E618. <https://doi.org/10.5942/jawwa.2013.105.0118>
- Converse, R. R., Kinzelman, J. L., Sams, E. A., Hudgens, E., Dufour, A. P., Ryu, H., Santo-Domingo, J. W., Kelty, C. A., Shanks, O. C., Siefiring, S. D., Haugland, R. A., & Wade, T. J. (2012). Dramatic Improvements in Beach Water Quality Following Gull Removal. *Environmental Science & Technology*, 46, 10206–10213. <https://doi.org/10.1021/es302306b>
- Cook, A., Rushton, S., Allan, J., & Baxter, A. (2008). An Evaluation of Techniques to Control Problem Bird Species on Landfill Sites. *Environmental Management*, 41, 834–843. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9077-7>
- Craven, S. E., Stern, N. J., Line, E., Bailey, J. S., Cox, N. A., & Fedorka-Cray, P. (2000). Determination of the Incidence of Salmonella spp., Campylobacter jejuni, and Clostridium perfringens in Wild Birds near Broiler Chicken Houses by Sampling Intestinal Droppings. *Avian Diseases*, 44, 715–720. <https://doi.org/10.2307/1593118>
- Croxall, J. P., Butchart, S. H. M., Lascelles, B., Stattersfield, A. J., Sullivan, B., Symes, A., & Taylor, P. (2012). Seabird conservation status, threats and priority actions: A global assessment. *Bird Conservation International*, 22, 1–34. <https://doi.org/10.1017/S0959270912000020>
- Dawson, A., King, V. M., Bentley, G. E., & Ball, G. F. (2001). Photoperiodic Control of Seasonality in Birds. *Journal of Biological Rhythms*, 16, 365–380. <https://doi.org/10.1177/074873001129002079>
- Delany, S. (s.a.). *Guidelines for participants in the International Waterbird Census (IWC)*.
- Delgado-V., C. A., & French, K. (2012). Parasite–bird interactions in urban areas: Current evidence and emerging questions. *Landscape and Urban Planning*, 105, 5–14. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.12.019>
- DeVault, T. L., Schmidt, P. M., Pogmore, F. E., Gobeille, J., Belant, J. L., & Seamans, T. W. (2014). Influence of egg oiling on colony presence of ring-billed gulls. *Human-Wildlife Interactions*, 8, 22–30.

- Diaz, J. I., Cremonese, F., & Navone, G. T. (2011). Helminths of the kelp gull, *Larus dominicanus*, from the northern Patagonian coast. *Parasitology Research*, *109*, 1555–1562. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2396-2>
- Dominoni, D. M., Quetting, M., & Partecke, J. (2013). Long-Term Effects of Chronic Light Pollution on Seasonal Functions of European Blackbirds (*Turdus merula*). *PLOS ONE*, *8*, e85069. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085069>
- Dominoni, D., Quetting, M., & Partecke, J. (2013). Artificial light at night advances avian reproductive physiology. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *280*, 20123017. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.3017>
- Ellwanger, J. H., Byrne, L. B., & Chies, J. A. B. (2022). Examining the paradox of urban disease ecology by linking the perspectives of Urban One Health and Ecology with Cities. *Urban Ecosystems*, *25*, 1735–1744. <https://doi.org/10.1007/s11252-022-01260-5>
- Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P. J., McDonald, R. I., Parnell, S., Schewenius, M., Sendstad, M., Seto, K. C., & Wilkinson, C. (2013). *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1>
- Esch, G. W., Barger, M. A., & Fellis, K. J. (2002). The Transmission of Digenetic Trematodes: Style, Elegance, Complexity¹. *Integrative and Comparative Biology*, *42*, 304–312. <https://doi.org/10.1093/icb/42.2.304>
- Evans, B. A., & Gawlik, D. E. (2020). Urban food subsidies reduce natural food limitations and reproductive costs for a wetland bird. *Scientific Reports*, *10*, 14021. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70934-x>
- Figuerola, J. (1999). Effects of salinity on rates of infestation of waterbirds by haematozoa. *Ecography*, *22*, 681–685. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1999.tb00517.x>
- Friend, M., & Franson, J. C. (1999). *Field Manual of Wildlife Diseases: General Field Procedures and Diseases of Birds*. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey.
- Fritzsche McKay, A., & Hoyer, B. J. (2016). Are Migratory Animals Superspreaders of Infection? *Integrative and Comparative Biology*, *56*, 260–267. <https://doi.org/10.1093/icb/icw054>
- Fuirst, M., Veit, R. R., Hahn, M., Dheilly, N., & Thorne, L. H. (2018). Effects of urbanization on the foraging ecology and microbiota of the generalist seabird *Larus*

- Furness, R. W. (2012). *Seabird Ecology*. Springer Science & Business Media.
- Galbraith, J. A., Beggs, J. R., Jones, D. N., McNaughton, E. J., Krull, C. R., & Stanley, M. C. (2014). Risks and drivers of wild bird feeding in urban areas of New Zealand. *Biological Conservation*, 180, 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.09.038>
- Galimany, E., Navarro, J., Martino, I., Aymí, R., Cermeño, P., & Montalvo, T. (2023). Gulls as potential sentinels for urban litter: Combining nest and GPS-tracking information. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195, 521. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11133-9>
- García, G. O., Zumpano, F., Mariano Y Jelichich, R., & Favero, M. (2023). Effect of urbanization on individual condition of a threatened seabird: The Olrog's Gull *Larus atlanticus*. *Urban Ecosystems*, 26, 411–424. <https://doi.org/10.1007/s11252-023-01347-7>
- Gaunt, M. W., Sall, A. A., Lamballerie, X. de, Falconar, A. K. I., Dzhivianian, T. I., & Gould, E. A. (2001). Phylogenetic relationships of flaviviruses correlate with their epidemiology, disease association and biogeography. *Journal of General Virology*, 82, 1867–1876. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-82-8-1867>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3, e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. *Built Environment*, 33, 115–133. <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>
- Griffin, A. S., Netto, K., & Peneaux, C. (2017). Neophilia, innovation and learning in an urbanized world: A critical evaluation of mixed findings. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 16, 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.01.004>
- Habib, L., Bayne, E. M., & Boutin, S. (2007). Chronic industrial noise affects pairing success and age structure of ovenbirds *Seiurus aurocapilla*. *Journal of Applied Ecology*, 44, 176–184. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01234.x>
- Halfwerk, W., Holleman, L. J. M., Lessells, C. M., & Slabbekoorn, H. (2011). Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. *Journal of Applied Ecology*, 48, 210–219. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01914.x>

- Huig, N., Buijs, R.-J., & Kleyheeg, E. (2016). Summer in the city: Behaviour of large gulls visiting an urban area during the breeding season. *Bird Study*, *63*, 214–222. <https://doi.org/10.1080/00063657.2016.1159179>
- Hölker, F., Moss, T., Griefahn, B., Kloas, W., Voigt, C., Henckel, D., Hänel, A., Kappeler, P., Voelker, S., Schwope, A., Franke, S., Uhrlandt, D., Fischer, J., Klenke, R., Wolter, C., & Tockner, K. (2010). The Dark Side of Light: A Transdisciplinary Research Agenda for Light Pollution Policy. *Ecology and Society*, *15*, 13. <https://doi.org/10.5751/ES-03685-150413>
- Isaksson, N., Evans, T. J., Shamoun-Baranes, J., & Åkesson, S. (2016). Land or sea? Foraging area choice during breeding by an omnivorous gull. *Movement Ecology*, *4*, 11. <https://doi.org/10.1186/s40462-016-0078-5>
- Jakob, E. M., Marshall, S. D., & Uetz, G. W. (1996). Estimating fitness: a comparison of body condition indices. *Oikos*, 61-67.
- Jokimaki, J., Suhonen, J., Inki, K., & Jokinen, S. (1996). Biogeographical Comparison of Winter Bird Assemblages in Urban Environments in Finland. *Journal of Biogeography*, *23*, 379–386.
- Kane, O. J., Uhart, M. M., Rago, V., Pereda, A. J., Smith, J. R., Van Buren, A., Clark, J. A., & Boersma, P. D. (2012). Avian Pox in Magellanic Penguins (*Spheniscus magellanicus*). *Journal of Wildlife Diseases*, *48*, 790–794. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-48.3.790>
- Khan, J. S., Provencher, J. F., Forbes, M. R., Mallory, M. L., Lebarbenchon, C., & McCoy, K. D. (2019). Chapter One - Parasites of seabirds: A survey of effects and ecological implications. C. Sheppard, *Advances in Marine Biology* *82*, 1–50. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.amb.2019.02.001>
- Kotzerka, J., Hatch, S. A., & Garthe, S. (2011). Evidence for Foraging-Site Fidelity and Individual Foraging Behavior of Pelagic Cormorants Rearing Chicks in the Gulf of Alaska. *The Condor*, *113*, 80–88. <https://doi.org/10.1525/cond.2011.090158>
- Kuitunen, M., Rossi, E., & Stenroos, A. (1998). Do Highways Influence Density of Land Birds? *Environmental Management*, *22*, 297–302. <https://doi.org/10.1007/s002679900105>
- L. Quinn, J., J. Whittingham, M., J. Butler, S., & Cresswell, W. (2006). Noise, predation risk compensation and vigilance in the chaffinch *Fringilla coelebs*. *Journal of Avian Biology*, *37*, 601–608. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0908-8857.03781.x>

- Lang, A. S., Lebarbenchon, C., Ramey, A. M., Robertson, G. J., Waldenström, J., & Wille, M. (2016). Assessing the Role of Seabirds in the Ecology of Influenza A Viruses. *Avian Diseases*, *60*, 378–386.
- Langley, L. P., Bearhop, S., Burton, N. H. K., Banks, A. N., Frayling, T., Thaxter, C. B., Clewley, G. D., Scragg, E., & Votier, S. C. (2023). Urban and coastal breeding lesser black-backed gulls (*Larus fuscus*) segregate by foraging habitat. *Ibis*, *165*, 214–230. <https://doi.org/10.1111/ibi.13109>
- Larsen, O. N., Wahlberg, M., & Christensen-Dalsgaard, J. (2020). Amphibious hearing in a diving bird, the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*). *Journal of Experimental Biology*, *223*, jeb217265. <https://doi.org/10.1242/jeb.217265>
- Lato, K. A., Madigan, D. J., Veit, R. R., & Thorne, L. H. (2021). Closely related gull species show contrasting foraging strategies in an urban environment. *Scientific Reports*, *11*, 23619. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02821-y>
- Lato, K. A., Thorne, L. H., Fuirst, M., & Brownawell, B. J. (2021). Microplastic abundance in gull nests in relation to urbanization. *Marine Pollution Bulletin*, *164*, 112058. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112058>
- Le Corre, M., Ollivier, A., Ribes, S., & Jouventin, P. (2002). Light-induced mortality of petrels: A 4-year study from Réunion Island (Indian Ocean). *Biological Conservation*, *105*, 93–102. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00207-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00207-5)
- Lewison, R., Oro, D., Godley, B. J., Underhill, L., Bearhop, S., Wilson, R. P., Ainley, D., Arcos, J. M., Boersma, P. D., Borboroglu, P. G., Boulinier, T., Frederiksen, M., Genovart, M., González-Solís, J., Green, J. A., Grémillet, D., Hamer, K. C., Hilton, G. M., Hyrenbach, K. D., ... Yorio, P. (2012). Research priorities for seabirds: Improving conservation and management in the 21st century. *Endangered Species Research*, *17*, 93–121. <https://doi.org/10.3354/esr00419>
- Lopes, C. S., de Faria, J. P., Paiva, V. H., & Ramos, J. A. (2020). Characterization of anthropogenic materials on yellow-legged gull (*Larus michahellis*) nests breeding in natural and urban sites along the coast of Portugal. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*, 36954–36969. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09651-x>
- Luniak, M. (2004, July). Synurbization–adaptation of animal wildlife to urban development. In *Proceedings 4th international urban wildlife symposium*, 50-55. Tucson: University of Arizona.
- M. Humphreys, E., Wanless, S., & M. Bryant, D. (2006). Stage-dependent foraging in breeding black-legged kittiwakes *Rissa tridactyla*: Distinguishing behavioural

- responses to intrinsic and extrinsic factors. *Journal of Avian Biology*, 37, 436–446. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0908-8857.03594.x>
- Maciusik, B., Lenda, M., & Skórka, P. (2010). Corridors, local food resources, and climatic conditions affect the utilization of the urban environment by the Black-headed Gull *Larus ridibundus* in winter. *Ecological Research*, 25, 263–272. <https://doi.org/10.1007/s11284-009-0649-7>
- Malekian, M., Shagholian, J., & Hosseinpour, Z. (2021). Pathogen Presence in Wild Birds Inhabiting Landfills in Central Iran. *EcoHealth*, 18, 76–83. <https://doi.org/10.1007/s10393-021-01516-0>
- Martínez-Abraín, A., Esparza, B., & Oro, D. (2004). Lack of blood parasites in bird species: does absence of blood parasite vectors explain it all? *Ardeola*, 51, 225–232.
- Martinez-Abraín, A., Merino, S., Oro, D., & Esparza, B. (2002). Prevalence of blood parasites in two western-Mediterranean local populations of the Yellow-legged Gull *Larus cachinnans michahellis*. *Ornis Fennica*, 79, 34–40.
- Martín-Vélez, V., Navarro, J., Figuerola, J., Aymí, R., Sabaté, S., Planell, R., Vila, J., & Montalvo, T. (2024). A spatial analysis of urban gulls contribution to the potential spread of zoonotic and antibiotic-resistant bacteria. *Science of The Total Environment*, 912, 168762. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168762>
- McCloy, M. W. D., Andringa, R. K., & Grace, J. K. (2022). Resilience of Avian Communities to Urbanization and Climate Change: An Integrative Review. *Frontiers in Conservation Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/fcosc.2022.918873>
- 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. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- Meathrel, C. E. (1991). The reproductive performance and body condition of silver gulls (*Larus novaehollandiae*) during a protracted breeding season (Doctoral dissertation, Murdoch University).
- Meléndez-Arteaga, J., Bregnballe, T., & Frederiksen, M. (2022). Identifying spatial drivers of long-term population growth in three large gull species: The importance of mink farms and urban areas. *Avian Conservation and Ecology*, 17. <https://doi.org/10.5751/ACE-02233-170210>

- Moe, B., Stempniewicz, L., Jakubas, D., Angelier, F., Chastel, O., Dinessen, F., Gabrielsen, G., Hanssen, F., Karnovsky, N., Rønning, B., Welcker, J., Wojczulanis-Jakubas, K., & Bech, C. (2009). Climate change and phenological responses of two seabird species breeding in the high-Arctic. *Marine Ecology Progress Series*, *393*, 235–246. <https://doi.org/10.3354/meps08222>
- Mooney, T. A., Smith, A., Hansen, K. A., Larsen, O. N., Wahlberg, M., & Rasmussen, M. (2019). *Birds of a feather: Hearing and potential noise impacts in puffins (Fratercula arctica)*. 010004. <https://doi.org/10.1121/2.0001037>
- Mooney, T. A., Smith, A., Larsen, O. N., Hansen, K. A., Wahlberg, M., & Rasmussen, M. H. (2019). Field-based hearing measurements of two seabird species. *Journal of Experimental Biology*, *222*, jeb190710. <https://doi.org/10.1242/jeb.190710>
- Murray, M. H., Sánchez, C. A., Becker, D. J., Byers, K. A., Worsley-Tonks, K. E., & Craft, M. E. (2019). City sicker? A meta-analysis of wildlife health and urbanization. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *17*, 575–583. <https://doi.org/10.1002/fee.2126>
- Möllmann, C., Diekmann, R., Müller-Karulis, B., Kornilovs, G., Plikshs, M., & Axe, P. (2009). Reorganization of a large marine ecosystem due to atmospheric and anthropogenic pressure: A discontinuous regime shift in the Central Baltic Sea. *Global Change Biology*, *15*, 1377–1393. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01814.x>
- Navarro, J., Oro, D., Bertolero, A., Genovart, M., Delgado, A., & Forero, M. G. (2010). Age and sexual differences in the exploitation of two anthropogenic food resources for an opportunistic seabird. *Marine Biology*, *157*, 2453–2459. <https://doi.org/10.1007/s00227-010-1509-2>
- Northrup, J. M., Rivers, J. W., Yang, Z., & Betts, M. G. (2019). Synergistic effects of climate and land-use change influence broad-scale avian population declines. *Global Change Biology*, *25*, 1561–1575. <https://doi.org/10.1111/gcb.14571>
- Nuttall, P. A. (1984). Tick-borne viruses in seabird colonies. *Seabird*, *7*, 31–41.
- Orgeret, F., Thiebault, A., Kovacs, K. M., Lydersen, C., Hindell, M. A., Thompson, S. A., Sydeman, W. J., & Pistorius, P. A. (2022). Climate change impacts on seabirds and marine mammals: The importance of study duration, thermal tolerance and generation time. *Ecology Letters*, *25*, 218–239. <https://doi.org/10.1111/ele.13920>
- Pais De Faria, J., Paiva, V. H., Veríssimo, S., Gonçalves, A. M. M., & Ramos, J. A. (2021). Seasonal variation in habitat use, daily routines and interactions with humans by

- urban-dwelling gulls. *Urban Ecosystems*, 24, 1101–1115.
<https://doi.org/10.1007/s11252-021-01101-x>
- Parejo, S. H., Martínez-Carrasco, C., Diaz, J. I., Chitimia, L., Ortiz, J., Mayo, E., & de Ybáñez, R. R. (2015). Parasitic fauna of a yellow-legged gull colony in the island of Escombreras (South-eastern Mediterranean) in close proximity to a landfill site: Potential effects on cohabiting species. *Acta Parasitologica*, 60, 290–297.
<https://doi.org/10.1515/ap-2015-0041>
- Payo-Payo, A., Oro, D., Igual, J. M., Jover, L., Sanpera, C., & Tavecchia, G. (2015). Population control of an overabundant species achieved through consecutive anthropogenic perturbations. *Ecological Applications*, 25, 2228–2239.
<https://doi.org/10.1890/14-2090.1>
- Peacock, S. J., Krkošek, M., Lewis, M. A., & Molnár, P. K. (2020). A unifying framework for the transient parasite dynamics of migratory hosts. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117, 10897–10903.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1908777117>
- Perrins, C. M., & Smith, S. B. (2000). The breeding Larus Gulls on Skomer Island National Nature Reserve, Pembrokeshire. *Atlantic Seabirds*, 2, 195–210.
- Proppe, D. S., Sturdy, C. B., & St. Clair, C. C. (2013). Anthropogenic noise decreases urban songbird diversity and may contribute to homogenization. *Global Change Biology*, 19, 1075–1084. <https://doi.org/10.1111/gcb.12098>
- Quillfeldt, P., Arriero, E., Martínez, J., Masello, J. F., & Merino, S. (2011). Prevalence of blood parasites in seabirds—A review. *Frontiers in Zoology*, 8, 26.
<https://doi.org/10.1186/1742-9994-8-26>
- Real, E., Oro, D., Martínez-Abraín, A., Igual, J. M., Bertolero, A., Bosch, M., & Tavecchia, G. (2017). Predictable anthropogenic food subsidies, density-dependence and socio-economic factors influence breeding investment in a generalist seabird. *Journal of Avian Biology*, 48, 1462–1470.
<https://doi.org/10.1111/jav.01454>
- Reed, J. R., Sincock, J. L., & Hailman, J. P. (1985). Light Attraction in Endangered Procellariiform Birds: Reduction by Shielding Upward Radiation. *The Auk*, 102, 377–383. <https://doi.org/10.2307/4086782>
- Reed, T. E., Warzybok, P., Wilson, A. J., Bradley, R. W., Wanless, S., & Sydeman, W. J. (2009). Timing is everything: Flexible phenology and shifting selection in a

- colonial seabird. *Journal of Animal Ecology*, 78, 376–387.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01503.x>
- Reusch, K., Ryan, P. G., & Pichegru, L. (2022). Health status indices of Kelp Gull populations in South Africa. *Emu - Austral Ornithology*, 122, 216–225.
<https://doi.org/10.1080/01584197.2022.2114089>
- Rock, P. (2005). Urban gulls. *Br. Birds*, 98, 338–355.
- Rock, P. (2012). Urban gulls. Why current control methods always fail. *Rivista Italiana Di Ornitologia*, 82(1–2), Article 1–2. <https://doi.org/10.4081/rio.2012.112>
- Rock, P., Camphuysen, C. J., Shamoun-Baranes, J., Ross-Smith, V. H., & Vaughan, I. P. (2016). Results from the first GPS tracking of roof-nesting Herring Gulls *Larus argentatus* in the UK. *Ringing & Migration*, 31, 47–62.
<https://doi.org/10.1080/03078698.2016.1197698>
- Rodríguez, A., Burgan, G., Dann, P., Jessop, R., Negro, J. J., & Chiaradia, A. (2014). Fatal Attraction of Short-Tailed Shearwaters to Artificial Lights. *PLOS ONE*, 9, e110114.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110114>
- Rodríguez, A., Garcia, D., Rodríguez, B., Cardona, E., Parpal, L., & Pons, P. (2015). Artificial lights and seabirds: Is light pollution a threat for the threatened Balearic petrels? *Journal of Ornithology*, 156, 893–902. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1232-3>
- Rodríguez, A., Holmes, N. D., Ryan, P. G., Wilson, K.-J., Faulquier, L., Murillo, Y., Raine, A. F., Penniman, J. F., Neves, V., Rodríguez, B., Negro, J. J., Chiaradia, A., Dann, P., Anderson, T., Metzger, B., Shirai, M., Deppe, L., Wheeler, J., Hodum, P., ... Corre, M. L. (2017). Seabird mortality induced by land-based artificial lights. *Conservation Biology*, 31, 986–1001. <https://doi.org/10.1111/cobi.12900>
- Rodríguez, A., Rodríguez, B., Curbelo, Á. J., Pérez, A., Marrero, S., & Negro, J. J. (2012). Factors affecting mortality of shearwaters stranded by light pollution. *Animal Conservation*, 15, 519–526. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2012.00544.x>
- Rodríguez, A., Rodríguez, B., & Negro, J. J. (2015). GPS tracking for mapping seabird mortality induced by light pollution. *Scientific Reports*, 5, Article 1.
<https://doi.org/10.1038/srep10670>
- Russ, A., Reitemeier, S., Weissmann, A., Gottschalk, J., Einspanier, A., & Klenke, R. (2015). Seasonal and urban effects on the endocrinology of a wild passerine. *Ecology and Evolution*, 5, 5698–5710. <https://doi.org/10.1002/ece3.1820>
- Schreiber, E. A., & Burger, J. (2001). *Biology of Marine Birds*. CRC Press.

- Seif, S., Provencher, J. F., Avery-Gomm, S., Daoust, P.-Y., Mallory, M. L., & Smith, P. A. (2018). Plastic and Non-plastic Debris Ingestion in Three Gull Species Feeding in an Urban Landfill Environment. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, *74*, 349–360. <https://doi.org/10.1007/s00244-017-0492-8>
- Sepp, T., McGraw, K. J., Kaasik, A., & Giraudeau, M. (2018). A review of urban impacts on avian life-history evolution: Does city living lead to slower pace of life? *Global Change Biology*, *24*, 1452–1469. <https://doi.org/10.1111/gcb.13969>
- Seress, G., & Liker, A. (2015). Habitat urbanization and its effects on birds. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, *61*, 373–408. <https://doi.org/10.17109/AZH.61.4.373.2015>
- Seto, K. C., Güneralp, B., & 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*, *109*, 16083–16088. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>
- Shaffer, S. A., Cockerham, S., Warzybok, P., Bradley, R. W., Jahncke, J., Clatterbuck, C. A., Lucia, M., Jelincic, J. A., Cassell, A. L., Kelsey, E. C., & Adams, J. (2017). Population-level plasticity in foraging behavior of western gulls (*Larus occidentalis*). *Movement Ecology*, *5*, 27. <https://doi.org/10.1186/s40462-017-0118-9>
- Skelly, D., Bolden, S., Holland, M., Freidenburg, L., Freidenfelds, N., & Malcolm, T. (2006). Urbanization and disease in amphibians. *Disease Ecology: Community Structure and Pathogen Dynamics*, 153–167. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198567080.003.0011>
- Smith, A., Kissling, M., Capuano, A., Lewis, S., & Mooney, T. (2023). Aerial hearing thresholds and ecoacoustics of a threatened pursuit-diving seabird, the marbled murrelet *Brachyramphus marmoratus*. *Endangered Species Research*, *50*, 167–179. <https://doi.org/10.3354/esr01234>
- Sørensen, K., Neumann, C., Dähne, M., Hansen, K. A., & Wahlberg, M. (2020). Gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) react to underwater sounds. *Royal Society Open Science*, *7*, 191988. <https://doi.org/10.1098/rsos.191988>
- Soulsbury, C. D., & White, P. C. L. (2015). Human–wildlife interactions in urban areas: A review of conflicts, benefits and opportunities. *Wildlife Research*, *42*, 541. <https://doi.org/10.1071/WR14229>

- Spelt, A., Soutar, O., Williamson, C., Memmott, J., Shamoun-Baranes, J., Rock, P., & Windsor, S. (2021). Urban gulls adapt foraging schedule to human-activity patterns. *Ibis*, *163*, 274–282. <https://doi.org/10.1111/ibi.12892>
- Steigerwald, E. C., Igual, J.-M., Payo-Payo, A., & Tavecchia, G. (2015). Effects of decreased anthropogenic food availability on an opportunistic gull: Evidence for a size-mediated response in breeding females. *Ibis*, *157*, 439–448. <https://doi.org/10.1111/ibi.12252>
- Stofberg, M., Cunningham, S. J., Sumasgutner, P., & Amar, A. (2019). Juggling a “junk-food” diet: Responses of an urban bird to fluctuating anthropogenic-food availability. *Urban Ecosystems*, *22*, 1019–1026. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00885-3>
- Sun, B., Lu, Y., Yang, Y., Yu, M., Yuan, J., Yu, R., Bullock, J. M., Stenseth, N. Chr., Li, X., Cao, Z., Lei, H., & Li, J. (2022). Urbanization affects spatial variation and species similarity of bird diversity distribution. *Science Advances*, *8*, eade3061. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ade3061>
- Sydeman, W., Thompson, S., & Kitaysky, A. (2012). Seabirds and climate change: Roadmap for the future. *Marine Ecology Progress Series*, *454*, 107–117. <https://doi.org/10.3354/meps09806>
- Zagalska-Neubauer, M., & Bensch, S. (2016). High prevalence of Leucocytozoon parasites in fresh water breeding gulls. *Journal of Ornithology*, *157*, 525–532. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1291-5>
- Tabor, G., & Aguirre, A. A. (2004). Ecosystem Health and Sentinel Species: Adding an Ecological Element to the Proverbial “Canary in the Mineshaft”. *EcoHealth*, *1*, 226–228. <https://doi.org/10.1007/s10393-004-0092-8>
- Telfer, T. C., Sincock, J. L., Byrd, G. V., & Reed, J. R. (1987). Attraction of Hawaiian Seabirds to Lights: Conservation Efforts and Effects of Moon Phase. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, *15*, 406–413.
- Thomson, M. (2007). Placing the Wild in the City: „Thinking with“ Melbourne’s Bats. *Society & Animals*, *15*(1), 79–95. <https://doi.org/10.1163/156853007X169360>
- Tisdale, H. (1941). The Process of Urbanization. *Social Forces*, *20*, 311–316.
- Valiela, I., & Bowen, J. L. (2003). Shifts in Winter Distribution in Birds: Effects of Global Warming and Local Habitat Change. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, *32*, 476–480. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-32.7.476>

- Vanstreels, R. E. T., Uhart, M., Rago, V., Hurtado, R., Epiphonio, S., & Catão-Dias, J. L. (2017). Do blood parasites infect Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) in the wild? Prospective investigation and climatogeographic considerations. *Parasitology*, *144*, 698–705. <https://doi.org/10.1017/S0031182016002407>
- Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C., & Stuart, S. N. (2009). *Wildlife in a Changing World: An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN.
- Visser, M. E., Perdeck, A. C., Van BALEN, J. H., & Both, C. (2009). Climate change leads to decreasing bird migration distances. *Global Change Biology*, *15*, 1859–1865. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01865.x>
- von Döhren, P., & Haase, D. (2015). Ecosystem disservices research: A review of the state of the art with a focus on cities. *Ecological Indicators*, *52*, 490–497. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.12.027>
- Wakefield, E. D., Cleasby, I. R., Bearhop, S., Bodey, T. W., Davies, R. D., Miller, P. I., Newton, J., Votier, S. C., & Hamer, K. C. (2015). Long-term individual foraging site fidelity—Why some gannets don't change their spots. *Ecology*, *96*, 3058–3074. <https://doi.org/10.1890/14-1300.1>
- Washburn, B. E., Bernhardt, G. E., Kutschbach-Brohl, L., Chipman, R. B., & Francoeur, L. C. (2013). Foraging Ecology of Four Gull Species at a Coastal-Urban Interface: Ecología de Forrajeo de Cuatro Especies de Gaviota en una Interface Costera-Urbana. *The Condor*, *115*, 67–76. <https://doi.org/10.1525/cond.2013.110185>
- Wilby, R. L. (2003). Past and projected trends in London's urban heat island. *Weather*, *58*, 251–260. <https://doi.org/10.1256/wea.183.02>
- Wilcox, C., Van Sebille, E., & Hardesty, B. D. (2015). Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*, 11899–11904. <https://doi.org/10.1073/pnas.1502108112>
- Wilson, H. F. (2022). Seabirds in the city: Urban futures and fraught coexistence. *Transactions of the Institute of British Geographers*, *47*, 1137–1151. <https://doi.org/10.1111/tran.12525>
- Winton, R. S., & River, M. (2017). The biogeochemical implications of massive gull flocks at landfills. *Water Research*, *122*, 440–446. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.05.076>

Internetiallikad

Looduskaitseeadus–Riigi Teataja. (2004). <https://www.riigiteataja.ee/akt/13118655>

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Ursula Pajumäe,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Merelinnud linnas: kohasust mõjutavad keskkonnategurid ja konfliktide leevendusmeetmed“ mille juhendaja on Tuul Sepp reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 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.

Ursula Pajumäe
27.05.2024