

# TUUGENITE MÕJU LOOMASTIKULE: LEEVENDUS- JA KORVAMISMEETMED

Kokkuvõtte tugineb eelretsenseeritud teaduskirjanduses avaldatule, võimalusel on meetme tõhususele (või sobimatusele) antud ka hinnang. Lisaks on kaasatud meetodeid, mida on soovitatud n-ö hallis kirjanduses (eelretsenseerimata rakendusüriingud) ja mille autorid on valdkonna või liigirühma spetsialistid ning nende pakutud meede on tänaste teadmiste kohaselt asjakohane.

Töö jaguneb kaheks: 1) kokkuvõtte erinevatest leevendus- ja korvamismeetmetest; 2) pikem teaduskirjandusele tuginev ülevaade leevendamise ja korvamisega seonduvatest tahkudest (tugineb suuresti Mägi (2022) kokkuvõttele).

## Soovituslik viitamine:

*Mägi M, Saag P (2024). Tuugenite mõju loomastikule: leevendus- ja korvamismeetmed. Keskkonnaamet (viimati muudetud 10.06.2024).*

Dokumenti täiendatakse jooksvalt vastavalt uutele teadmistele, mistõttu tuleb enne dokumendile viitamist kontrollida Keskkonnaameti kodulehelt, kas tegu on värskema versiooniga. Kui leiate materjale, mis teie arvates on puudu või täiendavad kokkuvõtet, siis andke sellest Keskkonnaametile teada.



# 1. OSA: LÜHIÜLEVAADE

## LEEVENDEUS- JA KORVAMISMEETMED

Tuulepargi või tuugeni mõju loomastikule (Bennun *et al.* 2021):

- **Otsene mõju** – nt linnu või nahkhiire hukkumine kokkupõrkel tuugeni masti või rootorilabaga.
- **Kaudne mõju** – lühema või pikema aja jooksul liigi arvukuse muutus piirkonnas (piirkonna vältimine, kiskluse suurenemine, sigivuse vähenemine vms).
- **Liitmõju** (*cumulative impact*) – piirkonda ja selle elustikku mõjutav inimtegevus, mille mõju ajas kuhjub (erinevad arendused, kaevandused, taristu jne; mõju võib olla samaaegne või teineteisele järgnev).

Otseseid ja kaudseid mõjusid käsitleb põhjalikumalt kokkuvõtte 2. osa.

**Leevendus** – meede, mis vähendab oodatava negatiivse mõju miinimumini või talutavale tasemele isendit või asurkonda vahetult mõjutavas piirkonnas (elupaik, toitumisala, vms). Leevendus lähtub konkreetsest projektist ja sellega kaasnevast mõjust. Leevenduseks ei peeta tegevust, mis ei ole projekti funktsionaalne osa ja ei ole seotud avalduva mõju või mõjuliigiga, nt koosluste seisundi parandamine või loomine, liikide toitumis- või elupaikade loomine või parandamine. Eriti, kui need tööd tehakse väljaspool reaalset mõjuulatust (nt ei ole leevendus mürahäiringu mõju vähendamine elupaiga seisundi muul viisil parandamine, nt veerežiimi taastamine).

**Korvamine** (e hüvitamine, heastamine, kompenseerimine) – tegevus, kui negatiivset mõju ei ole võimalik leevendada ja tegu on ülekaaluka avaliku huviga, mille kaasnev kahju on paratamatu. Sel puhul tuleb liigi/koosluse/elupaiga häirimatus tagada teis(t)el ala(de)l või viisi(de)l, eelkõige pidades silmas konkreetset liiki või liigirühma (või elupaika). Natura 2000 aladel peab tegevuse korvama, et säiliks kaitse-eesmärkide sihtliikide/elupaikade soodne seisund. Teoorias võib korvamine toimuda liigi levila ulatuses (nt on UK-s suulade olukorra parandamiseks vähendatud poegade ja munade söögiks korjamist Islandil ja Fääri saartel), kuid piiriülene koostöö võib olla keeruline seadusandluse tõttu.

Sõltuvalt liigist või elupaigast võib leevenduse ja korvamise piir olla ähmane. Sel puhul tuleb lähtuda ekspertide soovistest ja/või varasemast praktikast.

Tuuleparkide puhul on oluline meeles pidada, et mõju liikidele, kelle lähedusse varem tuugeneid ei ole rajatud, võib olla teadmata, samuti ei pruugi olla varasemaid analoogilisi kogemusi mujalt, millele tugineda (sagedasem meretuuleparkides).

Nii leevenduse kui ka korvamise puhul peab olema veendumus, et tehtaval on tegelik mõju (analoogilised uuringud sarnaste liikidega või sarnastes elupaikades, pidev tegevuste jälgimine, peegeldamine ja vajaduspõhine muutmine).

Soovitus planeerijatele ja mõju hindajatele: *otsi erialast kirjandust, sest temaatilist teavet lisandub pidevalt ja sealt võib leida näiteid, mis siinsesse kokkuvõttesse ei ole veel jõudnud (teavita neist Keskkonnaameti looduskasutuse osakonda). Näiteks leiab teavet erinevate meetmete kohta siit: [Wind Energy Monitoring and Mitigation Technologies Tool | Tethys \(pnnl.gov\)](https://www.pnnl.gov)*

# NEGATIIVSE MÕJU VÄHENDAMISE HIERARHIA (TOLVANEN ET AL. 2023):

Mõju vähendamise hierarhia on alljärgnev. See on laialt aktsepteeritud üldistus ja sellest soovitame ka lähtuda. Lisaks võivad erinevad riigid, organisatsioonid, autorid eristada vahe- või lisaetappe (vt ülevaadet WREN, [The Mitigation Hierarchy](#)).

Näited on valikulised, pikem loetelu järgneb.

---

## 1. Vältimine (asukohavalik)

- a. Oluline teada liigi häiringutaluvust (vältimiskaugust).
- b. Oluline teada kaduva elupaiga määra ja kvaliteeti liigile (Soomes peetakse heaks tuulealaks ammendunud turbavälja, sest seal on keskkond degradeerunud).

## 2. Leevendamine

- a. Elupaigalaikude jätmise tuugenialade vabele (soosib sõraliste liikumist).
- b. Masti või labade värvimine.
- c. Rootori seiskamine või pidurdamine linnu/nahkhiire lähenedes (raisa- ja raipekotkad: kokkupõrked vähenesid 90%, energiatootlus langes <0,5%).

## 3. Korvamine

- a. Vanade kõrge kvaliteediga elupaikade kaitse alla võtmine, taastamine või uute loomine
- b. Käsiivalistele maastikuelementide loomine: bekid, roburivad vms.
- c. Vabatahtlik ning ennetav osalemine tegevustes, mis vähendavad üldist mõju elurikkusele ja tõstavad ühiskonna teadlikkust keskkonnaväärtustest ja tuuleenergiast.

---

Kuna mitmed linde mõjutavad tegurid liituvad ja nende mõju keskkonnale on liigi ja asukohapõhine (sõltub ka mullastikust, selle kahjustamisest ehituse käigus, metsaraiest vms) – on tuuleenergeetika arendamine keerukas, sest sõltub suuresti eelnevast ala uuritusest. Siiski, tuginedes praegusele teadmisele on võimalik koostada suhteliselt täpseid prognoose. Arengud peavad arvestama tuuleolude, topograafia, logistika ja ökoloogiliste piirangutega. Samuti peab arendusega kaasnema olukorra monitoorimine ja teaduslik uurimine (hüpoteesipõhiselt), et lahendada/vähendada negatiivset mõju.

Linnu/nahkhiire hukkumine on ainult üks tuulepargi võimalik keskkonnamõju, sellele lisanduvad elupaiga muutus/hävimine, sigimisedukuse langus, muutused kiskja-saaklooma suhetes (Gómez-Catasús *et al.* 2021). Kõik tuugenid ei ole tapjad – ohtlikkus sõltub asukohast ja liikidest, kuid haruldased, ohustatud, pikaajalised ja aeglaselt sigivad liigid on enim ohustatud (Tabassum-Abbasi *et al.* 2014).

---

## ASUKOHAVALIK (TUUGENITE RAJAMINE LOOMADELE SOBIMATUSSE ELUPAIKA)

Tuugeni rajamisel tuleb eelistada juba häiringutega alasid (nt asulate lähedus, põllumaad, kaevandusalad), sest selliste alade keskkonda on juba oluliselt muudetud ja tuugenist tulenev lisahäiring on vähemtõenäoline. Oluline on säilitada võimalikult palju puutumata maastikku, sest see on liikide tugiala ja/või rohekoridor. Asukohavalik on eriti oluline lendavate aeglaselt sigivatele liikide (röövlinnud ja käsitiivalised) puhul, sest sõltumata piirkonna vältimisest halveneb elupaik ja suureneb ka hukkumine (Tolvanen *et al.* 2023).

Nahkhiirte potentsiaalne suremusrisk on elupaikades erinev. Kui avamaal on tuugen ohuks peamiselt kõrgelt lendavatele nahkhiirtele, siis metsas olevates tuuleparkides on ohustatud nii madalalt kui ka kõrgelt lendavad nahkhiired (Roemer *et al.* 2019). Seepärast soovitab EUROBATS-i juhend (Rodrigues *et al.* 2014) vältida tuuleparkide rajamist metsa, eriti vanasse laialehelisse metsa ja metsaservale lähemale kui 200 m, sest need elupaigad on nahkhiirtele eriti väärtuslikud. Teadaolevalt on Eestis nahkhiirtele olulised vanade haabadega puistud ning nahkhiirte arvukus kasvab puistu vanusega (Rennel 2012). Soovitatakse jälgida 200 m puhverala loomist ka teistele nahkhiirtele väärtuslike elupaikade ümber, näiteks vanade puudega alleed, pargid, märgalad, veekogud, kus nahkhiired toituvad (Rodrigues *et al.* 2014).

## LEEVENDUSMEETMED (SOBILIK LINDUDELE, KUI EI OLE MÄRGITUD TEISITI)

### 1) TUUGENITE ARVU VÄHENDAMINE

Lisaks tuleb meeles pidada, et sama üldvõimsuse korral on mitu väikese võimsusega tuugenit linnustikule ohtlikum kui väiksem hulk võimsamaid tuugeneid (Thaxter *et al.* 2017). Nt 100 MW pargi korral on linnusõbralikum viis 20 MW tuugenit kui 20 viis MW tuugenit. Tuugenite arvu kärpides võib algselt planeeritud pargi võimsus ka väheneda.

### 2) TUUGENITE PAIGUTUSE MUUTMINE MAASTIKUL

- **Paigutamine ridadena rööbiti lindude rändekoridoriga**, et tuuleparki läbival linnul oleks võimalus ala ohutult läbida.
- **Tuugenite vahemaa suurendamine.**
- **Tuugeni(te) nihutamine** tundlike liikide elupaikadest kaugemale (peaks fookuses olema juba asukohavalikul).

Tuugenite arv, suurus, suund ja ruumiline paiknemine võivad olla olulised, kuigi tõendid on vastuolulised, seda suuresti sõltuvalt tuugeni suurusest, rootori pöörlemisest ja laba tipukiirusest, mis mõjutab laba nähtavust ja vältimist (Croll *et al.* 2022).

### 3) TUUGENI PEATAMINE

- **Vajaduspõhine ajutine peatamine** (IFC *et al.* 2023). Kõige sagedamini kasutatav, ühe või mitme tuugeni seiskamine kas inimese või automaatika abil. Eelkõige tõhus röövlindude (ja nahkhiirte) puhul. Tuugen käivitatakse ohu möödudes (reeglina seisak

alla 30 minuti). Kõige tõhusamad, kuid ka keerulisemad, süsteemid kombineerivad linnu tuvastamiseks ja tuugeni seiskamiseks fototöötlust, tehisaru ja masinõpet ning rootor peatatakse, kui lind on tuugeni labadest kriitilisel kaugusel (vt McClure *et al.* 2022).

- Automaatne linnu tuvastus: radar, infrapuna- ja tavakaamerad, 3D audiomodelleerimine, 3D ja 2D fotograafia, masinõpe (ja nimetatute kombineerimine; Gradolewski *et al.* 2021, Ferrer *et al.* 2022).
- Inimvaatlustele tuginev peatamine.
- **Pikemaajaline seiskamine** (paar tundi kuni päevi). Üksikute tuugenite või kogu pargi seiskamine lindude (või nahkhiirte) rändeperioodil (eeldab eelnevat hea kvaliteediga rändeandmestiku olemasolu). Põllumaadel asuvate tuugenite peatamine tegevusteks, mis meelitavad linde toituma (nt väike-konnakotkas, valge-toonekurk).
- **Labade pöörlemise aeglustamine või peatamine** (nahkhiired). Rootori peatamine nahkhiirtele olulisel ajal (Behr *et al.* 2017, Hayes *et al.* 2019, NatureScot *et al.* 2021, Peterson 2020, Smallwood & Bell 2020). Laialdaselt kasutatakse vähima tuulekiiruse, mille juures tuulik tööle hakkab, lävendi tõstmist (*cut-in speed*), sest nahkhiired tegutsevad peamiselt siis, kui õhus on palju putukaid – sooja kuiva ja tuulevaikse ilmaga (tuult kuni 5 m/s). Siiski pöörleb osadel tuulikutel rootor ka nõrga tuulega väikesel kiirusel edasi, mis on ohuks nahkhiirtele. Seega on parem rootor labade tuulest välja pööramisega (*feathering*) ja vajadusel pidurdamisega tuugen täielikult seisata. Üha enam katsetatakse ka rootorite seiskamist nahkhiirte ilmumisel tuuleparki, kasutades loomade avastamiseks ultrahelidetektoreid (väheefektiivne), radareid või soojuskaameraid. Võimalik seisata tuugeneid tuulepargis valikuliselt ohtlikemates asukohtades vastavalt oludele või keskkonnatingimuste ja käsitiivaliste aktiivsusele (Hayes *et al.* 2019).

#### 4) TURVALISEMA / VÄIKSEMA MÕJUGA TUUGENI KASUTAMINE

- **Masti alumise osa värvimine kontrastseks** (tõhus kanaliste ja teiste madalal lendavate lindude puhul; Stokke *et al.* 2020).
- **Rootori labade värvimine**, nt ühe laba mustaks värvimine (May *et al.* 2020) või laba tippude värvimine. Suurendab tõenäosust, et lind märkab liikuvat laba ja võib mõnede lindude hukkumist vähendada (Hodos 2003), tõhusus tugineb hetkel ühele uuringule (May *et al.* 2020). Tõenäoliselt tõhus ka teatud merelindude puhul, kuid pikemaajaline mõju on teadmata (Croll *et al.* 2022), mistõttu vajab see täiendavaid uuringuid, hetkel saab seda soovitada täiendava meetmena teiste seas (nt ajutise seiskamise täiendusena). Erinevate linnuliikide nägemise eripärasid arvestades oleks lindudele kõige märgatavam mustavalge vöödilise tuugen (nii post kui ka labad, vt joonis 1; Martin ja Banks 2023), kuid seni ei ole seda praktikas veel katsetatud.



Joonis 1. Lindude nägemist ja erinevaid valgustingimusi arvestades lindudele kõige paremini märgatav tuugeni värvilahendus (Martin ja Banks 2023).

- **Lindude puhkepaikade kujunemise ennetamine.** Vältimiseks saab kasutada maandumist/istumist takistavaid struktuurielemente (piid, piigid, traadid), kuid ei ole üheselt selge, kas tuugenil puhkamine suurendab hukkumist (Croll *et al.* 2022).
- **UV-spektrit** (lainepikkus 330–400 nm) **peegeldavate värvide kasutamine.** Enamik linde näevad UV-spektrit, inimese näeb valgust vahemikus 400–700 nm.
- **Elektriliinide maakaablisse viimine** (oluline röövlinnurohkete alade lähistel või suurte lindude rändekoridoris).
- **Valgustus:** leevendav mõju küsitav, sest valgus võib ka linde meelitada ja hukkumist suurendada, eriti halva nähtavuse korral (Croll *et al.* 2022); erinevaile järeldustele jõudvaid uuringuid on palju:
  - Merel tuugeni valgustuse vähendamine ja põlemisaja lühendamine (Croll *et al.* 2022).
  - Merel võiks eelistada vilkuvaid või püsivalt põlevaid punaseid tulesid (Kerlinger *et al.* 2010, Rebke *et al.* 2019).
  - Punased valgustid võivad lindudele ohtlikumad olla (vt Sterže & Pogačnik 2008), eriti vilkuvad punased tuled uduse või madala pilvkatte korral.
  - Merepargi hooldustöödel laevatekil valgustite varjutamine ja alla suunamine, vältida laia valgusspektriga valgusteid (Croll *et al.* 2022).
  - Maismaal meelitavad vilkuvad tuled linde vähem, kui pidevalt põlevad.
  - Lennuohutuse seisukohalt võiks tuled vilkuda vaid ajal, kui õhuruumis on liiklus (Saksamaal on see vähendanud tuulepargi valgustatust 99%; Croll *et al.* 2022).
- **Akustiline peletamine** (nahkhiired). Tuugenitele nahkhiirtele kuulda segavat heli esitavate seadmete paigaldamine (kõrgsageduslikud helid, mida nahkhiired ise kasutavad ja kuulevad). Võib mõnede liikide puhul tõhus olla (Good *et al.* 2022,

Weaver *et al.* 2020), kuid seni ei ole uuringud erinevate heidutusvahendite kasutamise kohta nahkhiirte peletamiseks tuvastanud tõhusaid ja teaduslikult vettpidavaid tulemusi (Bennet & Hale 2018, Gilmour *et al.* 2020, Huzzen *et al.* 2019, Romano *et al.* 2019, Weaver *et al.* 2020), mistõttu saab seda käsitleda vaid ühe täiendava meetmena koos teistega.

## 5) MAASTIKU MUUTMISEGA SEONDUVAD LEEVENDAVAD MEETMED

- **Erosioonitundlikul alal taimestiku taastamine pärast ehitustöid**, sest kaeve- ja pinnasetööde mõju tagajärg ei pruugi prognoositav olla.
- **Olulise häirinuga ehitustööde peatamine lindude pesitsusperioodil** aprill–juuli, et säästa ümbruskonnas pesitsevaid linde (ei ole tõhus, kui ehitustööde tulemusel kaob/hävivib täielikult fookusliigi elupaik, sest liigil ei ole võimalik alale naasta).
- **Pesaõõnsuste rajamine** (pesakastid) pärast ehitustööde lõppu võib soodustada suluspesitsejate naasmist (eelkõige metsa), kuid silmas tuleb pidada ökolõksu tekkimise võimalust (elupaik muudetakse kunstlikult atraktiivseks, kuid ei toeta siiski liike; nt ei pruugi toitu olla piisavalt).
- **Karjatamiskoormuse muutmine**. Piirkondades, kus kariloomad võivad suurte kotkaste tähelepanu tõmmata (IFC *et al.* 2023). Eeldab koostööd maaomaniku, farmeri, omavalitsuse (ja tapamajaga), et piirkond ei oleks lindudele atraktiivne. Võimalik on karjatamise ajastamine, nt lindude rändeperioodil tuugenitest kaugemal. Meede ei ole Eestis aktuaalne, sest tuugenite rajamine karjamaale (ja ka muule põllumajandusmaale) ei ole levinud, kuid ei ole välistatud tulevikus.
- **Õhuliinides hukkamise ja elektrilöövide vähendamine** (juhul, kui geoloogilisel või muul mõjuval põhjusel ei ole maakaabli kasutamine võimalik; IFC *et al.* 2023). Täpne lahendus sõltub asukohast ja riskialtidest liikidest.
  - **Linnusõbralikumad liinimastid**. Keskpingeliinidel on suur oht keskmise suurusega ja suurtel lindudel mastile maandudes elektrilöök saada. Eelkõige on linnusõbralikumad mastid, kus võimalikud lööke põhjustavad komponendid asuvad teineteisest kaugel, et linnul ei oleks võimalik samaaegselt neid puudutada (vt ALPIC 2012, Martín Martín *et al.* 2022, Prinsen *et al.* 2012, RPS 2021; vt linnusõbralike lahenduste tehnilisi lahendusi Haas *et al.* lk 13–17).
  - **Õhuliini märgatavuse parandamine**. Vähendavad tõenäosust, et lind lendab liini, saab vigastada ja/või hukkab. Eelkõige on probleemiks suured ülekandeliinid, kuid oht on ka jaotusliinidel. Erineva disainiga liinil ripuvad või fikseeritud pullud parandavad liini märgatavust. Oluline valida vahendid, mis arvestavad peamiste riskialdis olevate liikide, liini disaini, asukoha ja liini hooldusega (vt ALPIC 2012, Haas *et al.* 2003, Martín Martín *et al.* 2022, Prinsen *et al.* 2012, RPS 2021).
  - **Õhuliini vertikaalse ulatuse vähendamine** vähendab ka lindude kokkupõrkeriski liiniga (Haas *et al.* 2003).
  - **Liini valgustamine UV-lampidega**. UV-valgustuse paigaldamine liinile, et õhuliin oleks lindudele nähtav (paljud linnud näevad UV-spektrit). Aitab vältida öösel rändavate lindude hukkamist (Baasch *et al.* 2022, Dwyer *et al.*

2019), kuid esialgu napib tõhususe kohta tõendeid, mistõttu tuleb suhtuda sellesse kui lisameetmesse liini üldise märgatavuse parandamise (pullud) kõrval.

#### MEETMED, MILLE TÕHUSUSE OSAS ON KÕHKLUSED

---

- **Audiopeletite kasutamine** (nt lindude hädakisa, hoiatushäälitsused), sest linnud harjuvad nende kiiresti või hoopis meelitavad linde. Merel ei ole audiopeleteid testitud (Croll *et al.* 2022).
- **Ultraheliga lindude peletamine**, sest enamik linde ultraheli ei kuule.
- **Aktiivsetel vahenditel** (tuulelohed, siluetid vms) **on lindude peletamisel väike mõju**, sest linnud harjuvad kiiresti (sõltub linnuliigist). Paljudel lindudel on halb binokulaarne nägemine ja toitudes on fookus suunatud allapoole (Croll *et al.* 2022).

---

## KORVAMISMEETMED (CROLL ET AL. 2022)

Korvamine tuleb eelkõige kõne alla juhul, kui tegu on ülekaaluka avaliku huviga ja ei ole võimalik mõju muul moel leevendada. Korvamine ei toimu alati arendusalal, kuna arendusalal korvamine ei pruugi olla võimalik, vaid silmas pidades liigi/elupaiga üldist heaolu laiemalt. Korvamismeetmete rakendamise soovitusi vt 2. osast.

### 1) LIIGI ELUPAIKADE KVALITEEDI TÕSTMINE

---

- **Toitumistingimuste parandamine.** Ligipääsu parandamine toitumisaladele (nt musttoonekure toitumisveekogude korrastamine ja avatuse suurendamine asustatud pesa läheduses vms). Nahkhiirtele või kahlejatele tehisveekogude rajamine, et parandada toitumistingimusi.
- **Elupaiga taastamine/parandamine mujal.** Nt veerežiimi muutmine (kuivenduskraavide sulgemine) metsise elupaikade kvaliteedi parandamiseks. Metsalindudele ei saa taasmetsastamist (istutamist) käsitleda korvamisena, sest metsalindudele sobilikuks muutub mets aastakümnete möödudes.
- **Kalapüügi keelualade loomine** (merelinnud).
  - On tõhus olnud Šotimaal kaljukajaka puhul (Croll *et al.* 2022), kuid töötab ka teiste kalatoidulistel lindudel (nt tiirud, tormilinnud, punakurk-kaur, alk, tirk, karikormoran, väiksem mõju kajakatele).
  - Tõhusaim, kui keeluala katab kogu konkreetse kalaliigi alamaruskonna areaali ja kaasab ka piirnevad alad, et kalavaru oleks täielikult kalastuse eest kaitstud.
- **Konkurentide elimineerimine pesitsuskoloonias.** Eelkõige laidudel ja väikesaartel pesitsevate merelindude puhul, kus on võimalik elimineerida pesarüüstajad imetajad (närilised, kassid, mink, rebane, kärp) või linnud (nt kajakad).
  - Tõhus mitmetel merelindudel (tormilinnud, lõunatirk, alk, tiirud, kajakad).
  - Eeldab prioriteetsete alade määramist ja koostööd asutustega, kel on ülevaade looduskaitsealsetest tegevustest (Eestis nt EOÜ, ELF, ülikoolid, EJS, Terioloogia selts, Keskkonnaamet).

### 2) KAITSE TÕHUSTAMINE JA OHUTEGURITE VÄHENDAMINE

---

- **Elupaikade täiendav looduskaitse alla võtmine.**
- **Soodustada uute pesitsuskohtade** (või kolooniate) **teket** (nt merikotka põhjustatud kisklus võib oluliselt Norras suulade kolooniad mõjutada).
- **Kaaspüügi vähendamisse panustamine.** Paljud sukellinnud upuvad püügivahendites (suremus võib olla >1% kohalikust asurkonnast). Nt püügipiirangute kehtestamine, tehnoloogiliste lahenduste arendamine vms (vajavad tihedat koostööd spetsialistidega).
- **Veeliikluse piiramine** talvitamis- või pesitsusveekogudel häiringute vähendamiseks (reaalselt kasutatud UK-s ja Šotimaal). Suurte laevade liikumise piiramine on keeruline, väikealuste piiramine reaalne.
- **Liigi küttemise piiramine** või panustamine illegaalse jahi vastu võitlemisse.

- **Õlireostuse ennetusse panustamine** (mere- ja sukellinnud). Reostuse risk on ajas vähenenud, mistõttu on meetme tõhusus küsitav.
- **Plastreostuse vähendamine** meres. Oluline lindudel, kes toituvad vee pinnakihis (nt kajakad).
- **Pliimoon ja pliist kalastusrakenduste vastu võitlemine** (paljude veelindude organismist leiab jälgi pliist, mis pärsib sigivust).
- **Panustamine kliimamuutuste pidurdamisse**, pidades silmas korvamise sihtliike (nt kaljukajaka pesitsusedu on seotud mere temperatuuriga – mida soojem, seda kehvem pesitsemine). Vajab eelnevat hoolikat kaalumist, sest tõhususe kontrollimine keeruline (näiteks võib vee temperatuuri tõusmine vähendada kaladest toituvate liikide edukust, sest väheneb vee hapniku sisaldus, mis tingib kalade hukkumise või lahkumise piirkonnast).
- **Lisatoitmine pesitsusajal** (arendusalal tehtavana võib olla ka leevendusmeede).
- **Lõpetada poegade ja munade korjamine inimtoiduks** (suulad Šotimaal).
- **Vaenamise lõpetamine** (kajakad).
- **Valgusreostuse vähendamisse panustamine** (nt tormilindude noorlinde meelitab valgus maanduma ja nad hukkuvad kokkupõrkel).
- **Tehislike pesitsustingimuste loomine:**
  - Vaja strateegilist planeerimist, et arendajad ei tegutseks omapäi, vaid tegevus oleks koordineeritud ja tõhusus suurem.
  - Eesti oludes eelkõige rakendatav suurte ohustatud liikide puhul (nt kotkad, must-toonekurg, kassikakk).
  - Ei ole mõistlik piirkonnas, kus looduslikke pesapaiku on piisavalt (nt luua kaljudel pesitsejale tehiskaljused rannikul).
  - Ujuvplatvorm või tehissaar. Võimalik positiivne mõju mitmele liigile: kaurid, jõgitiir, tutt-tiirul (lisaks varjed, mis kaitsevad vareste ja kajakate rüüste eest).
    - Tehisparvel pesitsevad meelsasti jõgitiirud (randtiir on tõrksam). Ka kaurid pesitsevad parvedel järvedel, kus on inimhäiringud, imetajast pesarüüstajad ja veetase kõigub (üks parv maksab u 100\$ ja kestab 10 aastat, kasutatud kauride puhul ka õlireostuse korvamiseks. Eesti ei ole kauride pesitsusala, seega ei ole kauride puhul meil rakendatav). Sama eesmärki võivad mõne liigi puhul täita pesakastid/tehisõõnsused või tehislikud pesapaigad (sh mitteujuvad tehissaared).
- **Teadusuuringute toetamine.** Panustamine sihtliigi ökoloogia, olukorra vms teadmiste parandamisse.

## 2. OSA: PIKEM ÜLEVAADE TUUGENI MÕJUST, LEEVENDUSEST JA KORVAMISEST

### MÕJUD

#### LINNUD

Elmise kümnendi uuringud, mida tuugenite kiiret arengut arvestades võib pidada vanadeks, sedastavad tõendeid, et tuugenite mõju elusloodusele, eriti lindudele ja käsitiivalistele, on arvatust suurem (Tabassum-Abbasi *et al.* 2014). Arvestades tuleviku arenguid ei ole alust arvata, et praegune mõju jääb samale tasemele ka tulevikus: kasvab nii tuugeni masti kõrgus kui ka labade pikkus, mis suurendab ka häiringuid ja ohtu linnule ja teistele loomadele. Ideaalseid asupaiku, kus mõju keskkonnale on minimaalne, jääb üha vähemaks – surve rajada tuugeneid keskkonnamõju mõttes vähesobivatesse paikadesse suureneb. Valdava osa liikide asurkondi tuugenite põhjustatud hukkumine oluliselt ei ohusta (erandeid siiski on, nt merikotkas, Eestis asurkonna väiksuse tõttu ka must-toonekurg), kuid hukkumise kumulatiivsele mõjule (nt lindude kogu rändetee ulatuses), on alles hakatud tähelepanu pöörama (De Lucas & Perrow 2017). Mõju merelindudele on drastilisem, sest nende elutempo on valdavalt aeglasem kui maismaa lindudel (suguküpsuseks saavad aastaid pärast lennuvõimestumist, sigivad aeglaselt). Leevendamine või korvamine on vajalik, sest muutub keskkond, võivad tekkida uued puhkekohad (ja kiskjate varitsuskohad), muutuvad toitumisolud (nt riffi-efekt meres) ja toiduahel (arvukuse muutused saaklooma arvukuses).

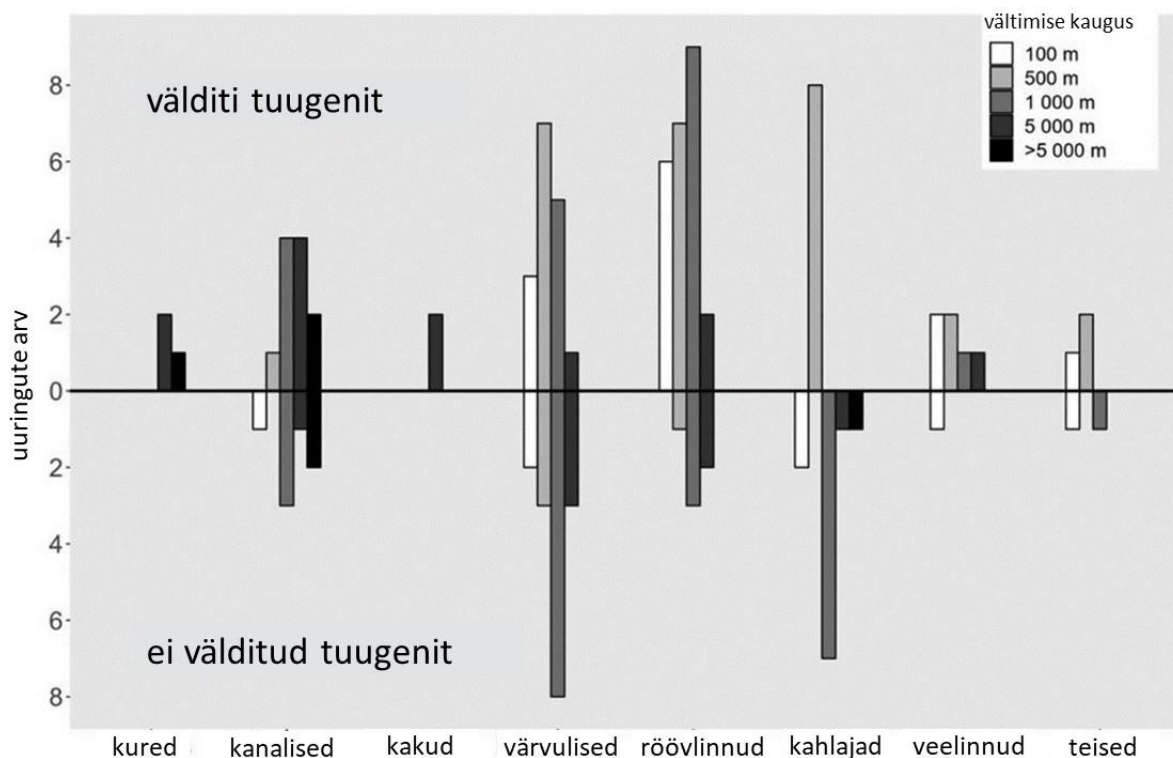
Leevenduste ja korvamiste eeltingimus on hoolikas asukohavalik, et vältida sagedasti lindude poolt kasutatavat piirkonda (valdava osa linnuliikide võime kohta tuuleparke vältida ei ole usaldusväärset teavet). **Liikide ümberpaiknemist tuugenite tõttu on täheldanud lindude, käsitiivaliste ja teiste imetajate puhul vastavalt 63%, 72% ja 67% uuringuist** (joonis 2, Tolvanen *et al.* 2023): kured, kakud ja põhjapõdrad hoiavad tuugenitest keskmiselt viie kilomeetri kaugusele, käsitiivalised ühe kilomeetri kaugusele, veelinnud, röövlinnud, värvulised ja kahlajad kuni 500 meetri kaugusele (*ibidem*). Nt on trompetkure (*Grus americana*) rändeaktiivsus üle 20 korra kõrgem tuugenitest kaugemal kui viis kilomeetrit, võrreldes viie kilomeetri raadiusega alaga tuugenite ümber (Pearse *et al.* 2021). Kanalised võivad hoiduda tuugenitest kuni 5 km kaugusele: tuugenite läheduses kaovad või hääbuvad mängud, metsisel on täheldatud mõju 800 m kaugusele: elupaiga kvaliteet langeb ja sellega koos kahaneb asurkond. On ka teada, et kaheksa aastat pärast tuugenite rajamist ei ole metsised muutusega harjunud (Coppes *et al.* 2020). Kanaliste puhul on ka üksikuid näiteid, kus on täheldatud tuugeni positiivne mõju, seda ilmselt vähenenud röövlindude tõttu. Kakkude kohta on andmeid vähe, kuid suurim mõju tuleneb tõenäoliselt mürast, sest see pärsib saagijahti. Röövlinnud hoiuvad tuugenist keskmiselt 500 m kaugusele, kuid ka 4 km kaugusele (merikotkas; Balotari-Chiebao *et al.* 2016) tuugenist, kuid vältimiskauguse vähenedes kasvab hukkumisrisk. Näiteks Soomest on teada, et noor merikotkas lendab seda suurema tõenäosusega tuugeni läheduses, mida lähema tuugen pesale asub, mis tähendab, et tuugeni ohtlikkust noorlinnule sõltub sellest, kui kaugel tuugen pesast on (Balotari-Chiebao *et al.* 2016). Seega saab sunnitud ümberasumisest tingitud negatiivset mõju vältida, kui leida tuugenitele ala, mille väärtus on liigile madal, sest kaduma läheb väike osa elupaigast ning

hukkumisrisk on samuti madal, samas on võimalik korvamiseks luua kõrge kvaliteediga elupaiku.

Kuna metsalindude, käsitiivaliste ja teiste imetajate tuugeni vältimise kaugus sõltub ajast ja ruumist (isegi liigisiseselt), on vaja täpsemaid uuringuid, mis aitaks tuvastada vältimiskaugusi, et saada aimu nende lävenditest, mistõttu peaks tuulepargi arendusalal otsuse tegemiseks olema kohustuslik enne-pärast-kontroll mõju-uuringud (BACI - *before-after-control-impact*), mis võimaldab teadulikult usaldatavate järelduste tegemist (Schöll & Nopp-Mayr 2021).

Liigi/asurkonna ohustatuse määramiseks on vaja teada:

- Kui suurt ohtu kujutab liigile ümberpaiknemine ja/või hukkumine rootoris.
- Ümberpaiknemise ja hukkumise mõju liigi/asurkonna demograafiaele.
- Võimalikke ohte asurkonnale, nende vältimist, vähendamist või korvamist.
- Meetmete tõhusust, nende kontrollimist, et prognoosida levikut, suremust nii indiviidi kui ka asurkonna tasemel, vajadusel kohandada meetmeid.



Joonis 2. Teaduskirjandusest teadaolevate linnugruppide tuugeni vältimiskauguste histogramm. Ülevalpool X-telje nulljoont on uuringud, kus linnud hakkasid tuugenit vältima, allpool uuringud, kus vältimist ei täheldatud (allikas: Tolvanen et al. 2023).

- **Elupaiga muutumine**

Tuuleparki rajades muutub suuremal või vähemal määral senine maastik ja elupaik (teede rajamine, maakasutuse muutus, metsatööd jne), tekitades võimalikke konflikte (Nazir *et al.* 2020) ning tuuleparki võib pidada lokaalseks ohuks (Law & Fuller 2018).

*Näide 1:* Lõuna-Hispaanias värvulisi tuuleparki oluliselt ei mõjutanud, kuid röövlindude viibimine piirkonnas vähenes, mis viitab kodupiirkondade või pesitsusalade muutumisele (Farfán *et al.* 2009).

*Näide 2:* Irimaal on halvenenud tuuleparkide läheduses välja-loorkulli pubkealade kvaliteet (O'Donoghue 2020).

*Näide 3:* Norras vähenes võrreldes arenduseelse ajaga pärast tuulepargi rajamist lähedusse jäänud merikotkaste sigimisedu oluliselt, mis ilmselt tulenes eelkõige elupaiga halvenemisest (Dahl *et al.* 2012).

- **Käitumise muutumine**

Liigiomane käitumine ja füsioloogia võivad muutuda ja liigi (või liigirühma) ohualtisust mõjutada.

*Näide 1:* Rootsi metsiste telemeetria näitas, et alal, kus tuugenid olid näha, liikusid metsised aeglasemalt (ettevaatlikkuse suurenemine), kiiremal aga tuugeniteni viivate teede lähistel (Kämmerle *et al.* 2021). See viitab, et metsise käitumine oli häiritud, piirkonda üritati võimalikult kiiresti läbida või sealt labkuda.

*Näide 2:* Itaalias on röövlinnud pärast tuulepargi rajamist tuugenite lähistel kõrgemalt lendama hakanud (Campedelli *et al.* 2014).

*Näide 3:* Inglismaalt on teada, et mida kaugemal asuvad tuugenid puna-barksaba elupaikadest, seda vähem neid tuulepargis hukkub, lisaks sõltub hukkumine linnu toitumiskäitumisest (saagi otsimisest), oskusest vältida tuugeneid ja ka piirkonna tuulekiirusest (Eichborn *et al.* 2012).

- **Piirkonna vältimine**

Senise elupaiga ressursside vähenedes on linnul otstarbekam otsida uus elupaik. Eelkõige on täheldatud tuugenitest tingitud ümberpaiknemist avamaastike liikidel (luigid, haned, pardid, kured, kurvitsalised ja mõned värvulised; Hötker 2017).

*Näide 1:* Põhja-Šotimaa rannikule tuulepargi ehitamine rüüda arvukust ei mõjutanud, kuid pargi käivitudes langes liigi arvukus 79%, mõju oli tuvastatav kuni 400 meetri kaugusel tuugenitest (Sansom *et al.* 2016).

*Näide 2:* Itaalias vähenes pärast Toscana piirkonda tuulepargi rajamist lokaalne röövlinnuvaatluste arv; linnud olid siiski piirkonnas olemas, kuid lendasid tuulepargist kaugemal (Campedelli *et al.* 2014).

*Näide 3:* Pärast tuulepargi rajamist naasis piirkonda vähem hanesid ja luiki; on täheldatud ka hanede-luikede lennutrajektoori muutust sajakonna meetri kuni 5 kilomeetri kaugusel tuulepargist, 50–100% lindudest väldivad tuuleparki sisenemist (Rees 2012).

- **Müra ja visuaalne häiring**

Loomastik muudab käitumist vastavalt mürale, mis kaasneb nii tuugeni ehitamise, hooldamisega kuid ka töötamisega (Schöll & Nopp-Mayr 2021). Tuugenimüra mõju linnustikule on siiski suhteliselt vähe uuritud.

*Näide 1:* Tuulepargi madalsageduslik müra summutab isase punarinna hüüu, mida ta võõrale territooriumile tungides laulab. Müra tõttu ei ole signaal kuuldav ja võib kahandada pesitsusedu, sest linnud peavad olema pidevalt valvel, et sissetungijaga tegeleda (Zwart et al. 2016).

*Näide 2:* Müra peletab Hispaanias kodukakke tuugenitest eemale, sest kaksid jubinduavad saagiotsinguil kuulmisest (López-Peinado et al. 2020).

---

## NAHKHIRED

Negatiivne mõju nahkhiirtele avaldub järgmiselt:

- Otsene suremus kokkupõrgete tagajärjel rootori labaga või rootori laba läheduses õhurõhu kiiretest muutustest põhjustatud barotrauma tagajärjel (Baerwald et al. 2008, Cryan & Barclay 2009, Grodsky et al. 2011, Mäntoiu et al. 2020).
- Varje- või toitumispaikade kadumine, nt metsade raadamise tõttu tuugenite ja vajaliku taristu ehitamiseks või muude, puistuga seotud maastiku muutuste tõttu (Frey-Ehrenbold et al. 2013, Kelm et al. 2014).
- Nahkhiirte vähenenud arvukus ja elupaikade vältimine tuugenist tingitud häiringu tõttu (Barré et al. 2018, Cryan 2008, Ellerbrok et al. 2022, Gaultier et al. 2023, Millon et al. 2015, Minderman et al. 2012, Minderman et al. 2017).

Eelkõige on uuritud troopiliste alade käsitiivalisi (Thaxter et al. 2017), vähem Euroopa käsitiivalisi, võimaliku probleemi suurus meie regioonis ei ole selge. Sarnaselt lindudele rändavad ka paljud Põhja-Euroopa nahkhiired talvitama Kesk-Euroopasse (näiteks pargi-nahkhiir *Pipistrellus nathusii*), oluline rändetee läbib ka Eestit, kuid seni on Eesti tuuleparkides leitud vaid kolm hukkunud nahkhiirt aastal 2009 (Gaultier et al. 2020), ning kuigi tuulepargid on laienemas, ei ole Eestis rakendatud võimalikke leevendusmeetmeid, rääkimata vastavate juhendite olemasolust. Gaultier et al. (2020) arvates on kahetsusväärne, et Eestis ja mitmetes teistes Läänemere äärsetes maades käsitiivalisi puudutavat probleemi ei teadvustata. Arvutuste kohaselt hukub näiteks Saksamaa tuuleparkides 250 000 käsitiivalist aastas, neist 70% on läbirändajad (Voigt et al. 2015). Leedus on siiski esimesi samme astunud ja koostatud ülevaade linnu- ja nahkhiireliikidest, keda tuugenid ohustada võivad (Morküné et al. 2020).

Mitmed uuringud on näidanud, et tuulikud on nahkhiirtele atraktiivsed (vt Guest et al. 2022). Võimalike põhjustena on pakutud putukate, st toiduobjektide koondumist rootori lähedusse (Rydell et al. 2010b, Rydell et al. 2016), päevast peitumise võimalust ja paaritumiskäitumist (Cryan et al. 2014). Metsades võib täiendavaks ohuteguriks olla tuugeni ümbrusse raiutud häilud (Kirkpatrick et al. 2017), mis on nahkhiirtele atraktiivsed toitumiskohad. Samas ei meelita tuugen nahkhiir alati ning kirjandusest leiab uuringuid, mis näitavad nahkhiirte madalamat arvukust tuulikute lähiümbruses (Leroux et al. 2022), peamiselt madalal puistus tegutsevate nahkhiireliikide osas, kelle hukkumisrisk rootoris on madal (Ellerbrok et al. 2022, Gaultier et al. 2023). Madal nahkhiirte aktiivsus kavandatava tuulepargi asukohas ei anna

kindlust, et pärast tuulepargi ehitamist ja käivitamist jääb hukkuvate nahkhiirte arv väikeseks, st nahkhiirte aktiivsuse mõõtmise tuulepargi mõju hindamise käigus ei pruugi ennustada nende hukkumise riski (Lintott *et al.* 2016, Richardson *et al.* 2021, Solick *et al.* 2020). Seetõttu on vajalik planeerida ka järelseire ja leevendavad meetmed.

Euroopas on nahkhiirte suremust täheldatud peamiselt hilissuvel ja sügisrände perioodil (Dai *et al.* 2015, Rydell *et al.* 2010a). Nahkhiirte suremus rände ajal avaldab rändavatele asurkondadele, mis on asuvad erinevates piirkondades (sh teistes riikides) ning üldiselt ei ole võimalik kindlaks teha, millise riigi asurkond saab kõige enam kannatada (Voigt *et al.* 2012, Lehnert *et al.* 2014).

Väiketuugenite mõju kohta on teada väga vähe. On leitud, et nahkhiired väldivad töötava väiketuugeni vahetut lähedust (kuni 20 m, Mindermann *et al.* 2012). Seega tuleks vältida väiketuugeni rajamist nahkhiirtele olulistele aladele lähemale kui 20 m (Mindermann *et al.* 2012). Nahkhiirtele olulisteks maastikuelementideks on hooned, vana puistu (sh park), vanade puudega alleed, metsaserv ja veekogu. On ka vastupidise tulemusega uuring, kus leiti, et vastne tuugen meelitas nahkhiiri (Hartmann *et al.* 2021). Keskeltläbi on hukkumisrisk väiketuugeniga kokkupõrkel siiski madal (Minderman *et al.* 2015, Moyle 2016).

---

## TEISED LIIGID

Senised tuugenite mõju imetajatele uurinud tööd on pigem tuvastanud negatiivse või vastuolulise mõju, harvad on selgelt positiivse mõju tuvastanud uuringud (Schöll & Nopp-Mayr 2021). Näiteks Indias kasvas tuulepargis jänese *Lepus nigricollis* arvukus märgatavalt kõrgemaks kui parki ümbritsevates metsades (Anoop *et al.* 2018). Hispaanias Malpica tuulepargis ei täheldatud olulist mõju pisiimetajatele (karihiired, siil, närilised; de Lucas *et al.* 2005).

- **Elupaiga muutumine**

Tuuleparkide tõttu võib piirkonna liikidevaheline konkurents või kisklussurve muutuda (Smith & Dwyer 2016). Tuulepargiga kaasnev uutele või senistele liikidele tahtmatult soodsamate olude loomine võib muuta liikidevahelisi suhteid. Kuna tuulepargid on suhteliselt uus nähtus, on arvatud, et pargis ja selle vahetus läheduses toimuvad muutused võivad olla tingitud lokaalsest mikrokliimast, mille tõttu muutub taimestik ja sellest lähtuvalt ka loomastik; vastavaid uuringuid on aga napilt.

**Näide 1:** Tuulepargi hoolduseks rajatud teed võivad tagada ligipääsu liikidele, kes seni mingil põhjusel piirkonda ei pääsenud. Näiteks USA mägimetsaste piirkondades, kubu ameerika punarebane (*Vulpes fulva*) ja koiott (*Canis latrans*) talvel lumerohkuse tõttu ei pääsenud, saavad nüüd kasutada aastaringselt hooldatud teid (Sirén *et al.* 2017).

**Näide 2:** Viis aastat Rumeenia tuulepargis ja selle ümbruses taimestikku jälgides olulisi muutusi taimestikus ei täheldatud – ei liikides ega ka ökoloogilistes näitajates (Pätru-Stupariu *et al.* 2019), kuid autorid ei välista, et taimestiku tuleks jälgida pikema aja jooksul, sest muutused võivad avalduda hiljem. Üksikuid näiteid tuulepargi mõjust lokaalsele mikrokliimale siiski on. Näiteks USA-s, kus muutusi on täheldatavad suvel maapinna lähedal: tõusnud on õhuniiskus ja temperatuur (Pryor *et al.* 2018). Ka Šotimaal tõusis tuugenite läheduses öine õhutemperatuur 0,18 °C, samuti tõusis õhuniiskus,

ööpäevane temperatuuride muutlikkus, õhutemperatuur vabest maapinnal ning mulla temperatuur, mis autorite arvates võivad muuta prognoosimatuks mulla süsinikuringe ja -varu (mida tuleks arvestada tuuleenergia robelisuse arvutamisel, kuid seni ei ole tähelepanu saanud; Armstrong et al. 2016).

**Näide 3:** Teatud pubkudel võib tuulepark lokaalseid tuuleolusid mõjutada – tuule kiirus langeb, mistõttu maapinna ja õhutemperatuur tõusevad, see omakorda mõjutab taimestikku (Luo et al. 2021). Poolas on aga invasiivne aasia arlekiinleptrünn (*Harmonia axyridis*) tuugenitest kasu lõiganud, sest tuugenid on sobilikud talvitamiseks – annavad mardikatele varju ja sooja, mida nad tavaliselt hoonetest leiavad (Dudek et al. 2015).

- **Käitumise muutumine**

**Näide 1:** USA-s Californias on tähele pandud, et tuulepargi keskkonnamuutuste tõttu – muutused linnustikus ja müras – on muutunud ka suslikute (*Spermophilus beecheyi*) käitumist. Suslikud on tuugenite lähistel tavapärasest valtsamad ja hoiduvad peidukohtade lähedusse (Rabin et al. 2006, Kikuchi 2008).

- **Piirkonna vältimine**

**Näide 1:** Rootsist muutus tuuleparkide tõttu põhjapõtrade (Rangifer tarandus) käitumine: rändetele rajati tuuleparke ning ehituse ajal vältisid loomad pargi lähedust, mistõttu muutus seninde rändete – pärast pargi rajamist kasutasid põhjapõdrad pargist kahe kilomeetri raadiusesse jäävat ala 76% vähem kui enne pargi rajamist ning pargi läheduses liikusid põdrad oluliselt kiiremini (Skarin et al. 2015). Tiined emasloomad hakkasid tuugenite piirkonda vältima, ka alasid, kust tuugenid kaugel näha olid, ning eelistati kohti, kus tuugenid n-ö kiinka taga peitu jäid. Samas tuulepargi ehitusaegne häiring oli põhjapõtradele oluliselt väiksem, kui pargi käivitamisega kaasnev mõju (Skarin et al. 2018). Ka Soomes on tuulepargid põhjapõtradele negatiivselt mõjunud (Nysten-Haarala et al. 2021).

**Näide 2:** Suurimetajate tuuleparkide vältimisel võib olla füsioloogiline taust. Näiteks Poolas on suurte tuuleparkide piirkonnas metskõite (*Capreolus capreolus*) pabulatest mõõdetud oluliselt kõrgem stressibormooni – kortisooli – tase, kuid väikesed tuulepargid olulist lisastressi kitsedele ei põhjusta (Klich et al. 2020); piirkonnas elasid ka hundid, kuid tuugenite põhjustatud stress oli kiskja tekitatust suurem. Ka Inglismaal tuuleparkide lähistel (< 1 km) elavate mäkerade (*Meles meles*) karvades on kortisooli tase 264% kõrgem, kui tuulepargist üle 10 km kaugusel elavatel liigikaaslastel, mis viitab samuti füsioloogilisele stressile (Agnew et al. 2016).

- **Müra ja visuaalne häiring**

**Näide 1:** Poolast on teada, et metskõited ja halljänased (*Lepus europeus*) väldivad tuulepargi lähedust. Võimalik põhjus on müraerostus, sest need liigid saavad olulise osa keskkonnas toimuvast, eriti kisklusriski kohta, kuulmismeele vahendusel. Punarebane aga ei lase end tuugenitest häirida (Łopucki et al. 2017).

**Näide 2:** Horvaatias tuugenite planeerimist mudeldades on selgunud, et senine eesmärk oleks võimalik saavutada vaid 31% seni planeeritud tuugenitega, mis vähendaks kaasnevat ökoloogilist hinda 91% ja tagaks ka huntide säilimise tuuleparkide piirkonnas, sest hundid väldivad asulaid, põllumaid ja tiheda liiklusega piirkondi, kuid eelistavad metsa lähedust (Passoni et al. 2017).

## KORVAMISE SOOVITUSED (MACARTHUR GREEN 2021)

---

1. Strateegiline koostöö (valitsus)asutusega, et erinevad tegevused oleks kooskõlas.
2. Projektipõhised tegevused tuleks kooskõlastada (valitsus)asutusega, et oleks olemas suur pilt, mis arvestab nt kliima- ja võimalike levila muutustega, mis võivad omakorda mõjutada korvamise tõhusust.

3. Kalastuspiirangud majandusvööndis korvavad kalatoiduliste lindude olukorda, pikemas plaanis võib olla kasulik ka kalurile, sest paraneb röövkalade seisund.
4. Pesitsussaartel linde ohustavate imetajate elimineerimine ja kiskjate puudumise tagamine (kohaldatav siiski vähestele liikidele) peab olema kooskõlastatud (valitsus)asutusega.
5. Enne korvamist on vajalik laiem mõju hindamine loodusele koostöös (valitsus)asutusega, et oleks ühine arusaam.
6. Kui tegu ei ole otseselt korvamisega, tuleks siiski teha koostööd (valitsus)asutusega, et liikide kaitse ja hea olukord oleks tagatud.

Agnew RCN, Smith VJ, Fowkes RC (2016). Wind turbines cause chronic stress in badgers (*Meles meles*) in Great Britain. *Journal of Wildlife Diseases* 52: 459–467,

<https://doi.org/10.7589/2015-09-231>

Anoop V, Arun P, Jaypal R (2018). Do Black-naped Hares *Lepus nigricollis* (Mammalia: Lagomorpha: Leporidae) have synanthropic association with wind farms? *Journal of*

*Threatened Taxa*, 10(7), 11925–11927. <https://doi.org/10.11609/jott.3411.10.7.11925-11927>

APLIC (Avian Power Line Interaction Committee) 2012. Reducing Avian Collisions with Power Lines: The State of the Art in 2012. Edison Electric Institute and APLIC, Washington, DC.

Armstrong A, Burton RR, Lee SE, *et al.* (2016). Ground-level climate at a peatland wind farm in Scotland is affected by wind turbine operation. *Environmental Research Letters* 11:

044024, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/4/044024>

Baasch, DM, Hegg AM, Dwyer JF, *et al.* (2022). Mitigating Avian Collisions with Power Lines Through Illumination with Ultraviolet Light. *Avian Conservation and Ecology* 17: 9,

<https://doi.org/10.5751/ACE-02217-170209>

Baerwald EF, D'Amours GH, Klug BJ, Barclay RMR (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18: R695–R696.

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.06.029>

Balotari-Chiebao F, Villers A, Ijäs A, *et al.* (2016). Post-fledging movements of white-tailed eagles: conservation implications for windenergy development. *Ambio* 45: 831–840,

<https://doi.org/10.1007/s13280-016-0783-8>.

Barré K, Viol Le, Bas I, *et al.* (2018). Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: Implications for European siting guidance. *Biological Conservation*. 226, 205–214.

<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.011>

Behr O, Brinkmann R, Hochradel K; *et al.* (2017). Mitigating Bat Mortality with Turbine-Specific Curtailment Algorithms: A Model Based Approach. In: Köppel, J. (eds) *Wind Energy and Wildlife Interactions*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-51272-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-51272-3_8)

Bennett V, Hale A (2018). Texturizing Wind Turbine Towers to Reduce Bat Mortality (Report No. 043807882). Report by Texas Christian University. Report for US Department of Energy (DOE).

Bennun L, van Bochove J, Ng C, *et al.* (2021). Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development. Guidelines for project developers. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: The Biodiversity Consultancy.

<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.04.en>

- Campedelli T, Londi G, Cutini S, *et al.* (2014). Raptor displacement due to the construction of a wind farm: preliminary results after the first 2 years since the construction. *Ethology Ecology & Evolution* 26: 376–391, <https://doi.org/10.1080/03949370.2013.862305>
- Coppes J, Kämmerle J-L, Grünschachner-Berger V, *et al.* (2020). Consistent effects of wind turbines on habitat selection of capercaillie across Europe. *Biological Conservation* 244: 108529, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108529>
- Croll DA, Ellis AA, Adams J, *et al.* (2022). Framework for assessing and mitigating the impacts of offshore wind energy development on marine birds. *Biological Conservation* 276: 109795, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109795>.
- Cryan PM (2008). Mating Behavior as a Possible Cause of Bat Fatalities at Wind Turbines. *Journal of Wildlife Management* 72: 845–849, <https://doi.org/10.2193/2007-371>
- Cryan PM, Barclay RMR (2009). Causes of Bat Fatalities at Wind Turbines: Hypotheses and Predictions. *Journal of Mammalogy* 90: 1330–1340, <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-076R1.1>
- Cryan PM, Gorresen PM, Hein CD, *et al.* (2014). Behavior of Bats at Wind Turbines. *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America)* 111: 15126–15131, <https://doi.org/10.1073/pnas.1406672111>
- Dahl EL, Bevanger K, Nygård T, *et al.* (2012). Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smøla windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. *Biological Conservation* 145: 79–85, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.012>
- Dai K, Bergot A, Liang C, *et al.* (2015). Environmental Issues Associated with Wind Energy – A Review. *Renewable Energy* 75: 911–921, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.10.074>
- de Lucas M, Janss G, Ferrer MA (2005). Bird and Small Mammal BACI and IG Design Studies in a Wind Farm in Malpica (Spain). *Biodiversity and Conservation* 14: 3289– 3303, <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0447-z>
- De Lucas M, Perrow MR (2017). Birds: collision. In: Perrow MR (ed) (2017) *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Volume 1 Onshore: Potential Effects. Pelagic Publishing, Exeter, UK. pp. 155–190.
- Dudek K, Dudek M, Tryjanowski P (2015). Wind Turbines as Overwintering Sites Attractive to an Invasive Lady Beetle, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). *The Coleopterists Bulletin* 69: 665–669, <https://doi.org/10.1649/0010-065X-69.4.665>
- Dwyer JF, Pandey AK, McHale LA, Harness RE (2019). Near-Ultraviolet Light Reduced Sandhill Crane Collisions with a Power Line by 98%. *Condor: Ornithological Applications* 121: 1–10, <https://doi.org/10.1093/condor/duz008>
- Eichhorn M, Johst K, Seppelt R, Drechsler M (2012). Model-based estimation of collision risks of predatory birds with wind turbines. *Ecology and Society* 17: 1, <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04594-170201>

- Ellerbock JS, Delius A, Peter F, *et al.* (2022). Activity of forest specialist bats decreases towards wind turbines at forest sites. *Journal of Applied Ecology* 59: 2497–2506, <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14249>
- Farfán MA, Vargas JM, Duarte J, *et al.* (2009). What is the impact of wind farms on birds? A case study in southern Spain. *Biodiversity and Conservation* 18: 3743–3758, <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9677-4>
- Ferrer M, Alloing A, Baumbush R, Morandini V (2022). Significant decline of Griffon Vulture collision mortality in wind farms during 13-year of a selective turbine stopping protocol. *Global Ecology and Conservation* 38: e02203, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02203>.
- Frey-Ehrenbold A, Bontadina F, Arlettaz R, Obrist, MK (2013). Landscape Connectivity, Habitat Structure and Activity of Bat Guilds in Farmland-Dominated Matrices. *Journal of Applied Ecology* 50: 252–261, <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12034>
- Gaultier SP, Blomberg AS, Ijäs A, *et al.* (2020). Bats and Wind Farms: The Role and Importance of the Baltic Sea Countries in the European Context of Power Transition and Biodiversity Conservation. *Environmental Science & Technology* 54: 10385–10398, <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c00070>
- Gaultier SP, Lilley TM, Vesterinen EJ, Brommer JE (2023). The presence of wind turbines repels bats in boreal forests. *Landscape and Urban Planning* 231: 104636, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104636>
- Gilmour LRV, Holderied MW, Pickering SPC, Jones G (2020). Comparing acoustic and radar deterrence methods as mitigation measures to reduce human-bat impacts and conservation conflicts. *PloS One* 15: e0228668. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228668>
- Gómez-Catasús J, Barrero A, Reverter M, *et al.* (2021). Landscape features associated to wind farms increase mammalian predator abundance and ground-nest predation. *Biodiversity and Conservation* 30: 2581–2604, <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02212-9>
- Good RE, Iskali G, Lombardi J, *et al.* (2022). Curtailment and Acoustic Deterrents Reduce Bat Mortality at Wind Farms. *Journal of Wildlife Management* 86: e22244. <https://doi.org/10.1002/jwmg.22244>
- Gradolewski D, Dziak D, Martynow M, *et al.* (2021). Comprehensive Bird Preservation at Wind Farms. *Sensors* 21: 267, <https://doi.org/10.3390/s21010267>
- Grodsky SM, Behr MJ, Gendler A, *et al.* (2011). Investigating the Causes of Death for Wind Turbine-Associated Bat Fatalities. *Journal of Mammalogy* 92: 917–925, <https://doi.org/10.1644/10-MAMM-A-404.1>
- Guest EE, Stamps BF, Durish ND, *et al.* (2022). An Updated Review of Hypotheses Regarding Bat Attraction to Wind Turbines. *Animals* 12: 343, <https://doi.org/10.3390/ani12030343>
- Haas D, Nipkow M, Fiedler G *et al.* (2003). Protecting Birds from Powerlines : a practical guide on the risks to birds from electricity transmission facilities and how to minimise any such adverse effects. BirdLife International. <https://rm.coe.int/090000168074657f>

Hartmann SA, Hochradel K, Greule S, *et al.* (2021). Collision risk of bats with small wind turbines: Worst-case scenarios near roosts, commuting and hunting structures. *PLoS ONE* 16: e0253782, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253782>

Hayes MA, Hooton LA, Gilland KL, *et al.* (2019). A smart curtailment approach for reducing bat fatalities and curtailment time at wind energy facilities. *Ecological Applications* 29: e01881, <https://doi.org/10.1002/eap.1881>

Hodos W (2003). *Minimization of Motion Smear: Reducing Avian Collision with Wind Turbines; Period of Performance: July 12, 1999—August 31, 2002*. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.

Huzzen B (2019). Does a textured coating alter bat activity and behaviour in proximity to wind turbines. MSc thesis. Texas Christian University. <https://repository.tcu.edu/handle/116099117/25362>

Hötker H (2017). Birds: displacement. In: Perrow MR (ed) (2017) *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Volume 1 Onshore: Potential Effects. Pelagic Publishing, Exeter, UK. pp. 119–154.

IFC (International Finance Corporation), EBRD (European Bank for Reconstruction and Development, KfW Group 2023. *Post-Construction Bird and Bat Fatality Monitoring for Onshore Wind Energy Facilities in Emerging Market Countries*. Good Practice Handbook and Decision Support Tool. <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2023/bird-bat-fatality-monitoring-onshore-wind-energy-facilities>

Kalda O, Kalda R (2022). Põhja-Pärnumaa valla tuuleenergia eriplaneeringu nahkhiirte eksperthinnang. OÜ Elustik.

Kelm DH, Lenski J, Kelm V, *et al.* (2014). Seasonal Bat Activity in Relation to Distance to Hedgerows in an Agricultural Landscape in Central Europe and Implications for Wind Energy Development. *Acta Chiropterologica* 16: 65–73, <https://doi.org/10.3161/150811014X683273>

Kerlinger P, Gehring JL, Erickson WP, *et al.* (2010). Night Migrant Fatalities and Obstruction Lighting at Wind Turbines in North America. *The Wilson Journal of Ornithology* 122: 744–754, <https://doi.org/10.1676/06-075.1>

Kikuchi R (2008). Adverse impacts of wind power generation on collision behaviour of birds and anti-predator behaviour of squirrels. *Journal for Nature Conservation* 16: 44–55, <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2007.11.001>.

Kirkpatrick L, Oldfield IF, Park K (2017). Responses of bats to clear fell harvesting in Sitka Spruce plantations, and implications for wind turbine installation. *Forest Ecology Management* 395: 1–8, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.03.033>

Klich D, Łopucki R, Ścibior A, *et al.* (2020). Roe deer stress response to a wind farms: Methodological and practical implications. *Ecological Indicators* 117: 106658, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106658>

Kämmerle J-L, Taubmann J, Andrén H, *et al.* (2021). Environmental and seasonal correlates of capercaillie movement traits in a Swedish wind farm. *Ecology and Evolution* 11: 11762–11773, <https://doi.org/10.1002/ece3.7922>

- Law PR, Fuller M (2018). Evaluating anthropogenic landscape alterations as wildlife hazards, with wind farms as an example. *Ecological Indicators* 94: 380–385, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.061>
- Lehnert LS, Kramer-Schadt S, Schönborn S, *et al.* (2014). Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. *PLoS ONE* 9: e103106, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103106>
- Leroux C, Kerbiriou C, Le Viol, *et al.* (2022). Distance to hedgerows driver local repulsion and attraction of wind turbiines on bats: Implications for spatial siting. *Journal of Applied Ecology* 59: 2142–2153, <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14227>
- Lintott PR, Richardson SM, Hosken DJ, *et al.* (2016). Ecological impact assessments fail to reduce risk of bat casualties at wind farms. *Current Biology* 26: R1135–R1136, <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.10.003>
- López-Peinado A, Lis Á, Perona AM, López-López P (2020). Habitat Preferences of the Tawny Owl (*Strix aluco*) in a Special Conservancy Area of Eastern Spain. *Journal of Raptor Research* 54: 402–413, <https://doi.org/10.3356/0892-1016-54.4.402>
- Łopucki R, Klich D, Gielarek, S (2017). Do terrestrial animals avoid areas close to turbines in functioning wind farms in agricultural landscapes? *Environmental Monitoring and Assessment* 189: 343, <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6018-z>
- Lotman K, Viilma K, Öövel M, *et al.* (2023). Suunised tuuleparkide mõju hindamiseks nahkhiirtele Eestis. Lisa 1. eelnõu nahkhiirte tegevuskava punkt 6.5 juurde. Keskkonnaamet.
- Luo L, Zhuang Y, Duan Q, *et al.* (2021). Local climatic and environmental effects of an onshore wind farm in North China. *Agricultural and Forest Meteorology* 308–309: 108607, <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108607>
- MacArthur Green 2021. Review of seabird strategic compensation options. Report to Crown Estate Scotland and SOWEC: HRA Derogation Scope B. Available at: <https://www.offshorewindscotland.org.uk/media/12970/hra-derogation-scope-b-report.pdf>
- Măntoiu DS, Kravchenko K, Lehnert LS, *et al.* (2020). Wildlife and infrastructure: impact of wind turbines on bats in the Black Sea coast region. *European Journal of Wildlife Research* 66: 44, <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01378-x>
- Martin GR, Banks AN (2023). Marine birds: Vision-based wind turbine collision mitigation. *Global Ecology and Conservation* 42: e02386, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02386>
- Martín Martín J, Garrido López JR, Clavero Sousa H, Barrios V (eds) (2022). *Wildlife and Power Lines. Guidelines for Preventing and Mitigating Wildlife Mortality Associated with Electricity Distribution Networks*. Gland, Switzerland: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2022-043-En.pdf>
- May R, Nygård T, Falkdalen U, *et al.* (2020). Paint It Black: Efficacy of Increased Wind Turbine Rotor Blade Visibility to Reduce Avian Fatalities. *Ecology and Evolution* 10: 8927–8935, <https://doi.org/10.1002/ece3.6592>

- McClure CJW, Rolek BW, Dunn L, *et al.* (2022). Confirmation That Eagle Fatalities Can Be Reduced by Automated Curtailment of Wind Turbines. *Ecological Solutions and Evidence* 3: e12173. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12173>
- Millon L, Julien J-F, Julliard R, Kerbiriou C (2015). Bat activity in intensively farmed landscapes with wind turbines and offset measures. *Ecological Engineering*. 75: 250–257, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.11.050>
- Minderman J, Fuentes-Montemayor E, Pearce-Higgins JW, *et al.* (2015). Estimates and correlates of bird and bat mortality at small wind turbine sites. *Biodiversity and Conservation* 24: 467–482, <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0826-z>
- Minderman J, Gillis MH, Daly HF, Park KJ (2017). Landscape-scale effects of single- and multiple small wind turbines on bat activity. *Animal Conservation* 20: 455–462, <https://doi.org/10.1111/acv.12331>
- Minderman J, Pendlebury CJ, Pearce-Higgins JW, Park KJ (2012). Experimental evidence for the effect of small wind turbine proximity and operation on bird and bat activity. *PLoS One* 7: e41177, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041177>
- Morkūnė R, Marčiukaitis M, Jurkin V, *et al.* (2020). Wind energy development and wildlife conservation in Lithuania: A mapping tool for conflict assessment. *PLoS ONE* 15: e0227735. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227735>
- Moyle AI (2016). The Impacts of Small and Medium Wind turbines on Bats. PhD thesis, University of Exeter.
- Mägi M (2022). Tuugenid ja linnud – teaduskirjanduse ülevaade. Üle-eestiline maismaalinnustiku analüüs. Riigihanke nr 239156 aruanne. Lisa 3. Eesti Ornitoloogiaühing, Kotkaklubi. <https://kliimaministerium.ee/elurikkus-keskkonnakaitse/looduskaitse/uuringud-projektid-ja-analuusid#analuus-ja-lisad>
- Nazir MS, Bilal M, Sohail HM, *et al.* (2020). Impacts of renewable energy atlas: Reaping the benefits of renewables and biodiversity threats. *International Journal of Hydrogen Energy* 45: 22113–22124, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.05.195>
- NatureScot *et al.* (2021). Bats and onshore wind turbines - survey, assessment and mitigation. <https://www.nature.scot/doc/bats-and-onshore-wind-turbines-survey-assessment-and-mitigation#1>
- Nysten-Haarala S, Joona T, Hovila I (2021). Wind energy projects and reindeer herders' rights in Finnish Lapland: A legal framework. *Elementa: Science of the Anthropocene* 9: 00037, <https://doi.org/10.1525/elementa.2020.00037>
- O'Donoghue BG (2020). Hen Harrier *Circus cyaneus* ecology and conservation during the non-breeding season in Ireland, *Bird Study* 67:3, 344–359, <https://doi.org/10.1080/00063657.2021.1874871>
- Passoni G, Rowcliffe JM, Whiteman A, *et al.* (2017). Framework for strategic wind farm site prioritisation based on modelled wolf reproduction habitat in Croatia. *European Journal of Wildlife Research* 63: 38, <https://doi.org/10.1007/s10344-017-1092-7>

- Pătru-Stupariu I, Calotă AM, Santonja M, *et al.* (2019). Do wind turbines impact plant community properties in mountain region? *Biologia* 74: 1613–1619, <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00333-9>
- Pearse AT, Metzger KL, Brandt DA, *et al.* (2021). Migrating Whooping Cranes avoid wind-energy infrastructure when selecting stopover habitat. *Ecological Applications* 31: e02324, <https://doi.org/10.1002/eap.2324>.
- Peterson T (2020). Predicting and Managing Risk to Bats at Commercial Wind Farms using Acoustics. PhD thesis. University of Maine.
- Prinsen HAM, Smallie JJ, Boere GC, Pires N (Compilers) (2012). Guidelines on How to Avoid or Mitigate Impact of Electricity Power Grids on Migratory Birds in the African-Eurasian Region. AEWA Conservation Guidelines No. 14, CMS Technical Series No. 29, AEWA Technical Series No. 50, CMS Raptors MOU Technical Series No. 3. Bonn, Germany.
- Pryor SC, Barthelmie, RJ, Shepherd TJ (2018). The influence of real-world wind turbine deployments on local to mesoscale climate. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 123: 5804– 5826, <https://doi.org/10.1029/2017JD028114>
- Rabin LA, Coss RG, Owings DH (2006). The effects of wind turbines on antipredator behavior in California ground squirrels (*Spermophilus beecheyi*). *Biological Conservation* 131: 410–420, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.02.016>
- Rebke M, Dierschke V, Weiner CN, *et al.* (2019). Attraction of nocturnally migrating birds to artificial light: The influence of colour, intensity and blinking mode under different cloud cover conditions. *Biological Conservation* 233: 220–227, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.02.029>
- Rees EC (2012). Impacts of wind farms on swans and geese: A review. *Wildfowl* 62: 37–72, <https://wildfowl.wwt.org.uk/index.php/wildfowl/article/view/1327>
- Rennel, L. 2012. Alutaguse lendorava elupaikade käsitiivalised. Magistritöö. Eesti Maaülikool
- Richardson SM, Lintott PR, Hosken DJ, *et al.* (2021). Peaks in bat activity at turbines and the implications for mitigating the impact of wind energy developments on bats. *Scientific Reports* 11: 3636, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82014-9>
- Rodrigues L, Bach L, Dubourg-Savage M, *et al.* (2014). Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects - Revision 2014. EUROBATS Publication Series No. 6. Bonn, Germany. <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/EUROBATS-2015.pdf>
- Roemer C, Bas T, Disca T, Coulon A (2019). Influence of landscape and time of year on bat-wind turbines collision risks. *Landscape Ecology* 34: 2869–2881, <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00927-3>
- Romano WB, Skalski JR, Townsend RL, *et al.* (2019). Evaluation of an acoustic deterrent to reduce bat mortalities at an Illinois wind farm. *Wildlife Society Bulletin* 43: 608–681, <https://doi.org/10.1002/wsb.1025>

RPS (Raptor Protection of Slovakia) (2021). Electrocutions & Collisions of Birds in EU Countries: The Negative Impact ja Best Practices for Mitigation. RPS, Bratislava, Slovakia.

Rydell J, Bach L, Dubourg-Savage M-J, *et al.* (2010a). Bat Mortality at Wind Turbines in Northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12: 261–274, <https://doi.org/10.3161/150811010X537846>

Rydell J, Bach L, Dubourg-Savage M-J, *et al.* (2010b). Mortality of Bats at Wind Turbines Links to Nocturnal Insect Migration? *European Journal of Wildlife Research* 56: 823–827, <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0444-3>

Rydell J, Bogdanowicz W, Boonman A, *et al.* (2016). Bats May Eat Diurnal Flies That Rest on Wind Turbines. *Mammalian Biology* 81: 331–339, <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2016.01.005>

Sansom A, Pearce-Higgins JW, Douglas DJT (2016). Negative impact of wind energy development on a breeding shorebird assessed with a BACI study design. *Ibis* 158: 541–555, <https://doi.org/10.1111/ibi.12364>

Schöll EM, Nopp-Mayr U (2021). Impact of wind power plants on mammalian and avian wildlife species in shrub- and woodlands. *Biological Conservation* 256: 109037, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109037>.

Sirén APK, Pekins PJ, Kilborn JR, *et al.* (2017). Potential influence of high-elevation wind farms on carnivore mobility. *Journal of Wildlife Management* 81: 1505–1512, <https://doi.org/10.1002/jwmg.21317>

Skarin A, Nellemann C, Rönnegård L, *et al.* (2015). Wind farm construction impacts reindeer migration and movement corridors. *Landscape Ecology* 30: 1527–1540, <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0210-8>

Skarin A, Sandström P, Alam, M (2018). Out of sight of wind turbiines–Reindeer response to wind farms in operation. *Ecology and Evolution* 8: 9906–9919, <https://doi.org/10.1002/ece3.4476>

Smallwood KS, Bell DA (2020). Effects of wind turbine curtailment on bird and bat fatalities. *The Journal of Wildlife Management* 84: 685–696, <https://doi.org/10.1002/jwmg.21844>

Smith JA, Dwyer JF (2016). Avian interactions with renewable energy infrastructure: An update. *The Condor* 118: 411–423, <https://doi.org/10.1650/CONDOR-15-61.1>

Solick D, Pham D, Nasman K, Bay K (2020) Bat activity rates do not predict bat fatality rates at wind energy facilities. *Acta Chiropterologica* 22: 135–146, <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2020.22.1.012>

Sterže J, Pogačnik M (2008). The impacts of wind farms on animal species. *Acta veterinaria* 58: 615–632, <https://doi.org/10.2298/AVB0806615S>

Stokke BG, Nygård T, Falkdalen U, *et al.* (2020). Effect of tower base painting on willow ptarmigan collision rates with wind turbines. *Ecology and Evolution* 10: 5670–5679, <https://doi.org/10.1002/ece3.6307>

Zwart MC, Dunn JC, McGowan PJK, Whittingham MJ (2016). Wind farm noise suppresses territorial defense behavior in a songbird. *Behavioral Ecology* 27: 101–108, <https://doi.org/10.1093/beheco/arv128>

Tabassum-Abbasi, Premalatha M, Tasneem Abbasi, Abbasi SA (2014). Wind energy: Increasing deployment, rising environmental concerns. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 31: 270–288, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.019>

Thaxter CB, Buchanan GM, Carr J, *et al.* (2017). Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of the Royal Society B* 284: 20170829, <http://doi.org/10.1098/rspb.2017.0829>

Tolvanen A, Routavaara H, Jokikokko M, Rana P (2023). How far are birds, bats, and terrestrial mammals displaced from onshore wind power development? – A systematic review. *Biological Conservation* 288: 110382, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110382>.

Weaver SP, Hein C, Simpson TR, *et al.* (2020). Ultrasonic acoustic deterrents significantly reduce bat fatalities at wind turbines. *Global Ecology and Conservation* 24: e01099, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e010>

WREN. The Mitigation Hierarchy. WREN SHORT SCIENCE SUMMARY. <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/summaries/WREN-Short-Science-Story-Mitigation-Hierarchy.pdf>

Voigt CC, Lehnert LS, Petersons G, *et al.* (2015). Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. *European Journal of Wildlife Research* 61: 213–219, <https://doi.org/10.1007/s10344-015-0903-y>

Voigt CC, Popa-Lisseanu AG, Niermann I, Kramer-Schadt S (2012). The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation* 153: 80–86, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.027>