

Juhend uurimistööde läbiviimiseks meretuuleparkide mõjude hindamiseks merekeskkonnale



Foto: Vestas Wind Systems A/S

Koostatud Balti Keskkonnafoorumi poolt koostöös järgmiste ekspertidega:

Abersons, Kaspars	Läti Kalavarude Amet
Bukontaite, Rasa	Ranniku Uurimise ja Planeerimise Instituut, Klaipeda Ülikool, Leedu
Bušs, Agnis	Läti Ornitoloogiaühing
Dagys, Mindaugas	Ökoloogiainstituut, Vilniuse Ülikool, Leedu
Daunys, Darius	Ranniku Uurimise ja Planeerimise Instituut, Klaipeda Ülikool, Leedu
Grandans, Gaidis	Läti Ornitoloogiaühing
Jermakovas, Vadims	Läti Hüdroökoloogia Instituut
Järvik, Ahto	Eesti Mereinstituut, Tartu Ülikool
Jüssi, Ivar	Keskkonnaamet, Eesti
Kartau, Kuido	Hendrikson & Ko, Eesti
Kontautas, Antanas	Klaipeda Ülikool, Bioloogia osakond, Leedu
Kube, Jan	Rakendusökoloogia Instituut (konsultatsioonifirma), Saksamaa
Kuresoo, Andres	Maaülikool, Eesti
Kuus, Andrus	Eesti Ornitoloogiaühing
Leito, Aivar	Maaülikool, Eesti
Ložys, Linas	Ökoloogiainstituut, Vilniuse Ülikool, Leedu
Luigujõe, Leho	Maaülikool, Eesti
Martin, Georg	Eesti Mereinstituut, Tartu Ülikool
Minde, Atis	Läti Kalavarude Amet
Olenin, Sergej	Ranniku Uurimise ja Planeerimise Instituut, Klaipeda Ülikool, Leedu
Peet, Kaile	Hendrikson & Ko, Eesti
Purina, Ingrida	Läti Hüdroökoloogia Instituut
Raudonikis, Liutauras	Ökoloogiainstituut, Vilniuse Ülikool, Leedu
Rostin, Liis	Eesti Mereinstituut, Tartu Ülikool
Stipnice, Antra	Läti Ornitoloogiaühing
Strake, Solvita	Läti Hüdroökoloogia Instituut
Vetemaa, Markus	Eesti Mereinstituut, Tartu Ülikool
Volke, Veljo	Keskkonnaamet, Eesti

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Potentsiaalsed ohud	5
2. Üldised KMH ja seirega seonduvad nõuded.....	6
3. Okeanograafia uuringud ja seire	8
3.1 Baasuuringud.....	8
3.1.1 Otsesed mõõtmised merel	8
3.1.2 Olemasoleva informatsiooni analüüsimine	8
3.2 Mõjude seire	8
4. Merepõhja Uuringud ja seire.....	9
4.1 Baasuuringud.....	9
4.2 Mõjude seire	9
5. Merepõhja elustiku (bentose) uuringud ja seire	10
5.1 Baasuuringud.....	10
5.1.1 Infauna baasuuringud	10
5.1.2 Epifauna/makrofüütide baasuuringud	11
5.2 Operatiivseire	12
5.3 Mõjude seire	12
6. Kalastiku uuringud ja seire	13
6.1 Baasuuringud.....	13
6.1.1 Põhjakalad	13
6.1.2 Pelaagilised liigid	14
6.2 Mõjude seire	14
7. Mereimetajate uuringud ja seire.....	16
7.1 Baasuuringud.....	16
7.1.1 Telemeetria uuringud.....	16
7.1.2 Lennuloendused jääperioodil.....	16
7.2 Mõjude seire	17
8. Merelindude uuringud ja seire	18
8.1 Baasuuringud.....	18
8.1.1 Transekt-laevaloendused	18
8.1.2 Transekt-lennuloendused.....	19
8.2 Mõjude seire	21
9. Lindude rände uuringud ja seire.....	23
9.1 Baasuuringud.....	23
9.2 Mõjude seire	25
10. Viited.....	26
10.1 Kirjandus	26
10.2 Olulised internetiallikad.....	27

SISSEJUHATUS

Meretuuleparkide võimalikke negatiivseid mõjusid tuleb hinnata keskkonnamõjude hindamise (KMH) käigus. Kuigi viimastel aastatel on mitmeid mõjusid analüüsitud olemasolevate meretuuleparkide seire käigus (Horns Revi ja Nystedi avamere tuulepargid Taanis, Utgrunden Rootsis ja Nordzeewind Hollandis), on veel hulk vastamata küsimusi, eelkõige seoses kumulatiivsete mõjudega nii riiklikul kui ka rahvusvahelisel tasandil. Lisaks on olemasolev informatsioon Balti riikide merekeskkonna kohta veel liiga lünklik, et võimaldada usaldusväärse hinnangu andmist ilma väliuuringuteta.

Seetõttu on standardiseeritud väliuuringud eelduseks:

1. usaldusväärseks mõjude hindamiseks kaitse-eesmärkidele KMH käigus,
2. erinevate projektide võimalike kumulatiivsete mõjude uurimiseks.

Käesolev juhend, mis kirjeldab standardset metoodikat ja on välja töötatud paljude ekspertide koostöös, annab meretuuleparkide arendajatele ettekujutuse, milliseid uuringuid on vaja usaldusväärse keskkonnamõjude hinnangu koostamiseks. Põhjalik, rahvusvahelisi merekeskkonna uuringute standardeid järgides kogutud baasinformatsioon on aluseks ka tuulepargi tööfaasis tegelike mõjude kontrollimiseks läbiviidavale seirele.

Käesolev juhend käsitleb meretuuleparkide mõjude hindamist abiootilistele ja biootilistele keskkonna komponentidele. Siinkirjeldatud KMH põhimõtteid on võimalik rakendada ka mitmete muude avamere infrastruktuuri projektide puhul.

Käesoleva eestikeelse juhendi koostamisel oli aluseks Eesti, Läti ja Leedu ekspertide koostöös ja Saksa konsultandi dr. Jan Kube abiga väljatöötatud inglisekeelne juhend "Guidelines for the investigation of the impacts of offshore wind farms on the marine environment in the Baltic States".

Käesolev juhend on valminud projekti "Avalikkuse ja huvirühmade teavitamine avamere tuuleparkide keskkonnamõju hindamisest" raames EMP ning Norra finantsmehhanismide kaudu rahastatud Vabaühenduste fondi toetusel.

1. POTENTIAALSED OHUD

Avamere tuulepargi ehitamine ja töötamine võib põhjustada mitmesuguseid negatiivseid mõjusid. Arvesse tuleb võtta nii tuulepargi ehitustöödest, ehitise olemasolust kui ka tuulepargi töötamisest tulenevaid ohte.

Ehitamine/Lammutamine

- Loomade eemalepeletamine nende tavapärasest elupaigast häirimise (müra, valgus, liiklus) tõttu
- Reostus
- Merepõhja morfoloogia ja struktuuri muutmine ning setete liigutamine

Tööfaas

- Muutused lokaalses okeanograafias (hoovused, vertikaalsed segunemisprotsessid, blokeerimise efekt veealuste kõrgendike ja madalate laguunide läheduses)
- Muutused jäätingimustes (jäälõhkumine hoolduslaevade liikumisteedel, muutused jäätumises ja triivjää liikumises)
- Kunstliku kõva substraadi loomine (kariefekt)
- Kulutusefektid tuulikute vundamentide alustel
- Loomade eemalepeletamine turbiinide ja nende poolt tekitatud müra tõttu (takistuse efekt peal- ja allpool veepinda)
- Kokkupõrkerisk lindude ja nahkhiirte jaoks
- Elektri- ja magnetväljad alalisvoolu kaablite läheduses
- Temperatuuri tõus vahelduvvoolu kaablite läheduses

2. ÜLDISED KMH JA SEIREGA SEONDUVAD NÕUDED

Baasuuringud

Projektila põhjalikud väliuuringud on vajalikud olemasoleva olukorra kirjeldamiseks ja tõestamiseks (KMH baasuuringud).

Meretuulepargi KMH peab hõlmama järgmisi teemasid:

- Kaitse-eesmärkide hetkeolukorra kirjeldus (EL KMH-direktiiv, loodus- ja linnudirektiiv, liigikaitse)
- Olemasoleva olukorra tõestus
- Võimalike mõjude/vastasmõjude kirjeldus
- Võimalike kumulatiivsete mõjude kirjeldus
- Võimalikud leevendusmeetmed
- Seirekontseptsioon (ehitusaegne operatiivseire, mõjude seire tuulepargi tööfaasis)

KMH peab hindama tuulepargi mõjusid järgmistele kaitse-eesmärkidele:

- Inimesed
- Abiootilised keskkonna komponendid: vesi, pinnas, kliima
- Biootilised keskkonna komponendid: taimed ja vetikad, merepõhja selgrootud, kalad, merelinnud, mereimetajad, rändlinnud ja nahkhiired, elurikkus
- Maastik
- Kultuuriväärtused (nt arheoloogilised väärtused)

Iga kaitse-eesmärk nõuab teatud hindamist ajas ja ruumis, et kirjeldada ja tõestada selle hetkeseisundit. Väikese liigilise mitmekesisuse ja okeanograafiliste parameetrite vähese aastatevahelise varieeruvuse tõttu peaks enamiku Läänemere idaosa kaitseobjektide puhul piisama baasuuringutest ühe aasta jooksul. Küll aga võib aastati erineda lindude ja hüljeste talvine ja kevadine levik, mille peamiseks põhjuseks on varieeruvad talvetingimused (eriti jäätin-gimused). Seetõttu on nende kaitseobjektide puhul soovitatav teha uuringuid kahe järjestikuse aasta jooksul, et saada usaldusväärset baasandmestikku tuulepargi tööfaasis toimuva seire jaoks. Uurimisala suurus on erinevate ob- jektide puhul erinev sõltuvalt võimalike mõjude ulatusest:

Merepõhi, põhjaelustik (bentos) & kalad

Uurimisala suurus vastab projektila suurusele. Projektila ümber tuleks lisaks katta ühe meremiili suurune tsoon, et hõlmata võimalike ohtude kogu ulatust.

Merelinnud

Uurimisala suurus peaks olema laevaloendustel 150-200 km² (80-100 meremiili üks loendus) ja lennuloendustel umbes 1.000 km² (400 km/lend). Baasuuringud peavad hõlmama kogu aastast tsüklit kahe jär- jestikuse aasta jooksul, et saada usaldusväärset baasandmestikku tuulepargi tööfaasis toimuva seire jaoks.

Lindude ränne

Adekvatseid projektiga seotud lindude rände uuringuid saab läbi viia ainult (maismaa või saare) rannikust kuni 15 km kaugusel asuvate tuulepargiprojektide puhul.

Usaldusväärse hinnangu andmiseks kokkupõrkeriski ja võimalike takistusefektiivsuse osas oleks vajalik laiaulatuslik baasuuring, mis hõlmaks üheaegseid linnuvaatlusi ja radaruuringuid kõigis Balti riikides ning rahvusvahelist rõngastatud lindude lühiajaliste taasleidude analüüsi (soovitavalt pesitsusajal).

Hülged

Hülgeid saab konkreetse projektialaga seotult uurida ainult jääperioodil. Jääperioodil läbiviidavad lennuloendused peaksid katma umbes 1000 km² suuruse ala (400 km/lend). Hüljeste lennuloendusi tuleb läbi viia jääperioodil kahel järjestikusel aastal, et saada baasandmestikku hilisema mõjude seire jaoks. Informatsiooni hüljeste elupaigakasutuse kohta on võimalik koguda üksnes telemeetriauringute abil. Seetõttu peaks iga tuulepargiprojekt KMH alusuuringute käigus märgistama kaugjälgimisseadmega umbes 10 hüljest.

Ehitusaegne operatiivseire

Ehitusaegne operatiivseire võib olla vajalik tagamaks, et ei ületata teatud kaitse-eesmärkide taluvust ehitustööde mõjude suhtes (nt setete laialikandumine kaevetööde ajal, rammimise käigus tekkiv müra jms).

Seire tegelike mõjude kontrollimiseks tuulepargi ehitus- ja tööfaasis

Seire põhineb uuringutel enne ja pärast tuulepargi ehitamist ja selle eesmärgiks on näidata, et tegelikud keskkonnamõjud ei ületa KMH käigus antud hinnanguid.

Keskonnatingimuste märkimisväärse väikeseskaalalise varieeruvuse tõttu Balti riikide rannikumeres ei ole enamasti võimalik seires kasutada võrdlusalasid. Selle asemel oleks soovitatav luua andmbaas, mis koondaks kõigi avamere projektide KMH uuringute algandmed (vähemasti riikide siseselt), et pakkuda asendamatu taustinformatsiooni kõigi merekeskkonna arenduste kohta.

Ehituse ajal on projektialal ohutusnõuete tõttu väga keeruline keskkonnuuringuid teha. Seetõttu alustatakse seiret enamasti tuulepargi tööfaasis. Siiski on teatud kaitse-eesmärkide puhul vaja alustada seiret juba ehitusfaasis (merelinnud, hülged). Olemasolevate teadmiste põhjal võib öelda, et merepõhja koosluste suhtes kestab umbes kolm aastat. Seetõttu peaks ka vastav seire toimuma kolme järjestikuse aasta jooksul tuulepargi tööfaasis.

Praeguste teadmiste põhjal on raske anda täpseid soovitusi meretuulepargi mõjude seire eesmärkide, meetodika jms osas. Tehniliste piirangute tõttu tuulepargi tööfaasis on sobivad seiremeetodid enamuse kaitse-eesmärkide jaoks alles arendamisel. Seetõttu annab käesolev juhend vaid ülevaate seirevajadustest tuulepargi tegelike mõjude väljaselgitamiseks.

3. OKEANOGRAAFIA UURINGUD JA SEIRE

Tuulikute vundamendid takistavad vee liikumist ja võivad seetõttu põhjustada hapnikupuudust kõrvalasuvates lahtedes või laguunides. Selle tagajärjel võib seal muutuda kogu põhajelustik ja kalastik. Muutused kohalikes jäätingimustes võivad mõjutada elupaiga sobivust hüljeste ja merelinnustiku jaoks ning madalatel aladel (veesügavus < 5 m) ka merepõhja koosluste arengut.

3.1 Baasuuringud

Okeanograafilisi andmeid (soolsus, hapnikusisaldus, hoovuste režiim, jäätingimused) on vaja merepõhjakoosluste vertikaalse kihistumise ja merelindude ruumilise leviku mõistmiseks. Okeanograafilisi andmeid kogutakse otseste mõõtmiste abil ja olemasoleva informatsiooni analüüsimise teel.

3.1.1 Otsesed mõõtmised merel

Soolsust, temperatuuri ja hapnikusisaldust (nii merepinnal kui –põhjas) tuleb mõõta kõigi merepõhja elustiku ja kalastiku uuringute käigus.

3.1.2 Olemasoleva informatsiooni analüüsimine

Uuritava ala okeanograafia analüüsimiseks tuleb koondada lähedalasuvate seirejaamade andmed (HELCOM seireprogramm, riiklik Vee raamdirektiivi seire). Hüdrodünaamiline modelleerimine on vajalik projektialadel, kus on teatud erilised hoovuste režiimid (süvaveekerge, rannikuhoovused).

Vajalik on jäätingimuste analüüs (pikaajaline varieeruvus jääkattes, jäätüüpide kompositsioon ning triivjää liikumine).

Projekti poolt kohalikes jäätingimustes põhjustatud muutuste modelleerimine (hooldamistödeks vajalik liiklus, triivjää liikumised, jääkatte moodustumine) on vajalik projektialade puhul, kus jääkate esineb regulaarselt.

Satelliidipildid modelleerimise tulemuste kinnitamiseks on üldiselt kättesaadavad, jää dünaamika mudelid on olemas Liivi lahe kohta (Wang et al. 2003).

3.2 Mõjude seire

Okeanograafilisi parameetreid tuleb mõõta ka tuulepargi tööfaasis seire käigus.

Korduvaids soolsuse, temperatuuri ja hapnikusisalduse mõõtmisi teostatakse trafoplatvormi või turbiini vundamendi külge kinnitatud automaatse seadme abil.

Muutusi jäätingimustes saab kindlaks teha satelliidipiltide analüüsi abil.

4. MERE PÕHJA UURINGUD JA SEIRE

Potentsiaalsed mõjud merepõhjale on peene liiva laialikandumine kaevetööde ja rammimise käigus; vundamendi ümbruses tekkivad kulutusefektid ja muutused merepõhja struktuuris kunstliku kõva substraadi (vundamendid, kulluskaitse jms) lisandumise tõttu. Ehitustööd võivad tugevasti mõjutada olemasolevaid looduslikke kõvasid põhju, eriti paekivi.

4.1 Baasuuringud

Vajalikud geofüüsikalised uuringud on:

- Setete reljeefi uuringud (kõrgskaneerimissonar, resolutsioon 10 cm);
- Sügavuste mõõtmised (kajalood);
- Akustiline profileerimine (põhjasetete profileerija);
- Setete parameetrite uuringud (tera suurus, orgaanilise aine sisaldus; proovide võtmine ühildatakse makrozoobentose uuringutega).

Baasuuringute jaoks piisab ühekordsetest mõõtmistest.

Merepõhja geofüüsikalised uuringud (sh andmeanalüüs ja GIS-andmebaasi loomine) on aluseks kõigi bioloogiliste uuringute kavandamisel.

4.2 Mõjude seire

Tuulepargi valmimise järel tuleb uuesti kaardistada põhjasetete reljeefi kõrgskaneerimissonari abil.

5. MEREPOHJA ELUSTIKU (BENTOSE) UURINGUD JA SEIRE

Potentsiaalsed mõjud bentosele on:

- Merepõhja ja põhjaelustiku kahjustamine ehitustööde käigus
- Muutused kohalikus hoovuste režiimis
- Muutused jäätingimustes
- Kulutusefektid vundamendi alusel
- Kunstliku kõva substraadi lisandumine (kariefekt)
- Temperatuuri tõus vahelduvvoolu kaablite läheduses
- Elektri- ja magnetväljad alalisvoolu kaablite läheduses

Merepõhja elustik koosneb makrovetikatest ja seemnetaimedest, aga ka selgrootutest, kes elutsevad pehmetes põhjasetetes (infauna) või kõvadel põhjadel (epifauna). Seetõttu tuleb vajaliku informatsiooni saamiseks kombineerida erinevaid uurimismeetodeid.

5.1 Baasuuringud

Soolsuse, temperatuuri ja hapnikusisalduse mõõtmisi tuleb uuringu jooksul teostada esinduslikus hulgas jaamades.

Geofüüsikaliste uuringute tulemused on põhiliseks eelduseks uurimisprogrammile.

5.1.1 Infauna baasuuringud

Infauna uuringud hõlmavad liikide tuvastamist ning arvukuse ja biomassi määramist. Lisaks mõõdetakse ka karpide pikkus piisavast arvust proovidest (sesoonse anoksia indikaator; annab informatsiooni merepartide oluliste toitumisalade (veesügavus <20 m) toidubarude kohta).

Pehmete põhjade bentiliste organismide uurimiseks kasutatakse kvantitatiivset proovide võtmist põhjaammutaja abil. Makrofauna (bentilised loomad, keda saab püüda 0,5 mm silmasuurusega sõelaga) proovid võetakse 0.1 m² Van Veen tüüpi põhjaammutajaga (40-75 kg). Kui uuringuid teostatakse madalas vees (sügavus < 5 m) väiksemalt alustelt, võib kasutada väiksemaid ammutajaid (nt käsitsi opereeritav Ekman-Lenz tüüpi ammutaja). Madalas vees võib pehmetest põhjadest proovide kogumiseks kasutada ka sukeldujaid ja käsitsi opereeritavaid ammutajaid (läbimõõt 10 cm). Põhjaammutaja tuleb suruda ettevaatlikult põhja sisse umbes 20 cm sügavusele, sulgeda ülemine ots kaanega ning seejärel võtta õrnalt välja koos setetega. Käsitsi proovide võtmisel tuleb ühest jaamast võtta vähemalt kolm kordusproovi, et saada igast jaamast piisav hulk liike.

Kõik proovid tuleb uhta läbi 0.5 mm marli ja säilitada kas 4 % formaliinis, mis on neutraliseeritud booraksiga ($\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$) või sügavkülmutatult. Edasine materjali analüüs toimub vastavalt HELCOM, (1988, 1997) standardile. Organismid määratakse liigi tasandini kui võimalik ja loendatakse. Biomass määratakse soovitatavalt kuivkaaluna (g m^{-2}).

Igast Van Veen tüüpi ammutajast võetakse väikese toruga materjali setete parameetrite (tera suurus, orgaanilise aine sisaldus (*loss on ignition*)) analüüsiks vastavalt HELCOM standarditele.

Proove võetakse hilissuvel. Läbi tuleb viia üks kõrge resolutsiooniga väliuuring. Kasutada tuleks pigem stratifitseeritud valimit kui paralleelsete proovide võtmist väiksemast arvust jaamadest. Proovide võtmine kavandatakse geofüüsikaliste uuringute tulemuste põhjal. Kõik sügavusvahemikud ja setete tüübid peavad olema kaetud piisava hulga proovidega, et oleks võimalik teostada elupaiga- ja ruumilist modelleerimist.

Statistiline andmeanalüüs peaks hõlmama koosluse analüüsi (PRIMER 6, Plymouth Marine Laboratory) ja ruumilist analüüsi (st *kriging*).

5.1.2 Epifauna/makrofüütide baasuuringud

Epifauna uuringud hõlmavad liikide, nende arvukuse ja biomassi määramist.

Proovide kogumine sukeldujate abil

Kõvadelt põhjadelt kogutakse taimed ja loomad kindla suurusega pinnalt (20 x 20 cm), kasutades 0.04 m² Kautsky tüüpi raami. Ühest jaamast võetakse 4-8 proovi sõltuvalt merepõhja heterogeensusest. Kõik sukeldujate poolt kogutud kvantitatiivsed proovid tuleb käsitleda ja analüüsida samal viisil nagu põhjaammutajaga võetud proovid.

Sukeldujaid saab kasutada kuni 15 m sügavusel.

Proove kogutakse hilissuvel. Proovide võtmise strateegia kavandatakse geotehniliste uuringute ja allveevideouuringute tulemuste põhjal. Kvantitatiivsed proovid kõvadelt põhjadelt on vajalikud fotode/videode abil saadud informatsiooni täiendamiseks arvukuse ja biomassi andmetega, et saada vetikate, rannakarpide või koorikloomade katvuse/arvukuse ja biomassi hinnanguid.

Videouuring

Geofüüsikaliste uuringute tulemuste põhjal tuleb läbi viia esinduslik veealune video- või fotouuring, eriti oluline on see kõvade põhjade puhul. Selleks võib kasutada erinevaid vahendeid: fotokaamera (*photo sampler*), triivivad või lohistatavad videoseadmed (*drifters, sledges*) või kaugjuhitav liikur (ROV) videokaameraga.

Arvukuse ja biomassi hinnangud saadakse pildianalüüsi (valitud esinduslikud videod/fotod) ja sukeldujate kogutud proovide tulemuste kombineerimisel.

Geofüüsikaliste ja merepõhja elustiku uuringute tulemusena koostatakse merepõhja elupaikade levikukaardid projektiala kohta. Elupaigad klassifitseeritakse Natura 2000 ja EUNIS süsteemide järgi (rakendades riiklikke/piirkondlikke standardeid).

5.2 Operatiivseire

Vee hägususe operatiivseire on vajalik, kui KMH hinnangul võivad puurimisel laialikanduvad mudasetted või lubjakiviosakesed põhjustada olulisi negatiivseid mõjusid. Hägususe seire hõlmab osakeste kontsentratsiooni mõõtmisi veesambas ja pildianalüüsi (aerofotod/satelliidipildid).

5.3 Mõjude seire

Infauna, epifauna, makrofüütide uuringud tuleb läbi viia sama meetodika järgi nagu baasuuringud. Seiret tuleb teostada tuulepargi töötamise kolme esimese aasta jooksul, et uurida merepõhja koosluste suksessiooni projektialal.

Kunstliku kõva substraadi (tuulikute vundamendid ja kaitsestruktuurid) epifaunat tuleb uurida kaugjuhitava videosüsteemi (ROV) ja sukeldujate abil (< 15 m sügavusel) eelpool kirjeldatud meetodikat kasutades kolme turbiini juures.

6. KALASTIKU UURINGUD JA SEIRE

Potentsiaalsed mõjud kalastikule on:

- merepõhja kahjustamine ehitamise ajal;
- rammimisest ja laevaliiklusest tekkiv müra;
- muutused kohalikus hoovuste režiimis;
- muutused jäätingimustes;
- kulutusefektid;
- kunstliku kari efekt;
- temperatuuri tõus vahelduvvoolu kaablite ümbruses;
- elektri- ja magnetväljad alalisvoolu kaablite läheduses.

6.1 Baasuuringud

Soolsuse, temperatuuri ja hapnikusisalduse mõõtmisi tuleb teha esinduslikus hulgas jaamades kalastiku uuringu jooksul.

Geofüüsikaliste uuringute tulemused on aluseks kalastiku uurimisprogrammile.

Kalastiku uuringud hõlmavad liigilise koosseisu, arvukuse ja biomassi hindamist, lisaks registreeritakse ka püütud kalade pikkus.

6.1.1 Põhjakalad

Põhjakalu uuritakse põhjalähedaste nakkevõrkudega vastavalt riiklikele seireskeemidele. Paljudel aladel ei ole põhjatraalimine võimalik kivise põhja tõttu. Lisaks ei pruugi tuulepargi sees traalimine lubatud olla (oht vigastada tuulepargisest kaablite võrgustikku).

Nakkevõrkude silmasuurus peaks olema sama, mis kasutusel rannikumere kalastiku seires. Kõik põhilised meetodid ja riikidevahelised erinevused on kirjeldatud HELCOMi poolt välja antud juhendis (*Guidelines for HELCOM coastal fish monitoring sampling methods; July, 2008*). Võrkude süsteem koosneb põhjalähedastest nakkevõrkudest, mis on 1.8 m (6 jalga) kõrged ja tehtud rohelisest kedratud nailonist (14, 17, 21.5, 25, 30, 33, 38 mm silmasuurusega) või läbipaistvast ühekiulisest nailonist (42, 45, 50, 55, 60 mm silmasuurusega). Sellist paljudest erinevate silmasuurustega nakkevõrkudest koosnevat süsteemi nimetatakse jaamaks. Võrgud võib paigutada püügijaamas juhuslikus järjestuses. Silmasuurust mõõdetakse sõlmest sõlmeni mööda võrguniiti (alternatiivina võib mõõta "augu" diameetri, sel juhul on tulemuseks umbes kaks korda suurem number). Väljasirutatult 60 m pikkune ja 3 m kõrgune võrgujada kinnitub 27 m pika ülemise ujurnööri (ujukite vahe 35 cm, ujuvus 6 g/m), 33 m pika alumise selise (kaal 2.2 kg/100 m) ja 1.8 m pikkuse külg(vertikaal)nööri külge. Võrguniidi paksus on nr. 110/2 kõigi silmasuuruste puhul, vastavalt Tex-süsteemile (110/ 2 tähendab kahte kiudu, mille mõlema kaal on 110 g/10 000 m).

Võrgujada peaks koosnema vähemalt kaheksa erineva silmasuurusega võrkudest – miinimum 14 mm and maksimum 60 mm. Silmasuurused tuleks valida võimalikult lähedased geomeetrilisele progressioonile. Võrgud peavad olema põhjalähedased (st mitte pelaagilised) kõrgusega vähemalt 1.8 m. Kuna nak-

kevõrgud amortiseeruvad küllalt kiiresti, on üksikud katkenud võrgusilmad lubatud.

Nakkevõrgud pannakse kergelt venitatult otse merepõhja, kasutades ankruid ja poisid mõlemas otsas. Võrgujada tuleb panna teatud sügavuspiiridesse. Võrgud tuleb panna järgmistesse sügavusvahemikesse: 20 m (18-22 m), 13 m (12-14 m), 8 m (7-9 m), 5 m (4-6 m) ja 3 m (2-4 m). Igasse sügavusvahemikku tuleb ühe püügikorra ajal panna kolm võrgujada. Kui projektialal on sügavusvahemikke vähem kui kolm, siis peab võrgujadade koguarv ühel püügikorral siiski olema vähemalt kaheksa. Võrkude asukoht (koordinaadid), okeanograafilised parameetrid (vt eespool) ja ilmastikutingimused tuleb registreerida iga kord võrkude panemise ja väljavõtmise alguses.

Rannikumere kalastiku seire püükide kestuses on riikide vahel erinevused. Eestis pannakse võrgud merre kella 18 ja 21 vahel ning võetakse välja järgmisel hommikul kella 8 ja 11 vahel. Kuna päeva pikkus on erinevatel aastaaegadel erinev, siis võib vastavalt varieeruda ka võrkude paneku ja väljavõtmise aeg. Siiski tuleks võrgud panna alati enne päikeseloojangut ja võtta välja pärast päikesetõusu. Ühe püügiperioodi jooksul peaks võimalusel kinni pidama kindlastest võrkude panemise ja väljavõtmise kellaaegadest.

Kalastiku baasuuringud peaks hõlmama kogu aastase tsükli ja vähemalt ühe püügiperioodi igal sesoonil (kevad, suvel ja sügisel).

Tulemuste esitamine

Et võimaldada võrdlust teiste andmebaasidega (kus võrgujadade silmasuuruste valik ei pruugi olla päris sama), tuleb püük registreerida iga võrgu kohta eraldi (iga püütud kala kohta registreeritakse võrgujada asukoht, sügavus, võrgu silmasuurus, kala pikkus ja kaal).

- Saak püügiühiku kohta (*Catch per Unit Effort - CPUE*), andmed võrgujadade ja silmasuuruste kaupa
- Kaal püügiühiku kohta (*Weight per Unit Effort - WPUE*), andmed võrgujadade ja silmasuuruste kaupa
- Domineerimise osakaalud
- Dominantliikide pikkusjaotus
- Kalakoosluse analüüs

6.1.2 Pelaagilised liigid

Pelaagiliste kalade uuringud ei anna usaldusväärset projektialaga seotud informatsiooni. Seetõttu ei peeta pelaagiliste kalade uuringuid tehnilistel põhjustel meretuuleparkide KMH käigus vajalikuks.

6.2 Mõjude seire

Kalastiku seiret põhjalähedaste nakkevõrkudega tuleb läbi viia tuulepargi töötamise teisel ja kolmandal aastal (kui põhjasetete elustik on taastunud ja vundamendid on kattunud epifauna ja –flooraga). Kasutada tuleks samu meetodeid ja analüüse, mida rakendati baasuuringute puhul.

Metoodika arenedes hakatakse tulevikus tõenäoliselt kasutama ka muid uurimis-
meetodeid kalade käitumise kaugjälgimiseks meretuuleparkides (kajalood, video-
jälgimine jms).

7. MEREIMETAJATE UURINGUD JA SEIRE

Potentsiaalsed mõjud mereimetajatele on:

- Merepõhja kaevetööd ehitamise ajal;
- Rammimisest ja laevaliiklusest tekkiv müra ehituse ajal;
- Muutused jäätingimustes;
- Tuulepargi töötamisel tekkiv müra;
- Tuulepargi hooldustöödeks vajalik liiklus;
- Kunstliku kõva substraadi loomine (kariefekt).

7.1 Baasuuringud

Mõlema hülgi – nii hall- kui viigerhülge puhul on keeruline teha konkreetse alaga seotud uuringuid. Kuigi teadmised hüljeste puhke- ja poegimisalade ning üldise arvukuse kohta on viimasel ajal paranenud, on väga vähe teada nende käitumisest avamerealadel, kuna seal veedavad hülged enamuse ajast sukeldudes. Seetõttu ei ole visuaalsetest vaatlustest enamasti abi. Peaaegu ainuke viis hüljeste elupaigakasutuse uurimiseks avamerel on hüljeste liikumise jälgimine kaugjälgimisseadmete abil.

7.1.1 Telemeetriauringud

Telemeetriauringud Fastlock® GPS positsioneerimissüsteemide abil on Eestis ja mujal (vt kirjanduse viiteid) läbi viidud hiljutiste uuringute käigus andnud hea täpsusega andmeid (30-60 m). Erinevad tootjad on välja töötanud erinevaid lahendusi loivaliste (hülged ja merilõvid) kaugjälgimiseks uurimisprojektides. Jälgimisseadmete abiga saab informatsiooni loomade sukeldumisprofiilide ja toitumisretkede kohta, samuti okeanograafilisi andmeid.

Eesti lesilatel hiljuti märgistatud hüljeste telemeetriauringud näitasid, et hüljeste toitumisalad võivad asuda väga kaugel puhkealadest. Seetõttu on raske seostada teatud avamerealade tähtsust lähimate hüljeste puhkealadega.

Teave hüljeste poolt kasutatavate avamere elupaikade kohta tuleks koondada ühisesse avamere infrastruktuuriprojektide andmebaasi. Iga taotleja (st projekt) peaks KMH uuringute käigus märgistama telemeetriaseadmega 10 hüljest projektiala läheduses asuval hüljeste puhkealal. Kaugjälgimisandmete töötlemisel saadakse teavet hüljeste leviku, elupaigakasutuse kohta kogu aasta vältel, rändeteede jms kohta. Informatsiooni hulk konkreetsete alade kohta kasvab taotluste/projektide arvu kasvades. Seega, isegi kui projekti KMH uuringute käigus ei saada projektialaga seotud informatsiooni, siis ehituse alguseks võib olukord andmete osas olla paranenud (mis annab vajaliku baasinformatsiooni mõjude seire jaoks).

7.1.2 Lennuloendused jääperioodil

Merejää on viigerhüljestele poegimisperioodil otsustava tähtsusega, kuna jää puudumisel pojad hukuvad. Ka hallhülged eelistavad poegida triivjääl, kuid selle puudumisel poegivad küllalt edukalt ka maismaal (madalatel saartel).

Viigerhüljeste poegimisedukus sõltub jääkatte ja teatud jäätüüpide olemasolust. Viigerhüljed vajavad paakjääd ja rüsijääd lumekuhjadega. Hüljeste levikut jääl poegimis- ja karvavahetusperioodil uuritakse lennuloenduste abil, mis tuleb läbi viia märtsis/aprillis kaks korda kevade jooksul kahel järjestikusel aastal (uurimisala ca 1000 km², 400 km/lend, katta tuleb vähemalt 15 % uurimisalast). Läänemeres kasutatavat joontransektmeetodit on detailselt kirjeldanud T. Härkönen ja S. Lunneryd (1992).

Telemeetria, lennuloenduste, jää kaugseire, jää modelleerimise ja jääperioodi välitööde andmete kombineerimisel saadakse informatsiooni võimalike poegimisalade kohta.

Jää liikumise modelleerimise abil hinnatakse ala tähtsust poegivate hüljeste jaoks.

7.1 Mõjude seire

Tuulepargi mõjude seire käigus tuleb korrata telemeetriauuringut, märgistades 10 hüljest lähimal hüljeste puhkealal.

Jääperioodi lennuloendused tuleb uuesti läbi viia nagu baasuuringute puhul kirjeldatud.

Tuulepargi ala puhul oleks vajalik aerofotode pildianalüüsi meetodi väljatöötamine ja rakendamine.

8. MERELINDUDE UURINGUD JA SEIRE

Potentsiaalsed mõjud merelindudele on

- Tuulepargi vältimine (väljatõrjumine toitumisaladelt, takistusefektid);
- Füüsiline elupaikade kadu/muutumine;
- Kokkupõrkerisk (suremus)

8.1 Baasuuringud

Aasta jooksul võib teatud avamereala kasutada üle 20 erineva merelinnuliigi: kaurid, pütid, pardid, kosklad, kajakad, tiirud ja alklased. Osad neist esinevad ainult pesitsusperioodil, osad peatuvad rände ajal, osad talvituvad või sulgivad suvel. Seetõttu tuleb linnu-uuringuid läbi viia kogu aasta vältel.

Linnustiku uuringuteks kasutatakse laeva- ja lennuloendusi. Mõlema loendusviisi jaoks on välja töötatud rahvusvahelised metoodilised standardid (nt Camphuysen et al. 2004). Laevaloendused annavad enamiku liikide puhul parema kvaliteediga andmeid kui lennuloendused, kuid jääperioodil ja madalatel merealadel (sügavus <10 m) on laevaloendusi standardse metoodika järgi keeruline läbi viia.

Transektsmeetod ei võimalda anda usaldusväärseid tihedushinnanguid koonduvate liikide kohta (nt aulide kontsentratsioonid väikestel meremadalikel). Kumbagi meetodit ei saa ohutusnõuete tõttu tõenäoliselt kasutada mõjude seire käigus tuulepargi tööfaasis. Seetõttu oleks väga vajalik uute uurimismeetodite arendamine (nt aerofotode pildianalüüs, Groom et al. 2007).

8.1.1 Transekt-laevaloendused

Laevaloenduste eesmärgiks on lindude absoluutsete tiheduste (sh aastaajalised varieeruvused) ruumiline analüüs projektiala piirkonnas.

Laevaloendused tuleb läbi viia 10 korda aastas kahe järjestikuse aasta jooksul. Taotluse dokumentatsioon võib põhineda ühe aasta uuringute tulemustel, kuid uuringud tuleb kindlasti läbi viia ka teisel aastal, et saada usaldusväärseid tulemusi operatiivseire käigus.

Laevaloendustel tuleb kasutada Loode-Euroopa merealade jaoks väljatöötatud standardiseeritud metoodikat, mis on tuntud ESAS standardina (Webb & Durinck 1992). Laeva kompassiplatvormilt või silla külgtiibadelt registreerivad kaks vaatlejat kõik lendavad või ujuvad isendid 300 m laiusel transektil laeva mõlemalt küljelt paralleelselt laeva kiiljoonega (optimaalne on 5-6 vaatlejat; minimaalne on vaatlus ühelt küljelt 3-4 vaatlejaga). Samaaegselt tuleb registreerida geograafiline positsioon (1 min intervalliga). Linnud on tavaliselt märgatavad ka palja silmaga, kuid Läänemerel on binokli kasutamine kohustuslik. Registreeritakse liik, isendite arv ja (võimalusel) nähtud isendite vanus ja sugu. Eraldi märgitakse nähtud isendid transekti sees ja sellest väljaspool, et oleks võimalik arvutada tihedusi (nt isendeid km² kohta). Kõik laevast 0-300 m kaugusel ujuvad linnud registreeritakse transekti sees nähtud isenditena.

Lendavad isendid registreeritakse "hetkvõtte" meetodiga. Transekti sees olevateks loetakse ainult need isendid, kes loendushetke ajal lendasid transekti piires. Kõik transektist väljaspool ujuvad või lendavad isendid ja ka linnud, kes lendavad transekti sees hetkloenduste vahelisel ajal, registreeritakse transektist väljaspool nähtutena. "Hetkvõtte" meetodit kasutatakse, et vältida eriti liikuvate liikide ülehinnanguid.

Loenduste rutiini osas tuleks järgida Saksamaa Föderaalset Meresõidu- ja Hüdrograafiaameti poolt koostatud juhendis "Keskkonnamõju hindamise standardid" toodud soovitusi.

ESAS standardi järgi peab vaatleja silmade kõrgus olema vähemalt 5 m merepinnast ja seejuures peab laeva kiirus olema 7-16 sõlme. Soovitatav on ühe laevaloenduse jooksul läbida 80-100 meremiili. Kuna talvisel ajal on päevavalgust ainult 6 tundi, siis kulub talvel üheks loenduseks kaks päeva (seega on vaja laeva, mida saab kasutada kogu ööpäeva vältel). Transektid peaks kulgema mööda ökoloogilisi gradiente (kaldast avamere poole). Leedu ja Läti rannikul peaks transektid olema lääne-ida suunalised ning Eesti põhjarannikul põhja-lõuna suunalised. Transektide vahe peaks olema 3-4 km. Üle 4 pallise lainetuse korral tuleb loendus katkestada. Nähtavus ei tohi olla väiksem kui 2 km.

Loenduse andmed (arvukuse algandmed) tuleb absoluutsete tiheduste (linde/km²) arvutamiseks statistiliselt korrigeerida (*Distance sampling statistics*, Buckland et al. 2001, tarkvara: **Distance 5.0**, Thomas et al. 2006). Tihedusi tuleb võrrelda a) kogu uurimisalal, b) tegelikul projektialal ja c) tuuleparki ümbritsevas 2 km mõjutsoonis. Valitud analüüsimeetod peaks arvesse võtma lindude tiheduste suurt ruumilist varieeruvust Läänemeres.

Partide toitumisaladel tuleks seire jaoks dokumenteerida olemasolevate toiduvarude hulk talvitusperioodi algul (partide toiduks sobiv limuste ja karpide fraktsioon, vt metoodika bentose peatükis).

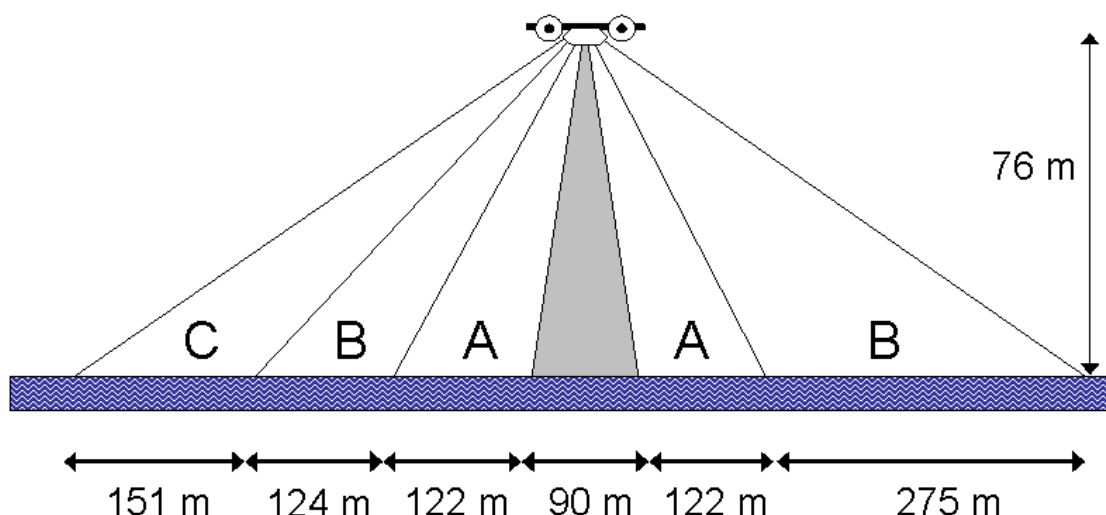
8.1.2 Transekt-lennuloendused

Lennuloenduste eesmärgiks on (relatiivsete/absoluutsete) lindude tiheduste ruumiline analüüs (sh sesoonsed varieeruvused) suuremal alal. Osaliselt piirduv analüüs liigirühma tasandiga, kuna liike on raske määrata (kaurid, alklased, kajakad, pütid).

Lennuloendused on alternatiiviks jääperioodil ja madalatel merealadel, kus laevaloendusi pole võimalik läbi viia. Lennuloendused tuleb läbi viia neli korda aastas kahe järjestikuse aasta jooksul.

Joontransektloendusteks tuleb kasutada kahemootorilist kõrge tiivaasetuse ja kuppelakendega lennukit, mis lendab 250 jala kõrgusel kiirusega 100 sõlme (180 km/h). Standardse joontransekti protokoll järgi (mida on kirjeldanud Noer et al. 2000, Diederichs et al. 2002 ja Camphuysen et al. 2004) registreerib üks või kaks vaatlejat lennuki mõlemal poolel diktofoni abil iga ujuva või lendava linnu koos vaatluse ajaga (sekundi täpsusega). Vaatlusi

tehakse ilma binoklita 397 m laiusel transektil, mis on jaotatud 2-3 tsooniks (Joonis 1). Nende tsoonide piirid määratakse nurgamõõtja (protraktori) abil (vt Pihl & Frikke 1992 ja tabel 1). Kuigi avaldatud standardis on transekt jagatud kaheks tsooniks, näitavad Taani ja Saksamaa hiljutiste uuringute tulemused, et kolme tsooni kasutamisel suureneb tihedushinnangute usaldusväärsus. Suurte linnukonsentratsioonide korral võib kolme tsooni kasutamine küll olla raskendatud.



Joonis 1: Transekti jaotamine tsoonideks merelindude lennuloenduste puhul: avaldatud standard (paremal pool) ja soovitatav jaotus (vasakul pool) (Diederichs et al. 2002 järgi).

Tabel 1: Soovitatav transekti jaotus lennuloendustel

Tsoon	D *	A	B	C	E (väljas)
avaldatud standard					
Välimine piir, protraktori nurk (kraadides)	60	25	10		4
Välimine piir, distant platvormist (m)	45	167	442		1115
Tsooni laius (m)	45	122	275		673
Kogu transekti laius (m)				397	
Soovitatav muudatus					
Välimine piir, protraktori nurk (kraadides)	60	25	15	10	4
Välimine piir, distant platvormist (m)	45	167	291	442	1115
Tsooni laius (m)	45	122	124	151	673
Kogu transekti laius (m)				397	

* ei ole nähtav (lennuki all)

Loenduste rutiini osas tuleks järgida Saksamaa Föderaalse Meresõidu- ja Hüdrograafiaameti poolt koostatud juhendis "Keskkonnamõju hindamise standardid" toodud soovitusi. Lennu ajal tuleb lennuki positsioon registreerida GPS abil minimaalselt iga 5 sekundi järel. Vaatlused tuleb siduda positsiooniga (registreeritud vaatluse aja abil).

Transektid peaks kulgema mööda ökoloogilisi gradiente (kaldast avamere poole). Leedu ja Läti rannikul peaks transektid olema lääne-ida suunalised ning Eesti põhjarannikul põhja-lõuna suunalised. Transektide vahe peaks olema 3-6 km. Loendusi saab läbi viia vaid tuulevaikse ilmaga, kui puuduvad murdlained (maksimaalne merepinna seisund (*sea state*) 3, vt Garthe et al. 2002). Nähtavus peaks olema vähemalt 5 km ja vältida tuleks helkiva mere tingimustes (tavaliselt ühel lennuki poolel) kogutud andmete kasutamist.

Loenduse andmed tuleb absoluutsete tiheduste (linde/km²) arvutamiseks statistiliselt korrigeerida (*Distance sampling statistics*). See meetod põhineb eeldusel, et registreeritakse **kõik** transekti joone läheduses (st tsoonis A) asuvad linnud (Buckland et al. 2001). See eeldus ei ole lennuloenduste puhul tavaliselt täidetud (kuigi vaatlejad peaksid keskenduma lindudele tsoonis A). Vähendamaks tsoonis A märkamata jäänud lindudest tingitud viga, kasutatakse topeltvaatlejaid, st kaks vaatlejat loendavad samaaegselt linde lennuki ühel poolel. Erinevate liikide märkamise tõenäosust saab siis statistiliselt hinnata (*Mark-recapture distance sampling statistics*, tarkvara Distance 5.0, Thomas et al. 2006).

Tihedusi tuleb võrrelda a) kogu uurimisalal, b) tegelikul projektialal ja c) tuuleparki ümbritsevas 2 km mõjutsoonis.

8.2 Mõjude seire

Loendused tuleb läbi viia tuulepargi töötamise kahe esimese aasta jooksul. Seire eesmärgiks on võrrelda lindude tihedust tuulepargis, seda ümbritsevas 2 km mõjutsoonis ja baasuuringute alal.

Turbiinide vahekaugusest sõltub, kas eelpool kirjeldatud laeva- või lennuloendusi on võimalik läbi viia ka tuulepargi sees. Alternatiivne aerofotodel põhinev meetod vajab aga veel edasiarendamist, enne kui seda seires kasutada saab.

1640 jala (ca 500 m) kõrguselt turbiinide kohalt tehtud aerofotode kasutamisel on olulised eelised:

- See ei häiri linde (lennuloendustel peletab lähenev lennuk tihti näiteks mustvaerad transektist eemale)
- Välditakse tuulepargi läheduses lendamisega seotud riske
- Aerofotodelt saadakse algandmed, mida on võimalik hiljem uuesti analüüsida.

Automaatne pildianalüüs võimaldab:

- Arvutada absoluutseid tihedusi
- Arvutada absoluutseid tihedusi kogumikena esinevate liikide puhul.

Vertikaalse aerofotograafia jaoks kohandatud kahemootorilisele lennukile paigaldatud kõrge resolutsiooniga digitaalsed SLR kaamerad (> 15 megapiksli) peaksid võimaldama teha merelindude tuvastamiseks ja määramiseks piisava resolutsiooniga pilte. Tarkvaralahendused vastavaks

pildianalüüsiks on aga hetkel veel arendamisel (Groom et al. 2007). Neid tuleks arendada ornitoloogide ja tarkvaraspetsialistide koostöös. Tõenäoliselt oleks kasulik välja töötada piirkonnaspetsiifilised lahendused, et võtta arvesse Balti riikides esinevat jääkatet.

9. LINDUDE RÄNDE UURINGUD JA SEIRE

Seniste uuringute põhjal võib öelda, et rändlindude puhul on peamine potentsiaalne oht kokkupõrkerisk öistele rändajatele. Ohtu võib suurendada linde ligimeelitav tuuleparkide kunstlik valgustus. Takistusefekt võib olla oluline madalalt lendavate veelindude puhul (nt kaurid ja pardid). Mõlemad mõjud võivad olla ebaolulised ühe tuulepargi puhul, kuid võivad kujutada endast tõsist ohtu linnupopulatsioonidele, kui arvestada kõiki plaanitavaid tuuleparke nende rändeteel.

9.1 Baasuuringud

Üle Läänemere lendab igal aastal kaks korda umbes 200 linnuliiki. Sügisrände ajal võib Balti riikidest läbi rännata üle 500 miljoni linnu. Erinevatel linnuliikidel on erinevad rändestrategieid:

- veelinnud (rändavad päeval või öösel)
- röövlinnud/kured (rändavad päeval)
- päeval rändavad värvulised
- öösel rändavad värvulised.

Linnud rändavad kuni 3000 m kõrgusel. Ainult 5-10% lindudest lendavad päevasel ajal madalamal kui 100 m. Umbes 50% lindude rändest toimub öösel. Seetõttu on kõik lindude rände uurimiseks kasutatavad meetodid väga selektiivsed (tabel 2). Mitmeid meetodeid on keeruline kasutada laeva pealt.

Tabel 2: Piirangud avamerel lendavate lindude kvantitatiivsel/kvalitatiivsel tuvastamisel.

Liigirühm	Meetod	Ruumiline ulatus	Päevased piirangud	Rakendatavus (milliste liikide puhul)
Veelinnud kvantitatiivne	Vaatlus	2-5 km (sõltuvalt vaatleja kõrgusest) 100 m kõrguseni	Ainult päevavalguses	Ainult päevased rändajad (kes rändavad valgel ajal)
Veelinnud kvantitatiivne	Horisontaalne radar (vajalik platvorm)	10 km	Ainult kuni 3 Bft (tuule kiirus kuni 5,5 m/s) (lainetus tekitab müra radariekraanil)	Liikide määramine võimalik ainult päevavalguses ja kasutades lisaks vaatlustoru
Veelinnud kvalitatiivne	Akustiline registreerimine	?		Ainult mõned kurvitsalised
Veelinnud kvalitatiivne	Vertikaalne radar (vajalik platvorm)	?		Ebapraktiline, kuna veelinnud moodustavad ainult 5% kogu rändajate hulgast
Veelinnud kvalitatiivne	Fikseeritud kiirega radar (vajalik	5 km		Ebapraktiline, kuna veelinnud moodustavad

Liigirühm	Meetod	Ruumiline ulatus	Päevased piirangud	Rakendatavus (milliste liikide puhul)
	platvorm)			ainult 5% kogu rändajate hulgast
Röövlinnud/kured kvantitatiivne	vaatlus	2-5 km (sõltuvalt vaateleja kõrgusest) 300 m kõrguseni	Ainult päevavalguses (kured rändavad ka öösel)	kõik
Päeval rändavad värvulised kvantitatiivne	vaatlus	100 m, 50 m kõrguseni	Ainult päevavalguses	Ainult päevased rändajad (kes rändavad valgel ajal), Ainult 5-10 % kogu rändajate hulgast
Päeval rändavad värvulised kvalitatiivne	Vertikaalne radar (vajalik platvorm)	1.5 km		Ainult parvede tuvastamine
Päeval rändavad värvulised kvalitatiivne	Fikseeritud kiirega radar (vajalik platvorm)	3 km		Ainult parvede tuvastamine
Öösel rändavad värvulised kvantitatiivne	Vertikaalne radar (vajalik platvorm)	1.5 km		Puudub kvalitatiivse määramise võimalus
Öösel rändavad värvulised kvantitatiivne	Fikseeritud kiirega radar (vajalik platvorm)	3 km		Liigirühmade tuvastamine
Öösel rändavad värvulised kvalitatiivne	Akustiline registreerimine	?		Väga selektiivne

Seega tuleb arvestada, et avamerel laevalt tehtavad uuringud ei anna piisavat informatsiooni usaldusväärseks riskide hindamiseks, eriti kumulatiivsete mõjude hindamise puhul.

Mõju lindude rändele on üksiku tuulepargi puhul raske hinnata. Seetõttu on soovitatav uurida potentsiaalseid negatiivseid mõjusid rahvusvahelisel (Balti riikide) tasandil. Vajalik oleks:

- Rõngastatud lindude (soovitavalt rõngastatud pesitsusaladel) lühiajaliste taasleidude analüüs, mis hõlmaks Balti riike, Soomet ja Venemaa lääneosa, et saada teavet Läänemere idaosas toimuva lindude rände kohta;
- Üheaegne standardiseeritud linnuvaatlus päikesetõusust loojanguni valitud paikades (poolsaartel ja saartel) kõigis Balti riikides ja võimalusel ka Lõuna-Soomes, et hinnata päevaste rändajate hulka ning teha kindlaks kohad, kus ränne on kõige tihedam (nn "pudelikaelad");

- Üheaegsed kvantitatiivsed öise rände uuringud fikseeritud kiirega radari abil valitud kohtades Eestis, Lätis ja Leedus (2-3 kohas korraga) öise rände tiheduse hindamiseks;
- Populatsiooni modelleerimine, et välja selgitada, kui suur avamere tuuleturbiinide poolt (kokkupõrke tagajärjel) põhjustatud suremus oleks erinevate liikide/populatsioonide jaoks kriitiline.

Sellise kompleksuuringu tulemused võimaldaks planeerida avamere tuuleparkide hulka ja asukohti Läänemere idaosas.

9.2 Mõjude seire

Teave öösel rändavate lindude kokkupõrkesageduse kohta avamere tuulegeneraatoritega on kogu maailmas siiani väga puudulik. Seetõttu oleks vajalik kokkupõrgete seire, kuid hetkel ei ole veel välja töötatud vastavat meetodit.

Kokkupõrkeriski arvutamise mudel (Band et al. 2006, <http://www.snh.org.uk/>) võimaldab arvutada kokkupõrgete sagedust, kui on olemas järgmised andmed:

- Keskmise rände tihedus tuulepargist väljaspool (riskikõrgusel)
- Keskmise rände tihedus turbiini läheduses (arvestades turbiinide valgustuse poolt lindude eemalepeletamist/ligimeelitamist).

Siiani ei ole meetodit mõõtmaks, mil määral kunstlik valgustus meelitab ligi või peletab eemale öösel rändavaid linde. Meetodid nende andmete saamiseks on hetkel arendamisel:

- Seire tuulepargis fikseeritud kiirega radariga (et hinnata keskmist rände tihedust)
- Automaatne videosüsteem lindude registreerimiseks rootori läheduses (et kvantifitseerida vältimis/külgetõmbe käitumist).

10. VIITED

10.1 Kirjandus

- Band, W., Madders, M. & D.P. Whitfield (2005): *Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms*. In: Jass, M. & M. Ferrer (eds) *Birds and wind power*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. & L. Thomas (2001): *Introduction to Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press, Oxford.
- Camphuysen, C.J. & Garthe, S. (2004): *Recording foraging seabirds at sea. Standardised recording and coding of foraging behaviour and multi-species foraging associations*. *Atlantic Seabirds* 6: 1-32.
- Camphuysen, C.J., Fox, A.D., Leopold, M.F. & Pedersen, I.K. (2004): *Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K. A comparison of ship and aerial sampling methods for marine birds, and their applicability to offshore wind farm assessments*. COWRIE - BAM-02-2002. 35 S.
- Diederichs, A., Nehls, G. & Pedersen, I.K. (2002): *Flugzeugzählungen zur großflächigen Erfassung von Seevögeln und marinen Säugern als Grundlage für Umweltverträglichkeitsstudien im Offshorebereich*. *Seevögel* 23: 38-46.
- Garthe, S., Hüppop, O. & Weichler, T. (2002): *Anleitung zur Erfassung von Seevögeln auf See von Schiffen*. *Seevögel* 23: 47-55.
- Groom, G.B., Petersen, I.K. & Fox, A.D. (2007): *Sea bird distribution data with object based mapping of high spatial resolution image data*. In: Mills, J. & Williams, M. (Eds.): *Challenges for earth observation - scientific, technical and commercial*. Proceedings of the RSPsoc Annual Conference 2007, 11th-14th September 2007, Newcastle University, Nottingham, UK. The Remote Sensing and Photogrammetry Society. Paper 168.
- Milton, G. R., Illsley, P. & MacKinnon, F. M. (2006): *An effective survey technique for large groups of moulting sea ducks*. *Waterbirds around the world*. Eds. G. C. Boere, C. A. Galbraith & D. A. Stroud. The Stationery Office, Edinburgh, UK. pp. 756-757
- Noer, H., Christensen, T.K., Clausager, I. & I.K. Petersen (2000): *Effects on birds of an offshore wind park at Horns Rev: Environmental impact assessment*. NERI Report 2000, Kalö.
- Pihl, S. & J. Frikke (1992): *Countings birds from aeroplane*. In: *Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds*. Eds. J. Komdeur, J. Bertelsen & G. Cracknell. - IWRB Spec. Publ No. 19: 8-23.
- Webb, A. & Durinck, J. (1992): *Counting birds from ship*. In: *Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds*. Eds. J. Komdeur, J. Bertelsen & G. Cracknell. - IWRB Spec. Publ No. 19: 24-37.
- Wang, K., Leppäranta, M. & T. Kõuts (2003): *A sea ice dynamics model for the Gulf of Riga*. *Proc. Estonian Acad. Sci. Eng.*, 9, 2, 107-125.

10.2 Olulised internetiallikad

Helsinki Commission (HELCOM COMBINE programme mereseire käsiraamat):
http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/en_GB/Contents/

Saksamaa Meresõidu ja Hüdrograafiaameti koduleht (Avamere tuuleparkide KMH standardid):
<http://www.bsh.de/en/Products/Books/Standard/index.jsp>

RUWPA (Distance koduleht, joontransektmeetodiga kogutud andmete statistilised analüüsid):
<http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>

Plymouth Marine Laboratory (Primer-E Ltd):
<http://www.primer-e.com/>

Scottish National Heritage (kokkupõrkeriski mudel Band et al. 2006):
<http://www.snh.org.uk/>
<http://www.snh.org.uk/pdfs/strategy/renewable/COLLIS.pdf>

Sirtrack (hüljeste jälgimisseadmed):
<http://www.sirtrack.com/>
<http://www.smru.st-andrews.ac.uk/Instrumentation/pageset.aspx?psr=274>

Rootsi Keskkonnaameti koduleht (Vindval uurimisprogrammi 2005-2007 tulemused):
www.naturvardsverket.se

Noordzeewind (Hollandis Noordzeewind avamere tuulepargis läbiviidav seire 2006-2012):
<http://www.noordzeewind.nl/>

Danish Energy Authority (Taani avamere tuuleparkide seire tulemused):
<http://www.ens.dk/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/index.htm>