

Rändel peatuvate veelindude seiremetoodika väljatöötamine ja kohandamine Eesti oludele

Andres Kuresoo, Leho Luigujõe ja Andrus Kuus

1. Mittepesitsusaegse merelinnustiku inventeerimise hetkeseis Eestis

Süsteemaatilist teavet avamerel rändel ja talvitusperioodil peatuvate veelindude kohta on kogutud alates 1990. aastate algusest. Märkimist väärivad taani ornitoloogide poolt aastatel 1992-1993 läbi viidud laevaloendused, mille tulemused on avaldatud Läänemere tähtsaid talvitumisalasid käsitlevas kokkuvõttes (Durinck *et al.*, 1994). Intensiivsem avamerel peatuvate veelindude inventeerimine Eesti vetes algas 2006. aastal.

Olulisematest projektidest võib nimetada järgmisi:

- 1) LIFE Loodus projekt “Merekaitsealad Läänemere idaosas” (Dagys *et al.*, 2009); <http://www.balticseaportal.net/>
- 2) ”Natura 2000 rakendamine Eesti merealadel – alade valik ja kaitsemeetmed (ESTMAR)”;
<http://www.bef.ee/index.php?id=703&lang=2&sid=>
- 3) SA KIK projekt „Loode- ja Lääne-Eesti avameremadalate mittepesitsusaegne linnustik” (Kuresoo jt., 2009);
- 4) ELF-i projekt „Gretagrundi madala piirkonna põhjaelustiku ja elupaikade inventuur” (Kuus & Martinson, 2009);
- 5) Neugrundi (Eesti Ornitoloogiaühing, 2008) ja Põhja-Hiiumaa (Leito, 2008) tuuleparkide keskkonnamõjude hindamine;
- 6) Wings Over Wetlands (WOW; <http://www.lk.envir.ee/aewa/index.php?id=14>): Haapsalu-Noarootsi projektialal ja Neugrundi madalal talvituvate, sulgivate ning sügis- ja kevadrändel peatuvate veelindude arvukuse ja levikumustri selgitamine (Kuresoo & Luigujõe, 2008);
- 7) SOWBAS 2007-2009/HELCOM: Läänemeres talvitavate veelindude asurkondade hindamine (Skov *et al.*, 2011);
- 8) GORWIND 2010-2012: (Gulf of Riga as resource of Wind Energy): Liivi lahe merelindude mittepesitsusaegsete kogumite inventuur (<http://gorwind.msi.ttu.ee/home/info>).

Oluliseks sammuks veelindude ja eelkõige merelindude uurimises Läänemeres on HELCOMi SOWBAS projekti väljundina ilmunud kogumik „*Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea*“ (Skov *et al.*, 2011), mis võtab kokku Läänemere veelindude talviste asurkondade seisundi muutused ja muutuste põhjused perioodil 1992-2009. Kogumikus toodud trendid osundavad väga suurtele talvitavate merelindude arvukuse muutustele viimase 15-20 aasta jooksul. Eriti suur langus on tabanud avamerel talvitavaid arktilisi veelinde – kaure, auli, hahka, must- ja tõmmuvaerast, rannikumere liikidest kirjuhahka. Arvukuse languse olulisim põhjus on nähtavasti napp taastootmine arktilistel pesitsusaladel. Eestis Põõsaspea neemel 2009.a. läbiviidud sügisrände

vaatlustel selgus, et nimetatud liikide noorlindude osakaal on ülimaldal - mustvaeral – 1%, aulil 3%, tõmmuvaeral 6% ja punakurk-kauril 8,5% (Ellermaa *et al.*, 2010).

Eesti merelindude kaitse eripäraks on suur vastutusliikide hulk kevad- ja sügisrände peatuspaikades (Lisa 3). Praeguseks on hästi teada rannikumere võtmealad ja –liigid. Avamere vastutusliikideks on kindlasti punakurk-kaur, aul, mustvaeras ja tõmmuvaeras, lõplik nimekiri selgub siis kui avamere inventeerimine on lõpule viidud.

2. Seire eesmärgid ja õiguslikud alused

Lindude puhul on tegemist ökosüsteemide dünaamilise komponendiga, kes aastatsükli vältel vahetavad korduvalt eluala. Eestis läbirändel peatuvate veelindude asurkondade seisundit ja kaitsestaatust saab adekvaatselt hinnata kogu rändetee kontekstis. Eesti on nüüdseks liitunud rahvusvaheliste raamlepetega, mis käsitlevad rändliike – Bonni konventsiooni ja AEWA - Aafrika ja Euraasia rändveelindude kaitse leppega (2008). Mereliste hoiualade loomine Euroopas lähtudes EL loodus- ja linnudirektiivist sai hoo alates 2007.a., mil avaldati Euroopa komisjoni vastav juhendmaterjal (Guidelines, 2007). Veelindude uurimise ja seire osas on oluline nihe toimumas Läänemere kaitse leppe HELCOM raamides. Oluliseks uuemaks rahvusvaheliseks alusdokumendiks on merestrateegia raamdirektiiv (MSFD), mis keskendub mereelustiku seirele eelkõige survetegurite kontekstis.

Merelindude seire eesmärkideks Eestis on:

- 1) Liikide levikumustri ja arvukuse selgitamine Eestis;
- 2) Liikide levikumustri ja arvukuse selgitamine Läänemeres ja rändetee ulatuses (rahvusvahelised lepped);
- 3) leviku muutuste tuvastamine, tulenevalt looduslikust foonist (kliima) ja surveteguritest;
- 4) rakenduslikud: eelkõige meretaristute (meretuuleparkide, püsiühenduste jm) keskkonnamõjude hindamine.

Käesoleva töö täiendavaks eesmärgiks on veel merelindude esialgse inventuuri lõpuleviimine Eestis ja mereliste hoiualade võrgustiku korrastamine.

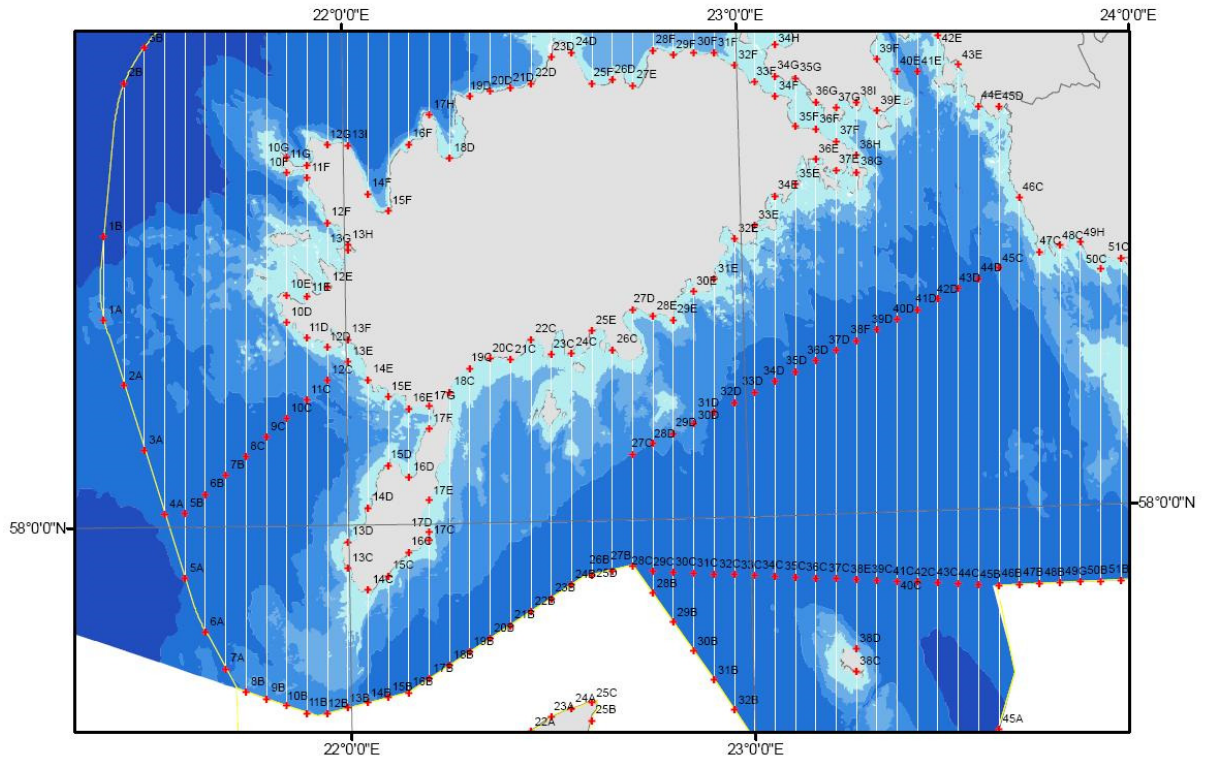
3. Merealade linnustiku seire meetodid ja seirealade valiku kriteeriumid

Veelindude rände- ja talvituskogumite loendamiseks ja levikumustri selgitamiseks sobiva meetodi valik sõltub uurimise eesmärgist, uuritavast objektist ja akvatooriumi iseloomust (ranniku liigendatus, vee sügavus jne. Avamerel peatuvate veelindude loendamiseks sobivad üksnes laeva- ja lennuloendused. **Laevaloendusi** korraldab Eesti Ornitoloogiaühing. Süstemaatiliste ja üle-eestiliste uuringute puhul on Eestis enam kasutatud **lennuloendusi**. Lennuloendustega tehti algust 1970.a. alguses, praeguse uurimisgrupi moodustavad EMÜ PKI linnuökoloogid, kellel on pikaajaline kogemus vaatluslendudeks ühe- ja kahemootorilistelt lennukitelt. Lisaks on levinud veelindude seire meetodiks veel marsruut- ja punktloendused rannikult (**rannikuloendused**), mille käigus kasutatakse vaatlemiseks binokleid ja vaatlusteleskoope. Selle meetodi tüüpiliseks rakenduseks Eestis on pikaajaline seireprojekt - kesktalvine veelinnuloendus.

Merealade mittepesitsusaegse linnustiku seires on mingi liigi üldloendused üsna vähelevinud meetodiks. Näiteks võib üldloendusega saada hea tulemus kirjuhaha talvisest asurkonnast, kes kasutab üsna piiratud akvatooriumi ja koondub 5-15 talvituseltsingusse. Sõltuvalt liigist paiknevad merelinnud hajusalt (kaurid), moodustavad väga tihedaid agregatsioone (merivart, mustavaeras) või on kahe vahepealne (juhuslik) (enamus liikidest). Seega on linnustiku inventeerimiseks ja seireks ainumõeldav valimil põhineva loenduse kasutamine, mille alusel saab siis hinnata asurkonna üldsuurust. Levinuimaks võtteks merel on transekt-, ehk täpsemalt ribaloendused, seda nii lennukilt kui ka laevalt. Loendusmeetodid ja vajalik seirevarustus on põhjalikumalt esitatud Lisas 1 (lennuloendused) ja Lisas 2 (laevaloendused). Järgnevalt esitatakse mereseirealade – loendustransektide valiku kriteeriumid ja kavandatavate seirealade paiknemine.

Lennuloendused

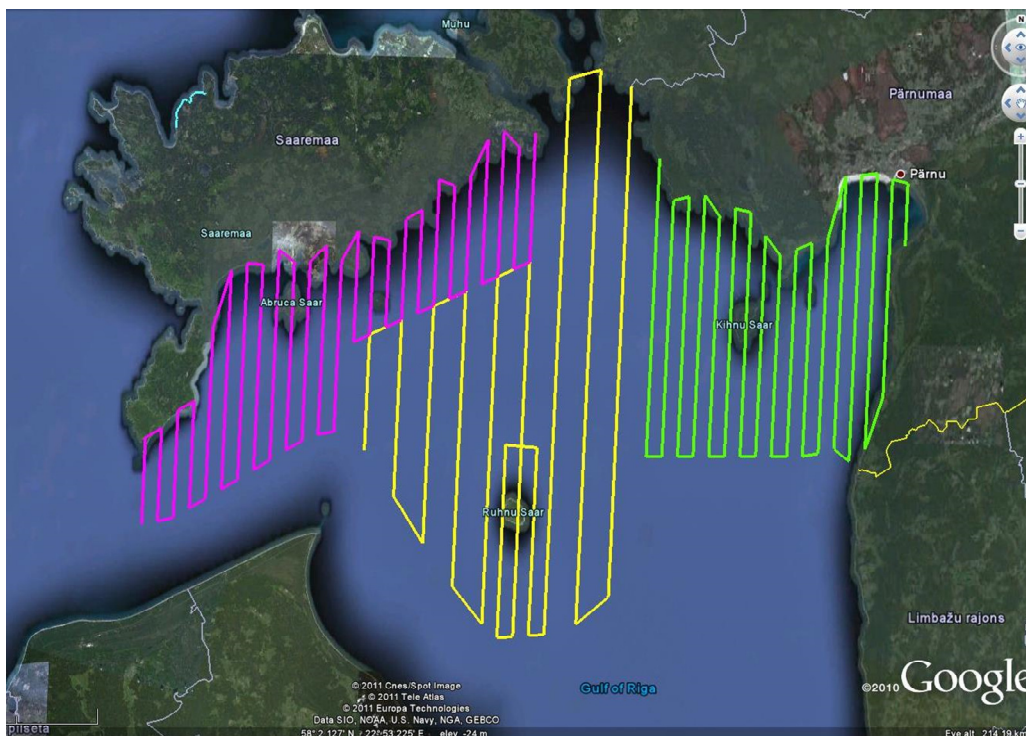
Merelindude inventeerimiseks ja seireks lennukilt kasutatakse enamasti transekte vahekaugusega 2-6 km. Transektide küllaldane distants võimaldab vältida pagevate veelindude topeltloendamist. Eesti meretranssektide konstrueerimisel võeti kasutusele enamlevinud (optimaalne) transektide vahekaugus 3 km. Lähtudes uurimistöö eesmärkidest, võib kasutada ka 6 km transekti vahekaugust. Meretranssektide alusvõrgustik kogu Eesti territoriaalmere ulatuses (Joonisel 1 fragment lennutranssektidest) konstrueeriti koostöös Arhuse ülikooli (Loomaökoloogia ja elurikkuse osakond, endine NERI) merelindude spetsialisti Ib Krag Peterseniga 2009.a. Silmas pidades edasist piirialade koostööd Läti uurijatega, hõlmavad transektid ka kogu Kura kurku ja Liivi lahte. Transektide alusvõrgustik on rakendatav ka mereelustiku seires laiemalt (hülged).



Joonis 1. Eesti elustiku meretransjektide alusvõrgustik (3 km samm): Saaremaa ja Liivi lahe akvatoorium

Lennuloenduste transektide konstrueerimisel peab silmas pidama kahte aspekti – eelistatavalt peavad need paiknema sügavusgradiendiga risti, samas on väga oluline nende N-S suunaline orienteeritus. Viimane aspekt on isegi määravam, sest kui transekt kulgeks W-E sihis, siis võib päikese peegeldus veest päikesepoolsel pardal loendust märkimisväärselt segada. N-S suunalise transektide puhul on oluline loendus läbi viia perioodil, mil päike jääb lennuki varju (optimaalne lennuaeg 10.00-14.00 vahemikus).

Praktilises seiretöös on oluline transektide võrku optimeerida, enamasti tingituna olemasolevatest ressurssidest. Nii näiteks on Liivi lahe inventeerimisel 2011-2012 projekti Eesti-Läti programmi projekti GORWIND raamides kasutusel valdavalt 3 km vahekaugusega transektid (meremadalad) ja sügavamates osades 6 km vahekaugusega transektid.



Joonis 2. Liivi lahe merelindude inventeerimiseks kasutusel olevad lennumarsruudid 2011-2012 (GORWIND). Erinevate värvidega on tähistatud ühe loendusega (4-4,5 lennutundi) inventeeritavad alad.

Avamere merelindude seire püsivarsruutide võrgustiku (vaatluslennud) konstrueerimisel lähtuti seni läbiviidud pilootuuringute ja projektide kogemustest ja avamere elustiku alusvõrgustikust (Joonis 1). Täiendavalt arvestati meresügavuste jaotumust (batümeetria), olemasolevate hoiualade paiknemist, optimaalset päevase loendusmarsruudi pikkust (3-4 tundi, vt meetodika) (Joonis 3). Seirealade transektide pikkused, lennutundide arv ja seire korduvus on esitatud Tabelis 1.

Laevaloendused

Laevaloenduste üldpõhimõtte on sarnane lennuloendustele. Linde loendatakse teatud vahekaugusega paiknevatel transektidel, eristades loenduse käigus loendusribas ja väljaspool seda tuvastatud isendid. Loendusriba piires loendatud isendite arvu alusel on võimalik leida lindude asustustihedus ning arvutada koguarvukus uuritud alal. Vastavalt üldtunnustatud laevaloenduste meetodikale (Lisa 2) on loendusriba laiuseks 300 meetrit. Loendusriba on omakorda jagatud neljaks osaks (0-50, 50-100, 100-200 ja 200-300 meetrit), mis võimaldab arvestada lindude avastatavuse vähenemist kauguse suurenemisel marsruudi joonest. Täiendavalt eristatakse laevaloenduste puhul lendavaid isendeid, kelle loendamiseks kasutatakse nn. hetkvõtte („snapshot“) meetodit.

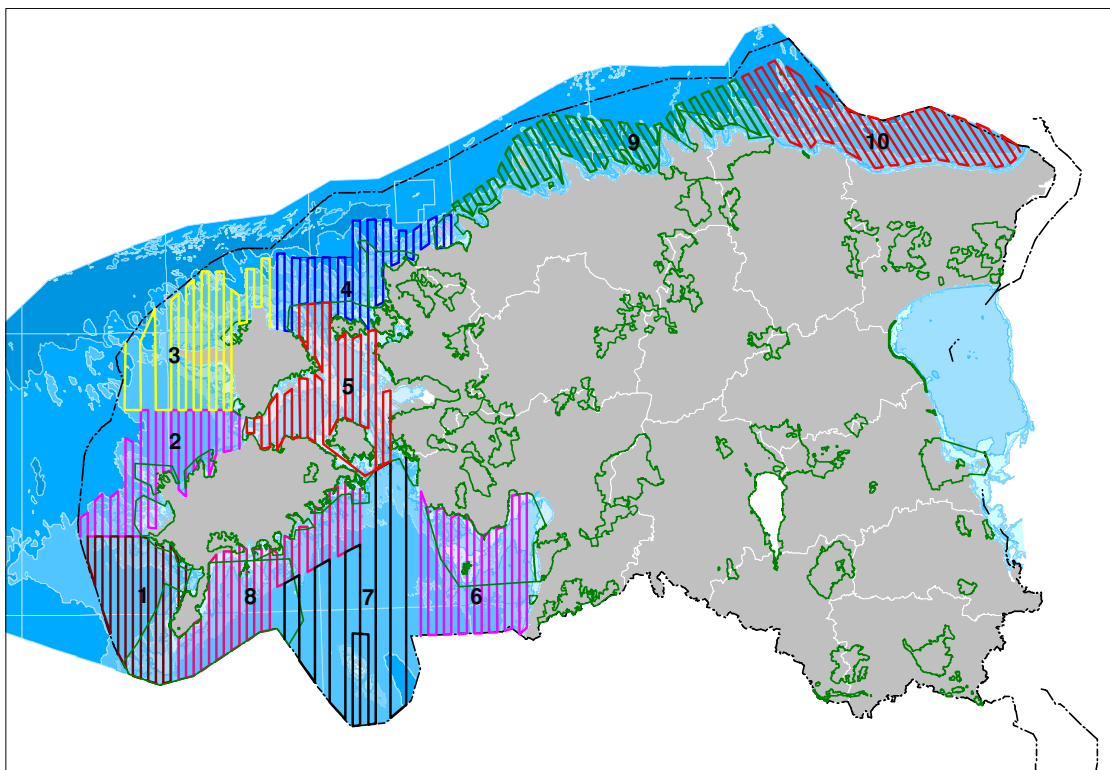
Merelindude seire raames on laevaloendustega planeeritud katta Soome laht. Loenduste läbiviimine Soome lahe avamereosas on oluline nii seire alustamise kui ka esmase inventuuri läbiviimise seisukohalt – kui Lääne-Eesti merealad on suures osas esmaste

inventuuridega juba kaetud, siis Soome lahe kohta on tänaseks päevaks olemas andmed ainult üksikutelt suhteliselt väikese pindalaga aladelt (Eesti Ornitoloogiaühiong, 2010) Laevaloenduste esialgsed marsruudid töötati välja Eesti Ornitoloogiaühiongus (joonis 3, alad 9-10). Marsruutide lõplik variant täpsustatakse töö käigus. Marsruudi kavandamisel lähtuti järgmisest:

- 1) Laevaloenduse läbiviimine on võimalik alates 5 meetri sügavusjoonest;
- 2) Lisaks vajalikule minimaalsele sügavusele arvestati uuritava ala maismaapoolse piiri puhul kaugust 2 km rannajoonest (kaugus, mis on heades vaatlustingimustes kaetav rannast vaatlusoptikat kasutades);
- 3) Marsruudiga püüti katta merealad kuni 50 meetri sügavusjooneni. Merepõhja liigendatuse tõttu siluti uuritava ala merepoolse piiri leidmiseks nimetatud sügavusega alade välispiirid;
- 4) Marsruudi lõikude vahekauguseks valiti analoogiliselt lennuloendustele 3 kilomeetrit;
- 5) Arvestades laeva liikumiseks sobimatute liiga madalate alade ja saarte paiknemise üldist suunda Soome lahes, orienteeriti marsruudid loode-kagu suunas.

Arvestades loenduseks sobivate laevade väikest kiirust teostatakse linnuloendused sobivate ilmastikutingimuste olemasolu korral kogu valge aja jooksul alates päikesetõusust kuni päikeseloojanguni. See tingib päevaste loendustundide arvu ja uuritava ala katmiseks vajalike päevade arvu erinevuse erinevatel aastaegadel. Tööde suure mahu tõttu on kogu uuritav ala jagatud kaheks osaks, mis kaetakse loendustega kahel järjestikkusel aastal. Arvestades olemasolevate teadmiste lünklikkust jagatakse Soome lahes uuritav ala väiksemateks seirealadeks pärast esimese loendustsükli lõppu.

Kuna enamusel aladest pole esmaseid inventuure tehtud, või on neid läbi viidud vaid osaliselt (nii ruumiliselt kui ka sesoonselt), siis seireprojekti I faasis on kavandatud seire kõikidel sesoonidel. Välja on jäetud vaid talvine seire Väinamerel ja Pärnu lahe piirkonnas (enamasti jaanuaris –veebruari jääs) (Tabel 1-2).



Joonis 3. Kavandavad merelindude seiremarsruudid: lennuloendused (1-8), laevaloendused (9-10).

Tabel 1. Seirealade transektide pikkused, lennutundide arv ja seire korduvus lennuloendustel. Seirealade numeratsioon Joonisel 3.

Ala number	Ala nimi	Transektide pikkus km	Lisalendude pikkus km	Lennutunde transektidel	Lennutunde lisaks	Lennutunde kokku	kevad	suvi	sügis	talv
1	Sõrve	618	340	3,3	1,4	4,7	x	x	x	x
2	Vilsandi	624	330	3,4	1,3	4,7	x	x	x	x
3	Hiiumaa	713	350	3,9	1,4	5,3	x	x	x	x
4	Osmussaar	606	100	3,3	0,4	3,7	x	x	x	x
5	Väinameri	732	250	4,0	1,0	5,0	x	x	x	
6	Pärnu	760	230	4,1	0,9	5,0	x	x	x	
7	Lõuna-Saaremaa	756	120	4,1	0,5	4,6	x	x	x	x
8	Ruhnu	733	230	4,0	0,9	4,9	x	x	x	x
Kokku		5542	1950	30,0	7,8	37,8				

Tabel 2. Transektide pikkused, loendustundide arv ja seire korduvus laevaloendustel. Seirealade numeratsioon joonisel 3.

Ala number	Ala nimi	Transektide pikkus nm*	Loendustunde transektidel**	kevad	suvi	sügis	talv
9	Soome lahe lääneosa	438	49	x	x	x	x
10	Soome lahe idaosa	448	50	x	x	x	x
Kokku		886	99				

*nm - meremiil

**Sõltub konkreetsest laevast, arvutustes kasutatud kiirust 9 sõlme

4. Mõõdetavad ja töödeldud parameetrid

Laeva- ja lennuloenduste käigus mõõdetavad ja töödeldud parameetrid on sarnased (tabel 3). Lennuloenduste käigus on võimalik saada täiendavat teavet hüljeste levikust ja arvukusest, eriti hüljeste koondumisperioodidel (talv). Mõlema meetodi puhul on oluline registreerida ka veesõidukite esinemist loendusosalal, sest neil võib olla nii peletav (kiirpaadid- ja laevad) kui ka juurdemeelitav mõju (kalalaevad). Surveteguritest on oluline täiendavalt registreerida ka kalapüüniste paiknemine loendusosalal.

Tabel 3. Merelindude seire seireparameetrite loend.

Seireparameetrid	Lennuloendused	Laevaloendused
Mõõdetavad parameetrid	Linnuliikide arvukus; Liikide suguline ja vanuseline koosseis; Liikide ruumiline paiknemine (levikumuster);	Linnuliikide arvukus; Liikide suguline ja vanuseline koosseis; Liikide ruumiline paiknemine (levikumuster);
Täiendavalt mõõdetavad parameetrid	Mereimetajate (hülged) arvukus; Survetegurid: veesõidukite arv; Kalamõrdade, kalavõrkude arv	Survetegurid: laevade, paatide jne arv
Töödeldud parameetrid	Liikide arvukushinnangud; Liikide asustustihedus; Võtmeliikide levikumudelid	Liikide arvukushinnangud; Liikide asustustihedus; Võtmeliikide levikumudelid

Seiretöö väljundiks on aruanne, mis sisaldab:

- Kokkuvõtet seire põhitulemustest (paberkanal ja elektrooniliselt), sh liikide arvukushinnanguid, levikuandmeid (punktkaardid, modelleeritud asustiheduse kaardid) liikide kaupa;
- esmase inventeerimise korral ka ettepanekuid uute mereliste hoiualade moodustamiseks või olemasolevate hoiualade piiride korrastamiseks;
- Algandmeid (vaatlustabelid Microsoft Office Access või Exel formaadis) ja liikide leviku teavet GIS kihtidena (elektrooniliselt).
- Ettepanekud merelindude seire optimeerimiseks.

5. Merelindude seire kalenderplaani

Seiretööde kalenderplaani perioodil 2013-2014 on toodud Tabelis 4. Seiresammuks oleks 6 aastat, järelkult järgmine merealade mittepesitsusaegse linnustiku seire võiks toimuda 2019-2020. Kuna I seiretsükkel kattub osaliselt esmase inventeerimisega, siis on kavandatava töö mahud suured, seiretööde optimeerimine peaks toimuma vahetult pärast I seiretsükli lõppu (aruande osa).

Tabel 4. Seiretöö kalenderplaani 2013-2014

Seireala	aasta	2013			2014				2015
	sesoon	kevad	suvi	sügis	talv*	kevad	suvi	sügis	talv*
	kuud	IV-V	VII-VIII	X-XI	I-II	IV-V	VII-VIII	X-XI	I-II
Lääne-Eesti (seire lennukilt): seirealad 1-5									
1	Sõrve	x	x	x	x				
2	Vilsandi	x	x	x	x				
3	Hiiumaa				x	x	x	x	(x)
4	Osmussaar				x	x	x	x	(x)
5	Väinameri					x	x	x	
Põhja-Eesti (seire laevalt): seirealad 9-10									
9	Soome lahe lääneosa				x	x	x	x	(x)
10	Soome lahe idaosa	x	x	x	x				(x)

* Talviste loenduste läbiviimine olenevalt jääoludest

6. Seiretööde hinnanguline maksumus

Nii lennu- kui laevaloenduste puhul moodustab lõviosa lennuki või laeva rendi maksumus. Kahemootorilise lennuki lennutunni maksumus on 600 – 650 eur/h (arvestused on tehtud 650 eur/h). Laeva puhul on rendihindade skaala üsna ulatuslik. Varustuse osas on hädavajalik päästeülikondade täiendav hankimine (lennuloendused).

Tabel 5. Seiretöö maksumus 2013-2014 (lennuloendused)

Kulu liik	Maksumus EUR			
	Seirealad 1-2	Seirealad 3-5	Seirealad 6-8*	Kokku 1-5
Lennukirent	25 000	33 000	(35 000)	58 000
Töötasud	7500	9000	(9000)	16 500
Lähetuskulud	1500	2000	(2000)	3000
Varustus	2000			2000
Üldkulud	1500	1500	(1500)	3000
Kokku	37 500	45 500	(47 500)	83 000

*Seirealadel 6-8 perioodil 2013-2015 ei seirata, sest perioodil 2009-2012 toimub alal esmane inventeerimine teiste projektide raamides

Tabel 6. Seiretöö maksumus 2013-2014 (laevaloendused)

Kulu liik	Maksumus EUR		
	Seireala 9	Seireala 10	Kokku Soome laht
Laeva rent	48 910	79 160	128 070
Töötasud	11 180	11 180	22 360
Lähetuskulud	3 560	3 540	7 100
Varustus	2 000		2 000
Üldkulud	2 510	2 210	4 720
Kokku	68 160	96 090	164 250

7. Kvaliteedinõuded teosajale

Merelindude vaatluslende sooritatakse regulaarselt lähiriikidest Taanis, Rootsis ja alates 2011.a. ka Lätis. Eestis on potentsiaalseiks tööde teostajateks lennuloenduste puhul EMÜ PKI linnuökoloogid, kes on sooritanud 200- 250 tundi vaatluslende/vaatleja nii Eestis kui ka Taanis ja Vene Föderatsioonis, sealhulgas avamerel vähemalt 90 tundi. On läbitud ja korraldatud vaatluslendude treeninguid – 1990.a. Taanis, 1995. ja 2006.a. Pärnus. Praegu on kvaliteedinõuetele vastavaid vaatlejaid Eestis 4. Seoses käimasolevate mereprojektidega, mille osaks on ka vaatlejate treenimine, koolitatakse veel 1-2 nõuetele vastavat vaatlejat. Merelindude vaatlusi laevalt sooritatakse lähiriikidest Lätis, Leedus ja Poolas. Eestis on potentsiaalseiks tööde teostajateks Eesti Ornitoloogiaühingu vaatlejad. EOÜ eestvedamisel on aastatel 2006 – 2010 on läbi viidud 23 laevaloendust kogupikkusega 3 868 kilomeetrit. Kvaliteedinõuetele vastavaid vaatlejaid on 5-6, laevaloendustel on osalenud kokku 10 vaatlejat. Osa laevaloendusi on läbi viidud koos Läti linnuökoloogidega (segameeskonnad Liivi lahel ja Kura kurgus).

Kirjandus

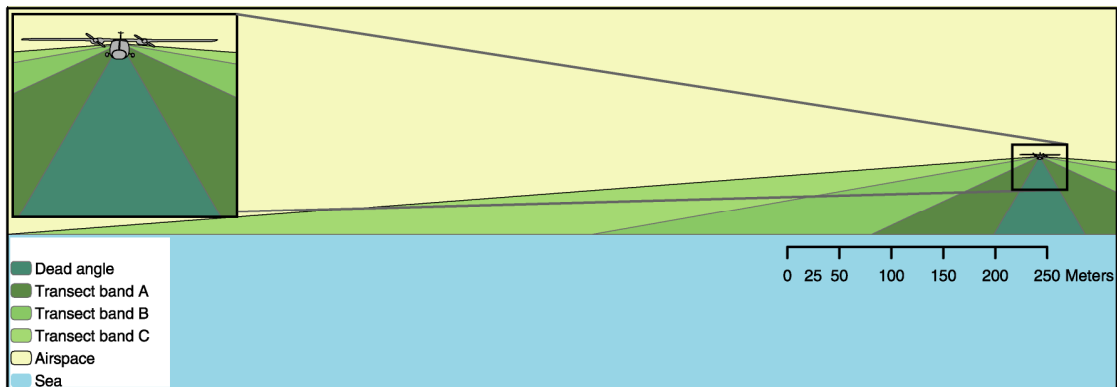
- Balti Keskkonnafoorum, 2009. Juhend uurimistööde läbiviimiseks meretuuleparkide mõjude hindamiseks merekeskkonnale.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. & Thomas, L. 2001. Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, 432 pp.
- Camphuysen, K., Fox, T., Leopold, M. & Petersen, I. 2004 Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K. Royal Netherlands Institute for Sea Research. 39 pp. www.offshorewind.co.uk/Downloads/1352_bird_survey_phase1_final_04_05_06.pdf
- Dagys, M., Stipniece, A., Kalamees, A., Kuresoo, A., Kuus, A., Luigujõe, L. 2009. *Action A3 – Waterbird inventory. LIFE Nature project “Marine Protected Areas in the Eastern Baltic Sea”*. Final report.
- Durinck J., Skov H., Jensen F.P. & Pihl S. 1994. Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea. EU DG XI research contract no. 224/90-09-01, Ornithology Consult Report 1994: 1-110, Copenhagen.
- Durinck, J. 2005. Ship survey methodology and site delineation principles. Training course in Riga, November 21-25 2005.
- Eesti Ornitoloogiaühing, 2010. Linnukaitseliselt väärtuslike merealade määramine Eesti territoriaalmeres ja majandusvööndis. Töövõtulepingu nr 5.6-7.1/11 aruanne.
- Ellermaa, M., Pettay, T. & Könönen, J. 2010. Sügisränne Pöösaspeal 2009.a. *Hirundo* 23: 21-46.
- Fox, A. D., Desholm, M., Kahlert, J., Christensen, T. K. & Petersen, I. K. 2006. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. *Ibis* 148: 129-144.
- 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.
- Guidelines for the establishment of the Natura 2000 network in the marine environment. Application of the Habitats and Birds Directives. 2007. European Commission. http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/docs/marine_guidelines.pdf
- Komdeur, J., Bertelsen, J. & Cracknell, G. (Eds.). 1992. Manual for Aeroplane and Ship Surveys of Waterfowl and Seabirds. IWRB Special Publ. 1, Slimbridge, UK, 37p.
- Kuresoo, A. & Luigujõe, L. 2008. *Haapsalu-Noarootsi projektialal ja Neugrundi madalal talvituvate, sulgivate ning sügis- ja kevadrändel peatuvate veelindude arvukus ja levikumuster*. Käsikiri EMÜ PKI-s.
- Kuresoo, A., Luigujõe, L. & Leito, A. 2009. Loode- ja Lääne-Eesti avameremadalate mittepesisusaegne linnustik: 2007-2008.a. lennuloenduste kokkuvõte. Eesti Maaülikool, Tartu (Tellija SA KIK). 40 lk.
- Kuus, A., Martinson, M. (koost.) 2009. *Veelindude loendus Gretagrundi madalikul*. Eesti Ornitoloogiaühing.

- Leito, A. (koost.) 2008. *Linnud ja käsitiivalised*. Leping „Avamere tuuleparkide rajamisega Loode-Eesti rannikumerre kaasnevate keskkonnamõjude hindamine” aruanne.
- McSorley, C. A., Webb, A., Dean, B. J., Reid, J. B. 2005. UK inshore Special Protection Areas: a methodological evaluation of site selection and definition of the extent of an interest feature using line transect data. JNCC Report, No. 344.
- Petersen, I.K, Fox, A.D. 2005. An aerial survey technique for sampling and mapping distributions of waterbirds at sea. Department of Wildlife Ecology and Biodiversity, National Environmental Research Institute. 24 pp.
- Petersen, I. K., Christensen, T. K., Kahlert, J., Desholm, M., Fox, A. D. 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark.
- Petersen, I. K. & Fox, A. D. 2007. Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on Common Scoter.
- Pihl, S. & Frikke, J. 1992. Counting birds from aeroplane. – In: Komdeur, J., Bertelsen, J. & Cracknell, G (eds.) Manual for Aeroplane and Ship Surveys of Waterfowl and Seabirds. IWRB Special Publ. No. 19, Slimbridge, UK, p 24-37.
- Skov, H., Heinänen, S., Žydelis, R., Bellebaum, J., Bzoma, S., Dagys, M., Durinck, J., Garthe, S., Grishanov, G., Hario, M., Kieckbusch, J.J., Kube, J., Kuresoo, A., Larsson, K., Luigujoe, L., Meissner, W., Nehls, H. W., Nilsson, L., Petersen, I.K., Roos, M. M., Pihl, S., Sonntag, N., Stock, A. & Stipnice, A. 2011. *Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea*. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. 203 p. <http://www.norden.org/en/publications/publikationer/2011-550>.
- Thomas, L., Laake, J. L., Strindberg, S., Marques, F. F. C., Buckland, S. T., Borchers, D. L., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Hedley, S. L., Pollard, J. H., Bishop, J. R. B., Marques, T. A. 2006. Distance 5.0 Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>

LISA 1. Avamere lennuloenduste meetodika ja vajalik seirevarustus

Loendusmeetodika aluseks on rahvusvaheliselt soovitatud standardid (Pihl & Frikke, 1992, Camphuysen *et al.* 2004) ja hilisemad modifikatsioonid (Fox *et al.*, 2006).

Lennuloendusel osaleb enamasti 2-3 kvalifitseeritud linnuvaatlejat. Üks vaatleja paikneb lennuki vasakul ja teine paremal pardal. Kahe pardavaatleja ülesandeks on lindude määramine ja loendamine ning vaatluste jooksev salvestamine diktofoni. Üks pardavaatlejatest on loendusejuht, kes on vajadusel kontaktis (raadiosides) piloodiga: täpsustab lennutrajektoori ja muude parameetrite (lennukõrgus- ja kiirus ning pöördetrajektor) vastavust planeeritule. Kolmanda vaatleja funktsiooniks on loendusmeetodika omandamine (treening) või/ja linnukogumite fotografeerimine. Ühe loenduslennu kestvus on ligikaudu 4 tundi, sõltuvalt tuule suunast ja tugevusest. Turvalisuse kaalutlustel kasutatakse kahemootorilist ülatiibadega lennukit, mis tagab loendajatele takistusteta väljavaate. Soovituslik lennukiirus on 185 km/h, lennukõrgus 250 jalga (76 m). Lendamine kõrgemal raskendab nn. kriitiliste liikide (kaurid) avastamist ja määramist. Loendus toimub lennuki mõlemal pardal kolmel loendusribal (Joonis 1). Kolme loendusriba kasutamine võimaldab arvukuse algandmeid absoluutsete tiheduste (linde/km²) arvutamiseks statistiliselt korrigeerida (Distance sampling statistics, Buckland *et al.*, 2001, tarkvara: Distance 5.0, Thomas *et al.*, 2006). Loendusriba laiuse püsivaks testimiseks on vaatlejail kasutada nurgamõõtjad e. klinomeetrid.



<i>Transect band/ Loendusriba</i>	<i>Boundary distances (in m.) perpendicular out from trackline/ Loendusriba piiride kaugus (m) mõõdetuna lennujoonest</i>	<i>Declination in degrees from the horizontal/ Loendusriba piirid kraadides (horisondi suhtes)</i>
Dead angle/pimetsoon	0-43	
A	44-163	60-25
B	164-432	25-10
C	433-1000	10-4

Joonis 1. Lennuloenduste loendusribade parameetrid (Petersen & Fox, 2005 järgi).

Linde määratakse ja loendatakse reeglina visuaalselt palja silmaga, abivahendiks liigi määramisel on binokkel, mis ei tohi olla väga suure suurendusega. Maksimumsuurendus võiks olla 10×42. Loendustulemused kantakse sekundi täpsusega diktofonile (reaalne täpsusklass 5 sekundit); kuna kõigil vaatlejail on kasutada uue põlvkonna GPS seade Garmin GPSmap 60CSx, siis on kellade täpsus ja sünkroonsus püsivalt tagatud. Vaatlejate diktofonide ja fotoaparaatide kellad on sünkroniseeritud GPS kelladega. GPS-i automaatse positsioneerimise intervall on 5 sekundit (rahvusvahelise soovitusena samuti 5 sekundit).

Suurte ja tihedate linnukogumite puhul pildistatakse neid ühelt või mõlemalt pardalt, soovitatavalt lisavaatleja/fotograafi poolt. Süstemaatiline viga lindude hindamisel suureneb kui tegemist on suuremate linnuparvedega ja see võib ulatuda 20-40% juhul kui parvedes on üle 3000 isendi. Suurte parvede puhul on enamasti oht alahinnanguteks. Küllalt sageli on lennuloendusel olukordi, kus mitmesaja isendilise linnuparve hindamiseks on vaatlejal aega üksnes paar sekundit.

Loendused kavandatakse selliselt, et ilmastiku poolt tingitud loenduste kvaliteedi langus oleks minimaalne. Põhitakistuseks lindude avastamisel loenduste ajal on halb nähtavus, tugev lainetus ja päikese peegeldus merelt (võib päiksepoolsel pardal kahandada vaatluste resultatiivsust mitmekordselt). Loenduse kvaliteedi languse vältimiseks näeb metoodika ette **mere seisundi muutuste** pidevat ja täpset registreerimist (diktofoni, sekundi täpsusega) järgmise skaala alusel:

SEA STATE/MERE SEISUND (5-6 loenduseks ebasobivad)
0 - mirror calm /peegelsile
1 - through tiny ripples /virvendus
2 - small waves (no whitecaps)/ vähene lainetus
3 - small waves (with few whitecaps)/ vähene lainetus/üksikud "jäneseid"
4 - moderate waves (numerous whitecaps)/ mõõdukas lainetus/rohked "jäneseid"
5 - larger waves with whitecaps forming bands /tugev lainetus/vahuviirud
6 - large waves with dominant whitecaps forming broad bands/tugev lainetus, laiade vahuviirgudega

Vaatlejal on kohustus pidevalt registreerida ka **päikese peegeldust merel** järgmise skaala alusel: puudub (0), mõõdukas (1) ja täispeegeldus (2). Nii mere seisund kui ka päikese peegeldus kajastub hiljem ka mudelis, mis arvestab iga konkreetse vaatleja vaatlustingimusi iga konkreetse loenduse/ajahetke jooksul (vt andmetöötlus, joonis 2).

Andmetöötlus

Lennuloenduste tulemused kantakse eesti Maaülikoolis loodud lennuloenduste andmebaasi - Microsoft Office Excel platvormi. Andmebaas sisaldab kolme põhitabelit. Ühes tabelis sisalduvad andmed lennumarsruutide kohta (lennu kuupäev, kellaaeg, kõrgus ja geograafilised koordinaadid), teises konkreetse lennu parameetrite kohta (lennu kuupäev, vaatlejate nimed, vaatlejate paiknemine lennukis, üldised vaatlustingimused) ja kolmandas andmed loendatud lindude ja muude vaatlusobjektide kohta (aeg, liik, arvukus, loendusriba, käitumine, vaatlustingimuste/päike, lainetus/ muutused) (Tabel 1A-1B). Tabelid on omavahel seotud vaatlusaja kaudu. Andmebaas sisaldab ka abistavaid tabeleid ja päringuid, mis võimaldavad teostada esmast andmetöötlust ja valmistada andmeid ette muudes programmides kasutamiseks.

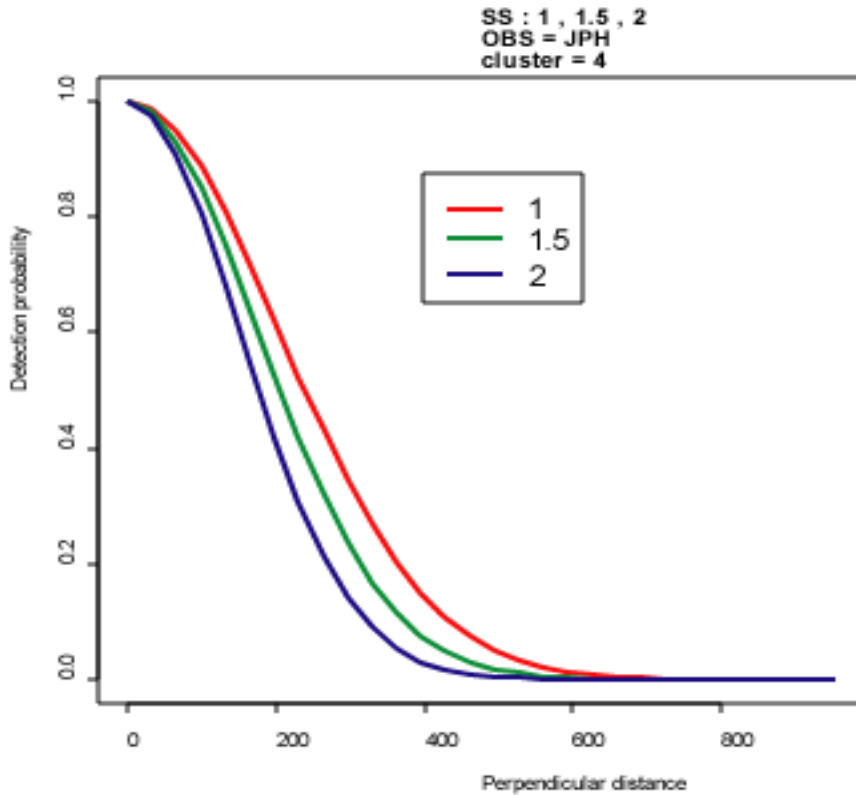
Tabel 1A. Vaatlustabeli formaat (*.xls formaadis, selgitused Tabelis 1B).

ID	Date	Time	Species	Number	Age	Sex	Behaviour	Transect Band	Observer	Seat	Waves	Sun
	20110510	11:21:40	gavspe	2			2	2	AK	1	1	0
	20110510	11:21:41	larcan	3			4	3	AK	1	1	0
	20110510	11:21:42	melnig	450			4	1	LL	2	1	0
	20110510	11:21:40	sommel	1		1	1	1	AK	1	1	0

Tabel 1B. Täiendavad koodid vaatlustabelis.

Parameetrid	Kood	
Age/linnu vanus	juv	1
	imm	2
	ad	3
Sex/linnu sugu	Male/isalind	1
	Female/emalind	2
Behaviour/linnu käitumine	Sitting/vees	1
	Diving/sukelduv	2
	Flushing/lendu startiv	3
	Flying/lendav	4
TransectBand/ loendusriba	A	1
	B	2
	C	3
	D (täiendav, konkreetse uuringu puhul ei kasutata)	4
Obs.-seat/vaatleja asukoht lennukis	right (co-pilot)/parem parras-kaaspiloodi kohal	1
	left (behind pilot)/vasak parras – piloodi taga	2
	right (behind co-pilot)/parem parras – kaaspiloodi taga	3

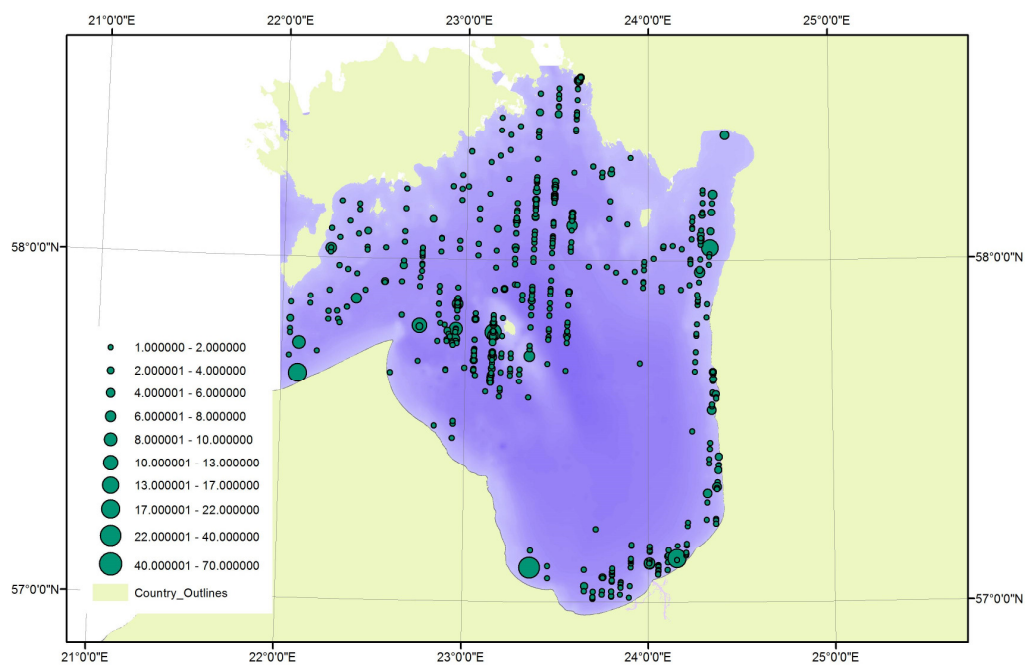
Andmetöötluse osaks on lindude avastatavuse mudeli (*detection model*) genereerimine lähtudes *distance sampling* meetodist (Buckland *et al.* 2001 järgi) (Joonis 2). Mudel arvestab iga vaatleja võimekust linde registreerida kolmel loendusribal eraldi, võttes ühtlasi arvesse vaatleja poolt registreeritud vaatlustingimuste muutused (mere seisund, päikese peegeldused jne.)



Joonis 2. Vaatlusobjektide (lindude) avastatavuse mudel, kusjuures x-teljel on objekti distant vaatlajast (m) ja y-teljel objekti avastatavuse tõenäosus (Groom *et al.* 2007 järgi).

Erinevalt tavapärasest meetodi kasutamisest, ei ole lennuloenduste käigus võimalik mõõta kaugust iga vaatlusobjektini. Selle asemel grupeeritakse kõik vaatlused loendusribades paiknemise alusel. Vaatlusühikuks võib olla üksikisend, samuti ka linnuparv. Kui linnuparv paikneb mitmes vaatlusribas, siis vaatluse salvestamisel läheb kirja lindude arv igas ribas eraldi.

Andmete esmasel töötlemisel koostatakse iga esineva linnuliigi kohta levikukaardid (Joonis 3). Veelindude kogumite tiheduskaartide genereerimisel kasutatakse GAM mudeleid (*generalized additive models*), mille puhul liikide levikupiltide modelleerimisel võetakse kasutusele veel täiendavaid parameetreid (mere sügavus, vaatluspunkti kaugus rannikust jm). Andmetöötluseks kasutatakse tarkvarapaketti ESRI ArcGIS.



Joonis 3. Linnuliigi levikukaart merel (kaurid 2011.a mai).

Vajalik varustus

Lennuk mida kasutatakse avamere transektloendustel peab vastama teatud tingimustele. Kõik lennukid mida kasutatakse lindude loendamisel peavad olema ülatiibadega. Alatiibadega lennukid selleks otstarbeks ei sobi, sest tiivad varjavad suure osa vaateväljast. Kuna avamerelennud toimuvad rannikust eemal, siis peab olema lennuk turvakaalutlustel kahe mootoriline (Fotod 1-2). Lennuki akendest peab olema vaatlejatel hea vaade, suureks plussiks on kui lennukil on kuppelaknad (*bubble window*), kust on hea väljavaade ka lennuki ette ja alla. Lennuki aknad peavad olema kriimudeta ja puhtad. Lennukis peab olema minimaalselt 4 vaatleja kohta, kusjuures kõik kohad peavad olema varustatud kõrvaklappidega, mis võimaldab vaatlejatel ning lenduril loenduse ajal ka omavahel suhelda.



Foto 1. Kahe mootoriline ja ülatiibadega lennuk *Vulcanair* on üks sobivamaid lennukeid lennuloenduste läbiviimiseks. (Autor L. Luigujõe).



Foto 2. Väga sobiv lennuk on ka Cessna 337. Pildil avamerelend Irbe väina kohal.

Lennukil peab olema kaasaegne navigatsioonisüsteem, mis võimaldab salvestada lennutrajektoori. Kõrged nõudmised peavad olema ka lenduri valikul, kes peab olema sõna otseses mõttes professionaal. Soovitav on lendurit mitte tihti vahetada.

Turvavarustus

Kuna transektloendus toimub tavaliselt rannikust kaugel ja väga madalal kõrgusel, siis peavad vaatlejad olema rietatud päästeülikonda ja varustatud isetaituva päästevestiga. Kui vee temperatuur on üle +10 C on lubatud kasutada ka ainult päästeveste ning loobuda vaatleja omal vastutusel päästeülikonnast (joonis 4). Vaatlejate päästevestid kuuluvad tavaliselt lennuki baasvarustusse (joonis 5). Reeglina kuulub sinna ka päästeparv.

Vaatleja varustus

Kõik vaatlejad peavad olema varustatud GPS seadmetega (joonis 6), mis peavad olema võimsa vastuvõtuantenniga ning võimaldama salvestada läbitud transekti võimalikult pika aja jooksul (vähemalt 5 tundi). Kellaeg vastuvõtja ekraanil peab olema selgesti loetav.

Et määrata ja kontrollida vaatlusribade piire, peab iga vaatleja omama klinomeetrit. Hetkel parim selleks otstarbeks kasutatav mudel on *Silva Clino Master* (joonis 7). Nurkadele vastavad kaugused on esitatud joonisel 1.

Vaatluste talletamiseks kasutatakse lennukis diktofone, kuna pabermärkmete tegemine on ajanappusel võimatu. Soovitavalt tuleb eelistada digitaalseid diktofone, sest see hõlbustab oluliselt andmete edaspidist kasutamist (joonis 8). Arvukate diktofoni mudelite hulgast tuleb välja valida eelkõige endale kõige käepärasem ning mugavam mudel. Tuleb vältida väga väikeseid diktofone, mille kiirel käsitlemisel lennukis võib tekkida probleeme. REC ja STOP nupud peaksid asuma üksteise lähedal ja olema hästi käe järgi. Diktofoniga opereerimise teeb lennukis mugavamaks nõõpkõrvaklappide kasutamine.

Igal loendaja peab olema binokkel, mida vajadusel kasutatakse vaatlusribast välja jäävate lindude määramisel. Binokkel ei tohi olla väga suure suuredusega, vältimaks selle värisemist.



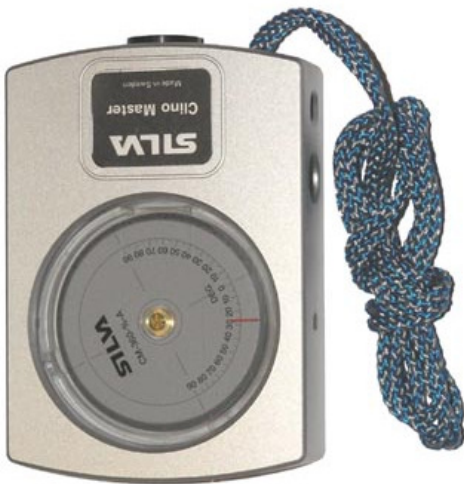
Joonis 4. Veekindel päästeülikond “AWS Active Watersport Suit”, mida kasutatakse Eestis avamere lennuloendustel.



Joonis 5. Isetäituv päästevest.



Joonis 6. Merelindude loendusel kasutusel olevad GPS seadmed “Garmin GPSmap 60CSx” ja “Garmin Oregon 300 NOH”.



Joonis 7. Klinomeeter “Silva Clino Master” võimaldab määrata vaatlusribade laiust.



Joonis 8. Eestis lennuloendustel kasutatavad diktofonid *Olympus VN-8600 PC* ja *Sony-ICD-PX820*.

LISA 2. Avamere laevaloendusmetoodika

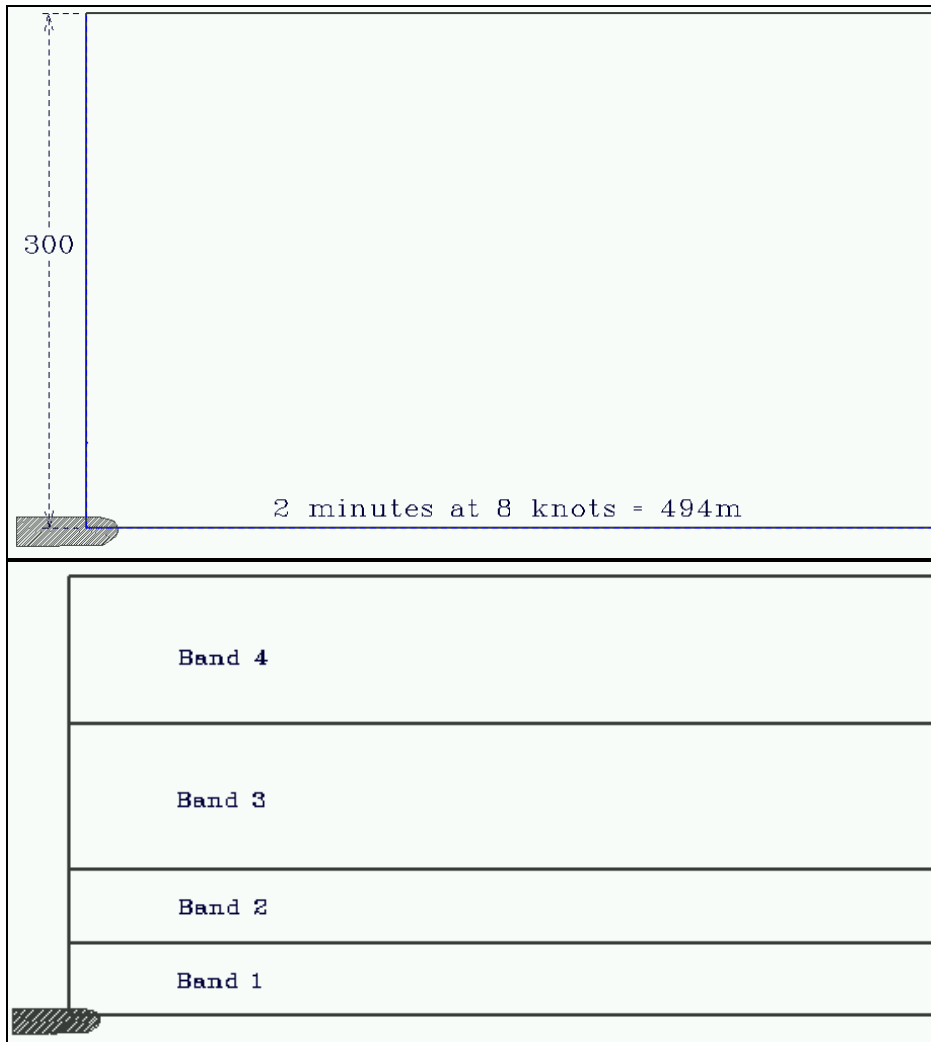
Eestis kasutatakse rahvusvaheliselt tunnustatud laevaloenduste metoodikat (Durinck 2005, Balti Keskkonnafoorum, 2009).

Loendusmarsruut tuleb orienteerida sügavusjoontega risti. Täpsemate uuringute korral on soovitatav paralleelsetest lõikudest koosnevat marsruuti. Marsruudi lõikude soovitatav vahemaa on 3 - 4 km. (Balti Keskkonnafoorum, 2009).

Lainetus loenduse ajal ei tohiks olla üle 4 balli Beauforti järgi (tuule kiirus üle 8 m/s) ja nähtavus alla 2 km.

Linde loendatakse marsruudi ühel või mõlemal küljel. Arvestades kasutada olevaid inimressursse on Eestis seni kasutatud loendamist marsruudi ühel küljel (vajalik kokku 3 - 4 inimese osalemine). Loendus marsruudi ühel küljel võimaldab ka vähendada loendust segavate tingimuste (päikese otsene vastuvalgus) mõju tulemustele.

Peatuvad veelinnud registreeritakse teatud ajavahemikule (kasutatud 2 minutit) vastavate marsruudi lõikude kaupa. Fikseeritakse linnuliik, arvukus, lindude käitumine (peatuv, lendav või laeva saatev) ja loendusriba (0-50, 50-100, 100-200, 200-300 m või väljaspool, joonis 9); muud andmed (vanus, lennusuund jms) lisatakse vajadusel märkustesse. Tulemuste märkimisel kasutatakse spetsiaalset loendusankeeti (joonis 10). Koordinaadid fikseeritakse GPS-seadme abil. Loenduse ajal kasutatakse binoklit lindude otsimiseks, tagamaks nende õigeaegset avastamist laeva ees enne lendutõusu või sukeldumist.



Joonis 9. Loendusriba lõigud (ülal; näide kiirudega 8 sõlme liikuvast laevast) ja osad (all; 1 = 0-50m; 2 = 50-100m; 3 = 100-200m; 4 = 200-300m) laevaloendustel (Durinck, 2005)

Lendavate lindude loendamisel kasutatakse nn „hetkvõtte” (snapshot) meetodit. Kõik 300 m lauses loendusribas lendavad linnud loendatakse korraga ajavahemike järel, mis vastavad laeva poolt ligikaudse loendamiskauguse (1000 m) läbimiseks kuluvale ajale. Vahepeal vaadeldud lendavad linnud loetakse alati väljaspool loendusriba olevateks.

Status: 1 = start, 2 = stop	Fill top section from start and by changes											
	Page of pages				Visibility (1-4): Waves (0-7): Swell (0-3): Wind speed (0-7B): Wind direction (1-360):					Band of Transect 1: 0-50m 2: 50-100m 3: 100-200m 4: 200-300m 5: unknown band 0: outside transect		
	Ship name											
	Observers											
	Year Month Day											
	55.7812	23.9987			UTC							Behaviour 1: flying 2: on water 3: following ship
	Latitude	Longitude	Speed: knots	Course: 1-360°	Time	Species	Numbers	Band	Behaviour	Ice cover	Remarks	

Joonis 10. Laevaloenduste ankeet.

Andmetöötlus

Laevaloenduste tulemused kantakse Eesti Ornitoloogiaühingus loodud laevaloenduste andmebaasi (Microsoft Office Access). Andmebaas sisaldab kaks põhitabelit. Ühes tabelis sisalduvad andmed marsruutide kohta (aeg, koordinaadid, laeva kiirus, vaatlustingimused, laeva ja vaatlajate nimed), teises loendatud lindude kohta (aeg, liik, arvukus, loendusriba, käitumine) (joonis 11-12). Tabelid on omavahel seotud vaatlusaja kaudu. Lisaks sisaldab andmebaas abistavaid tabeleid ja päringuid, mis hõlbustavad marsruudi kohta käivate andmete sisestamist ning võimaldavad teostada esmast andmetöötlust ja valmistada andmeid ette muudes programmides kasutamiseks.

marsruutAB : Table												
Date	TIME1	Lat	Lon	STATUS	SPEED	ICECOVER	REMARKS	SHIP	OBSERVER		VISIBILITY	WAVES
290409	904290412	59.54353	26.53977	1	10			Kunda	M.Martinson, V.Volke, A.Kalamees, A.Kuus		2	1
290409	904290413	59.54685	26.53845	0	10			Kunda	M.Martinson, V.Volke, A.Kalamees, A.Kuus		2	1
290409	904290414	59.55011	26.5368	0	10			Kunda	M.Martinson, V.Volke, A.Kalamees, A.Kuus		2	1
290409	904290415	59.55178	26.5364	0	10			Kunda	M.Martinson, V.Volke, A.Kalamees, A.Kuus		2	1

Joonis 11. Marsruudi tabel.

VaatlusedAB : Table								
	TIME1	TIME1+1	SPECIES	NUMBER	TRANSBAND	BEHAVIOUR	AGE	REMARKS
	904290414	904290415	clahye	50	1	2		
	904290414	904290415	clahye	50	2	2		
	904290414	904290415	clahye	50	3	2		
	904290414	904290415	clahye	50	4	2		

Joonis 12. Vaatluste tabel.

Transektoendustel uuritakse ala kogupindalast läbi teatud osa, mille pindala võrdub marsruudi pikkuse ja loendusriba laiuse korrutisega. Andmetöötluse põhiülesandeks on leida lindude koguarv uuritaval alal ning tuletada liikide ruumiline paiknemine transektidevahelisel alal.

Eelistatud meetodiks lindude koguarvu leidmiseks on „distance sampling” (McSorley *et al.*, 2005; Camphuysen *et al.*, 2004; Balti Keskkonnafoorum, 2009). Nimetatud meetodi puhul püütakse leida funktsioon, mis kirjeldab avastatavuse vähenemist kauguse suurenemisel marsruudi joonest. Saadud funktsiooni kaudu leitakse suurused, mida kasutatakse avastatavuse arvestamiseks asustustiheduste ja arvukuste leidmisel (Buckland *et al.*, 1993; Thomas *et al.*, 2002). Meetod võimaldab leida ka arvukuse vahemikhinnangud, kuid saadud vahemikud on enamasti väga suured. Meetodi rakendamiseks saab kasutada vabavaralist programmi Distance 5.0 (Thomas *et al.*, 2006). Meetod nõuab teatud hulga algandmete olemasolu (soovitavalt vähemalt 50 loendusriba lõigu kohta, kus konkreetne liik esines) ja on kasutatav ainult suurte alade ning kõige arvukamate liikide puhul.

Juhul kui „distance sampling” pole rakendatav, saab lindude koguarvu leida ekstrapoleerimise teel. Võimalik on ekstrapoleerida üldist asustustihedust või loendusriba lõikude keskmist asustustihedust. Loendustulemustena saadud andmed ei ole normaaljaotusega, seetõttu soovitatakse kasutada esimest meetodit (McSorley *et al.*, 2005). Lindude koguarv alal võrdub ekstrapoleerimisel üldise asustustiheduse järgi ala kogupindala korda loendusribas loendatud lindude arv jagatud loendusriba pindalaga.

Teiseks andmetöötluse ülesandeks on lindude ruumilise leviku kirjeldamine. Vaatlustulemuste kirjeldamiseks koostatakse levikukaardid, millel tähistab punkti suurus isendite arvu vahemikke (n. 1-10, 11-50, 51-100 isendit jne) loendusriba lõikudes.

Leviku üldistamine loendusribade vahelisele alale on üks sagedasem ruumiandmete ülesanne: kuidas leida, kasutades piiratud hulgas vaatluspunktides saadud väärtusi (käesoleval juhul lindude asustustihedusi loendusriba lõikudes), uuritava nähtuse väärtusi teistes, tulempunktides, kus vaatlusi pole tehtud (asustustihedusi loendusribade vahelisel alal). Selleks on kaks võimalikku meetodit: ruumiline interpoleerimine ja modelleerimine.

Üheks levinuimaks interpolatsioonimeetodiks on nn. tavakriging – otsitava väärtuse hinnang tulempunktides leitakse lähikonna punktide kaalutud keskmisena, lähtudes vajalike parameetrite (kaalude jaotus, interpoleerimisakna suurus) määramisel variogrammist (funktsiooni graafik, mis iseloomustab väärtuse muutumist sõltuvalt punktidevahelisest kaugusest). Peamiseks probleemiks on see, et tavakriging eeldab väärtuste normaaljaotust. Merelinnuloenduste tulemustes esinevad aga vähesed kõrged asustustiheduse väärtused ning suur hulk 0-väärtusi (loendusriba lõikudes, kus liik puudus). Tulemuseks on asustustiheduse ülehindamine aladel, kus liik puudub, ning alahindamine kõrge asustustihedusega aladel. Lahendusena on välja pakutud algandmete logaritmimeetodit ning tavakrigingu kombineerimist nn. indikaatorkriginguga (McSorley *et al.*, 2005).

Interpolatsioonimeetodite rakendamiseks on kasutada programm Surfer 8 (Golden Software, 2002). Interpoleerimisel saadavate tulemuste edasiseks töötlemiseks on vajalik ESRI ArcGIS kasutuselevõtmine.

Ruumiline modelleerimine merelindude andmetöötluses on suhteliselt uus meetod. Välja on töötatud meetod üldistatud additiivsete mudelite (GAM, *generalized additive models*) kasutamiseks liikide leviku tiheduskaartide loomiseks (Skov *et al.*, 2011). Vastava meetodi juurutamine ja täpsustamine Eesti oludes peaks olema üks olulisi ülesandeid avamerelinnustiku seire raames.

Varustus

Laev

Loendusteks sobiva laeva (Foto 3) valikul on üheks olulisemaks teguriks loenduste läbiviimiseks sobiva koha leidmise võimalus laeval. Loenduskoht peaks asuma nii kõrgel, et vaateleja silm asuks vähemalt 5 m kõrgusel veepinnast. Samuti peaks loenduskoht pakkuma varju tuule eest. Olenevalt laeva konstruktsioonist tulevad loenduskohana arvesse näiteks kaptenisilla avatud küljed. Pikemate loenduste korral on võimalik spetsiaalse vaatluskoha rajamine laevale.

Olenevalt laeva konstruktsioonist ja meeskonnast on tavaliselt võimalik loenduse läbiviimine kas 5 või 10 meetri sügavusjooneni. Eesti oludes oleks äärmiselt soovitatav esimene variant.

Soovitatav laeva kiirus varieerub teatud määral erinevates juhendites, kuid sisaldab enamasti vahemikku 7 – 15 sõlme. Sobiva suurusjärguga laevade kiirus jääb tavaliselt sellesse vahemikku ning täiendavaid piiranguid ei sea. Reeglina ei ole tänapäeval piiravaks ka etteantud marsruudi järgimiseks vajalike navigatsioonivahendite olemasolu laeval.



Foto 3. Näide laevaloendusteks sobivast laevast.

Laevade väikest kiirust arvestades on lühemate loenduste korral sageli määravaks laeva kodusadama kaugus loendusala.

Muu varustus (Durinck, 2005):

- (Box or boxes (see description below), saw and wedges.)
- Plastic chairs, 2 - 6 for one or two boxes
- Water resistant padding for chairs or just some soft foam material to put inside a plastic sack
- A roll of big plastic sacks, standard size for garbage say 100 litres
- Rope made of nylon or the like 10mm, 50m of that
- A roll of thin string
- A roll of adhesive tape
- A measuring tape, 2 m
- Binoculars with something correct to keep them clean. Preferably 10x50 or 8x40 fully water resistant
- Callipers, one for each observer
- Clock or other device that can be set to sound an alarm at any given interval for snapshots
- 2 GPS with cable and software to communicate with PC. Bring 2 GPS as the survey may be lost if your only GPS malfunctions
- Portable PC with COM-port to communicate with GPS, remember some way to back up your data – a real paranoid never trusts a hard disk
- Set of rechargeable batteries (does the boat provide 220/230 volt standard current and do you need something special to connect to power outlets?). The GPS will always be on so you need several sets
- Battery charger – you will never run out of batteries
- Standard extension cables with several plugs for power to connect several electrical items to one power outlet
- Clipboards for observation recording forms
- Observation recording forms 50 copies at least
- Relevant annexes from below to bring on the ship laminated in plastic
- Dictaphone or other voice recording device; you will encounter bird concentrations keeping you too busy to write down immediately – especially so if you the lone observer
- Plastic envelopes to keep papers dry
- Ball pens with standard ink, don't bring anything water may dissolve
- Alarm clock or perhaps your mobile phone will do
- Warm clothes; wind and water resistant
- Hand warmer or some other device to keep you warm
- Pills for sea sickness; a popular brand on ships is 'Marzine'
- Earplugs or something else to reduce noise on noisy ships – especially at night
- In summer; sunglasses, sun lotion, a cap with a broad shadow
- Photo camera in case you want to document something
- Lotion for dry skin in winter
- Personal stuff: a deck of cards, a thick book for days with foul weather, sweets, music and the like to keep your spirits high

LISA 3. Eesti vastutusliigid (meri).

LIIK	Linnudirektiivi I Lisa	Talvitavaid isendeid	Läbirändel peatuvaid isendeid	Osakaal rändetee asurkonnast %	Eesti vastutusliik (avameri)	Eesti vastutusliik (rannikumeri)
Järvekaur, <i>Gavia arctica</i>	*	1000	5000	4,2	*	
Punakurk-kaur, <i>Gavia stellata</i>	*	20 000	20 000	26,7	*	
Kormoran, <i>Phalacrocorax carbo</i>		300	30 000	7,7	*	*
Kühmnokk-luik, <i>Cygnus olor</i>		15000	25 000	10,0	*	*
Väikeluik, <i>Cygnus columbianus</i>	*	30	10 000	50,0		*
Laululuik, <i>Cygnus cygnus</i>		2000	20 000	33,9		*
Hallhani, <i>Anser anser</i>		5	10 000	40,0		*
Valgepõsk-lagle, <i>Branta leucopsis</i>	*	-	150 000	35,7		*
Viupart, <i>Anas penelope</i>		20	300 000	20,0		*
Rääkspart, <i>Anas strepera</i>		10	20 000	33,3		*
Piilpart, <i>Anas crecca</i>		100	100 000	20,0		*
Sinikael-part, <i>Anas platyrhynchos</i>		20 000	200 000	10,0		*
Soopart, <i>Anas acuta</i>		-	50 000	83,3		*
Rägapart, <i>Anas querquedula</i>		-	10 000	0,5		
Luitsnokk-part, <i>Anas clypeata</i>		-	15 000	37,5		*
Punapea-vart, <i>Aythya ferina</i>		30	50 000	14,3		*
Tuttvart, <i>Aythya fuligula</i>		2000	200 000	16,7		*
Merivart, <i>Aythya marila</i>		2000	150 000	48,4	(*)	*
Hahk, <i>Somateria mollissima</i>		100	40 000	5,3	*	
Kirjuhahk, <i>Polysticta stelleri</i>	*	2000		20,0	(*)	*
Aul, <i>Clangula hyemalis</i>		200 000	500 000	25,0	*	
Mustvaeras, <i>Melanitta nigra</i>		1000	350 000	21,6	*	
Tõmmuvaeras, <i>Melanitta fusca</i>		100 000	200 000	20,0	*	
Sõtkas, <i>Bucephala clangula</i>		30 000	200 000	17,4	*	*
Väikekoskel, <i>Mergus albellus</i>	*	2000	3000	7,5		*
Rohukoskel, <i>Mergus serrator</i>		1000	5000	2,9		
Jääkoskel, <i>Mergus merganser</i>		8000	10 000	3,7		
Lauk, <i>Fulica atra</i>		1500	150 000	8,6		*
Väikekajakas, <i>Larus minutus</i>	*	500	5000	4,1	*	
Naerukajakas, <i>L. ridibundus</i>		2000	100 000	5,0		
Kalakajakas, <i>L. canus</i>		10 000	200 000	10,0	*	*
Hõbekajakas, <i>L. argentatus</i>		40 000	?			
Merikajakas, <i>L. marinus</i>		2000	?			
Alk, <i>Alca torda</i>		1000	1000	0,1		
Krüüsel, <i>Cephus grylle</i>		3000	3000	6,0	*	