

Talvituvate lindude rahvusvaheline lennuloendus

Leho Luigujõe & Ainārs Auniņš

Töö rahastamine toimub perioodi 2014–2020 struktuuritoetuse prioriteetse suuna nr 8 „Roheline infrastruktuur ja hädaolukordadeks valmisoleku suurendamine“ meetme tegevuse 8.1.6 “Kaitstavate liikide ja elupaikade inventuurid ja andmehõive” eelarvest



Tartu - Riga
2016



KESKKONNAAMET



Sisukord

Sissejuhatus	5
1. Avamerel koonduvate veelindude levik ja seisund Eesti territoriaalmeres	6
2. Uuringu vajadus ning lähteülesanne	10
3. Uuringute planeerimine ja läbiviimine.....	10
4. Loendusmetoodika.....	15
4.1. Distsantsloendus (distance sampling)	20
4.2. Tiheduspindade modelleerimine (density surface modeling)	22
5. Tulemused.	23
5.1. Luiged.....	25
5.2. Kirjuhahk.....	25
5.3. Vaerad	26
5.3.1. Mustvaeras.....	27
5.3.2. Tõmmuvaeras.....	27
5.4. Aul	30
5.5. Sõtkas.....	31
5.6. Kosklad	32
5.7. Kaurid	33
5.8. Kajakad.....	35
5.8.1. Hõbekajakas.....	35
5.8.2. Kalakajakas	35
5.8.3. Väikekajakas	35
5.9. Bentose toidulised merelinnud.....	38
6.0. Kalatoidulised merelinnud	38
5. Merelindude arvukus kaitstavatel aladel.....	39
6. Kirjandus	46
LISA 1.....	47
Modelling outputs.....	47
Long tailed Duck <i>Clangula hyemalis</i>	47
<i>Detection model</i>	47
<i>Density surface model</i>.....	48
Velvet Scoter <i>Melanitta fusca</i>	50
<i>Detection model</i>	50
<i>Density surface model</i>.....	50
Black Scoter <i>Melanitta nigra</i>	52

<i>Detection model</i>	52
<i>Density surface model</i>	53
Scoters <i>Melanitta sp.</i>	55
<i>Detection model</i>	55
<i>Density surface model</i>	55
Goldeneye <i>Bucephala clangula</i>	56
<i>Detection model</i>	56
<i>Density surface model</i>	57
All benthos feeding species (diving ducks).....	58
<i>Detection model</i>	58
<i>Density surface model</i>	59
Divers <i>Gavia sp.</i>	62
<i>Detection model</i>	62
<i>Density surface model</i>	62
Mergansers <i>Mergus sp.</i> (lielās gauras un garknābja gauras kopā)	63
<i>Detection model</i>	63
<i>Density surface model</i>	64
All species feeding with fish (divers, grebes, cormorants, mergansers, auks)	66
<i>Detection model</i>	66
<i>Density surface model</i>	66
Swans <i>Cygnus sp.</i>	67
<i>Detection model</i>	67
<i>Density surface model</i>	68
Little Gull <i>Larus minutus</i>	69
<i>Detection model</i>	69
<i>Density surface model</i>	70
Common Gull <i>Larus canus</i>	72
<i>Detection model</i>	72
<i>Density surface model</i>	72
Herring Gull <i>Larus argentatus</i>	75
<i>Detection model</i>	75
<i>Density surface model</i>	75
Common Gull <i>Larus canus</i> un Herrong Gull <i>Larus argentatus</i> pooled	78
<i>Detection model</i>	78
<i>Density surface model</i>	78

All gulls (<i>Larus sp.</i>)	81
<i>Detection model</i>	81
<i>Density surface model</i>	82

Sissejuhatus

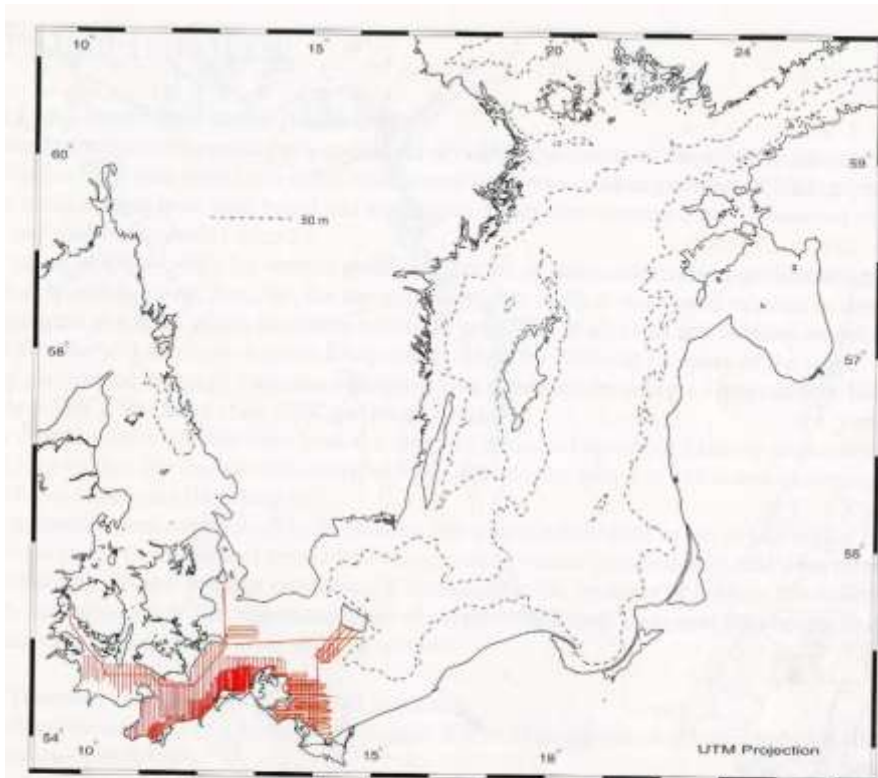
Enamus Kirde-Euroopas sh Eesti merealal esinevatest linnuliikidest on rändelised, seetõttu mõjutavad liikide levikut ja arvukust oluliselt tingimused väljaspool Eestit. Arvukuse muutuste põhjuseks võivad olla liikide pesitsemistingimused Siberi tundraaladel, mõjud rändepeatuspaikades või talvitusaladel Lääne- Euroopas või Aafrikas. Eestis talvel koonduvate liikide arvukust mõjutab talvine kliima – alates 1990.a. on sagenenud nn pehmed talved, mistõttu üha enam linde jääb Eesti vetesse talvituma, selle asemel, et rännata Läänemere lõunaossa või Põhjamerre. Samuti kahandavad lindude talvist arvukust massiline suremus pakase või haiguste tõttu. Looduslikuks „müraks“ on ka merelindudel esinev nii mereliste kui ka maismaa elupaikade rööbiti kasutamine aastatsükli või pesitsusperioodi vältel (Eestis pesitsevatest liikidest n. merikotkas, hallhani, laululuik), mistõttu survetegurite allikat asurkonnale pole alati võimalik tuvastada. Seega on linnuasurkondade puhul tulemuslikum regionaalsete ja globaalsete seisundi ja staatuse hinnangute perioodiline korraldamine. Läänemere piirkonnas on talvituvate merelindude asurkondade seisundi hindamist läbi viidud kolmel korral. Esimesel korral, 1992-1993 viidi läbi Läänemereülesed laeva- ning lennuloendused, mis andsid esmakordselt tervikpildi talvel toimuvast (Durinck *et al.*, 1994). Miinuseks oli see et välitööd kestsid kaks talve (joonis 1). Aastal 2011 ilmus teine Läänemere kokkuvõtte, kus kasutati suures osas kesktalvise veelinnuloenduse materjale (Skov *et al.*, 2011) (joonis 1,2.). Koordineerituim loendus Läänemerele viidi läbi 2016.a. Projektist võtsid osa kõik Läänemereäärsed maad, va. Venemaa. Valdavalt kasutati loenduseks lennukeid, laevaloendused toimusid vaid osaliselt Saksamaal ning täies mahus Poolas ja Leedus (joonis 3).

1. Avamerel koonduvate veelindude levik ja seisund Eesti territoriaalmeres

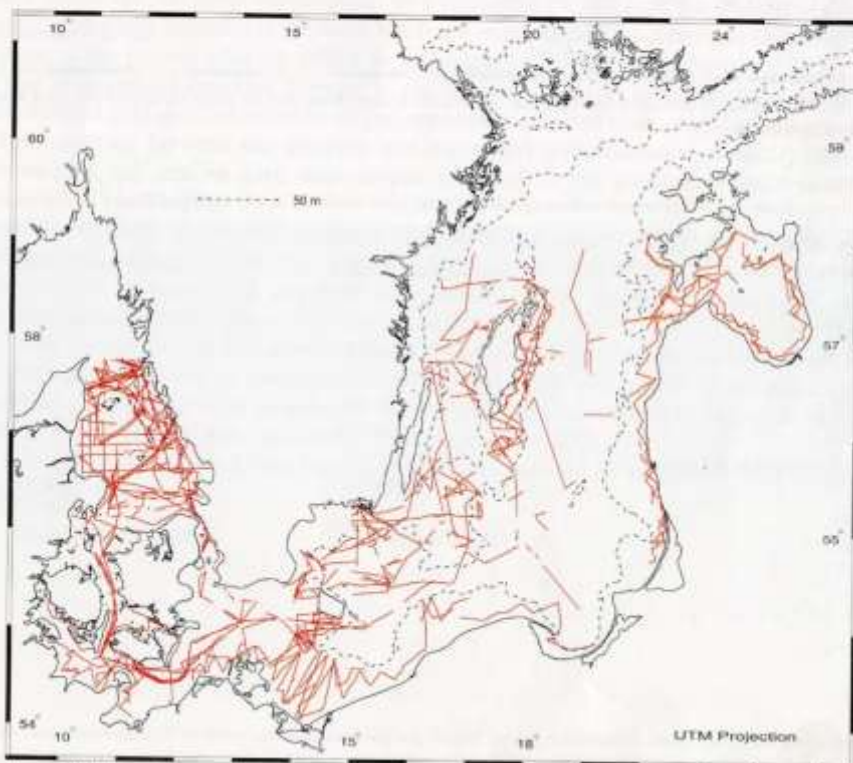
Avamere veelindude vastu on Eestis suuremat tähelepanu hakatud pöörama alles viimasel paaril kümnendil ning seda eriti seoses Eesti Vabariigi Euroopa Liiduga liitumisega ja sellest tulenevalt uute kohustuste tekkimisega avamere alade elustiku kaitsel. Täiendava tõuke merealade elustiku uurimiseks on andnud hoogne tuuleenergeetika ja eriti avamere tuuleparkide kavandamine, reostuskoormuse suurenemine, sadamate planeerimine ja ehitamine jne. Eesti rannikumere tähtsus veelindudele tuleneb eelkõige tema geograafilisest paiknemisest, kuna see jääb vahetult Ida-Atlandi rändeteele, mida kasutavad enamuse arktilisi veelinnuliike teel pesitsusaladelt talvitusaaladele. Eesti rannikumerre jäävad meremadalikud on neile sobivateks rändepeatuskohtadeks, kus täiendatakse rasvavarusi edasiseks rändeks. Samad madalikud on ka tihtipeale tähtsad sulgimis- ja talvitusaalad. Kuna veelindude sukeldumissügavus on piiratud, siis asustavad nad põhiliselt madalaid merealaid ning madalikke, mille sügavus jääb alla 30m. Kalatoidulistel veelindudel pole sügavus niivõrd limiteerivaks faktoriks kui põhjast toitujatel, kuid ka nemad ei levi merealadele, mis on sügavamad kui 50 m.

Eestis on alates 1985.a. läbi viidud mitmeid avamere linnustikuga seotud loendusi, nii lennukitelt kui laevadel. Lennuloendustega seoses võib suurematest projektidest siinkohal ära märkida, projekti „*Wings Over Wetlands*“ (2007-2008), mille käigus kaeti osaliselt Loode-Eesti rannikumeri, „GORWIND“ (2010-2013) kus loendati ja modelleeriti lindude levik ning arvukus Liivi lahes, „MARMONI“ (2010-2015), mille käigus käisid tööd mitmel pool Liivi lahel. Olulist teavet on kogutud ka rakenduslikku laadi projektidega, nagu Väinamere laevateede süvendamisega seotud lennuloendused ning tööd Põhja-Hiiumaa merealal, seoses sinna planeeritava avavamere tuulepargiga. Nende tööde käigus on kogutud väga väärtuslikku materjali, mis on suureks abiks avamerega seotud kaitsealade planeerimiseks. Kahjuks pole need andmed siiski kogutud ühtset metoodikat kasutades ning seetõttu pole need tihtipeale võrreldavad. Kui kümme aastat tagasi kasutati lennuloendusmetoodikana joonloendust, siis viimastel aastatel kasutatakse transektloendusi, mis võimaldab ka modelleerida peatuvate veelindude levikut ning arvukust. Rannikuga seotud liikide puhul, nagu lagled, luiged, ujupardid, on läbi viidud mitmeid üldloendusi lennukilt ning andmed on levikukaarditel esitatud punktandmetena.

Käesoleva sajandi alguseks kogunenud andmed võeti kokku Euroopa Liidu tähtsusega linnualade (Kuus & Kalamees, 2003) ja Natura 2000 võrgustiku linnualade loomise käigus. Selle põhjal on moodustatud Natura võrgustiku linnualad (s.h. neis sisalduv mereosa). Kahjuks olid selleaegsed teadmised avamerelinnustikust üsna napid. Edaspidi on teadmised märkimisväärselt paranenud, kuid uuringuid avamerel peatuvate lindude kohta on tehtud ala- ja projekti põhiselt. Esimene kogu Eesti rannikumerd hõlmav loendus tehti 2016.a. jaanuaris, mis oli osa Läänemereülesest loendusest. Tulemusi kokkuvõttev ja üldine analüüs kogu Eesti merealal tehtud loendustest puudub. Kokkuvõtted on esitatud erinevates projekti aruannetes. Ilmunud on ka kaks väljaannet Läänemere mereliste alade inventuuride kohta . Märkimist väärivad taani ornitoloogide poolt aastatel 1992-1993 läbi viidud laevaloendused, mille tulemused on avaldatud Läänemere tähtsaid talvitumisalasid käsitlevas kokkuvõttes (Durinck et al., 1994). 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 ning suur reostuskoornus talvitusaaladel ja rändepeatuspaiakades.

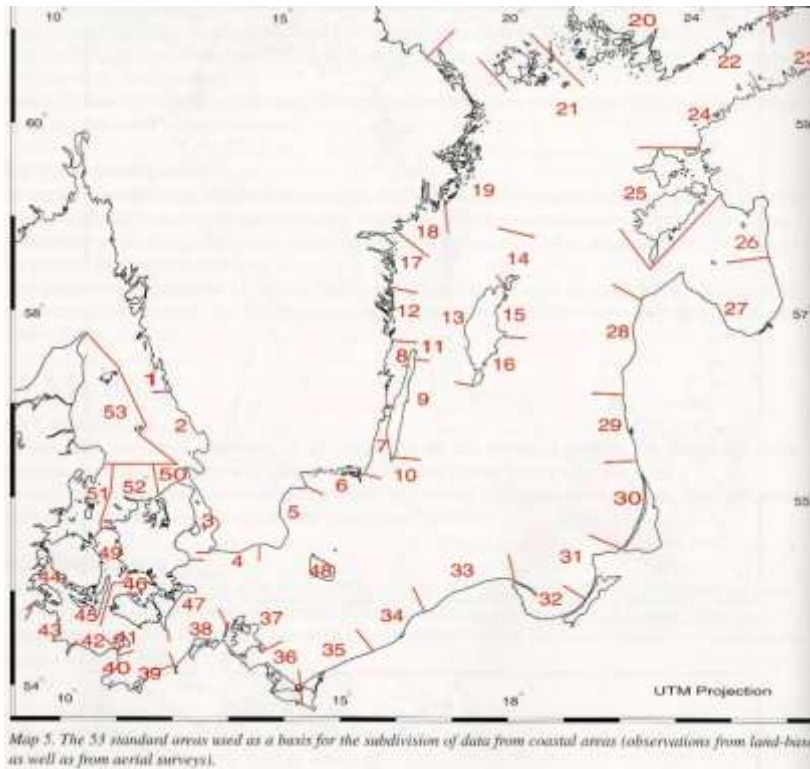


Map 3. Aerial transects included in the atlas.

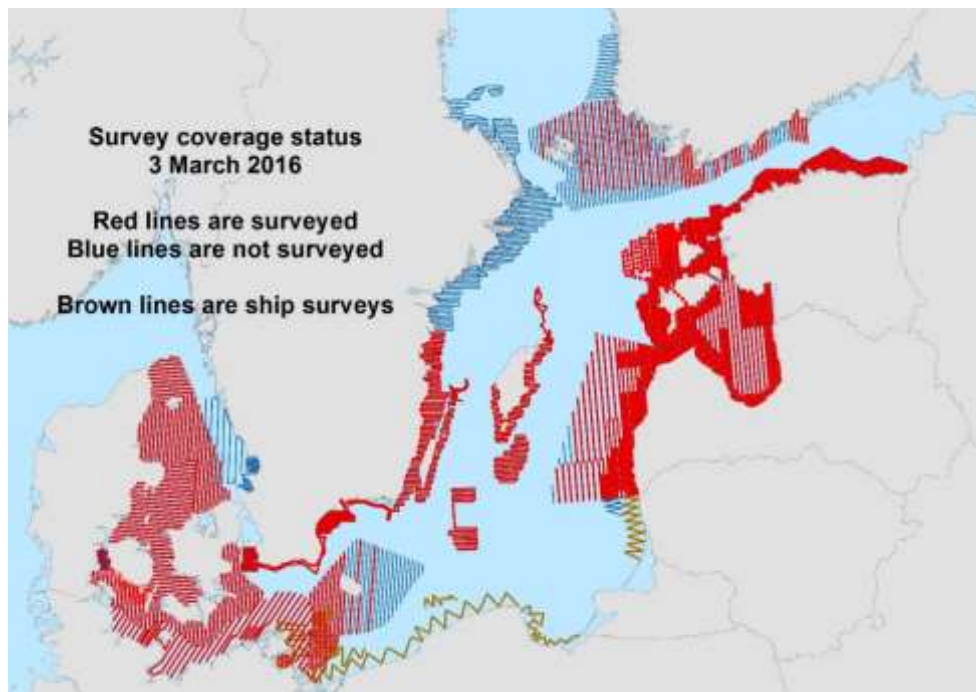


Map 4. Ship-based transects included in the atlas.

Joonis 1. Lennu- ja laevaloendused Läänemeresel 1992-1993.a (*Durinck et al., 1994 järgi*).



Joonis 2. Rannikuloendused Läänemerele 1992-1993.a (Durinck et al., 1994 järgi).



Joonis 3. Läänemere loendus- talv 2016. Punased ja sinised transektid loendati lennukilt, pruunid laevalt. Kuna kaart on uuendamata, siis Rootsi osas peaks kõik jooned olema punased.

2. Uuringu vajadus ning lähteülesanne

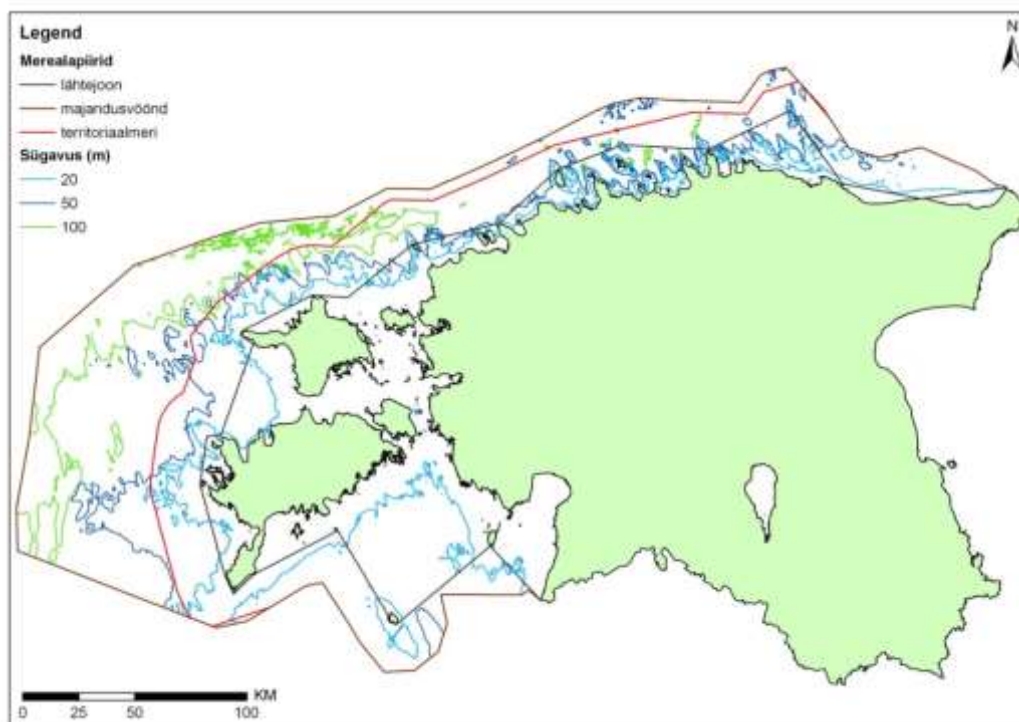
Linde peetakse väga headeks keskkonnaseisundi indikaatoriteks, keda kasutatakse ka merekeskkonna seisundi hindamiseks. Läänemeri on põhiliseks talvitusalaiks paljudele arktilistele veelinnuliikidele, kelle arvukust mõjutavad tugevalt nii kliimamuutused kui ka merekeskkonnale mõjuvad survetegurid. Eesti merealal talvituvate veelindude arvukust, paiknemist ning muutusi nende levikus on vaja meil teada nii Euroopa Liidu linnudirektiivi ja merestrateegia raamdirektiivi täitmiseks kui ka HELCOMi, Bonni ning Ramsari konventsioonide aruandluseks.

Käesolev aruanne on koostatud vastavalt Keskkonnaameti (tellija) ja Eesti Maaülikooli (töövõtja) vahelisele lepingule, mis tulenes riigihankest nr. 168612 „Talvituvate veelindude rahvusvaheline lennuloendus“. Uuringu lähteülesandeks oli läbi viia täielik talvituvate veelindude loendus lennukilt Eesti rannikumerel mis oli osa Läänemereülesest loendusest. Projekti kestvus oli detsember 2015 – oktoober 2016.

Rahvusvahelist linnuloendust koordineeris HELCOM ehk Läänemere merekeskkonna kaitse komisjon, mis korraldab rahvusvahelist koostööd Läänemere merekeskkonna kaitseks. Eestis rahastati linnuloendust SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse keskkonnaprogrammist ja Euroopa Ühtekuuluvusfondist.

3. Uuringute planeerimine ja läbiviimine

Eesti mereosa pindala on 36 261 km², sellest territoriaalmere pindala 24 951 km² ja majandusvööndi pindala 11 310 km² (Joonis 4). Vähemalt 2 km kaugusele rannikust jääva mereala pindala on umbes 33 330 km² (Tabel 1). Sellest veerandi (7 610 km²) moodustavad seniste kogemuste põhjal veelindude peatumiseks kõige sobivamad kuni 20 m sügavused alad. Täielikult nimetatud sügavusvahemikku jääb Väinameri, kõige väiksem on sellise sügavusega alade pindala Soome lahes.



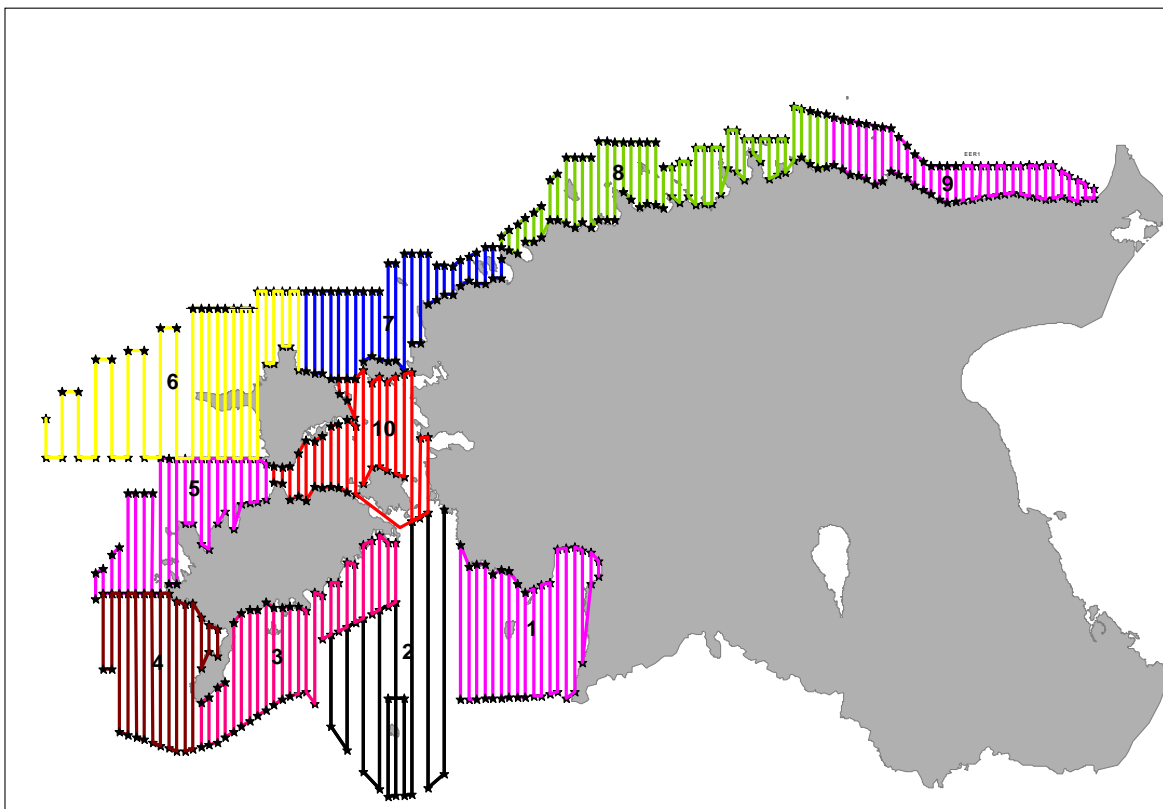
Joonis 4. Eesti merealad.

Tabel 1. Rannikust vähemalt 2 km kaugusele jääva mereala pindala, km²

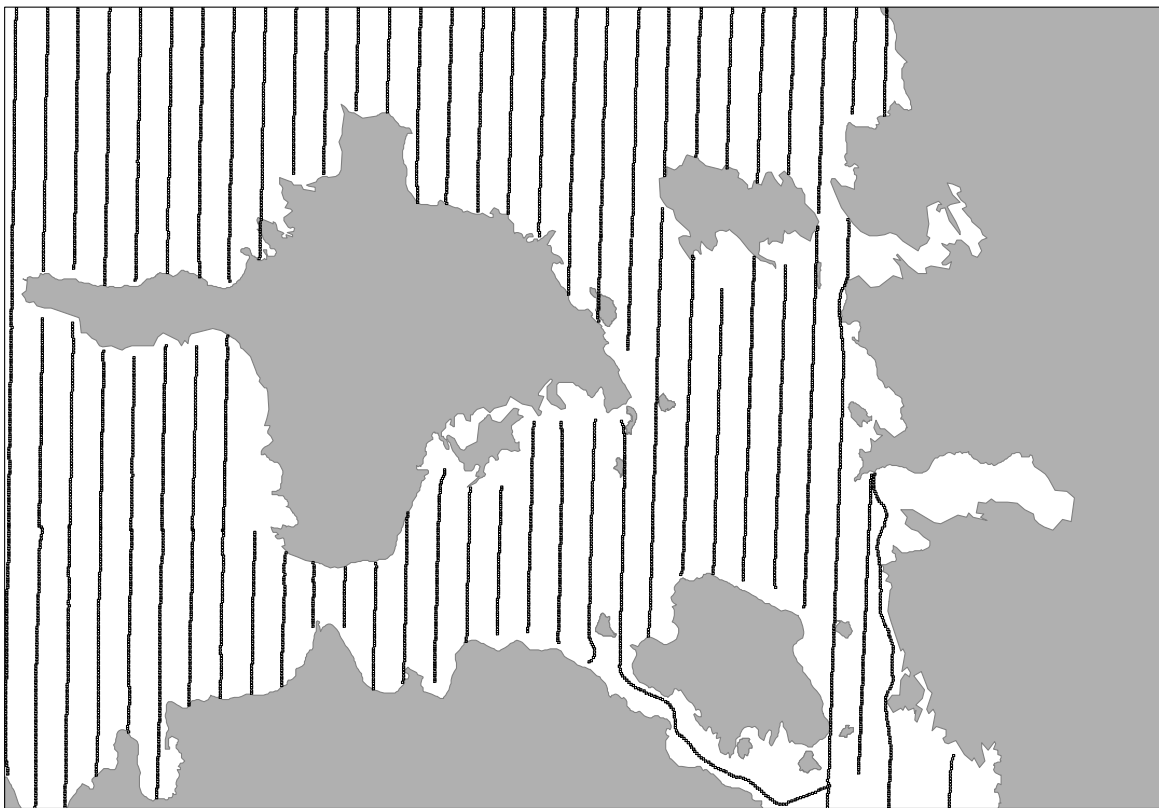
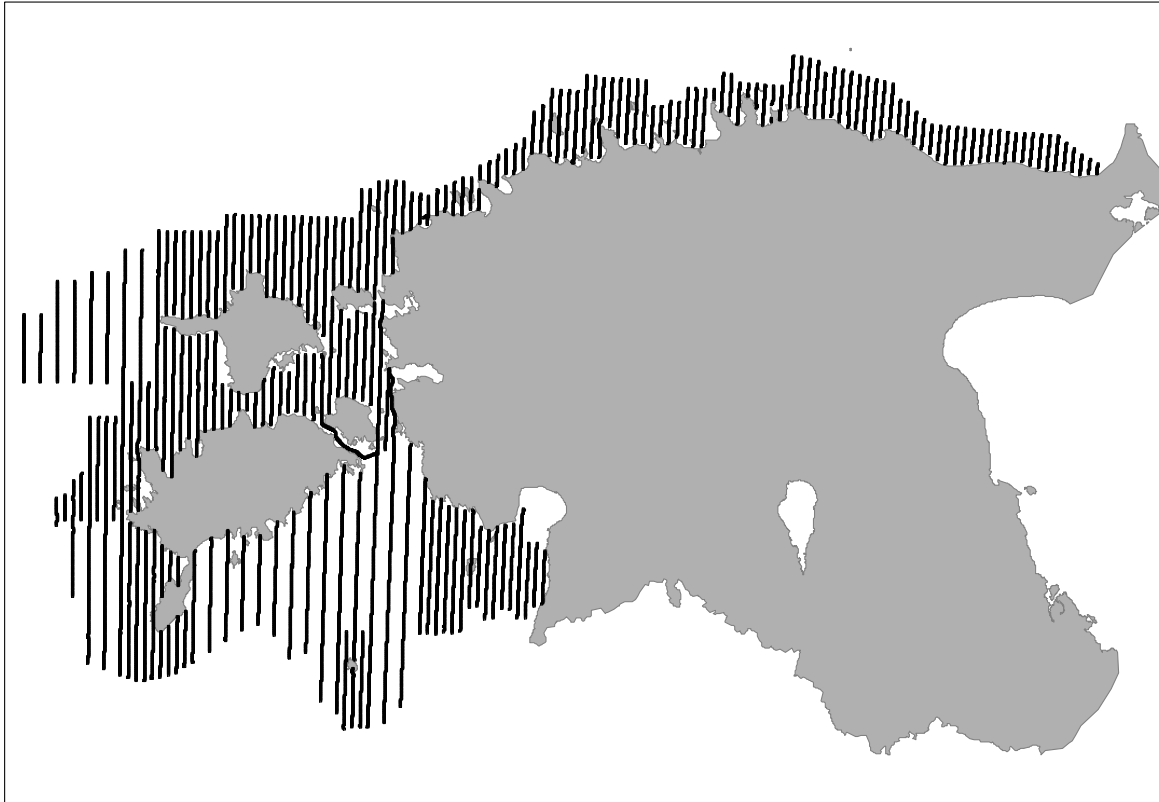
Sügavus, m	0 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 50	> 50	Kokku
Läänemere avaosa	188	656	1 678	4 072	10 631	17 225
Liivi laht	352	922	1 856	4 149	131	7 410
Soome laht	76	117	558	1 979	4 758	7 487
Väinameri	492	678	39	1		1 210
Kokku	1 108	2 372	4 131	10 202	15 520	33 333

Lennuloenduste planeerimisel arvestati, et uuringuala kataks kõiki olulisi Eesti rannikumerel asuvaid veelindude talvitusalasid. Selleks planeeriti loendused kuni 50m

sügavusjooneni, sest bentosetoiduliste lindudele pole taolised sügavused enam toitumiseks sobilikud. Loendusala suuruseks kujunes 22000 km², mis moodustas ca 60% Eesti merepindalast. Nii suure pindala loendamine Eestis sai teoks esmakordselt. Kuna meetodikana kasutati avamere transektloendust (*distance sampling*), siis disainiti eelnevalt kogu uurimisala ulatuses transektid. Et vältida võimalikku päikesepeegelduse mõju, olid transektid orienteeritud põhja-lõuna suunas. Võimaldamaks mudeli suuremat täpsust võeti transektide vahekauguseks 3 km, mis on minimaalne vahekaugus käesoleva meetodika puhul (Petersen & Fox, 2005). Sügavamatel mereosadel kasutati ka 6 km sammu. Kogu loendusala jaotati 10 alaks (joonis 5). Taolise alajaotuse tingis võimalik maksimaalne päevane lennuloenduse pikkus, mis on soovitatavalt mitte rohkem kui 5 tundi. Lennutransekti kogupikkuseks planeeriti 7477 km, mille läbimiseks kulub ca 51 tundi (tabel 2). Kõik planeeritud lennud said teostatud (joonis 6).



Joonis 5. Planeeritud lennuloendustansektid 2016.a. talviseks veelinnuloenduseks.



Joonis 6. Reaalsed lennuloendus transektid 2016.a. talvel

Tabel 2. Planeeritud transekti pikkused ja aeg nende läbimiseks

ala nr.	ala nimi	Planeeritud km	Planeeritud lennuaeg
1	Pärnu	774	5,4
2	Ruhnu	773	5,4
3	Kuressaare	779	5,4
4	Sõrve	644	4,5
5	Harilaid	668	4,7
6	Hiumaa	744	5,2
7	Paldiski	654	4,6
8	Tallinn	829	5,8
9	Viru	660	4,6
10	Väinameri	731	5,1
	KOKKU	7477	50,7

Loenduseks kasutati taolisteks loendusteks sobivamaid väikelennukeid Partenavia Vulcanair P68C ja Partenavia P68TC, mis kuulusid Taani firmale – Bioflight A/S, kes on Läänemere regioonis üks juhtivamaid ettevõtteid lennuloenduste alal (Foto 1).



Foto 1. Lennuk Partenavia Vulcanair P68C ja vaatlusmeeskond Tallinna lennuväljal (paremalt: Leho Luigujõe, Kasper Roland Hoberg ja Tarvo Valker).

Loendustest võttis osa 4 vaatlejat: Leho Luigujõe, Tarvo Valker, Uku Paal ja Triin Kaasiku (Tabel 3).

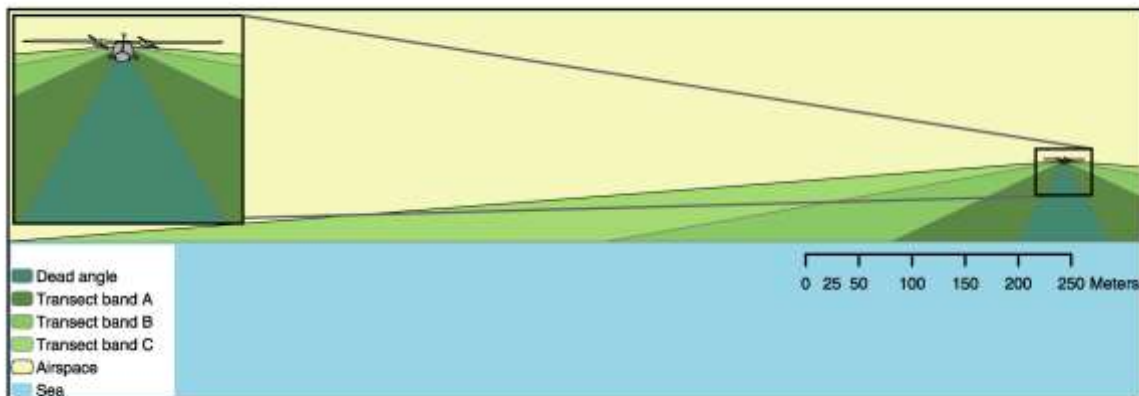
Tabel 3. Projekti käigus läbi viidud loendused 2016.a.

Nr.	loendusala	kuupäev	Vaatleja/ parras		
			ees paremal	taga vasakul	taga paremal
1	Pärnu	25.02.2016	x	Leho Luigujõe	Uku Paal
2	Ruhnu	24.02.2016	x	Leho Luigujõe	Uku Paal
3	Kuressaare	13.02.2016	Leho Luigujõe	Uku Paal	Triin Kaasiku
4	Sõrve	14.02.2016	Leho Luigujõe	Triin Kaasiku	x
5	Harilaid	15.02.2016	Leho Luigujõe	Triin Kaasiku	x
6	Hiiumaa	16.02.2016	Leho Luigujõe	Tarvo Valker	Triin Kaasiku
7	Paldiski	29.02.2016	x	Tarvo Valker	Triin Kaasiku
8	Tallinn	1.03.2016	x	Tarvo Valker	Triin Kaasiku
9	Viru	3.03.2016	Leho Luigujõe	Tarvo Valker	x
10	Väinameri	17.02.2016	Leho Luigujõe	Tarvo Valker	x

4. Loendusmetoodika

Loendusmetoodika 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 vaatleja ülesandeks on lindude määramine ja loendamine ning vaatluste jooksev salvestamine diktofoni. Üks pardavaatlejatest on loendusejuht, kes on vajadusel raadiosides piloodiga: täpsustab lennutrajektoori ja muude parameetrite (lennukõrgus- ja kiirus ning pöördetrajektor) vastavust planeeritule. Kolmanda vaatleja funktsiooniks on pigem loendusmetoodika omandamine (treening) või/ja linnukogumite fotografeerimine. Ühe loenduslennu kestvus on ligikaudu 4 tundi, olenedes tuule suunast ja tugevusest. Kasutatakse kahemootorilist (turvalisuse kaalutlustel) ülatiibadega (tagab takistusteta vaatevälja) lennukit (Foto 2). Soovituslik lennukiirus on 185 km/h, lennukõrgus 76 m. Lendamine kõrgemal raskendab nn. kriitiliste liikide (kaurid) avastamist ja määramist. Loendus toimub lennuki mõlemal pardal kolmel loendusribal (Joonis 7). Kolme loendusriba

kasutamine võimaldab arvukuse algandmeid absoluutsete tiheduste (linde/km²) arvutamiseks statistiliselt korrigeerida (Buckland et al. 2001, Thomas et al. 2006). Loendusriba laiuse püsivaks testimiseks on vaatejail kasutada nurgamõõtjad (SILVA, type 65).



Riba	Riba laiused (risti transektide suhtes)	Nurk horisondist
A	44 – 163	60 – 25
B	164 – 432	25 – 10
C	433 – 1000	10 – 4
(D)	(> 1000)	(< 4)

Joonis 7. Lennuloenduste loendusribade parameetrid (Petersen & Fox, 2005 järgi).



Foto 2. Vaatluslennuk Partenavia 68 Observer Kuressaare lennuväljal (foto L.Luigujõe).

Linde määratakse ja loendatakse reeglina visuaalselt palja silmaga, kasutades vajadusel ka binoklit. Loendustulemused kantakse sekundi täpsusega diktofonile; kuna kõigil vaatlejail on kasutada GPS seadmed, siis on kellade täpsus ja sünkroonsus püsivalt tagatud. Vaatlejate diktofonide ja fotoaparaatide kellad on sünkroniseeritud GPS kellaga. GPS- i automaatse positsioneerimise intervall on 5 sekundit (rahvusvahelise soovitusena samuti 5 sekundit).

Andmetötluse osaks on ka loendustulemuste täpsustamine loendusega paralleelselt tehtud fotode alusel. Lindude täpselt registreerimiseks fotodel kasutati MapInfo programmi (Foto 3). Konkreetset fotol on kirjuhaha kevadine rändesalk Vilsandi RP akvatooriumis, kus 500 isendilist parve visuaalselt hinnatud suurust täpsustati analüüsi käigus 710 isendile (alahinnang 29,6 %). Süstemaatiline viga lindude hindamisel suureneb kui tegemist on suuremate linnuparvedega ja see võib ulatuda 20-40% juhul kui parvedes on üle 3000 isendi (Prather, 1979). Küllalt sageli on lennuloendusel olukordi, kus mitmesaja isendilise linnuparve hindamiseks on vaatlejal aega üksnes paar sekundit. Taolises situatsioonis on hinnangud allutatud vaatleja taju võimekusele

ja protsesse käsitletakse pigem inimpsüholoogia seaduspärasuste kohaselt (Tuulmets, 1990) (Foto 4).

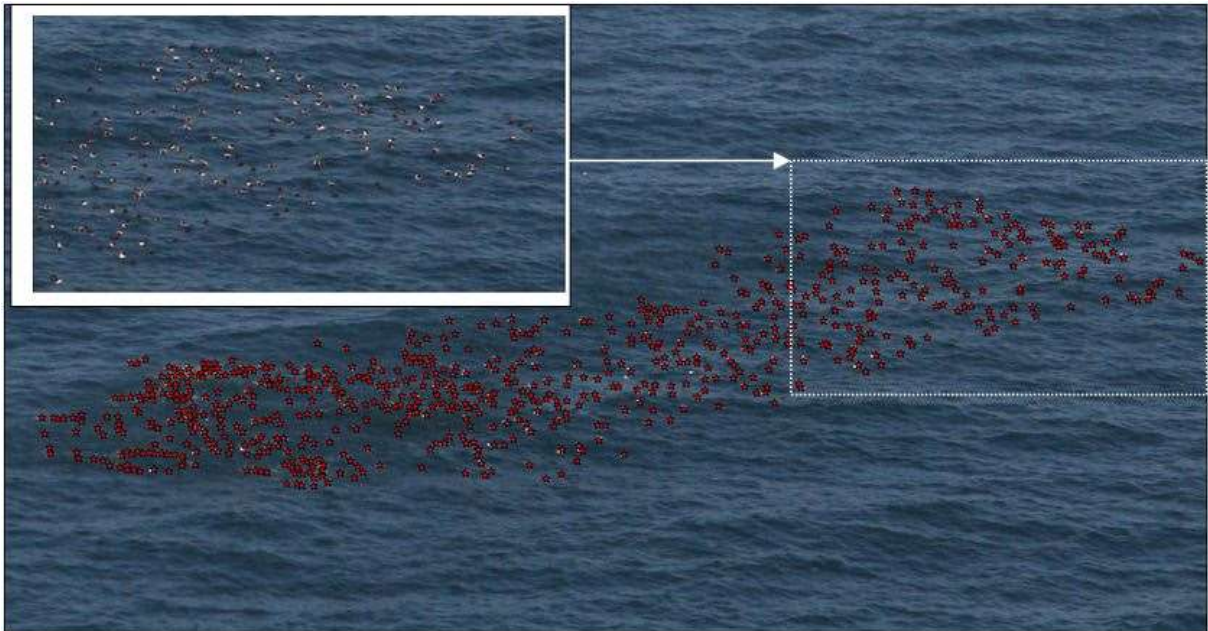


Foto 3. MapInfo programmi abil manuaalselt tähistatud linnud. Kirjuhakkade seltsing Vilsandi RP 25.04.2008 lennuloendusel (foto L. Luigujõe).

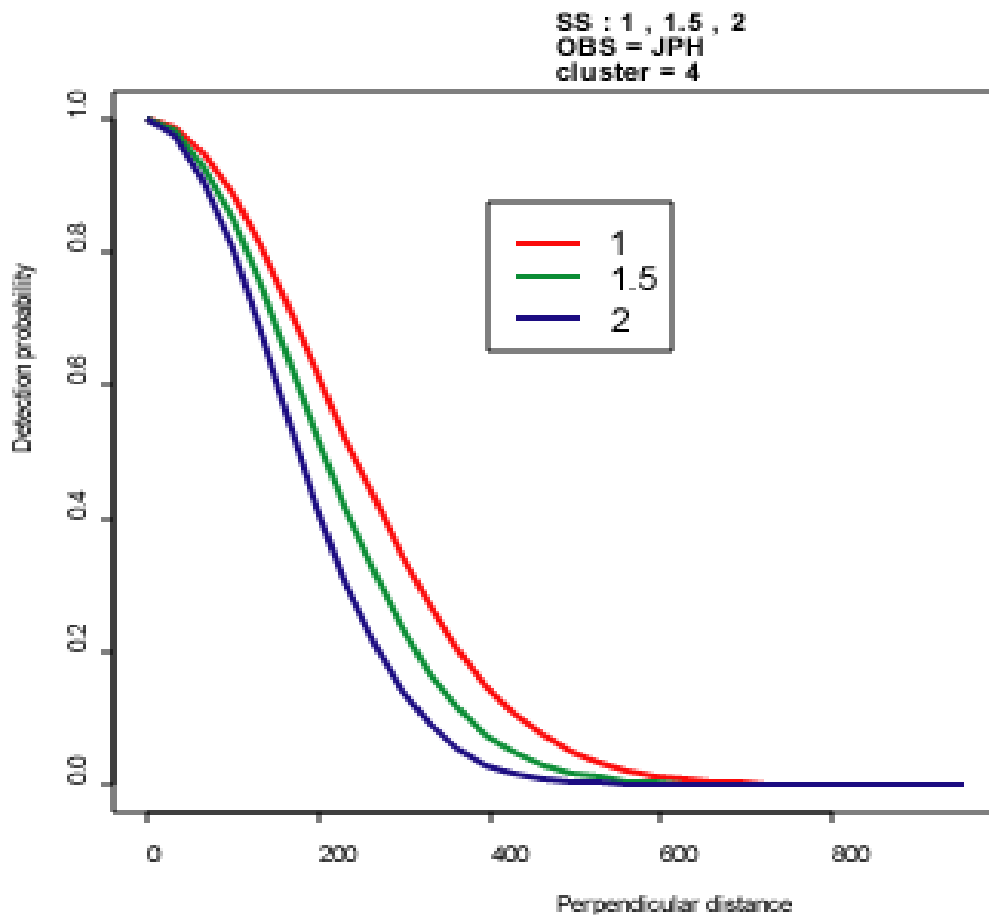


Foto 4. Aulide talvituskogum (2500 is). Osmussaarest edelas (foto A.Kuresoo).

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, mis võib päiksepoolsel pardal kahandada vaatluste resultatiivsust mitmekordselt. Loenduse kvaliteedi languse vältimiseks näeb metoodika ette mere seisundi muutuste pidevat ja täpset registreerimist Beauforti skaala alusel.

Andmetöötluse aluseks on seeria andmetabeleid, mis hilisema analüüsi käigus omavahel seotakse. Põhitabeliteks on vaatlustabel ja lennuparameetrite tabel. Täiendavalt genereeritakse veel lisatabelid, mis sisaldavad informatsiooni vaatlustingimuste muutuste kohta (mere seisund, merepeegeldused). Andmetöötluse osaks on lindude avastatavuse mudeli (detection model) genereerimine lähtudes *distance sampling* meetodist (Joonis 8). Mudel arvestab iga vaatleja võimekust linde registreerida kolmel loendusribal eraldi, võttes ühtlasi arvesse vaatleja poolt registreeritud vaatlustingimuste muutused (mere seisund, päikese peegeldused jne.).

Ökoloogiliste parameetritena kasutati mudelis veesügavust, laevateede paiknemist, jääkaarte, pinnase temperatuuri, mere soolsust, põhjabiotoopide - ja põhjasubstraatide kaardikihte.



Joonis 8. Vaatlusobjektide (lindude) avastatavuse mudel, kusjuures x-teljel on objekti distants vaatlejast (m) ja y-teljel objekti avastatavuse tõenäosus (Groom *et al.* 2007 järgi).

4.1. Distantsoendus (distance sampling)

Distantsoendus (*distance sampling*) on laialt kasutatav andmekogumismeetod millega kogutakse infot liikide populatsioonide suuruse kohta. Distantsoendusel kogutud andmed võimaldavad hinnata isendite asustustihedust ning prognoosida populatsiooni arvukuse hinnangut. Distantsoendusmeetodid jagunevad 1) joonloendusteks (*line transect sampling*) ja 2) punktloendusteks (*point transect sampling*).

Idealiseeritud juhul avaldub asustustihedus tegelike isendite arvu n ja tegelikult läbitud pindala a jagatisega.

$$D = n / a$$

Praktikas on nii, et ideaalset loendust pole võimalik saavutada (st loendaja avastab temast kaugemal asuvad isendeid vähem tõenäoliselt kui tema vahetus läheduses asuvaid isendeid). Näiteks joonloenduse puhul väheneb isendite avastamise tõenäosus isendi kaugusest loendaja liikumistrajektorist e loendusrajast. Mida kaugemal on isend, seda ebatõenäolisem on kontakti aset leidmine vaatleja ja liigi isendi vahel.

Et hinnata läbitud ala ja veenduda, et leitakse kõik isendid, siis lahendusena kasutatakse fikseeritud loendusribaga loendamist (näiteks laiusega $2w$). See tähendab, et loendatakse ainult need kontaktid, mis arvatakse avastatavat alalt, kust loendaja suudab tuvastada 100% kontaktidest. Kuid ka fikseeritud loendusriba hoidmine on merel või maastikul liikudes on küllaltki tülikas.

Kokkuvõtvalt, läbiuuritud pindala a ei saa hinnata konstantse loendusriba laiuse w põhjal ning ka tegelik isendite arv n kujuneb avastatavuse tõttu alahinnanguks. Edasine D hindamine taandub praktikas kontaktide avastamiskauguse jaotuse abil.

Praktikas mõõdetakse distantsloendusel isendi(te) lendu tõusu kaugust (radiaalkaugus e. ρ) ning suunanurka (h) või ristkaugust r või kaugusvahemikku. Ristkauguste jaotus näitabki tegelikult seda, kuidas väheneb rajajoonest eemaldudes isendite avastamise tõenäosus.

Ristkauguste jaotuse normeerimisel saame sisuliselt tõenäosustiheduse, mida hindame funktsiooniga P . P avaldatakse läbi avastamisfunktsiooni $f(r)$ (*detection function*), mis kirjeldab tõenäosustiheduse ja avastamiskauguse r vahelist sõltuvust.

$$P = \int f(r) dr / w \quad (r = 0..w)$$

Avastamisfunktsiooni lähenditena on kasutusel mitmeid, kuid praktikas on levinuim pool-Gaussi funktsioon e h-norm (*half-normal*) ja nn h-rate (*hazard-rate*) funktsioon.

Distantsloenduse puhul kehtivad mõned olulised eeldused: 1) rajal avastatakse kõik isendid, ehk $f(0) = 1$; 2) isendid avastatakse nende esimeses asukohas; 3) kaugused määratakse täpselt; 4) erinevate isendite avastamise sündmused on sõltumatud.

Saadud avastamisfunktsiooni hinnang võimaldab meil korrigeerida loendusosalal loetud isendite arvu kogu uurimisalal tõenäoliselt esinevate isendite arvuks. Avastamisfunktsiooni juures on võimalik arvesse võtta vaatlusega seotud erinevaid kovariaate nagu loendaja, nähtavus, jm. Praktikas on nii, et mingite lokaalpiirkondade laus-loenduste puhul ei saa eeldada, et transektid on valitud kohaliku populatsiooni ruumilise paiknemise suhtes juhuslikult. Lisaks on ilmne, et tulenevalt elupaiga suurest heterogeensusest võib ka populatsiooni ruumiline paiknemine liigi elupaiganõudlusest tingituna olla väga ebaühtlane. Seetõttu annavad avastamisfunktsioonil põhinevad arvukushinnangud väga heterogeensetes elupaikades ja suure klasterdumisega populatsioonides suuri ülehinnanguid. Selle kohandamiseks on välja töötatud meetod, mis kasutades elupaika kirjeldavaid kaardiandmeid võimaldavad additiivsete mudelite abil eelnimetatud faktoritest tingitud ülehinnanguid tasandada.

4.2. Tiheduspindade modelleerimine (density surface modeling)

Arusaama populatsiooni kohta saab tunduvalt parandada modelleerides selle ruumis jaotumist funktsioonina elupaigatunnustest (keskkonnamuutujad). Sellised mudeleid saab kasutada seoste uurimisel leviku ja elupaigatunnustega ning samuti usaldusväärselt hinnata arvukust ja luua levikukaarte. Üheks selliseks meetodiks on tiheduspinnamudel (Miller *et al* 2013). Tiheduspinnamudel koosneb arvukuse ja elupaigatunnuste vahelisest ruumilisest mudelist, kus arvukust korrigeeritakse distantsoendusandmete põhjal hinnatud avastamisfunktsiooniga.

Tiheduspinna mudeldamisel kasutatakse üldist additiivset segamudelit (Wood, 2011) ehk GAM-i (ik *Generalized Additive Model*). Mudeli andmeühikuks on lennuloendustransekti 500 m pikkune lõik ehk segment. Segmendid ühtivad tunnusrastrate pikslivõrguga so üks segment jääb ühe rastri piksli ulatusse. Mudeli prognoositavaks tunnuseks on tegeliku asustustiheduse hinnang. Tegeliku asustustiheduse hinnang D leitakse tegeliku isendite arvu hinnangust segmendis N_i , jagades see efektiivse pindalaga, mis avaldub kahekordse efektiivse poolriba laiuse ($2 \times w$) ja segmendi pikkuse (L) korrutisega $S_i = 2 \times L \times w$. Efektiivne poolriba laius saadakse avastamisfunktsiooni lähendist. Kui segmendis loendati c_i parve, siis tegeliku isendite arvu hinanng segmendis N_i avaldub läbi parve suuruse n_{ij} ja parve avastamistõenäosuse p_{ij} .

$$N_i = \sum_j n_{ij} / p_{ij} \quad (j=1..c_i)$$

Mudeldamise lõpp-produktiks on asustustiheduse rasterkaart. Täpsemalt kolm rasterkihti, mille piksli suurus kirjeldab: 1) tiheduse keskväärtust; 2) tiheduse alumist usalduspiiri; 3) tiheduse ülemist usalduspiiri. Viimased kaks võib arvutada asustustiheduse ruumimudeli standardvea hinangu põhjal vastavalt prognoosi keskväärtus $\pm 1.96 \times SE$. Sel juhul tuleb silmas pidada, et see usaldusvahemik sisaldab ainult GAM-mudeli viga. Korrektne on usaldusvahemik, mis sisaldab nii GAM-mudeli viga kui ka distantismudeli (avastamisfunktsiooni lähend) viga (Williams *et al* 2011). Täpsema ülevaate mudelist annab Lisa 1.

5. Tulemused.

Kokku laekus andmeid 26 veelinnuliigi kohta. 7 arvukama liigi kohta sai teha mudelid. Vähemarvukad ja õhust raskesti määratavad linnud grupeeriti enne modelleerimist. Taolisi grupe tuli samuti 7. Ülejäänud liikide kohta mudelit ei tehtud, kuna see oleks olnud ebausaldusväärne. Samas on olemas nende liikide kohta arvandmed, mida saab edaspidi vajadused kasutada (tabel 4).

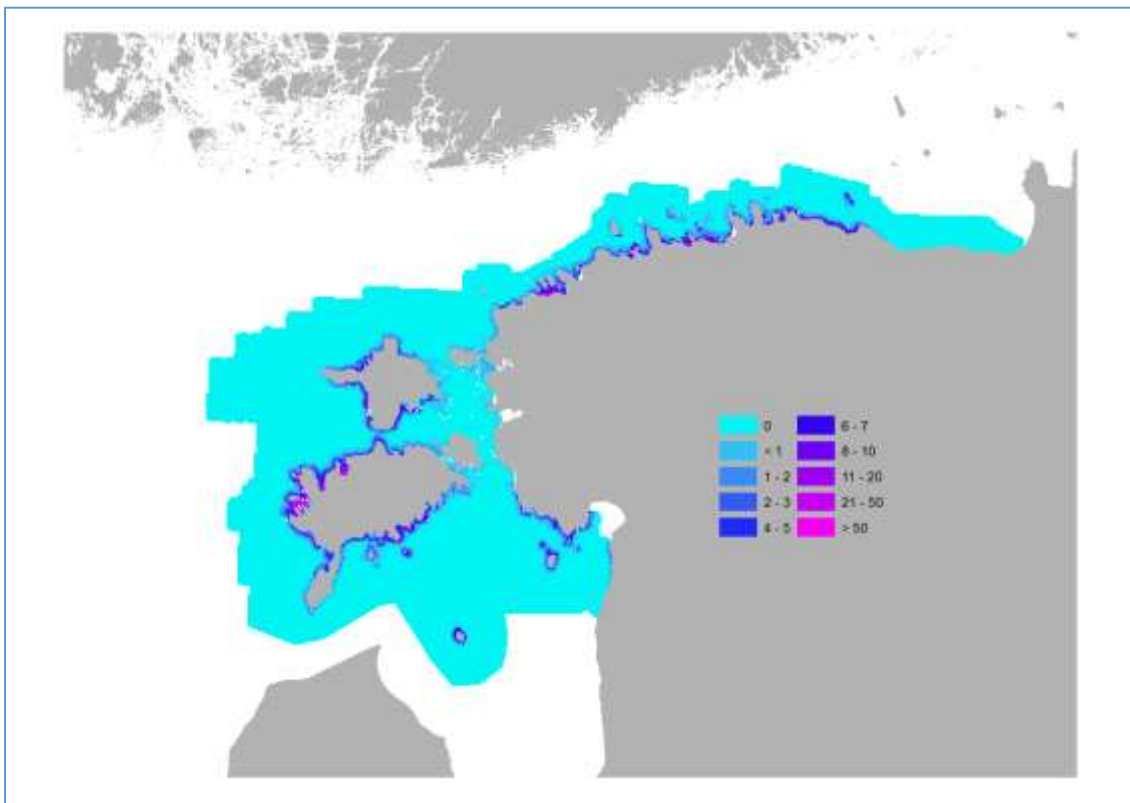
Tabel 4. Eesti rannikumerel peatuvate veelindude loendatud arv ning arvukushinnangud.

Liik	loendatud	Hinnang kogu projektialal			Märkused
		hinnatud	95% confidence interval		
			Min	Max	
Kühmnokk-luik <i>Cygnus olor</i>	1319				
Laululuik <i>Cygnus cygnus</i>	6				
Määramata luigid <i>Cygnus sp.</i>	2946	10055	3925	25761	cygcyg+cygolo+cygspe
Ristpart <i>Tadorna tadorna</i>	5				
Sinikael-part <i>Anas platyrhynchos</i>	721				
Tuttvart <i>Aythya fuligula</i>	88				
Merivart <i>Aythya marila</i>	278				
Hahk <i>Somateria mollissima</i>	21				
Kirjuhahk <i>Polysticta stelleri</i>	1218				
Mustvaeras <i>Melanitta nigra</i>	2646	54972	12154	248645	
Tõmmuvaeras <i>Melanitta fusca</i>	408	4133	1850	9231	
Määramata vaerad <i>Melanitta species</i>	813	16415	7643	35255	melspe
Aul <i>Clangula hyemalis</i>	89853	201853	88618	459776	
Sõtkas <i>Bucephala clangula</i>	5654	19066	8370	43428	
Väikekoskel <i>Mergus albellus</i>	306				
Jääkoskel <i>Mergus merganser</i>	3777				
Rohukoskel <i>Mergus serrator</i>	23				
Määramata kosklad <i>Mergus sp.</i>	4106	27203	11711	63189	merser+mermer+meralb
Punakurk-kaur <i>Gavia stellata</i>	3				
Määramata kaurid <i>Gavia sp.</i>	57	1233	454	3350	
Kormoran <i>Phalacrocorax carbo</i>	197				
Hallhaigur <i>Ardea cinerea</i>	4				
Söödikänn <i>Stercorarius parasiticus</i>	1				
Naerukajakas <i>Larus ridibundus</i>	70				
Väikekajakas <i>Larus minutus</i>	95	1641	558	4823	
Kalakajakas <i>Larus canus</i>	18375	85586	24413	300042	
Hõbekajakas <i>Larus argentatus</i>	3283	23105	10864	49139	
määramata kajakas <i>Larus species</i>	24837	171417	71658	410058	larcan+lararg+larspe
Merikajakas <i>Larus marinus</i>	49				
Väikekajakas <i>Larus minutus</i>	15				
Alk <i>Alca torda</i>	5				

Benthos toidulised		333577	42306	312350	
Kalatoidulised species		33348	11572	96101	

5.1. Luigid

Kuna kõik luigid on lennukilt raskesti määratavad, siis on kombeks neid käsitleda koos. Olenevalt talve karmusest on luikede talvine arvukuse hinnang Eestis on 6000 – 17000 isendit. Arvukaim talvituja Eestis on kümnokk-luik (5000 – 15000 is.), talle järgneb laululuik (500 – 2000 is) ning haruldane talvituja väikeluik (5-30 is.) (Elts *et al*, 2003). Käesoleva projekti raames loendati luiki kokku ca 3000 isendit. Kuna tegemist oli siiski avamerelennuga, mis ei puudutanud väga rannikualasid va. transektide vahelised pöörded, siis ei ole loenduse tulemus väga representatiivne. Kokku hinnati luiki Eesti rannikumerel ca 10000 isendit, mis langek ilusasti kokku varasema hinnanguga (tabel 4). Suuremad luikede kontsentratsioonid olid saartel ning Soome lahe rannikul (joonis 9).

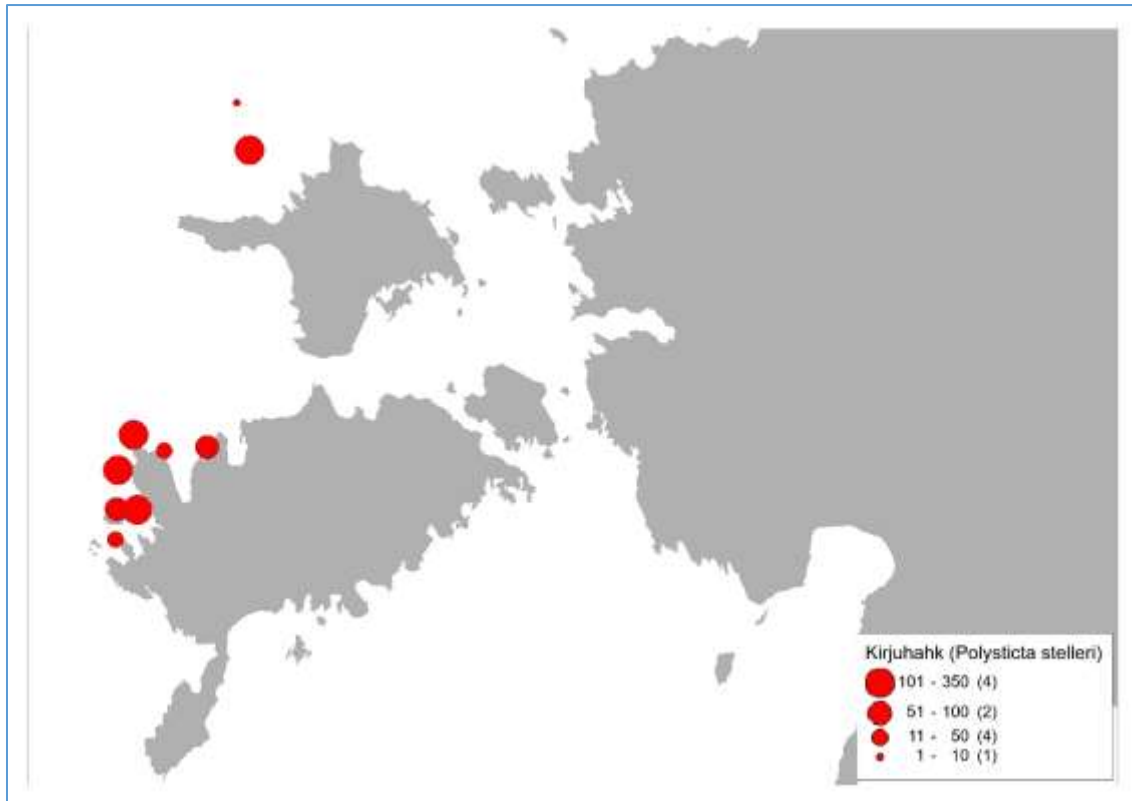


Joonis 9. Luikede talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.

5.2. Kirjuhahk

Tähtsaimad kirjuhahk talvitusalaad Läänemeresel paiknevad Loode-Saaremaa. Ametlik talvine kirjuhaha hinnang on 800 – 2100 isendit (Elts *et al*, 2003). Lennuloendus kihjuhaha aladel viidi läbi 15-16. veebruaril. Ilm oli loenduseks ideaalne, nõrk tuul, väga hea nähtavus ning peaaegu peegelsile meri. Seetõttu võib arvata, et loendatud lindude

arv on korrektne. Mitmel korral tehti kahtluse korral ka kontrollhaake transektist väljaspool. Suurimad kirjuhaha parved Saaremaa registreeriti Merise lahes, Tagamõisa poolsaare rannikul ning Vilsandi saare ümbruses, mis on ka varasemalt tuntud kirjuhaha talvitusala. Uus talvituspaik leiti Hiiu madalatel (200 is) (joonis 10). Kokku loendati kirjuhaha 1218 isendit, mis mahub täpselt ametiku hinnangu piiridesse (tabel 4). Kuna kirjuhahk on väga lokaalse levikuga, siis levikumudelit tema jaoks ei tehtud.



Joonis 10. Kirjuhaha talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.

5.3. Vaerad

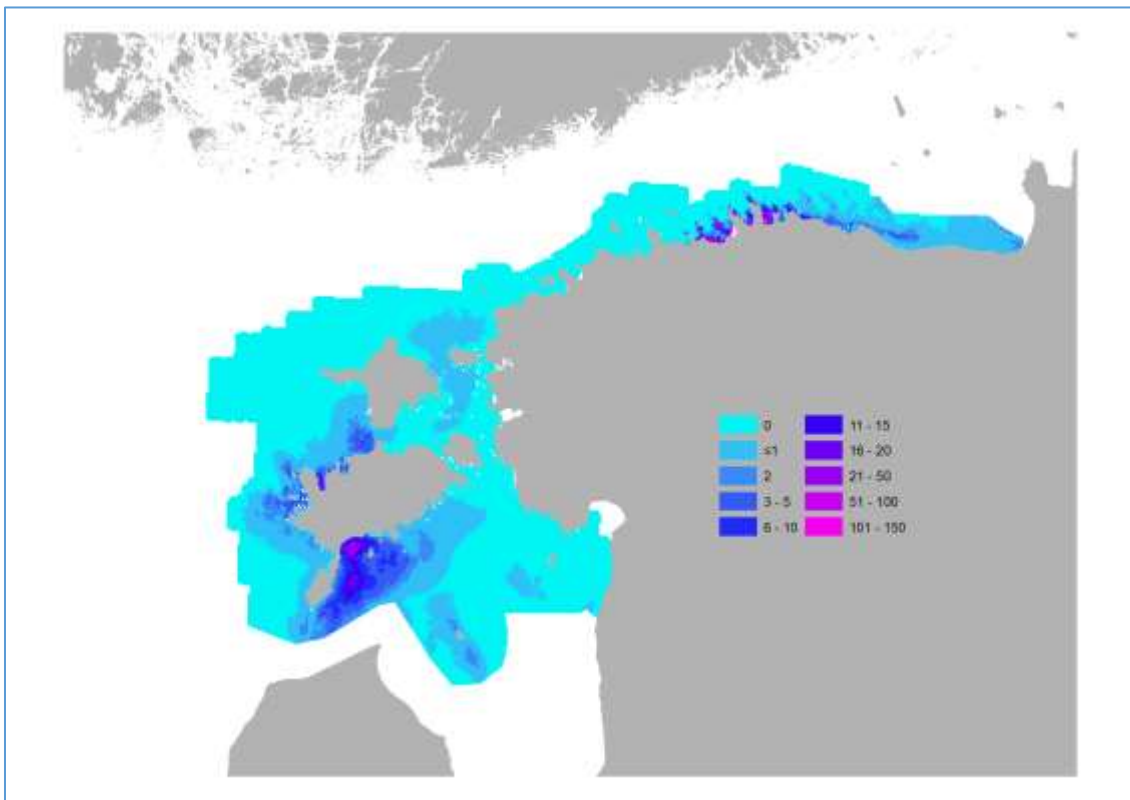
Vaerad on üks merelindude liigirühm keda käsitletakse tavaliselt koos. Selle põhjuseks suured raskused nende määramisel lennukilt. Ka käesoleva projekti raames jäi määramata ca 800 vaerast. Keskmise määramata vaeraste hinnang oli 16400 isendit. Siiski tuleb märkida, et tänu vaatlejate kogemustele määrati suur hulk vaeraid ära. Väga suurt rolli mängib selle ka ilm ning vaatlustingimused. Vaeraste tähtsamad talvitusala asuvad Saarmaast lõunas, Suures Katlas ja Irbe väinas, mis kattub hästi 1990-te aastate alguse (Durinck *et al.*, 1994) ja 2011.a. läbi viidud loendustulemustena (Aunins *et al.* 2012). Uus vaeraste talvitusala asus Soome lahe rannikumeres alates Lahemaast kuni Narva-Jõesuuni ning jätkus ka Venemaa poolsetes vetes (joonis 11-14).

5.3.1. Mustvaeras

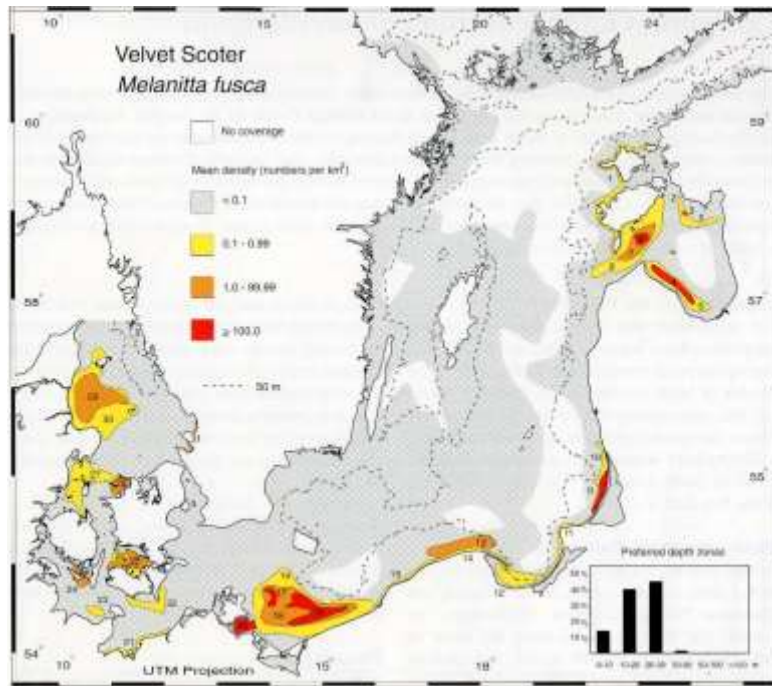
Mustvaera ametlik talvine hinnang Eesti rannikumerel on 100 – 1000 isendit (Elts *et al.*, 2003). Tulenevalt sellest, et vaeraste puhul on tegemist avamereliikidega, siis on kesktalvisel veelinnuloendustel põhinev hinnang väga tagasihoidlik, kuna tegemist on rannikult loendamisega, mis katab ära vaid 2km laiuse rannikumere vööndi. Mustvaerast loendati lennukilt ca 2650 isendit. Selle põhjal saadi mustvaeraste hinnanguks ca 55000 is. (tabel 4). Mustvaera talvised kontsentratsioonid on kõige suuremad Liivi lahes ja Irbe väinas (joonis 13-15).

5.3.2. Tõmmuvaeras

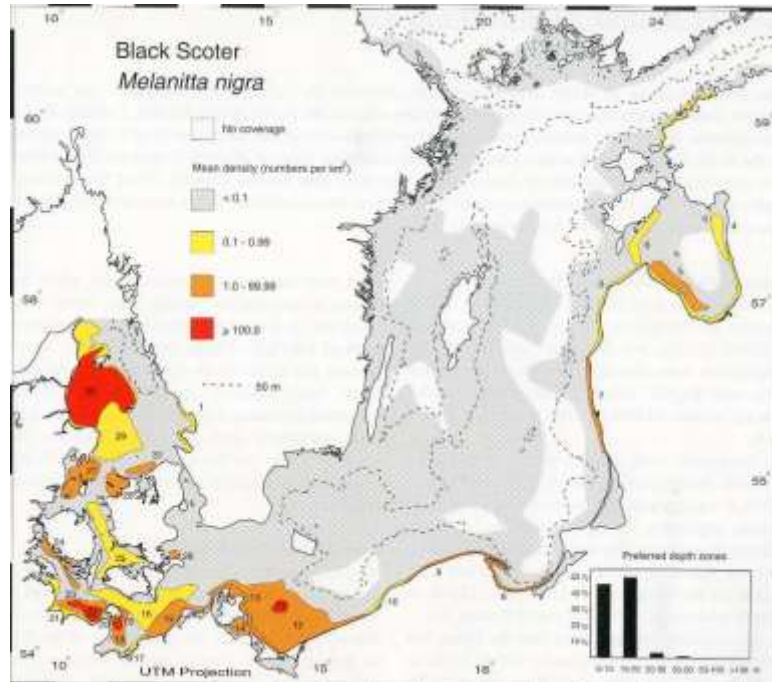
Tõmmuvaera ametlik talvine hinnang on 200-200 000 isendit olenevalt talve karmusest (Elts *et al.*, 2003). Käesoleva projekti raames loendati ca 400 isendit, üldhinnanguna ca 4000 lindu (tabel 4). Tähtsamad talvitusasad paiknesid juba teadaolevatel traditsioonilistel aladel, Liivi lahel ja Irbe väinas. Uued talvitusasad registreeriti Tagamõisa poolsaare ümbruses, Tallinna lahel, Väinamerel ning Soome lahe idaosas (joonis 12, 16).



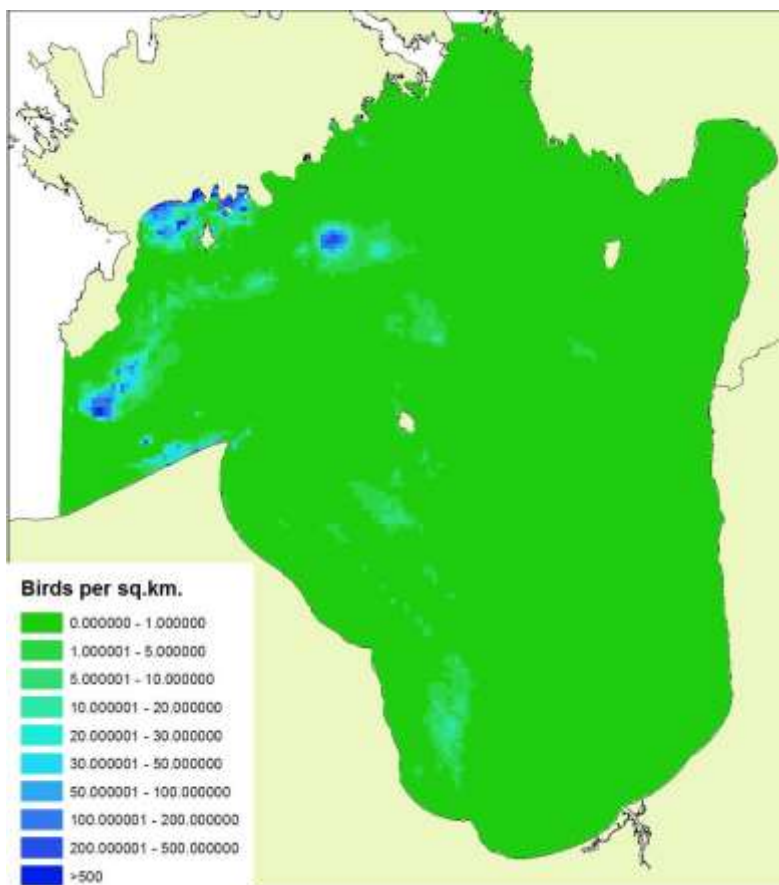
Joonis 11. Vaeraste talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.



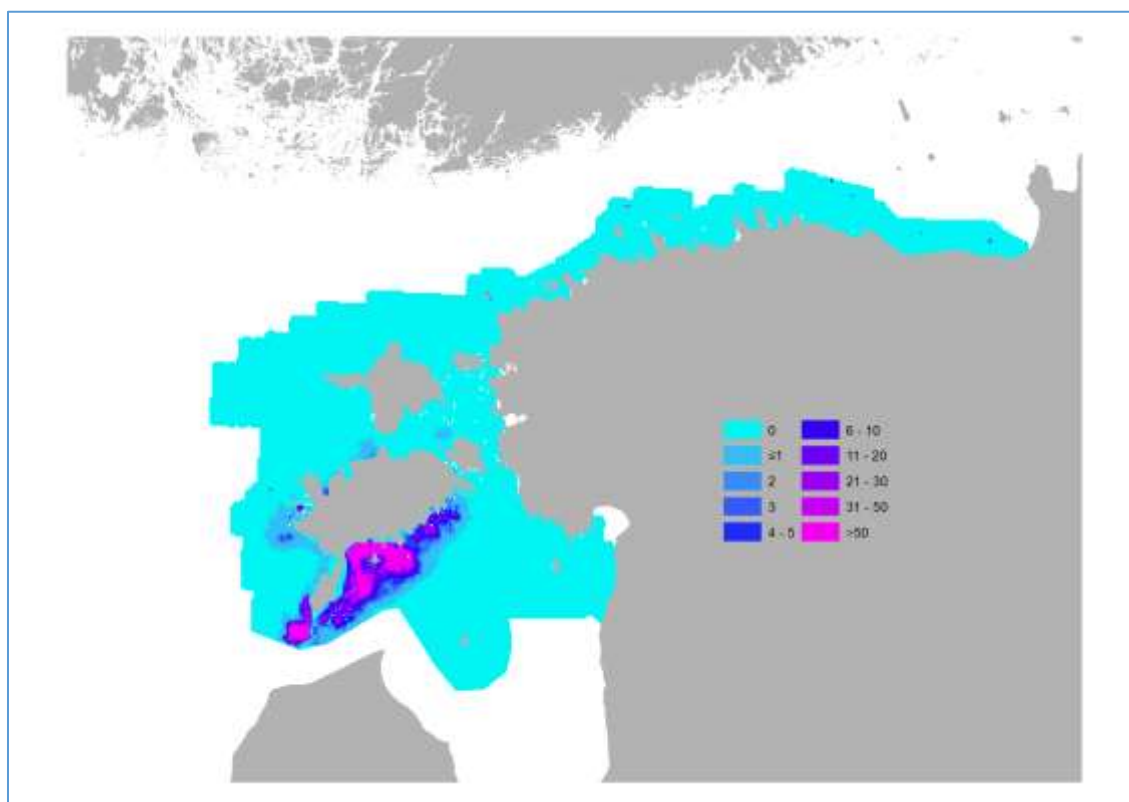
Joonis 12. Tõmmuvaera levik Läänemereel 1992-1993 (Durinck *et al.*, 1994).



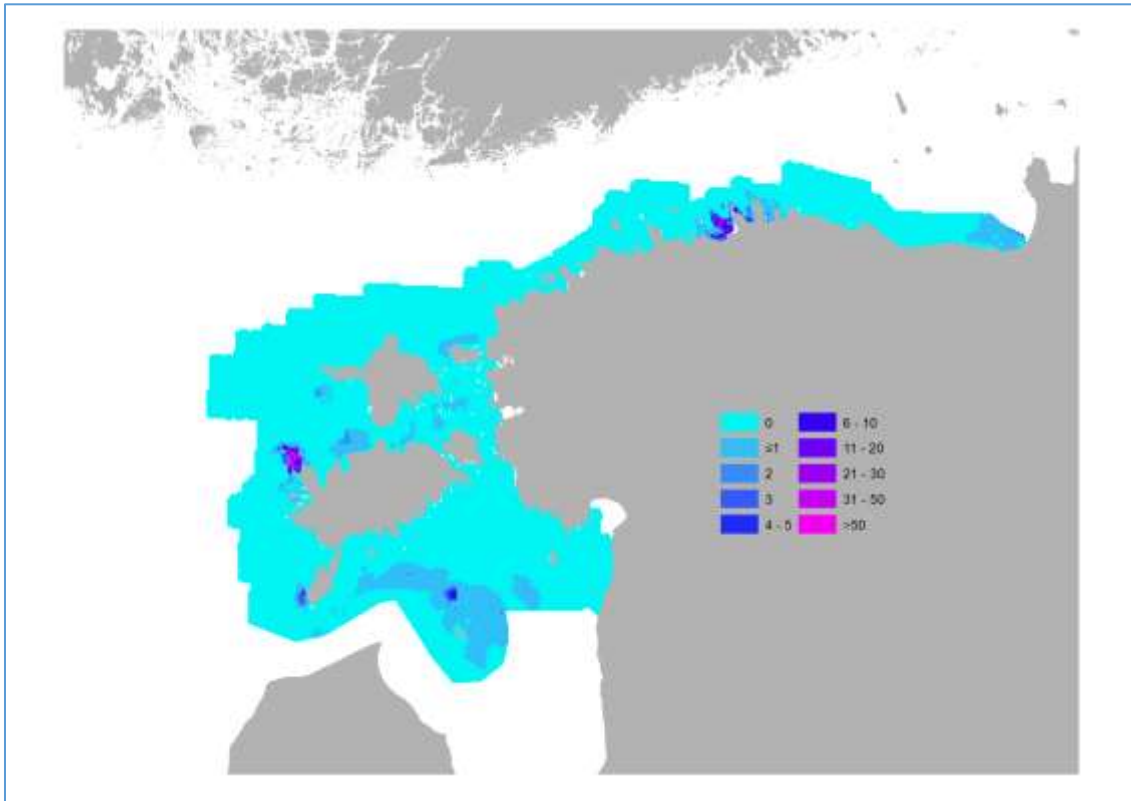
Joonis 13. Mustvaera levik Läänemereel 1992-1993 (Durinck *et al.*, 1994).



Joonis 14. Vaeraste talvine levik Liivi lahel 2011.a. talvel.



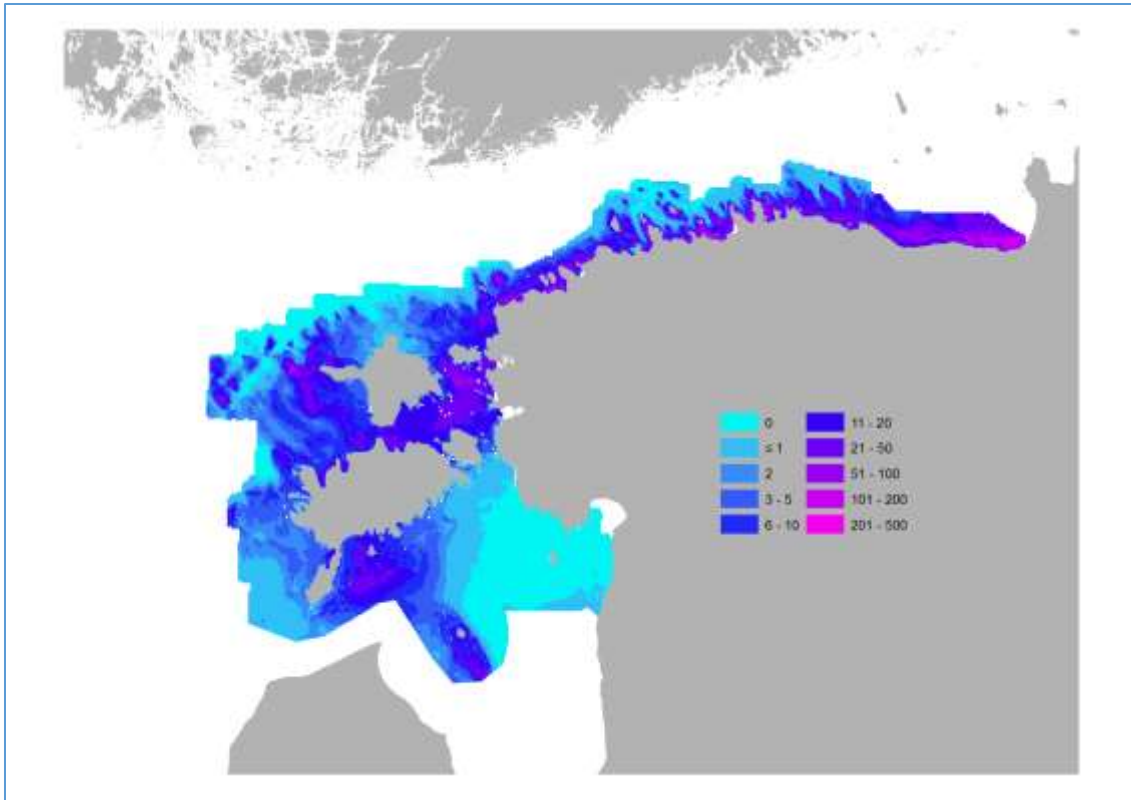
Joonis 15. Mustvaera talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.



Joonis 16. Tõmmuvaera talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.

5.4. Aul

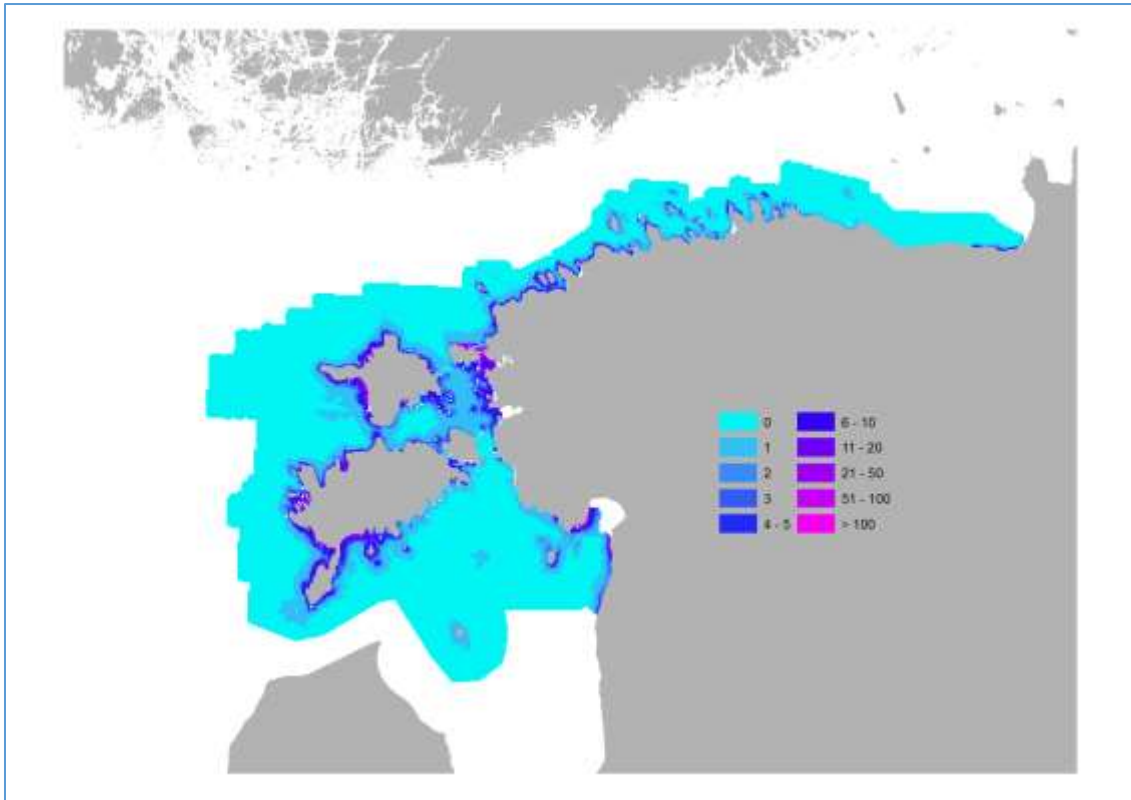
Arvukaim Eestis talvituv veelinnuliik on aul kelle ametlik hinnang on 100 000 – 500 000 isendit (Elts *et al.*, 2003). Ka käesolev projekti raames loendati auli kõikidest liikidest kõige enam e. ca 90 000 isendit. Sellel tuginedes saadi hinnanguks 90 000 – 460 000 isendit, mis mahub täpselt varasema hinnangu piiridesse (tabel 4). Aul on laialt levinud kogu Eesti territoriaalmerel. Parimad talvitusalaad asuvad sellel liigil Irbe väinas, Gretagrundil, Väinamerel ning Soome lahe lõunarannikul. Uus auli talvitusala avastati Ida-Virumaa rannikul (Joonis 17).



Joonis 17. Auli talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.

5.5. Sõtkas

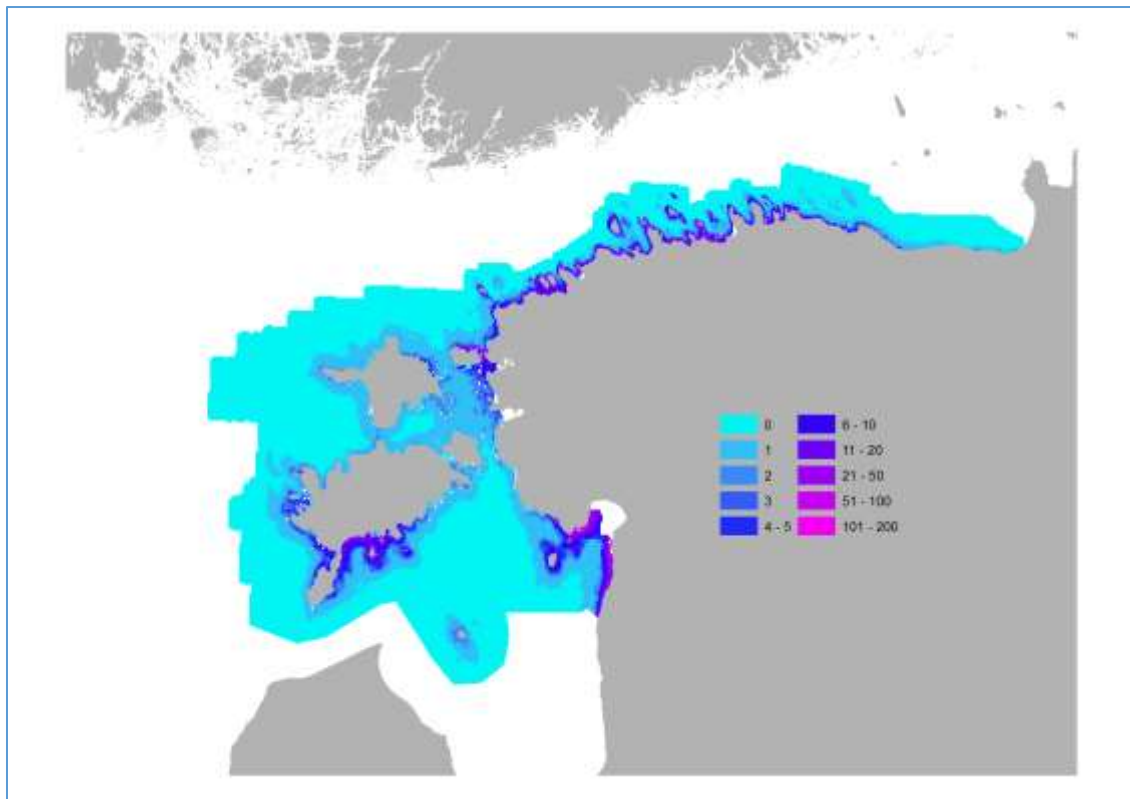
Sõtkas on rannikulähedase levikuga veelind ning tema ametlikuks talviseks arvukuseks Eestis on hinnatud 20 000 – 40 000 isendit (Elts *et al.*, 2003). Käesoleva projekti raames loendati sõtkast ca 5600 isendit, mis lubas hinnata tema keskmiseks arvukuseks 19 000 isendit ning mis on ametliku hinnangu alampiiir. Kindlasti on see miinimumhinnang, kuna avamereloendused ei kata täielikult rannikulähedasi alasid, kus sõtkad levivad. Lennuloenduste põhjal oli liik levinud kõikjal Eesti rannikumerel, va Soome lahe idaosa. (joonis 18).



Joonis 18. Sõtkas talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.

5.6. Kosklad

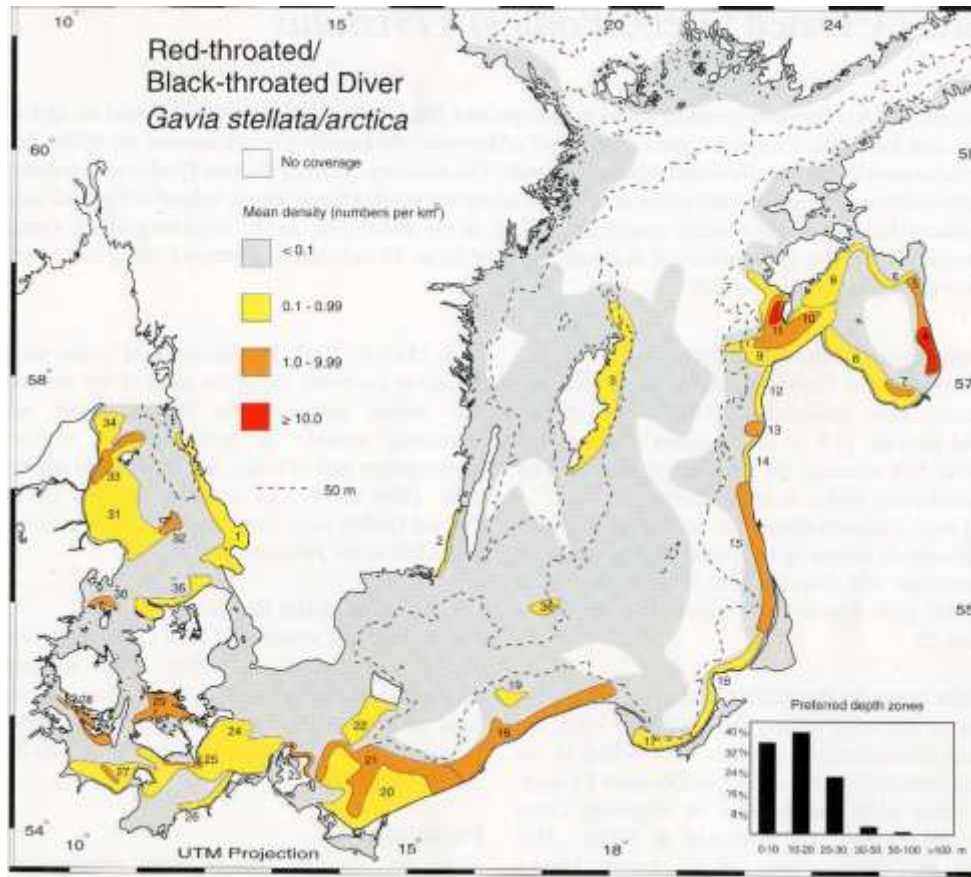
Nii nagu sõtkas on ka kõik kosklaliigid rannikulähedase levikuga veelinnud. Eestis talvituvad kõik meie kolm kosklaliiki; jääkoskel (4000 – 9000 is.), rohukoskel (500 – 1500 is.) ja väikekoskel (1000 – 4000 is.) (Elts *et al.*, 2003). Arvukaim kosklaliik lennuloenduste käigus oli jääkoskel, keda loendati ca 3800 isendit. Teiste arvud olid väga väikesed. Nagu eelpool mainitud pole avamere transektoendused väga sobilikud rannikumere liikide loendamiseks. Arvukuse hinnang tehti kosklatele ühine ja see oli kesk iselt 27 200 isendit, piiridega 11 700 – 63 200 (tabel 4). Enim kosklaid talvitus Lõuna- ja Lääne-Saaremaal, Pärnu lahel, Väinameres ja Soome lahe rannikul (joonis 19).



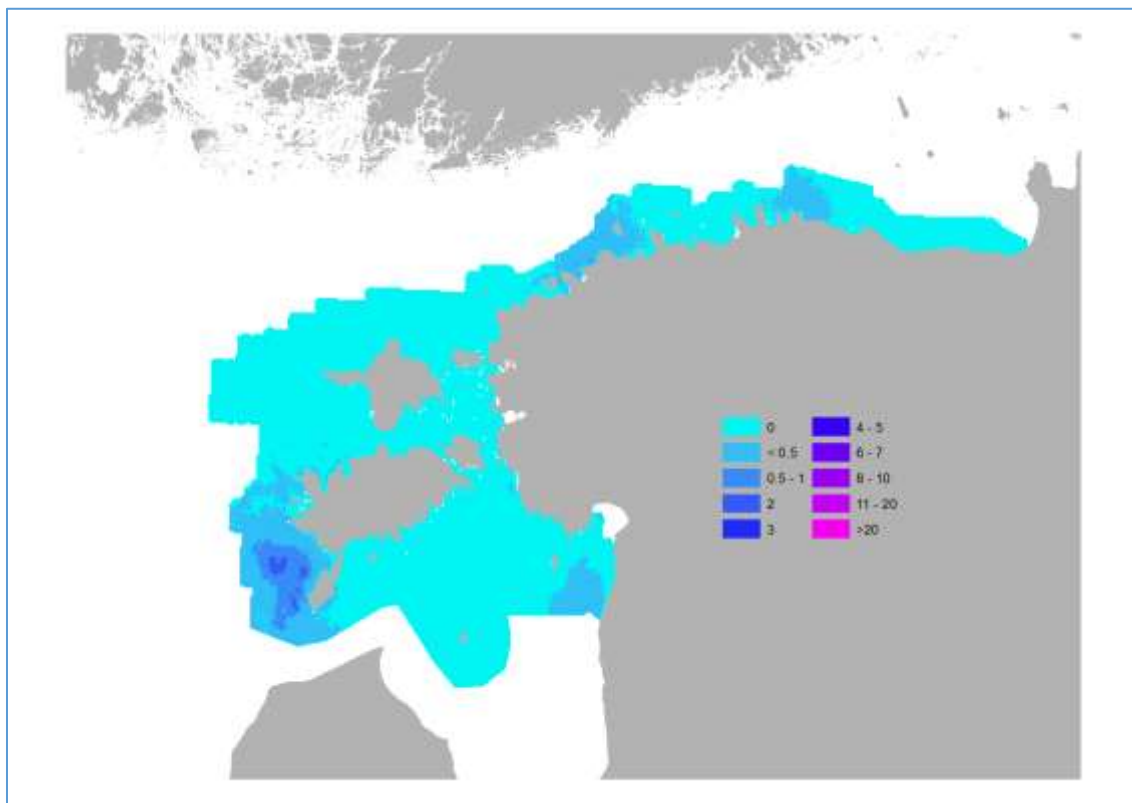
Joonis 19. Kosklate talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.

5.7. Kaurid

Avamere transektloendustel käsitletakse kaure ühiselt, kuna punakurk-kauri ja järvekauri eristamine õhust on väga keeruline. Nende ametlikud talvised hinnangud on vastavalt 500 – 2000 ja 50 – 100 isendit (Elts *et al.*, 2003). Nagu näha on kordades arvukam talvituv liik punakael-kaur. Kauride üldhinnang jäi käesoleva projekti andmetele toetudes 450 ja 3350 vahele mis klappib päris hästi varasema hinnanguga (tabel 4). Kauride juba ajalooliselt teadaolev talvitusaal asub Sõrve säärest läänes. Vähemarvukamalt kohati neid linde Pärnu lahe lõunaosas, Naissaare ümbruses ja Lahemaa vetes (Joonis 20, 21).



Joonis 20. Kauride levik Läänemeresel 1992-1993 (Durinck *et al.*, 1994).



Joonis 21. Kauride talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.

5.8. Kajakad

Arvukamad talvised kajakaliigid on hõbe- ja kalakajakas, kes mõningatel juhtudel on õhust raskesti eristatavad. Selleks tehti hinnang ja modelleeriti need kaks liiki koos. Sellest tulenevalt saadi nn valgete kajakate talviseks arvukuseks 72 000 – 410 000 isendit (tabel 4). Kajakad olid levinud kõikjal Eesti territoriaalmeres ja Liivi lahe põhjaosa (joonis 22)

5.8.1. Hõbekajakas

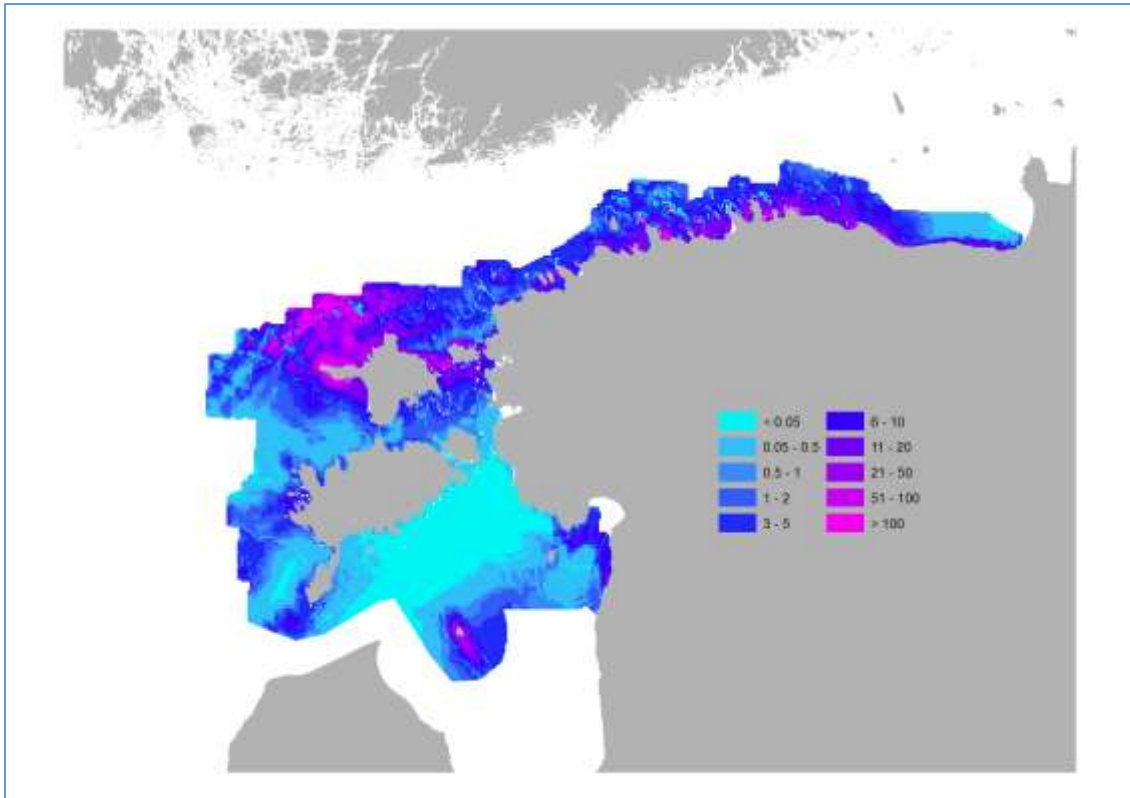
Hõbekajakas on meil varasema hinnangu põhjal enimlevinud kajakaliik talvel, kelle ametlikuks arvukushinnanguks on 30 000 – 50 000 isendit (Elts *et al.*, 2003). Käesoleva projekti raames loendati hõbekajakaid tunduvalt vähem kui kalakajakaid – ca 3300, mis teeb arvukushinnanguks keskmiselt ca 23 100 isendit. Hõbekajakad olid arvukamad kuues piirkonnas – Pärnu laht, Ruhnu ümbris, Lääne-Saaremaa, Loode-Hiiumaa, Tallinna ümbris ja Soome lahe idaosa (joonis 23). Võib arvata, et Pärnu ja Tallinna ümbruse kajakatele on magnetis ka naabruses asuvad prügmäed.

5.8.2. Kalakajakas

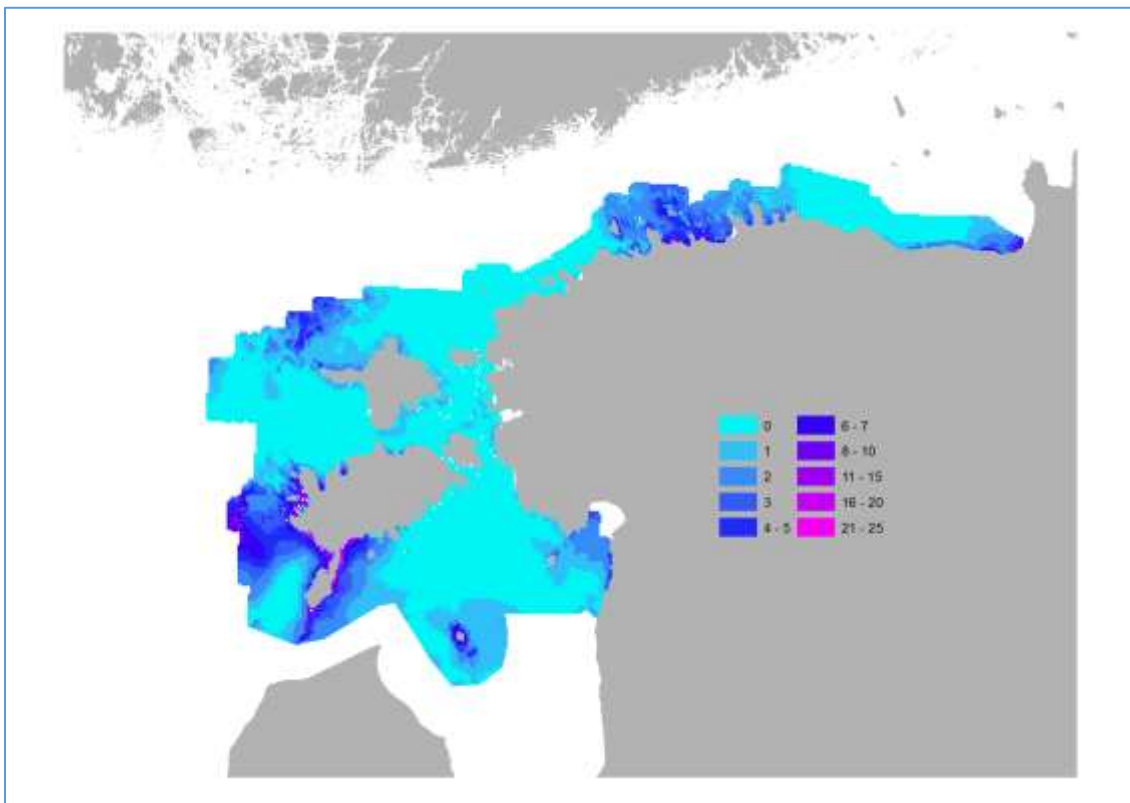
Tundub, et ametlik kalakajaka hinnang (2000 – 15 000) on tugev alahinnang (Elts *et al.*, 2003). See võib tuleneda teadmised, et kalakajakad on rohkem seotud rannikuga kui avamerega. Lennuloenduste käigus tuli välja, et suured kalakajakakogumid võivad asuda ka väga kaugel rannikust. Nii loendati kalakajakaid käesoleva projekti raames rekordiline 18 400 isendit. Arvukushinnanguks pakuti keskmiselt 85 600 lindu, maksimum arvukusega aga 300 000 lindu (tabel 4). Suurimad kalakajakate talvituskogumid asusid Hiiumaast põhjas ja Soome lahe lõunarannikul (joonis 24) , sealjuures ulatusid suurimate parvede suurused 2000 isendini.

5.8.3. Väikekajakas

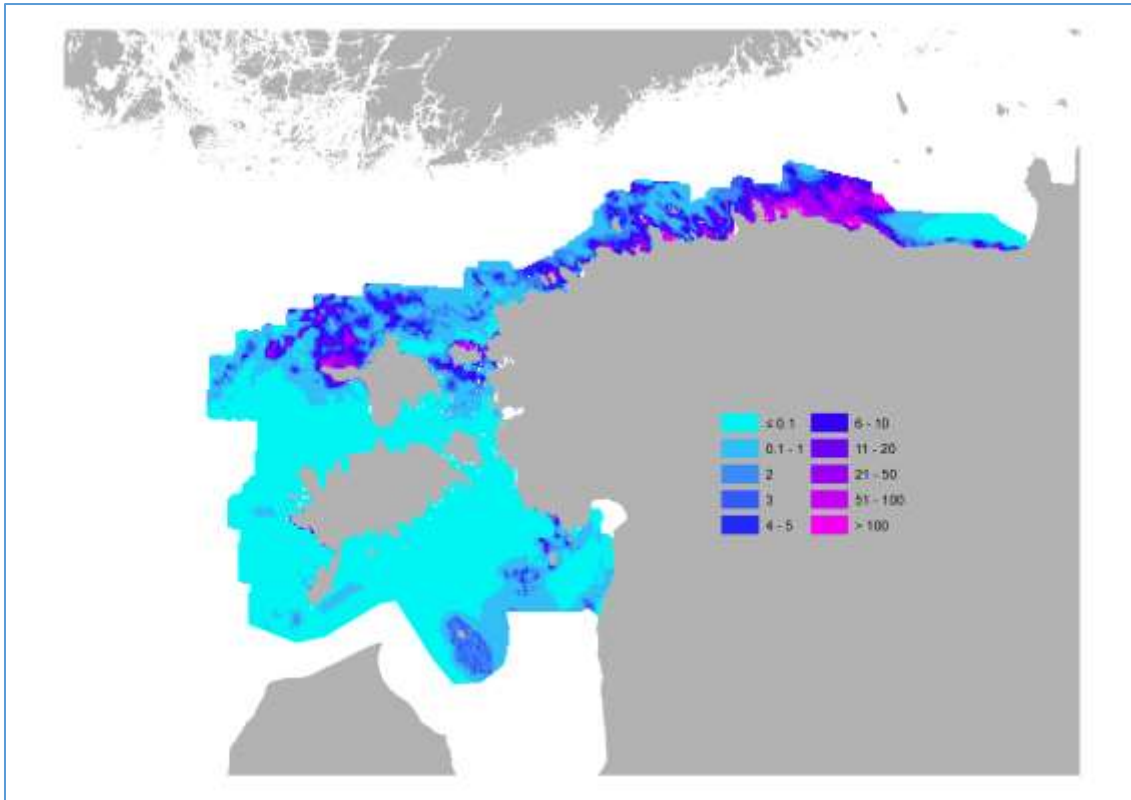
Väikekajakas on väljaspool pesitsusperioodi pelaagilise levikuga liik. Varajasem, ametlik väikekajaka arvukusehinnang oli 10 -500 isendit (Elts *et al.*, 2003), mis on selgelt alahinnatud. Väikekajaka uueks talviseks hinnanguks on 600 – 4800 isendit (tabel 4.). Kõik väikekajaka talvitusladad asuvad rannikust eemal avamerel (joonis 26)



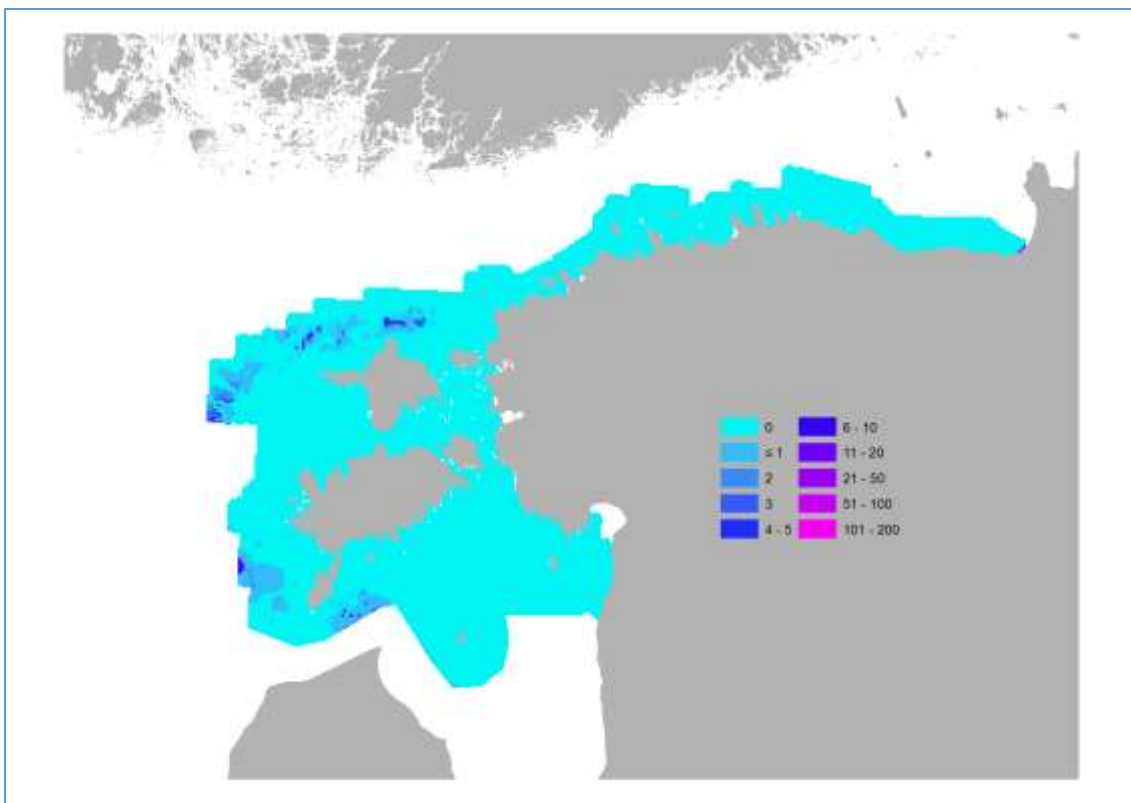
Joonis 22. Määramata kajakate (hõbe- ja kalakajakas) talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.



Joonis 23. Hõbekajaka talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.



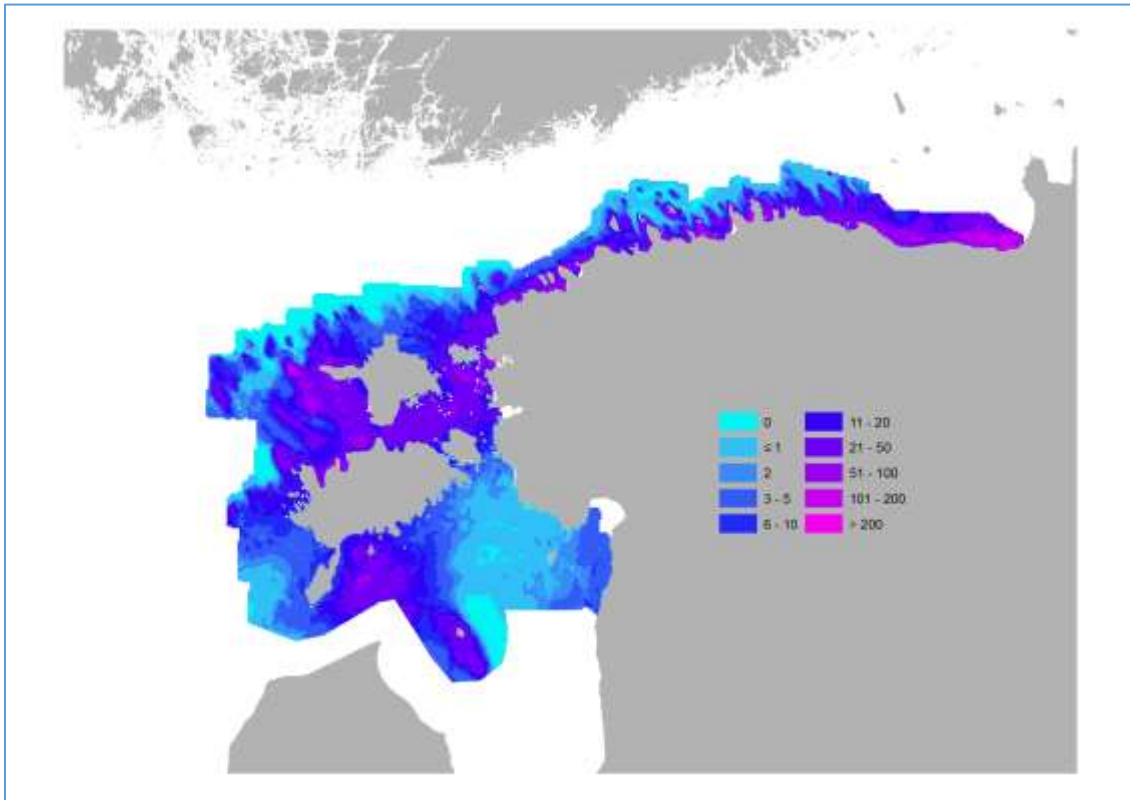
Joonis 24. Kalakajaka talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.



Joonis 25. Väikekajaka talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.

5.9. Bentose toidulised merelinnud

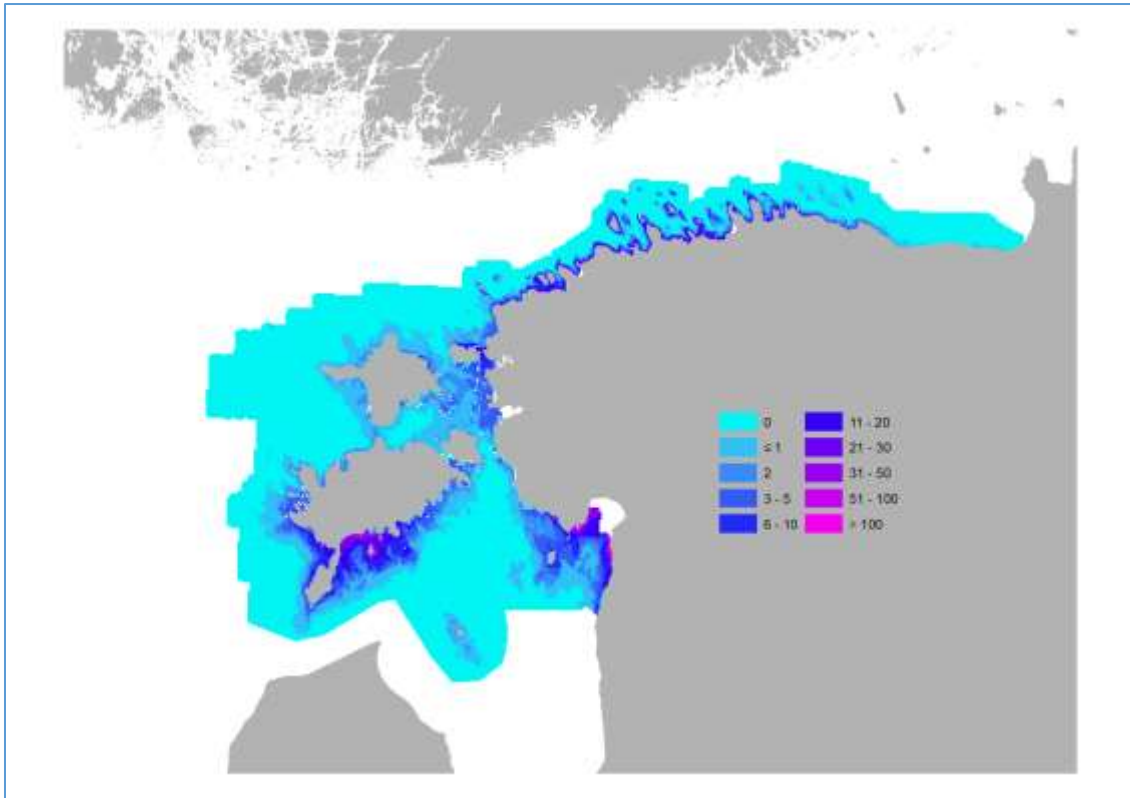
Bentose toiduliste merelindude all mõtleme veelinde kes hangivad toitu põhjast ning kelle toiduks on limused, vähilaadsed, putukad, veemakrofüüdid, vetikad jne. Nendeks liikideks on aul, sõtkas, hahk, tõmmuvaeras, mustvaeras, tuttvart, merivart ja kirjuhahk. Nende levikut peegeldab joonis 23.



Joonis 23. Bentose toiduliste merelindude talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.

6.0. Kalatoidulised merelinnud

Kalatoiduliste liikide all mõtleme liike kes toituvad põhiliselt kaladest. Need on punakurk-kaur, järvekaur, rohukoskel, jääkoskel, väikekoskel, kormoran ja alk. Võrreldes bentose toidulistega on nende arvukus väiksem ning ka levila kitsam, asustades peaaesjalikult kaldatsooni. Nende levikust annab ülevaate joonis



Joonis 24. Kalatoiduliste merelindude talvine levik Eesti vetes 2016.a. talvel.

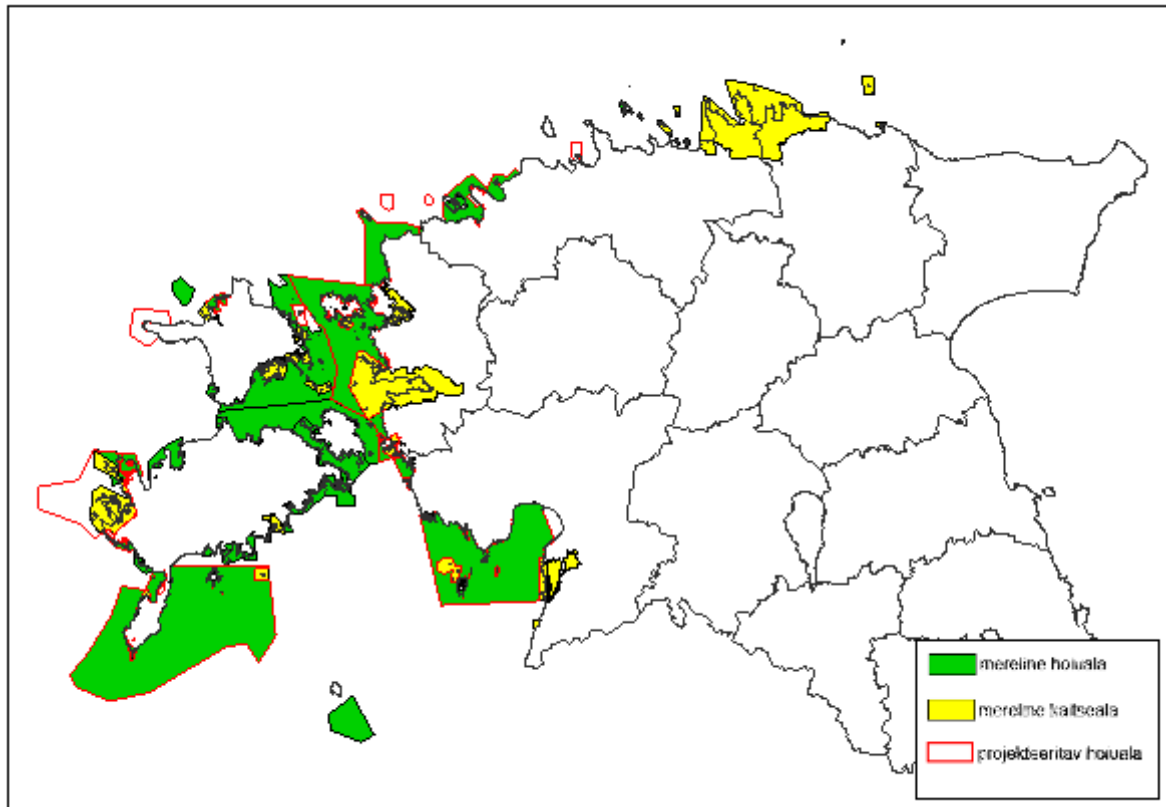
5. Merelindude arvukus kaitstavatel aladel

Eesti merealade tähtsus lindudele tuleneb paiknemisest vahetult Ida-Atlandi rändeteel ja mereelupaikade sobivusest paljudele liikidele, pakkudes häid toitumis- ja puhkevõimalusi. Suurel osa meil rändel peatuvatest lindudest pesitsevad Arktikas – valdavalt Venemaa tundraladel Koola poolsaarest läänes kuni Taimõri poolsaareni idas. Linnud kasutavad paljusid Eesti meresaari ja –laide, samuti rannikualasid pesitsemiseks, kus paljud liigid koonduvad pesitsuskolooniatesse. Veelgi suuremal arvul aga koondub siia linde väljaspool pesitsusperioodi. Juba pesitsemise ajal (juunis-juulis) tekivad kohalikel pesitsejatel sulgimiskogumid (harilik hahk, sõtkas, kormoran jt). Sulgimiskogumid võivad paikneda pesitsusaladest eraldi, sel juhul täheldatakse ka nn. sulgimisrännet, mis võib ulatuda sadadesse (haha isalinnud) või tuhandetesse km (mustvaera sulgimisränne Venemaa tundraladelt Läänemerele). Merelindude sulgimiskogumid paiknevad nii avameremadalatel (mustvaeras, hahk), või ka rannikumere ja merelahtedes (sõtkad, ujupardid, kümnokk-luik, hallhani jt), kus nad võivad kaotada kas või osaliselt lennuvõime. Juba kesksuvel algab nn. lindude

sügisränne arktilistelt pesitsusaladelt, mis sõltuvalt liigist vältab oktoobri lõpuni. Terve rida liike rändab siit peatumata läbi (läbiränne), paljud aga moodustavad rändekogumeid. Eesti rannikul ja avameres tekkivad sügisrände kogumid on sõltuvalt liikidest on kas ajutised, s.t. linnud rändavad pärast nuumamist edasi talvitusaladele või püsivad – s.t. jäävad meie vetesse talvituma moodustades **talvituskogumeid**. Seoses soojade talvedega on Läänemere põhjaosa tähtsus talvitavatele merelindudele järk-järgult kasvanud. Märkimisväärne merelindude koondumine meie vetesse toimub kevadel (kevadrände kogumid) pärast jää minekut, mil lisaks meil talvitavatele lindudele nuumavad end Eesti merealadel ka mujal talvitavad liigid, eriti Siberi tundra- ja taigavööndisse pesitsema suunduvad aulid, vaerad, luigid, haned ja lagled.

Eesti territoriaalmeres asub hulk kaitstavaid merelisi alasid. Mereliste alade all käsitletakse käesolevas töös alasid millel on piir rannikuga ja mis hõlmab vähemalt mingit mereosa. Seetõttu on need alad väga erinevad. Ühest küljest Kura kurgu hoiuala, mis hõlmab ainult rannikumerd ning avamereosa ning teisest küljest näiteks matsalu Rahvuspark mille piirid ulatuvad kaugemale sisemaale. Taolise kriteeriumi järgi on Eestis 34 hoiuala, 22 kaitseala ning 18 projekteeritavat hoiuala või kaitseala (tabel 5-7).

Kõikide mereliste alade kohta arutati veelindude keskmised arvukushinnangud konkreetsel alal. Nagu võib arvata merelinnurikkaim ala on Kura kurgu hoiuala. Arvukushinnangutest annab alade kaupa ülevaate tabel 5-7



Joonis 25. Merelised kaitstavad alad Eesti territoriaalmeres

Tabel 5. Merelindude talvise arvukuse hinnang (isendites) Eesti merelistel hoiualadel, 2016.a. lennuloenduste põhjal.

Hoiuala nimi	luik	aul	tõmmuvaeras	mustvaeras	vaerad	sõtkas	kaurid	kosklad
Rannaniidi hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Karala-Pilguse hoiuala	77	30	0	2	10	126	1	28
Kolga lahe hoiuala	35	327	16	0	121	11	0	204
Rame hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Kura kurgu hoiuala	217	15711	168	40638	6649	1518	233	1967
Nõva-Osmussaare hoiuala	4	63	0	0	0	6	0	10
Vesitükimaa hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Küdema lahe hoiuala	524	545	4	1	90	527	1	17
Nässuma hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Abruka hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Võilaiu hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranna-Päitse hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Pammana hoiuala	45	89	0	1	8	72	0	11
Vanamõisa lahe hoiuala	46	56	0	0	5	69	0	7
Riksu ranniku hoiuala	68	52	0	4	14	309	1	110
Sutu lahe hoiuala	122	91	0	62	7	46	0	120
Gretagrundi hoiuala	0	2534	17	0	104	8	0	20

Sõmeri hoiuala	1	0	0	0	0	0	0	0
Hiiu madala hoiuala	0	168	0	0	0	2	0	3
Jaandi hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Tagamõisa hoiuala	153	372	376	1	50	118	2	41
Siiksaare-Oessaare hoiuala	103	24	0	108	3	14	0	30
Kaugatoma-Lõu hoiuala	111	386	0	2	7	315	2	203
Väinamere hoiuala (Pärnu)	5	6	0	0	0	6	1	13
Lindmetsa hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Raespa hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Kahtla-Kübassaare hoiuala	147	69	0	59	3	94	0	78
Väikese väina hoiuala	63	588	0	1	0	311	0	93
Kasti lahe hoiuala	144	220	0	1419	41	152	0	277
Pakri hoiuala	658	5563	0	0	0	525	18	1657
Väinamere hoiuala (Hiiu)	315	8778	11	2	29	1008	1	380
Koorunõmme hoiuala	87	455	2	2	79	61	1	10
Nõva-Osmussaare hoiuala	110	4621	0	148	3	409	0	616
Kuressaare lahe hoiuala	34	65	0	243	35	150	0	146

Hoiuala nimi	kalatoit	bent.toit	väikekajakas	kalakajakas	hõbekajakas	kalahõbe	kajakas
Rannaniidi hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Karala-Pilguse hoiuala	85	60	0	70	104	177	222
Kolga lahe hoiuala	135	313	0	110	25	108	173
Rame hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Kura kurgu hoiuala	5693	32783	219	89	3415	1365	733
Nõva-Osmussaare hoiuala	6	97	0	18	0	10	2
Vesitükimaa hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Küdemäe lahe hoiuala	43	1996	0	0	64	50	48
Nässuma hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Abruka hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Võilaiu hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Ranna-Päitse hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Pammana hoiuala	8	201	0	0	3	6	7
Vanamõisa lahe hoiuala	10	314	0	0	2	52	38
Riksu ranniku hoiuala	230	80	0	57	131	30	54
Sutu lahe hoiuala	220	143	0	0	14	1	6
Gretagrundi hoiuala	49	4312	0	277	194	1862	1558
Sõmeri hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Hiiu madala hoiuala	13	710	4	1113	28	3228	1211
Jaandi hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Tagamõisa hoiuala	34	1268	0	1	95	160	115
Siiksaare-Oessaare hoiuala	67	53	0	0	3	1	1
Kaugatoma-Lõu hoiuala	379	333	0	5	359	40	62
Väinamere hoiuala (Pärnu)	35	44	0	0	5	2	2
Lindmetsa hoiuala	0	0	0	0	0	0	0

Raespa hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Kahtla-Kübassaare hoiuala	194	208	0	0	18	3	6
Väikese väina hoiuala	168	932	0	0	21	24	17
Kasti lahe hoiuala	489	380	0	0	33	3	9
Pakri hoiuala	1407	6885	0	1410	30	1467	519
Väinamere hoiuala (Hiiumaa)	465	14428	0	202	225	3195	3130
Koorunõmme hoiuala	15	1471	0	0	11	21	9
Nõva-Osmussaare hoiuala	404	6195	0	196	10	640	408
Kuressaare lahe hoiuala	249	120	0	0	27	0	4

Tabel 6. Merelindude talvise arvukuse hinnang (isendites) planeeringu järgus olevatel merelistel hoiualadel, 2016.a. lennuloenduste põhjal.

Planeeritud hoiuala/kaitseala nimi	Luik	Aul	tõmmuvaeras	mustvaeras	vaerad	sõtkas	kaurid	kosklad
Kura kurgu hoiuala	213	15707	168	40638	6647	1508	232	1966
Väinamere hoiuala	5	6	0	0	0	6	1	13
Vilsandi rahvuspark	1976	2334	770	89	627	983	32	455
Nõva-Osmussaare hoiuala	109	4619	0	148	3	408	0	615
Sääre looduskaitseala	7	6	0	0	2	15	1	2
Kaugatoma-Lõu maastikukaitseala	0	0	0	0	0	0	0	0
Vesitükimaa hoiuala	0	0	0	0	0	0	0	0
Neugrundi looduskaitseala	0	1073	0	0	0	1	0	9
Pakri hoiuala	659	5565	0	0	0	526	18	1659
Varbla laidude looduskaitseala	6	1	0	0	0	2	0	3
Einby merikotka püsielupaik	0	0	0	0	0	0	0	0
Pärnu lahe hoiuala	470	20	0	0	3	1314	21	5582
Krassi looduskaitseala	0	85	0	0	0	4	0	13
Puhtu-Laelatu looduskaitseala	3	13	0	0	0	22	0	13
Pakri maastikukaitseala	8	22	0	0	0	19	0	36
Kõrgessaare-Mudaste hoiuala	52	13	0	0	0	277	0	8
Kadalaiu viiherhülge püsielupaik	7	226	0	0	2	19	0	25
Kõpu merekaitseala	23	1761	2	0	0	133	1	55
Apollo merekaitseala (planeeritav)	0	291	0	0	0	0	0	0

Planeeritud hoiuala/kaitseala nimi	bent.toit	kalatoit	Väike-kajakas	kalakajakas	hõbekajakas	hõbekala	kajakad
Kura kurgu hoiuala	32774	5684	219	89	3390	1352	728
Väinamere hoiuala	44	35	0	0	5	2	2
Vilsandi rahvuspark	6931	497	0	53	1722	1479	1619
Nõva-Osmussaare hoiuala	6189	404	0	195	10	639	408
Sääre looduskaitseala	16	12	0	0	45	18	8
Kaugatoma-Lõu maastikukaitseala	0	0	0	0	0	0	0

Vesitükimaa hoiuala	0	0	0	0	0	0	0
Neugrundi looduskaitseala	404	23	0	64	1	132	100
Pakri hoiuala	6890	1409	0	1415	30	1469	520
arbla laidude looduskaitseala	5	7	0	0	2	0	0
Einby merikotka püsielupaik	1	0	0	0	0	0	0
Pärnu lahe hoiuala	1658	6350	0	356	770	1858	2304
Krassi looduskaitseala	58	18	0	16	0	7	7
Puhtu-Laelatu looduskaitseala	45	26	0	0	4	1	1
Pakri maastikukaitseala	67	18	0	34	0	23	10
Kõrgessaare-Mudaste hoiuala	97	17	0	62	13	740	338
Kadakalau viigerhülge püsielupaik	436	22	0	63	6	982	566
Kõpu merekaitseala	4583	27	0	2925	119	11217	5215
Apollo merekaitseala (planeeritav)	488	0	55	105	2	403	209

Tabel 7. Merelindude talvise arvukuse hinnang (isendites) merelistel kaitsealadel, 2016.a. lennuloenduste põhjal.

Kaitseala nimi	Luik	Aul	tõmmuvaeras	mustvaeras	vaerad	sõtkas	kaurid	kosklad
Sorgu looduskaitseala	4	0	0	0	0	3	0	45
Vahtrepa maastikukaitseala	2	17	0	0	0	19	0	9
Vilsandi rahvuspark	1669	719	382	73	332	877	6	357
Käina-Kassari maastikukaitseala	31	128	0	0	0	80	0	9
Hiumaa laidude maastikukaitseala	17	595	0	0	1	86	0	28
Vesitükimaa laiud	2	2	0	0	1	3	0	1
Prangli maastikukaitseala	1	7	0	0	0	0	0	3
Sarve maastikukaitseala	0	0	0	0	0	0	0	0
Matsalu rahvuspark	17	3295	0	0	2	750	3	304
Kolga lahe maastikukaitseala	48	744	10	0	90	29	0	399
Lahemaa rahvuspark	565	8282	354	0	3140	297	12	1607
Rahuste looduskaitseala	16	20	0	2	1	67	1	42
Laidevahe looduskaitseala	58	18	0	63	2	10	0	15
Letipea maastikukaitseala	21	120	0	0	6	1	0	16
Uhtju looduskaitseala	51	406	0	4	1	6	0	11
Vormsi maastikukaitseala	5	131	0	0	0	53	0	30
Kabli looduskaitseala	1	1	0	0	0	12	0	153
Luitemaa looduskaitseala	21	1	0	0	0	581	0	2246
Kihnu laidude looduskaitseala	71	1	0	0	0	40	0	139
Varbla laidude maastikukaitseala	6	1	0	0	0	2	0	3
Allirahu looduskaitseala	66	126	0	1406	27	31	0	88
Puhtu-Laelatu looduskaitseala	3	13	0	0	0	20	0	12

Kaitseala nimi	bent.toit	kalatoit	väikekajakas	kalakajakas	hõbekajakas	hõbekala	kajakad
----------------	-----------	----------	--------------	-------------	-------------	----------	---------

Sorgu looduskaitseala	5	30	0	3	3	23	20
Vahtrepa maastikukaitseala	50	8	0	2	2	66	84
Vilsandi rahvuspark	2614	372	0	27	847	1065	1026
Käina-Kassari maastikukaitseala	308	11	0	0	5	52	39
Hiumaa laidude maastikukaitseala	947	28	0	5	8	56	44
Vesitükimaa laiud	6	3	0	0	17	5	2
Prangli maastikukaitseala	17	4	0	1	1	2	3
Sarve maastikukaitseala	0	0	0	0	0	0	0
Matsalu rahvuspark	4584	477	0	32	80	194	155
Kolga lahe maastikukaitseala	747	310	0	255	54	160	375
Lahemaa rahvuspark	9271	1356	0	15260	361	6587	4518
Rahuste looduskaitseala	32	64	0	0	32	3	4
Laidevahe looduskaitseala	34	33	0	0	2	0	0
Letipea maastikukaitseala	198	10	0	512	1	111	38
Uhtju looduskaitseala	566	18	0	1410	8	85	41
Vormsi maastikukaitseala	192	27	0	12	3	106	95
Kabli looduskaitseala	27	90	0	3	13	55	90
Lütemaa looduskaitseala	69	1484	0	1	69	170	304
Kihnu laidude looduskaitseala	40	153	0	143	25	23	57
Varbla laidude maastikukaitseala	5	7	0	0	2	0	0
Allirahu looduskaitseala	230	188	0	0	8	0	1
Puhtu-Laelatu looduskaitseala	42	24	0	0	4	1	1

6. Kirjandus

Aunins, A., Kuresoo, A, Luigujõe, L. 2012. Distribution and numbers of birds in the Gulf of Riga 2011. Project: Gulf of Riga as a resource for wind energy –GORWIND. Report. 135 pp.

Durinck, J., Skov, H., Jensen, F.P., Pihl, S. 1994. Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea. EU DG XI research cumtract no 2241/90-09-01, Ornithology Consult report 1994, 110 pp.

Eltis, J., Leito, A., Leivits, A., Luigujõe, L., Mägi, E., Nellis, R., Nellis, R., Ots, M., Pehlak, H. (2009). Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 2008–2012 . *Hirundo*, 26(2), 80 - 112.

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., Mikkola Roos, M., Pihl, S., Sonntag N., Stock, A., Stipniece, A. and Wahl, J. 2011. Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 201 pp.

LISA 1

Modelling outputs

Long tailed Duck *Clangula hyemalis*

Detection model

Summary for ds object
Number of observations : 2168
Distance range : 44 - 1000
AIC : 3892.837

Detection function:
Hazard-rate key function

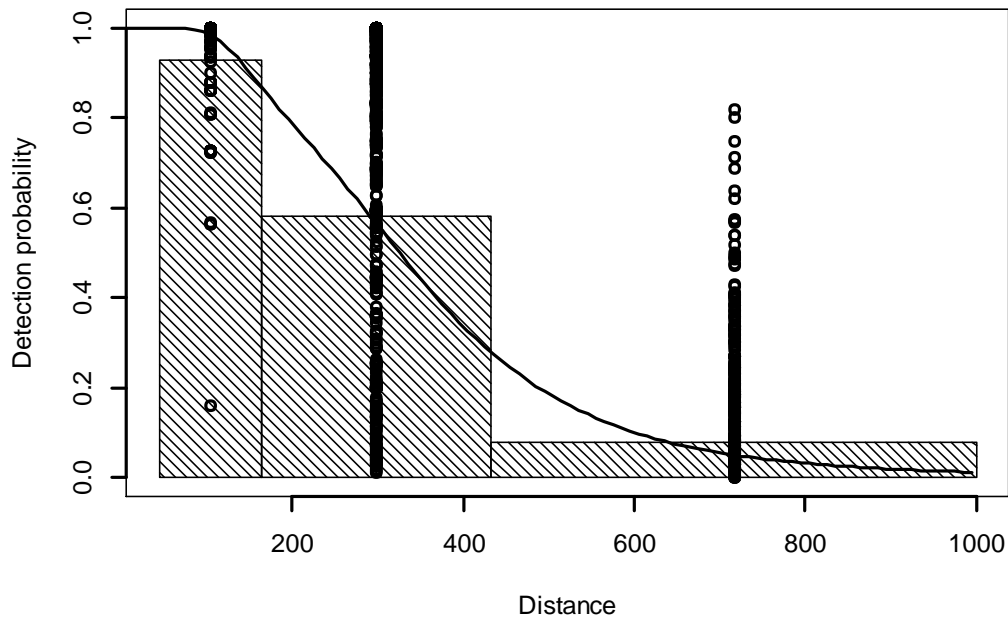
Detection function parameters
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.097061362	0.17799988
log(size)	0.134246688	0.01207788
expertA. Avotins	-0.202121926	0.18163144
expertA. Stipniece	0.078866137	0.18485100
expertI. Dinsbergs	0.534557657	0.26036083
expertJ. Reihmanis	-0.486251986	0.18672073
expertL. Luigujo	0.468825561	0.16759579
expertM. Janaus	0.603672812	0.23565160
expertT. Valker	0.380981035	0.18381003
expertT. Kaasiku	0.515374739	0.20784615
expertU. Paal	-0.422888852	0.20117623
seat2	0.107919107	0.08256070
seat3	0.216431461	0.13638683
behav2	-0.735857314	0.17687880
behav3	0.014209150	0.05597768
behav4	0.151902578	0.04314985
waves	-0.002102721	0.02087113

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	1.524615	0.06772634

	Estimate	SE	CV
Average p	0.3123734	0.01029687	0.03296333



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

```
Nhat ~ s(chl.a, k = 3) + s(depth, k = 3) + s(mld, k = 3) + s(prop.hard,
      k = 3) + s(prop.mixed, k = 3) + s(prop.sand, k = 3) + s(prop.soft,
      k = 3) + s(salt, k = 3) + s(ship.2011, k = 3) + s(uvel, k = 3) +
      1 + s(x.coord, y.coord) + offset(off.set)
```

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-14.63670	0.07052	-207.5	<2e-16 ***

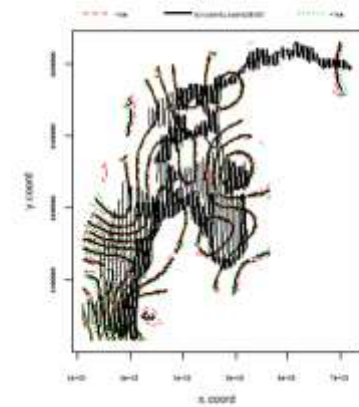
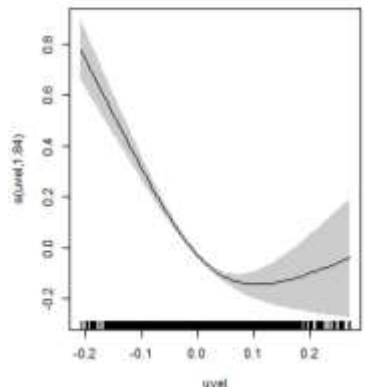
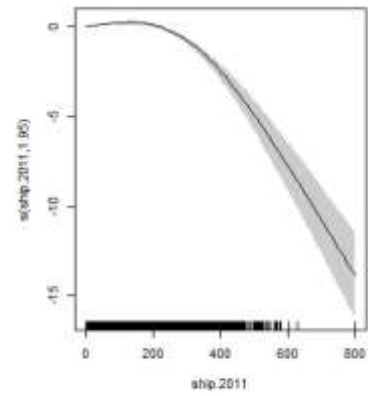
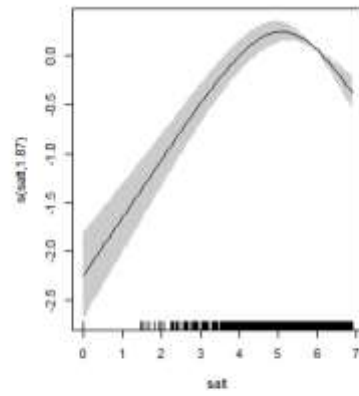
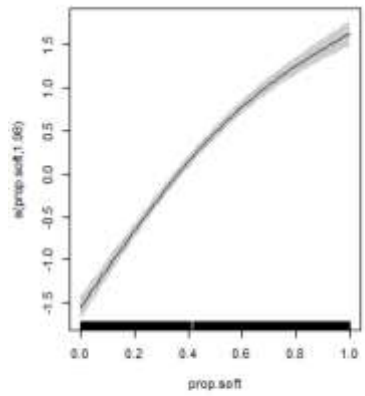
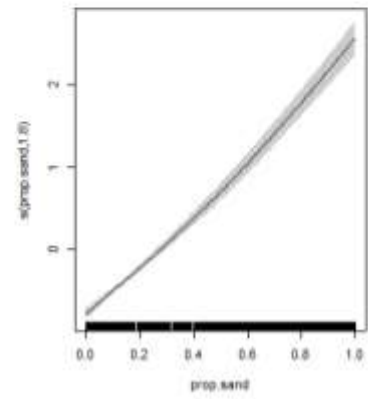
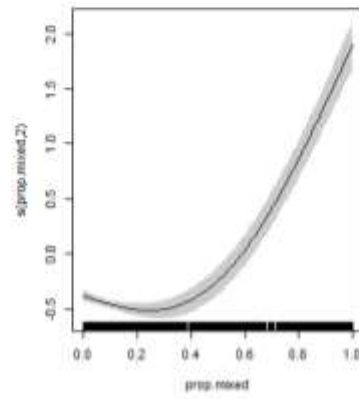
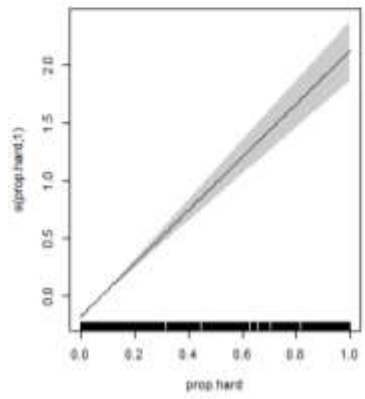
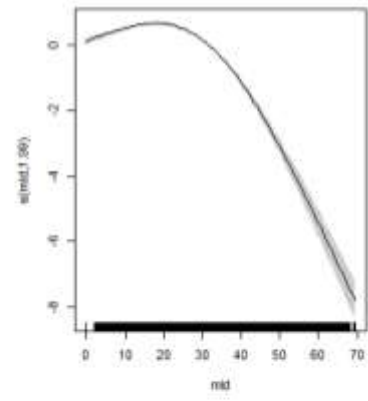
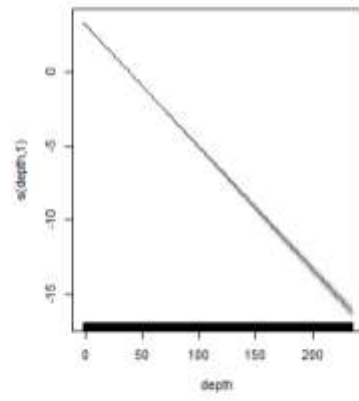
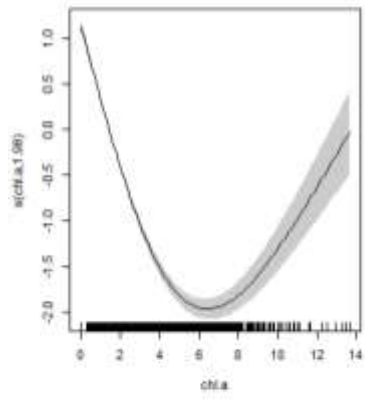
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(chl.a)	1.976	1.999	829.79	<2e-16 ***
s(depth)	1.000	1.000	4681.71	<2e-16 ***
s(mld)	1.985	2.000	343.48	<2e-16 ***
s(prop.hard)	1.002	1.004	263.94	<2e-16 ***
s(prop.mixed)	1.993	2.000	287.68	<2e-16 ***
s(prop.sand)	1.712	1.916	288.94	<2e-16 ***
s(prop.soft)	1.970	1.998	308.30	<2e-16 ***
s(salt)	1.831	1.970	70.30	<2e-16 ***
s(ship.2011)	1.929	1.995	62.76	<2e-16 ***
s(uvel)	1.774	1.948	99.14	<2e-16 ***
s(x.coord,y.coord)	27.833	28.550	415.33	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq.(adj) = 0.0557 Deviance explained = 31.6%
GCV = 99.185 Scale est. = 14.495 n = 11534



Velvet Scoter *Melanitta fusca*

Detection model

Summary for ds object
Number of observations : 104
Distance range : 44 - 1000
AIC : 190.6139

Detection function:
Hazard-rate key function

Detection function parameters

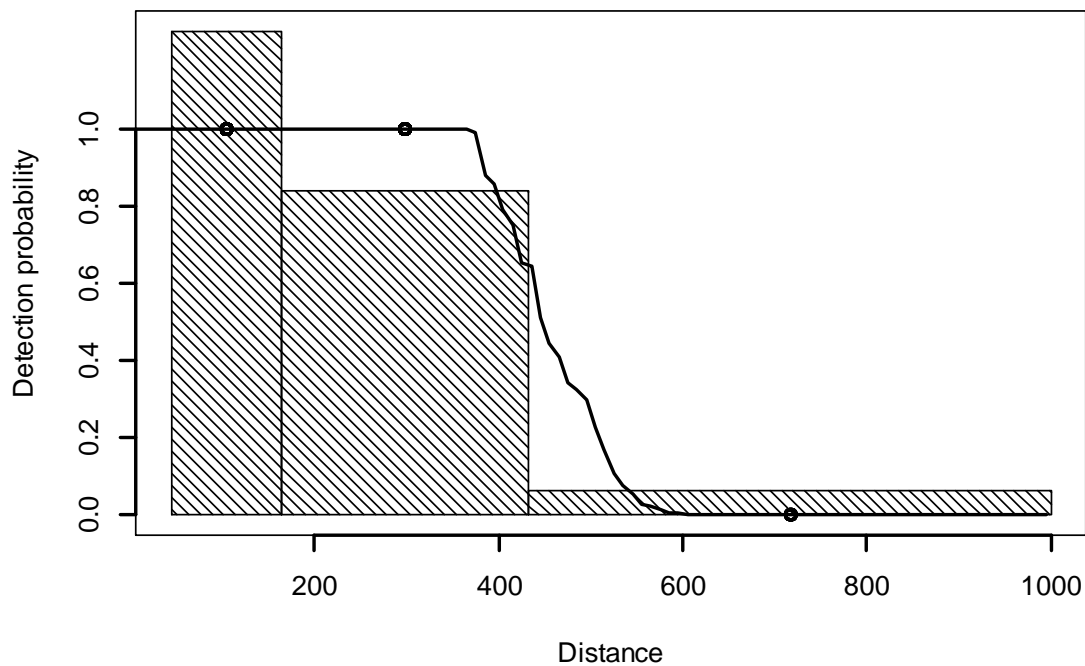
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	6.27483625	0.27960613
log(size)	0.04874553	0.05623861
waves	-0.11438502	0.11309533

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	9.942447	9625.659

	Estimate	SE	CV
Average p	0.4116383	0.04314566	0.1048145



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

```
Nhat ~ s(chl.a, k = 3) + s(depth, k = 3) + s(depth.var, k = 3) +  
s(di.coast, k = 3) + s(salt, k = 3) + s(ship.2011, k = 3) +  
s(temp, k = 3) + s(vvel, k = 3) + 1 + s(x.coord, y.coord) +  
offset(off.set)
```

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-42.48	2.60	-16.34	<2e-16 ***

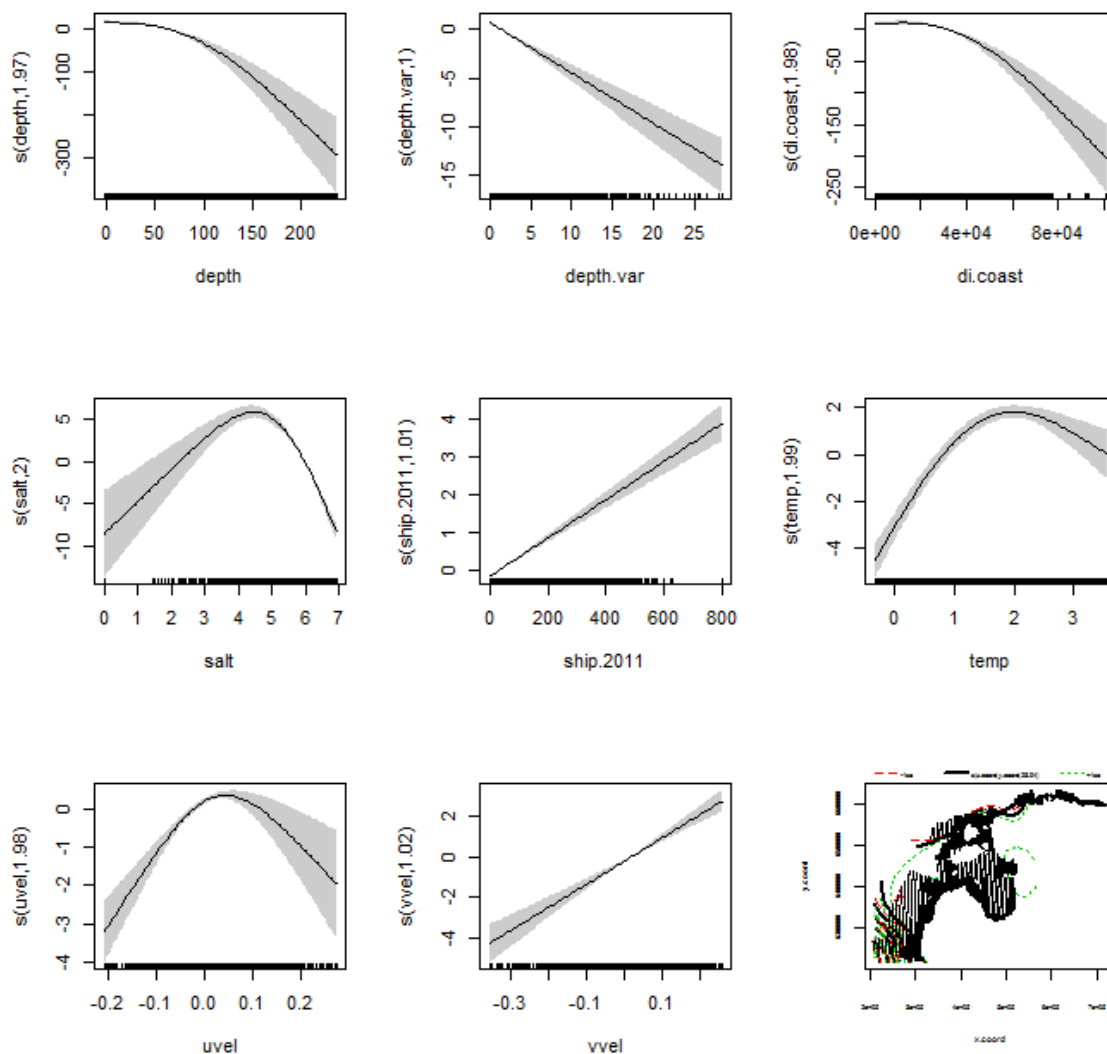
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(chl.a)	1.948	1.997	22.06	3.63e-10 ***
s(depth)	1.957	1.998	113.72	< 2e-16 ***
s(depth.var)	1.000	1.001	98.31	< 2e-16 ***
s(di.coast)	1.978	1.999	32.45	5.96e-15 ***
s(salt)	1.993	2.000	177.00	< 2e-16 ***
s(ship.2011)	1.005	1.010	231.72	< 2e-16 ***
s(temp)	1.993	2.000	109.38	< 2e-16 ***
s(vvel)	1.001	1.002	153.78	< 2e-16 ***
s(x.coord,y.coord)	28.870	28.990	52.96	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq.(adj) = 0.104 Deviance explained = 45.4%
GCV = 5.4783 Scale est. = 7.3442 n = 11534



Black Scoter *Melanitta nigra*

Detection model

Summary for ds object
 Number of observations : 59
 Distance range : 44 - 1000
 AIC : 113.5491

Detection function:
 Hazard-rate key function

Detection function parameters

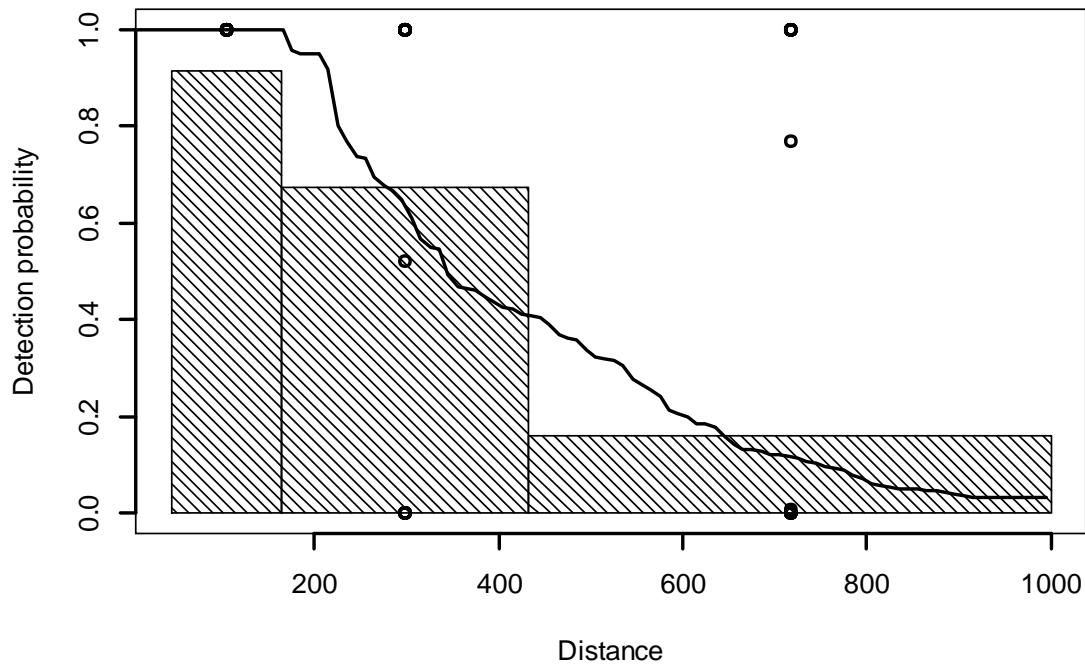
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.9431945	1.319914e+00
log(size)	0.2412248	6.357123e-02
behav3	2.0211690	1.025248e+03
behav4	0.4758601	2.003944e-01
waves	-0.2821243	1.739781e-01

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	4.81411	249.4175

	Estimate	SE	CV
Average p	0.3808942	0.05184607	0.1361167



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

$$\text{Nhat} \sim \text{s}(\text{depth}, k = 3) + \text{s}(\text{depth.var}, k = 3) + \text{s}(\text{di.coast}, k = 3) + \text{s}(\text{prop.mixed}, k = 3) + \text{s}(\text{prop.sand}, k = 3) + \text{s}(\text{prop.soft}, k = 3) + \text{s}(\text{salt}, k = 3) + \text{s}(\text{temp}, k = 3) + \text{s}(\text{uvel}, \text{vvel}, k = 12) + \text{s}(\text{x.coord}, \text{y.coord}) + \text{offset}(\text{off.set})$$

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-122.21	19.24	-6.352	2.21e-10 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

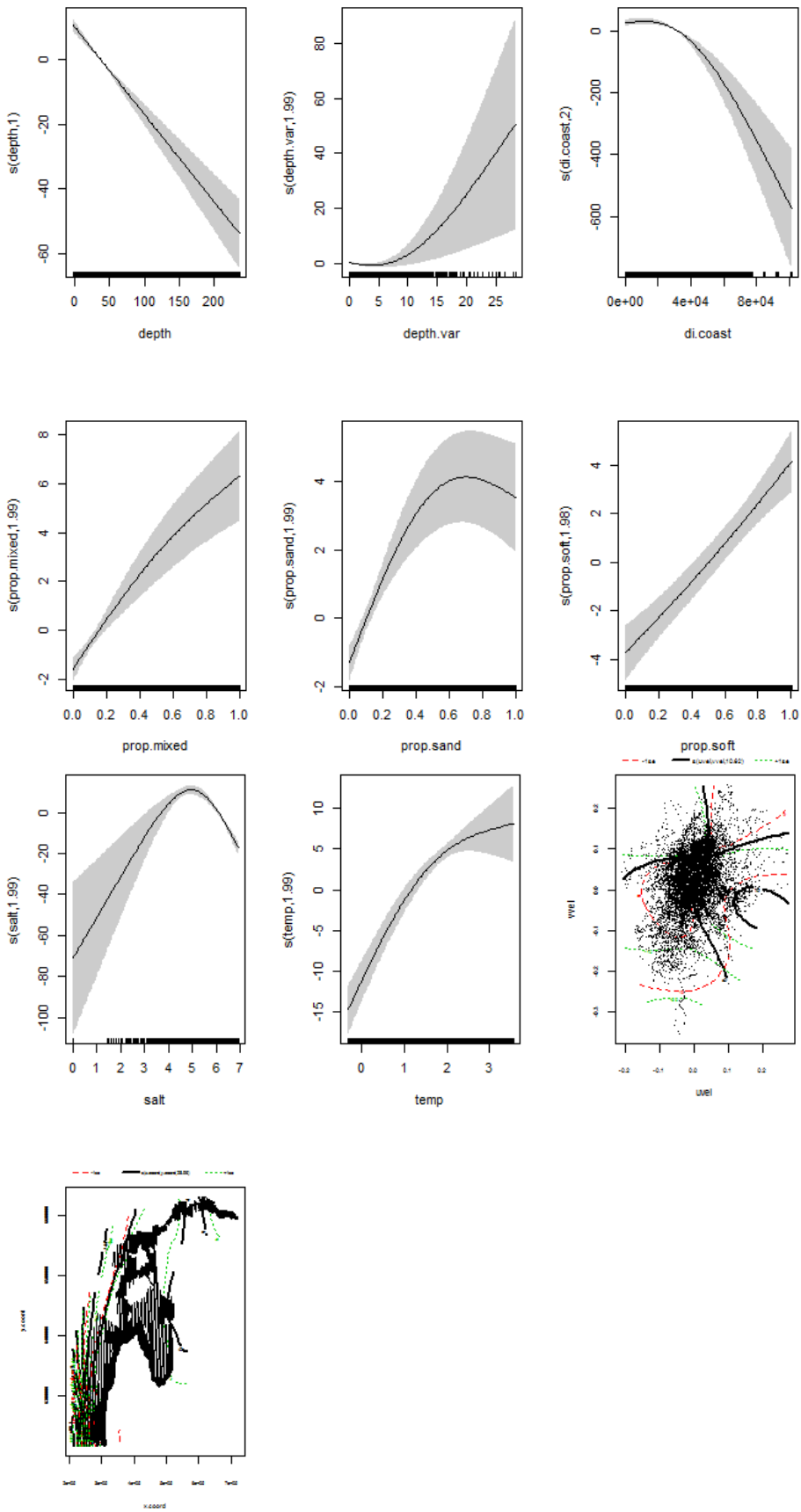
Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(depth)	1.000	1.000	106.872	< 2e-16 ***
s(depth.var)	1.995	2.000	5.169	0.00549 **
s(di.coast)	1.996	2.000	32.266	9.34e-15 ***
s(prop.mixed)	1.994	2.000	23.318	7.98e-11 ***
s(prop.sand)	1.994	2.000	19.976	2.45e-09 ***
s(prop.soft)	1.981	1.999	21.717	4.08e-10 ***
s(salt)	1.993	2.000	55.242	< 2e-16 ***
s(temp)	1.987	2.000	62.967	< 2e-16 ***
s(uvel,vvel)	10.624	10.946	16.983	< 2e-16 ***
s(x.coord,y.coord)	28.963	28.999	9.063	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq. (adj) = 0.238 Deviance explained = 59.9%

GCV = 1.81 Scale est. = 15.044 n = 11534



Scoters *Melanitta sp.*

Detection model

Summary for ds object
Number of observations : 226
Distance range : 44 - 1000
AIC : 428.6091

Detection function:
Hazard-rate key function

Detection function parameters

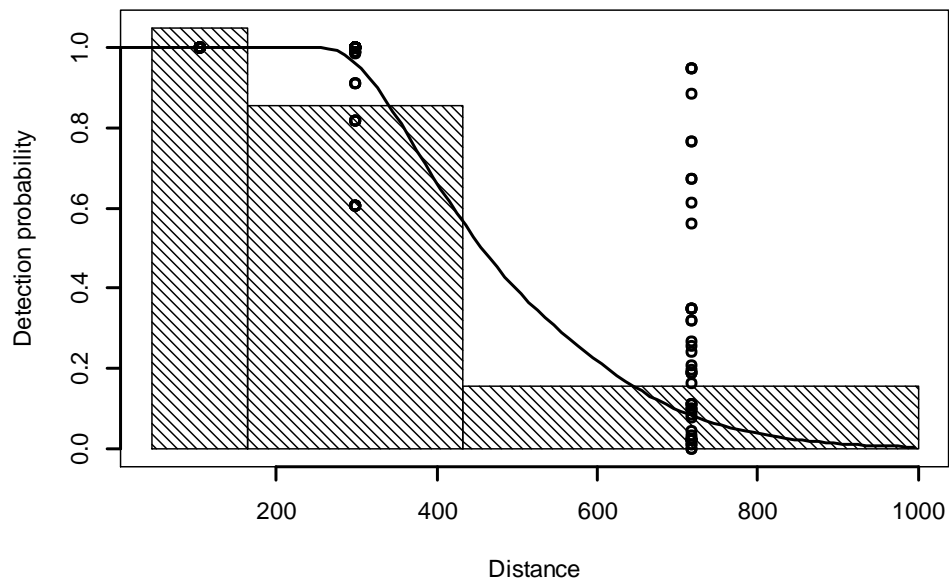
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	6.08918227	0.17728880
log(size)	0.13275540	0.03925994
seat2	-0.22478698	0.09011127
seat3	0.01879214	0.25673889
waves	-0.05762585	0.05225413

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	2.348138	0.5278267

	Estimate	SE	CV
Average p	0.444617	0.0310281	0.06978613



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

```
Nhat ~ s(chl.a, k = 3) + s(depth, k = 3) + s(depth.var, k = 3) +  
s(di.coast, k = 3) + s(salt, k = 3) + s(ship.2011, k = 3) +  
s(temp, k = 3) + s(vvel, k = 3) + 1 + s(x.coord, y.coord) +  
offset(off.set)
```

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-42.48	2.60	-16.34	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(chl.a)	1.948	1.997	22.06	3.63e-10 ***

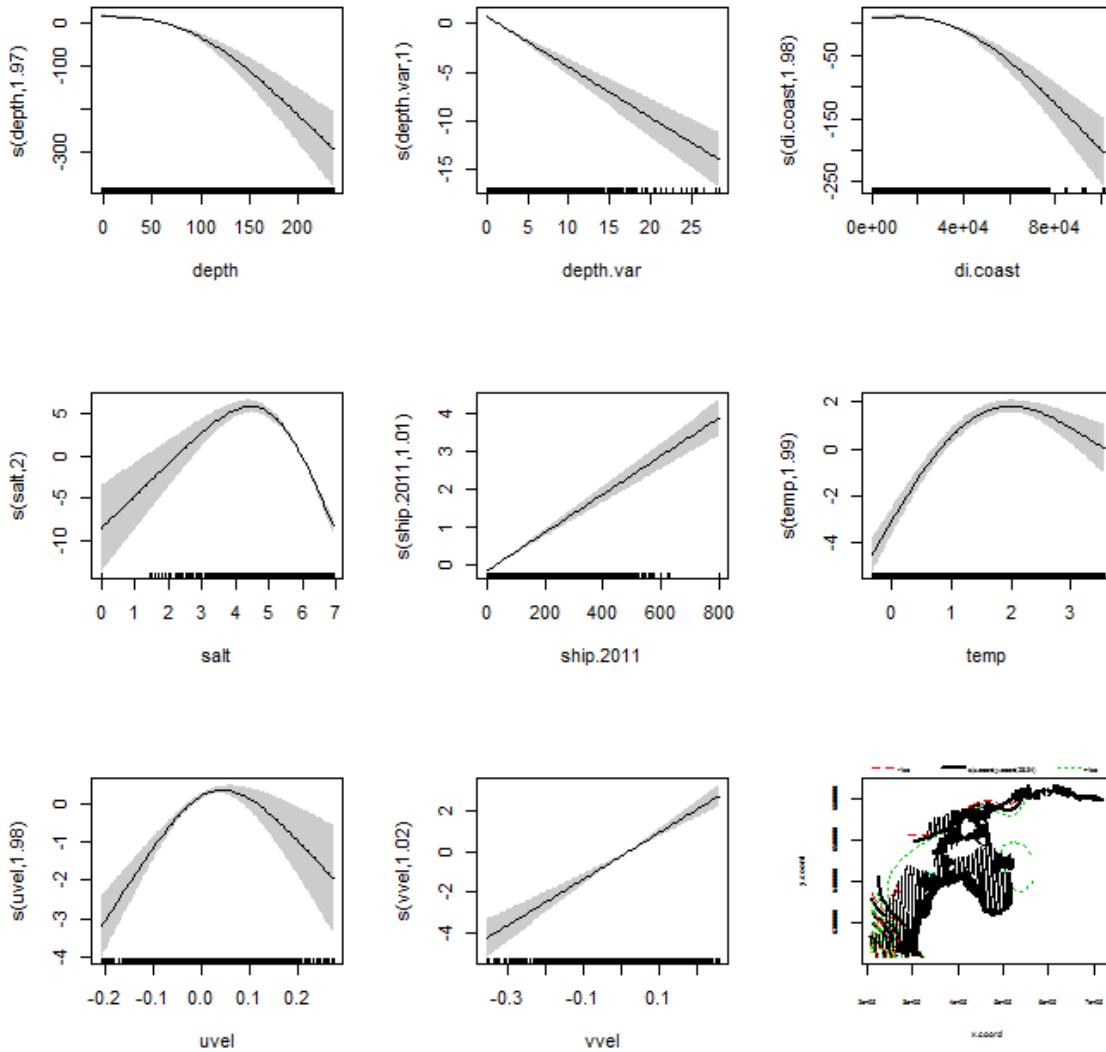
```

s(depth)          1.957  1.998 113.72 < 2e-16 ***
s(depth.var)     1.000  1.001  98.31 < 2e-16 ***
s(di.coast)      1.978  1.999  32.45 5.96e-15 ***
s(salt)          1.993  2.000 177.00 < 2e-16 ***
s(ship.2011)    1.005  1.010 231.72 < 2e-16 ***
s(temp)          1.993  2.000 109.38 < 2e-16 ***
s(vvel)         1.001  1.002 153.78 < 2e-16 ***
s(x.coord,y.coord) 28.870 28.990  52.96 < 2e-16 ***

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq.(adj) = 0.104 Deviance explained = 45.4%
 GCV = 5.4783 Scale est. = 7.3442 n = 11534



Goldeneye *Bucephala clangula*

Detection model

```

Summary for ds object
Number of observations : 522
Distance range         : 44 - 1000
AIC                    : 947.3287

```

Detection function:

Hazard-rate key function

Detection function parameters

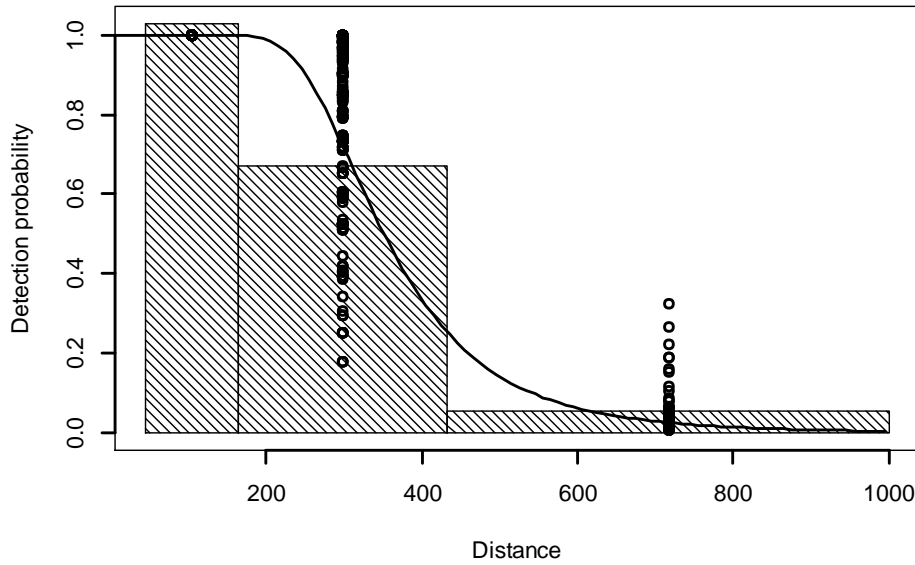
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.52033022	0.12322858
log(size)	0.11109125	0.02826549
seat2	-0.07010623	0.07611174
seat3	-0.25393237	0.10798708
waves	0.11292663	0.03675205

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	1.626749	0.1412299

	Estimate	SE	CV
Average p	0.3358836	0.01788341	0.05324288



Density surface model

Family: quasipoisson

Link function: log

Formula:

$\text{Nhat} \sim \text{s}(\text{di.coast}, k = 4) + \text{s}(\text{di.hard}, k = 4) + \text{s}(\text{ice}, k = 4) + \text{s}(\text{prop.mixed}, k = 4) + \text{s}(\text{temp}, k = 4) + \text{s}(\text{vvel}, k = 4) + 1 + \text{s}(\text{x.coord}, \text{y.coord}) + \text{offset}(\text{off.set})$

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-21.2174	0.3245	-65.39	<2e-16 ***

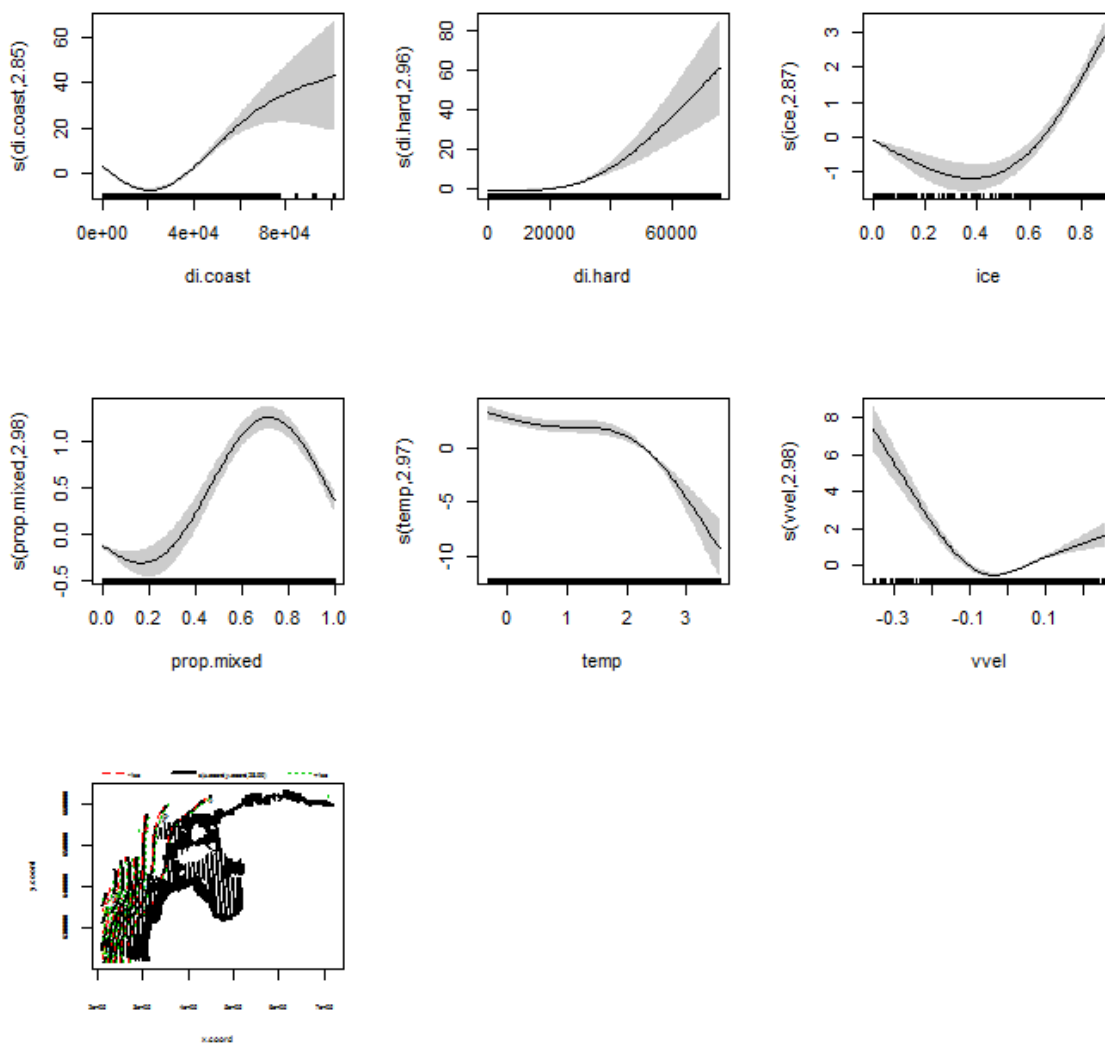
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(di.coast)	2.814	2.969	584.90	<2e-16 ***
s(di.hard)	2.947	2.997	45.89	<2e-16 ***
s(ice)	2.831	2.979	97.11	<2e-16 ***
s(prop.mixed)	2.979	3.000	144.81	<2e-16 ***
s(temp)	2.965	2.999	71.29	<2e-16 ***
s(vvel)	2.970	2.999	84.90	<2e-16 ***
s(x.coord,y.coord)	28.985	28.999	45.56	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq.(adj) = 0.207 Deviance explained = 53.4%
 GCV = 4.9133 Scale est. = 5.1132 n = 11534



All benthos feeding species (diving ducks)

Detection model

Summary for ds object
 Number of observations : 2970
 Distance range : 44 - 3000
 AIC : 5487.22

Detection function:
 Hazard-rate key function

Detection function parameters
 Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.16223051	0.133111506
log(size)	0.11941645	0.008563909
expertA. Avotins	-0.15071058	0.134246736
expertA. Stipniece	0.29888439	0.133684163
expertI. Dinsbergs	0.60188956	0.177306239
expertJ. Reihmanis	-0.44061880	0.148175563
expertL. Luigujo	0.52110273	0.127015995
expertM. Janaus	0.75005328	0.158356500

```

expertM. Zilgalvis  0.14207284 0.608295159
expertT. Valker    0.47011441 0.130458928
expertT. Kaasiku   0.65175636 0.129937009
expertU. Paal      -0.15099019 0.139315115
waves              0.02613319 0.015415659

```

Shape parameters:

```

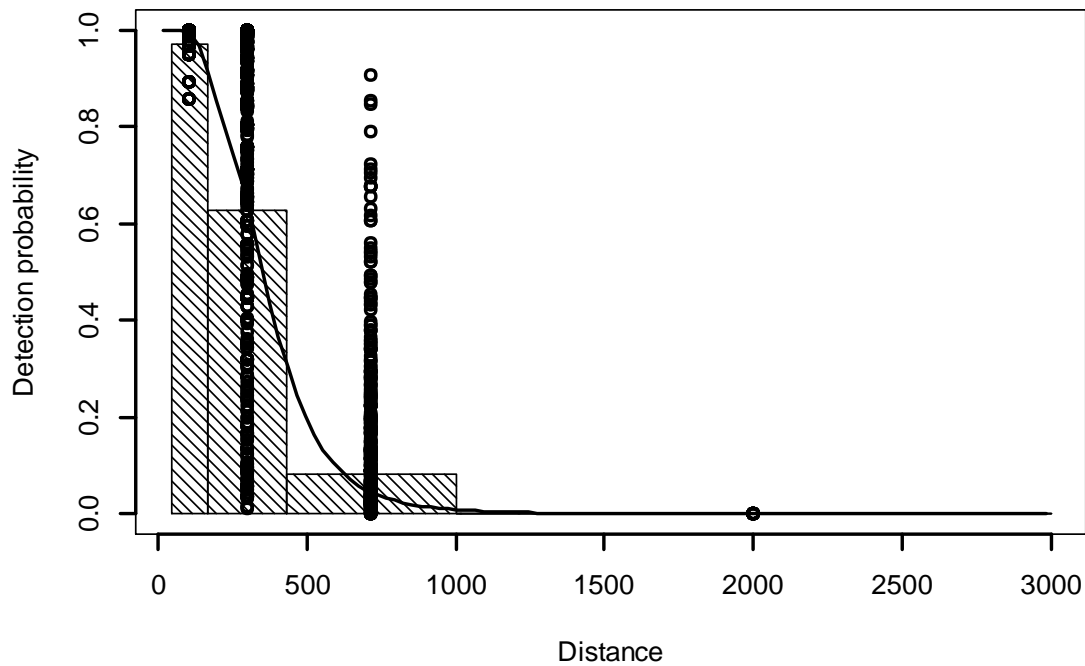
          estimate      se
(Intercept) 1.642169 0.04807841

```

```

          Estimate      SE      CV
Average p 1.107624e-01 0.0026552 0.02397203

```



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

```

Nhat ~ s(chl.a, k = 3) + s(depth, k = 3) + s(di.hard, k = 3) +
s(mld, k = 3) + s(prop.mixed, k = 3) + s(prop.sand, k = 3) +
s(prop.soft, k = 3) + s(salt, k = 3) + s(uvel, vvel, k = 12) +
1 + s(x.coord, y.coord) + offset(off.set)

```

Parametric coefficients:

```

          Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -14.01519    0.05301  -264.4  <2e-16 ***
---

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

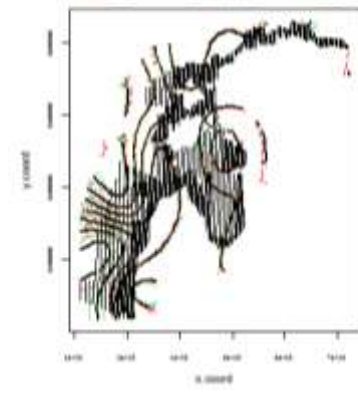
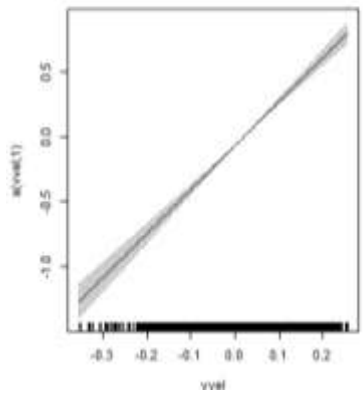
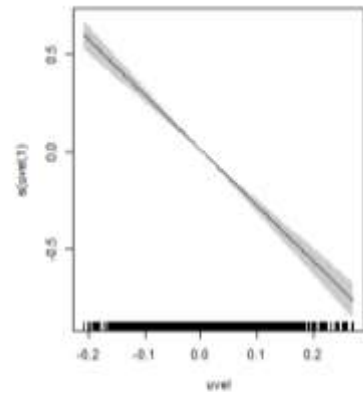
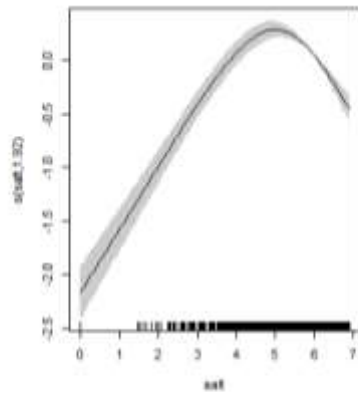
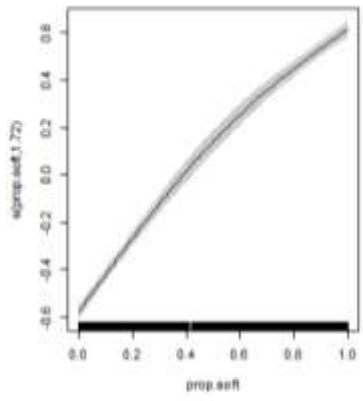
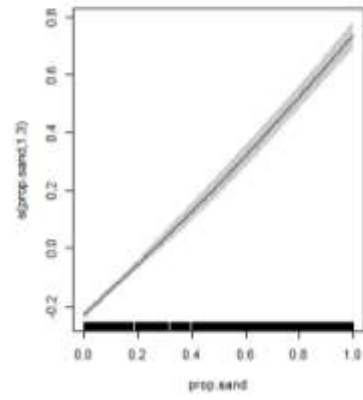
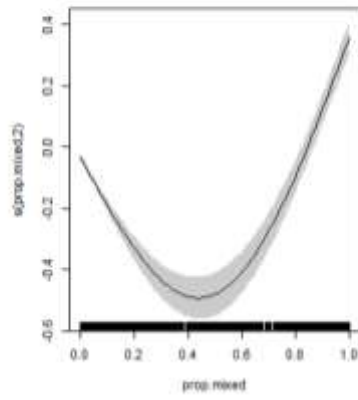
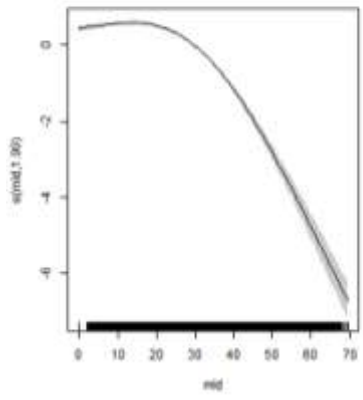
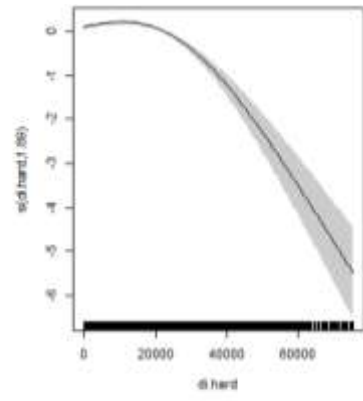
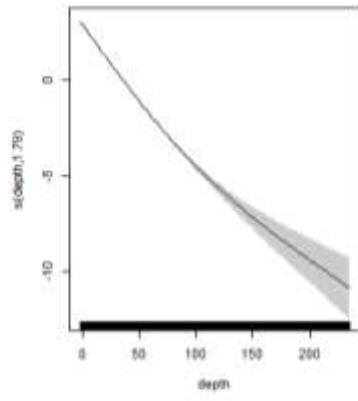
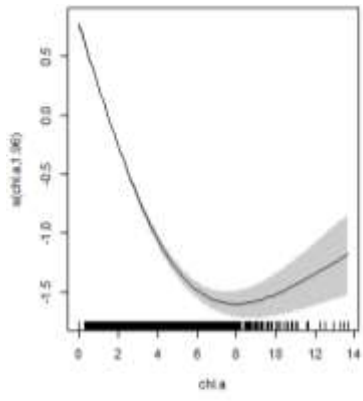
Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(chl.a)	1.868	1.982	428.86	<2e-16 ***
s(depth)	1.000	1.000	5146.53	<2e-16 ***
s(di.hard)	1.946	1.996	93.48	<2e-16 ***
s(mld)	1.989	2.000	437.94	<2e-16 ***
s(prop.mixed)	1.968	1.999	162.44	<2e-16 ***
s(prop.sand)	1.003	1.006	579.26	<2e-16 ***
s(prop.soft)	1.000	1.001	854.95	<2e-16 ***
s(salt)	1.925	1.994	196.22	<2e-16 ***

```
s(uvel,vvel)      10.553 10.962 266.12 <2e-16 ***
s(x.coord,y.coord) 28.003 28.698 422.86 <2e-16 ***
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
R-sq.(adj) = 0.0883   Deviance explained = 33.6%
GCV = 278.34  Scale est. = 33.077      n = 11534
```



Divers Gavia sp.

Detection model

Summary for ds object
Number of observations : 177
Distance range : 44 - 1000
AIC : 236.2004

Detection function:
Hazard-rate key function

Detection function parameters

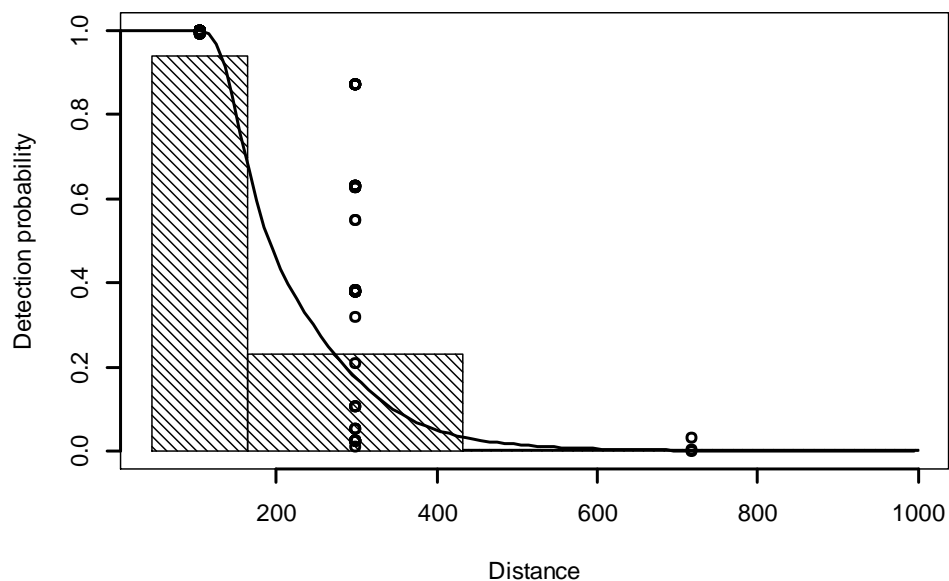
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.4378600979	0.17097125
log(size)	-0.0009215583	0.11982415
seat2	-0.6508569842	0.12756031
seat3	-0.1690103916	0.48274065
waves	0.1298969644	0.06168004

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	1.719625	0.1846446

	Estimate	SE	CV
Average p	0.1777851	0.01619308	0.09108232



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

```
Nhat ~ s(chl.a, k = 3) + s(depth.var, k = 3) + s(di.mixed, k = 3) +  
s(di.soft, k = 3) + s(mld, k = 3) + s(prop.sand, k = 3) +  
s(ship.2011, k = 3) + s(temp, k = 3) + 1 + s(x.coord, y.coord) +  
offset(off.set)
```

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-21.4261	0.8786	-24.39	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(chl.a)	1.996	2.000	35.732	3.82e-16 ***

```

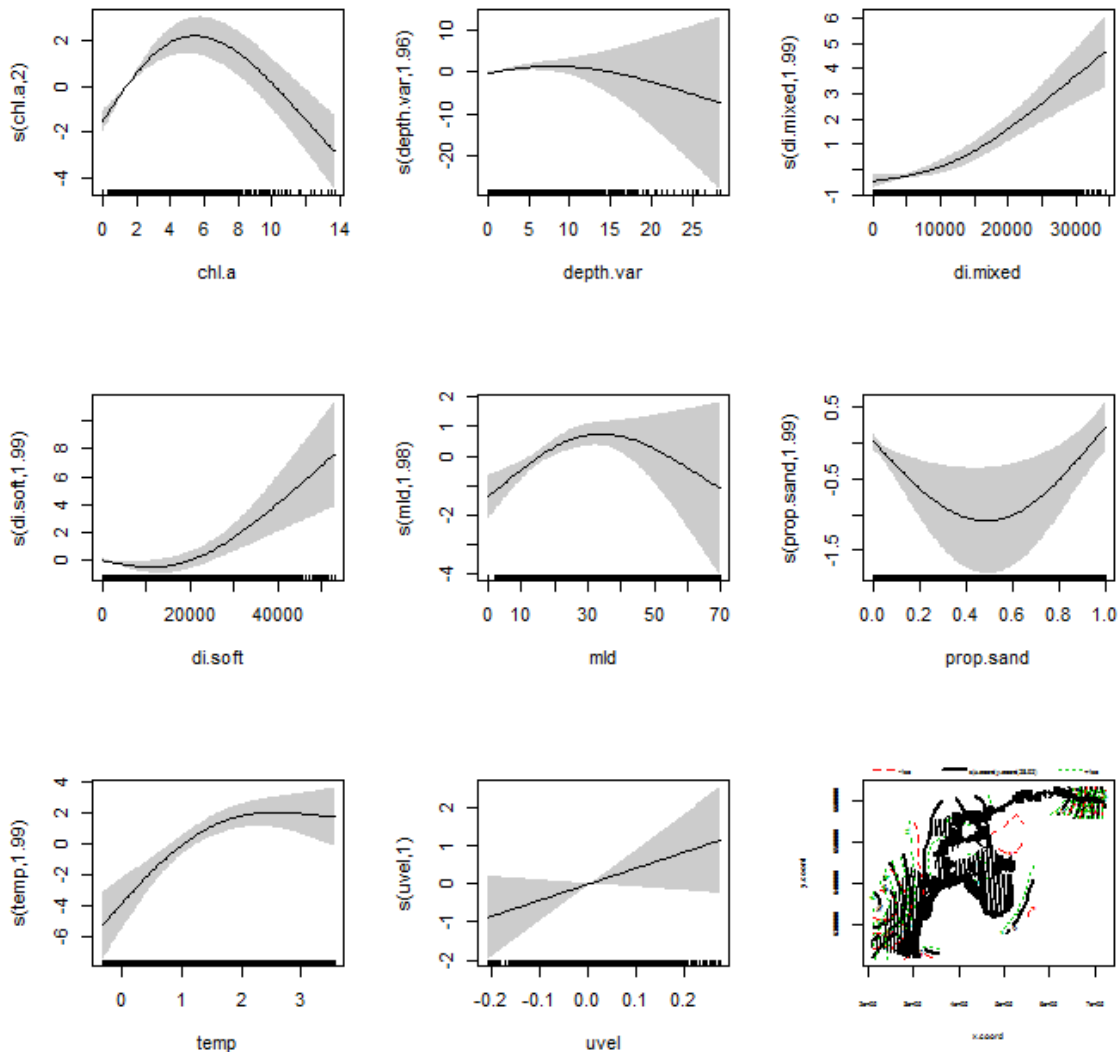
s(depth.var)      1.920  1.994  3.531  0.035449 *
s(di.mixed)       1.964  1.999 24.445  1.70e-11 ***
s(di.soft)        1.988  2.000  9.317  8.96e-05 ***
s(mld)            1.967  1.999  8.544  0.000241 ***
s(prop.sand)      1.984  2.000  6.157  0.002215 **
s(ship.2011)     1.969  1.999  3.057  0.044034 *
s(temp)          1.994  2.000 13.212  1.95e-06 ***
s(x.coord,y.coord) 28.904 28.997  8.689  < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

R-sq.(adj) = 0.233  Deviance explained = 47.9%
GCV = 0.73663  Scale est. = 5.0626  n = 11534

```



Mergansers *Mergus sp.* (lielās gauras un garknābja gauras kopā)

Detection model

```

Summary for ds object
Number of observations : 594
Distance range         : 44 - 1000
AIC                   : 1092.326

```

Detection function:

Hazard-rate key function

Detection function parameters

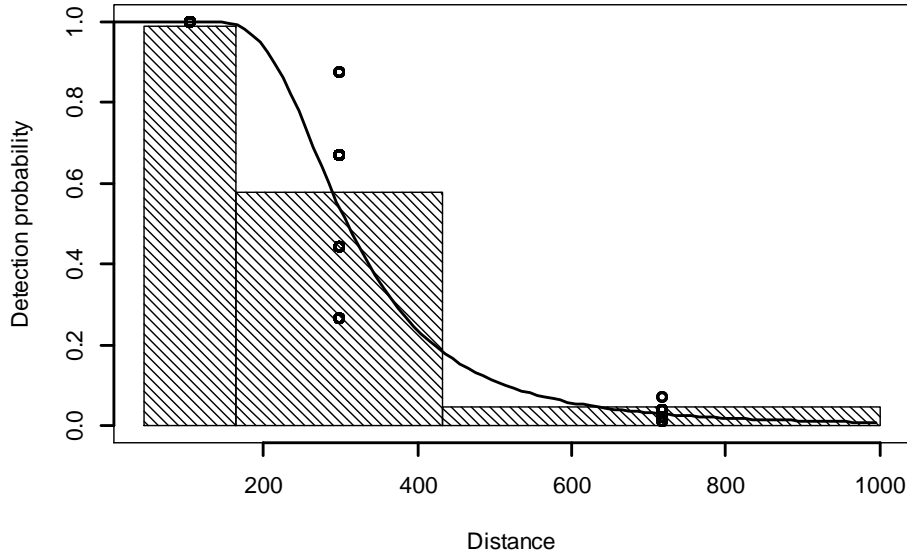
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.8916956	0.09541012
waves	-0.1665944	0.04611645

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	1.334961	0.09162485

	Estimate	SE	CV
Average p	0.3003549	0.01504499	0.05009070



Density surface model

Family: quasipoisson

Link function: log

Formula:

$\text{Nhat} \sim \text{s}(\text{depth}, k = 3) + \text{s}(\text{depth.var}, k = 3) + \text{s}(\text{di.coast}, k = 3) + \text{s}(\text{di.hard}, k = 3) + \text{s}(\text{ice}, k = 3) + \text{s}(\text{mld}, k = 3) + \text{s}(\text{prop.mixed}, k = 3) + \text{s}(\text{prop.sand}, k = 3) + \text{s}(\text{salt}, k = 3) + \text{s}(\text{vvel}, k = 3) + 1 + \text{s}(\text{x.coord}, \text{y.coord}) + \text{offset}(\text{off.set})$

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-22.019	1.058	-20.82	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

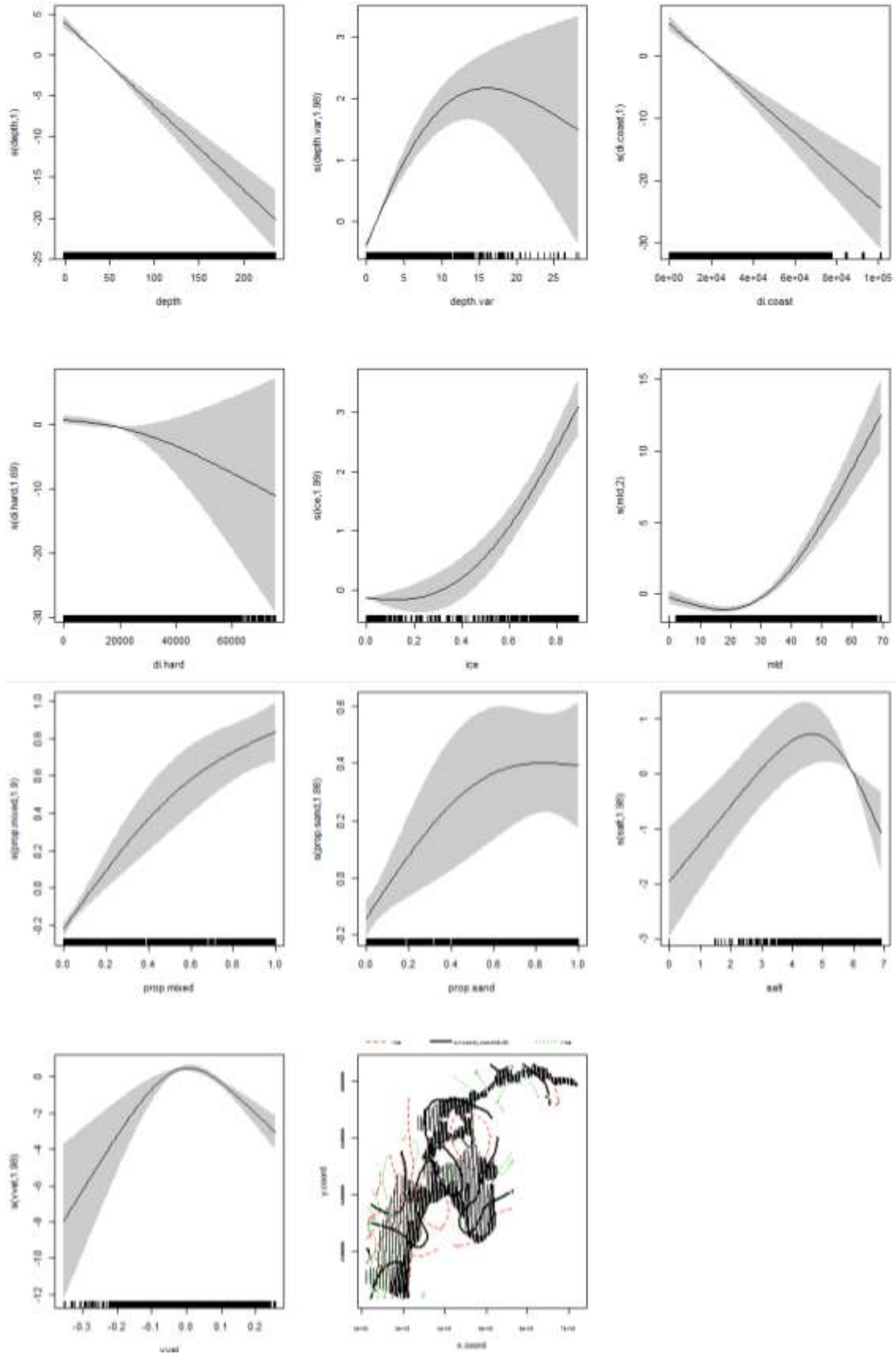
Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(depth)	1.000	1.000	121.25	< 2e-16 ***
s(depth.var)	1.970	1.999	54.59	< 2e-16 ***
s(di.coast)	1.000	1.000	68.32	< 2e-16 ***
s(di.hard)	1.660	1.882	11.19	0.000583 ***
s(ice)	1.992	2.000	88.64	< 2e-16 ***
s(mld)	1.995	2.000	59.57	< 2e-16 ***
s(prop.mixed)	1.858	1.980	58.70	< 2e-16 ***
s(prop.sand)	1.804	1.961	11.94	2.86e-05 ***
s(salt)	1.970	1.999	15.22	3.52e-07 ***
s(vvel)	1.977	1.999	20.64	1.75e-09 ***
s(x.coord,y.coord)	28.305	28.823	32.80	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq. (adj) = 0.306 Deviance explained = 62.1%

GCV = 3.7398 Scale est. = 11.363 n = 11534



All species feeding with fish (divers, grebes, cormorants, mergansers, auks)

Detection model

Summary for ds object
Number of observations : 796
Distance range : 44 - 3000
AIC : 1311.994

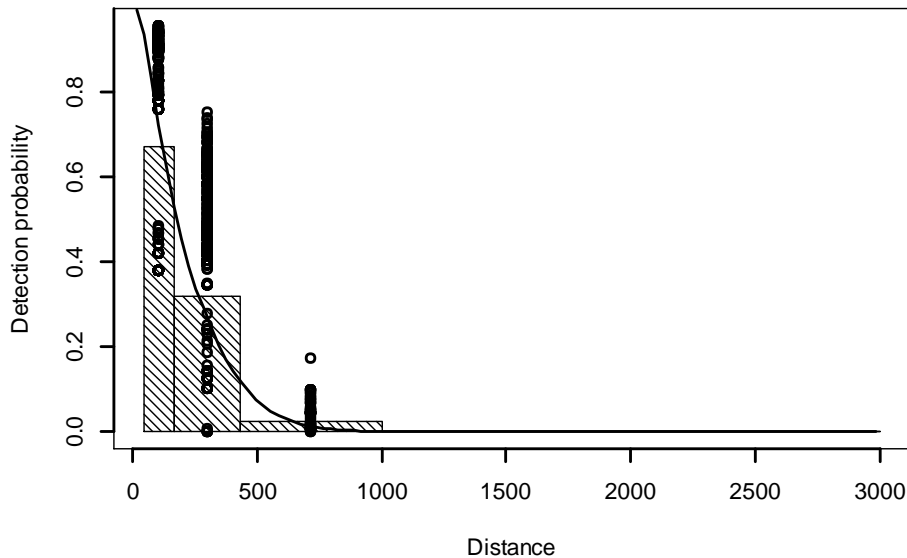
Detection function:
Half-normal key function

Detection function parameters

Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.32073875	0.35183780
log(size)	0.07366448	0.02795158
expertA. Avotins	-0.19412845	0.36771897
expertA. Stipniece	0.08014258	0.36864798
expertI. Dinsbergs	0.10918412	0.42041220
expertJ. Reihmanis	-1.00500032	0.36636547
expertL. Luigujoe	0.10017650	0.35796327
expertM. Janaus	0.52308204	0.62987601
expertT. Valker	0.06628964	0.36523981
expertT. Kaasiku	0.28641123	0.35905498
expertU. Paal	-0.38087132	0.36376334

	Estimate	SE	CV
Average p	5.989242e-02	4.053429e-03	0.06767849



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

```
Phcar ~ te(x.coord, y.coord) + s(depth, k = 4) + s(depth.var,  
k = 3) + s(di.coast, k = 3) + s(di.mixed, k = 3) + s(di.muddy,  
k = 3) + s(di.sandy, k = 3) + s(prop.silt, k = 3) + offset(off.set)
```

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-2818.3	196.8	-14.32	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
te(x.coord,y.coord)	23.990	24.000	69.83	<2e-16 ***

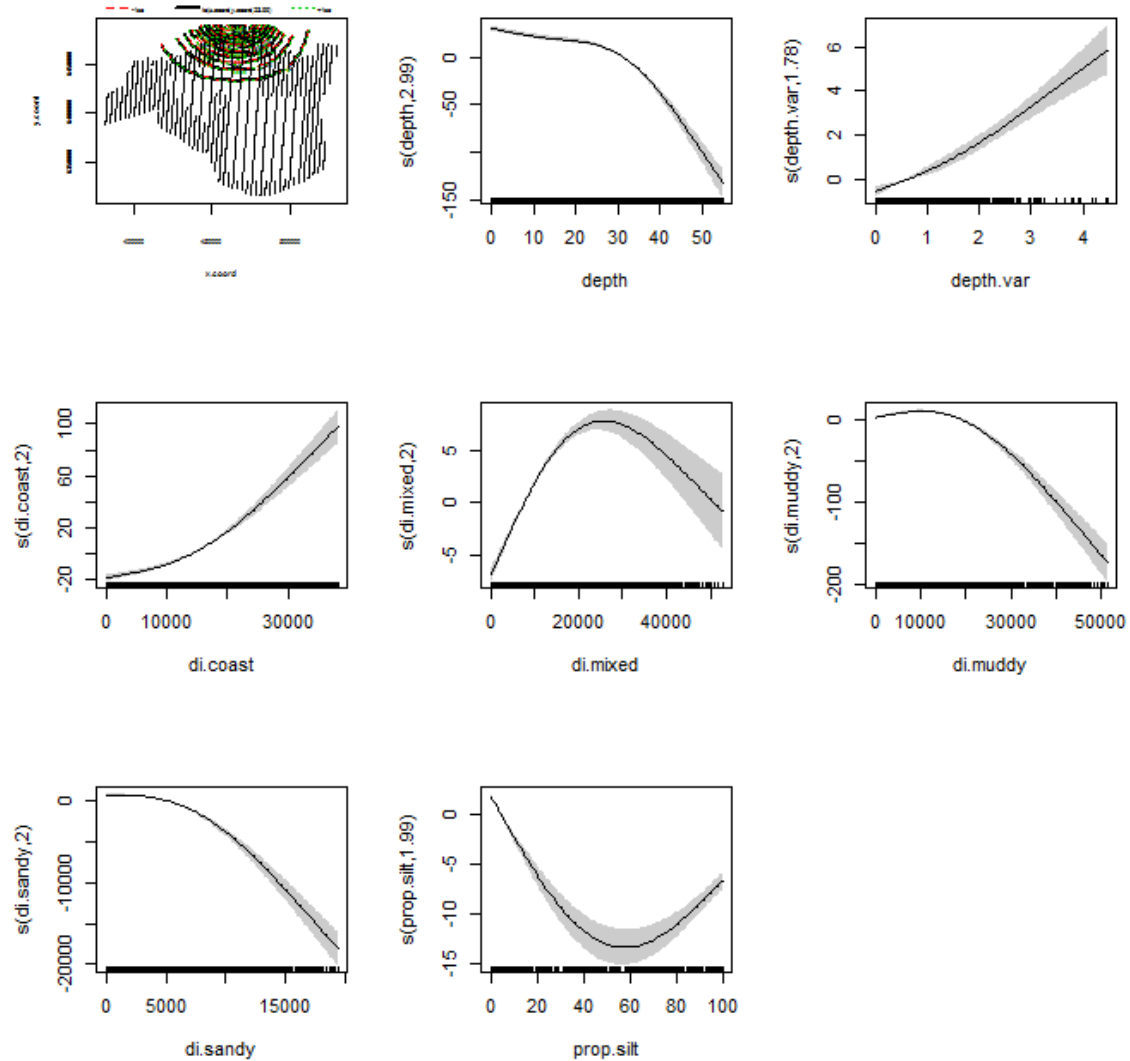
```

s(depth)                2.993   3.000  294.71  <2e-16  ***
s(depth.var)            1.780   1.951   71.86  <2e-16  ***
s(di.coast)             2.000   2.000  146.22  <2e-16  ***
s(di.mixed)             1.996   2.000  321.02  <2e-16  ***
s(di.muddy)            1.998   2.000  172.42  <2e-16  ***
s(di.sandy)            2.000   2.000  320.92  <2e-16  ***
s(prop.silt)           1.991   2.000  183.65  <2e-16  ***

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq.(adj) = 0.921 Deviance explained = 83.7%
GCV score = 0.17669 Scale est. = 0.17496 n = 4076



Swans *Cygnus sp.*

Detection model

```

Summary for ds object
Number of observations : 250
Distance range       : 44 - 1000
AIC                  : 522.6135

```

Detection function:
Hazard-rate key function

Detection function parameters

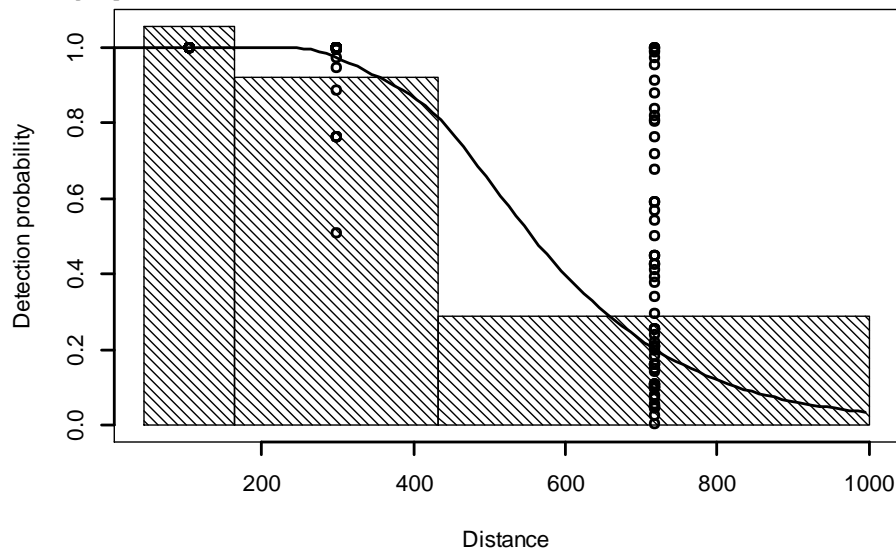
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.8370815	4.295630e+01
log(size)	0.1440113	5.537947e-02
expertA. Avotins	1.3062492	5.230622e+03
expertA. Stipniece	0.3031749	4.303210e+01
expertL. Luigujo	0.2230130	4.302186e+01
expertM. Janaus	1.2064274	5.152917e+03
expertT. Valker	0.2130749	4.302726e+01
expertT. Kaasiku	0.3316154	4.302301e+01
expertU. Paal	-0.1865765	4.302478e+01

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	1.951484	0.7380626

	Estimate	SE	CV
Average p	0.5370351	0.1222126	0.2275691



Density surface model

Family: quasipoisson

Link function: log

Formula:

Nhat ~ s(depth.var, k = 3) + s(di.coast, k = 3) + s(prop.hard, k = 3) + s(prop.mixed, k = 3) + s(prop.sand, k = 3) + s(prop.soft, k = 3) + s(salt, k = 3) + s(temp, k = 3) + 1 + s(x.coord, y.coord) + offset(off.set)

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-67.188	6.598	-10.18	<2e-16 ***

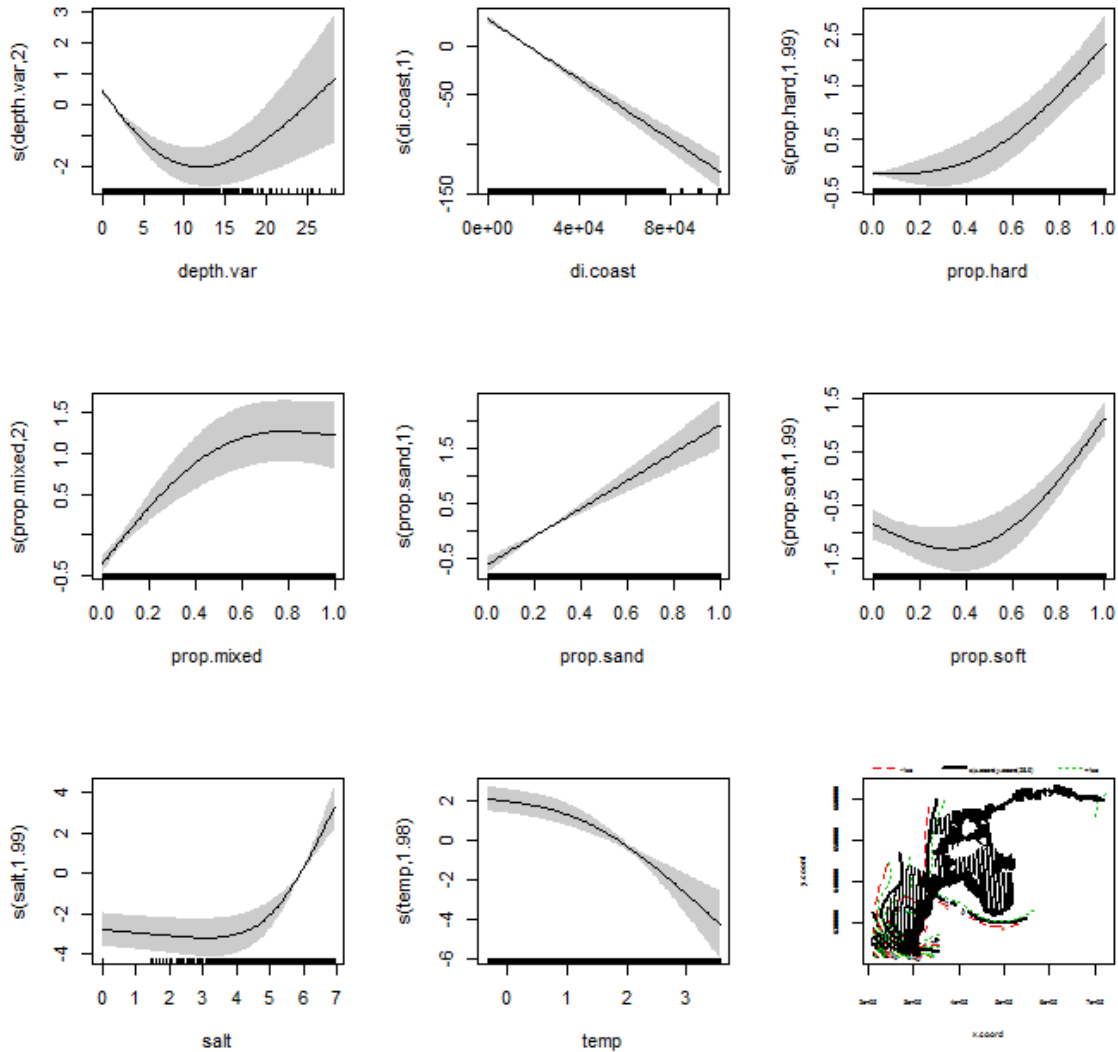
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(depth.var)	1.989	2.000	26.50	3.69e-12 ***
s(di.coast)	1.000	1.000	258.59	< 2e-16 ***
s(prop.hard)	1.992	2.000	35.14	5.24e-16 ***
s(prop.mixed)	1.996	2.000	23.39	7.52e-11 ***
s(prop.sand)	1.001	1.001	75.22	< 2e-16 ***
s(prop.soft)	1.990	2.000	31.70	1.52e-14 ***
s(salt)	1.992	2.000	25.29	9.66e-12 ***
s(temp)	1.983	2.000	22.06	3.19e-10 ***
s(x.coord,y.coord)	28.872	28.993	24.20	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq. (adj) = 0.312 Deviance explained = 64.2%
 GCV = 1.2879 Scale est. = 7.5426 n = 11534



Little Gull *Larus minutus*

Detection model

Summary for ds object
 Number of observations : 167
 Distance range : 44 - 1000
 AIC : 265.6049

Detection function:
 Hazard-rate key function

Detection function parameters

Scale Coefficients:

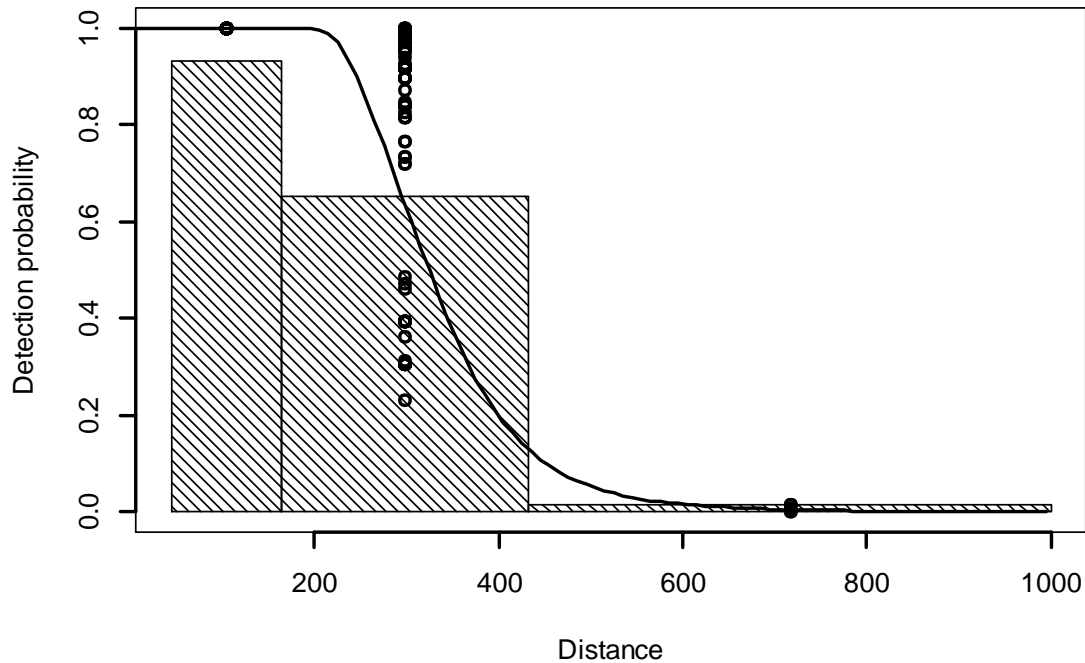
	estimate	se
(Intercept)	5.69071109	0.25720598
log(size)	0.04597024	0.05148834
seat2	0.19097280	0.18178607
waves	-0.04711836	0.08618612

Shape parameters:

	estimate	se
--	----------	----

(Intercept) 1.912314 0.2211627

	Estimate	SE	CV
Average p	0.2959249	0.02738922	0.09255462



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

Nhat ~ s(depth, k = 3) + s(depth.var, k = 3) + s(di.coast, k = 3) +
s(di.hard, k = 3) + s(di.mixed, k = 3) + s(mld, k = 3) +
s(prop.sand, k = 3) + s(prop.soft, k = 3) + s(uvel, k = 3) +
s(vvel, k = 3) + 1 + s(x.coord, y.coord) + offset(off.set)

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-130.08	15.71	-8.278	<2e-16 ***

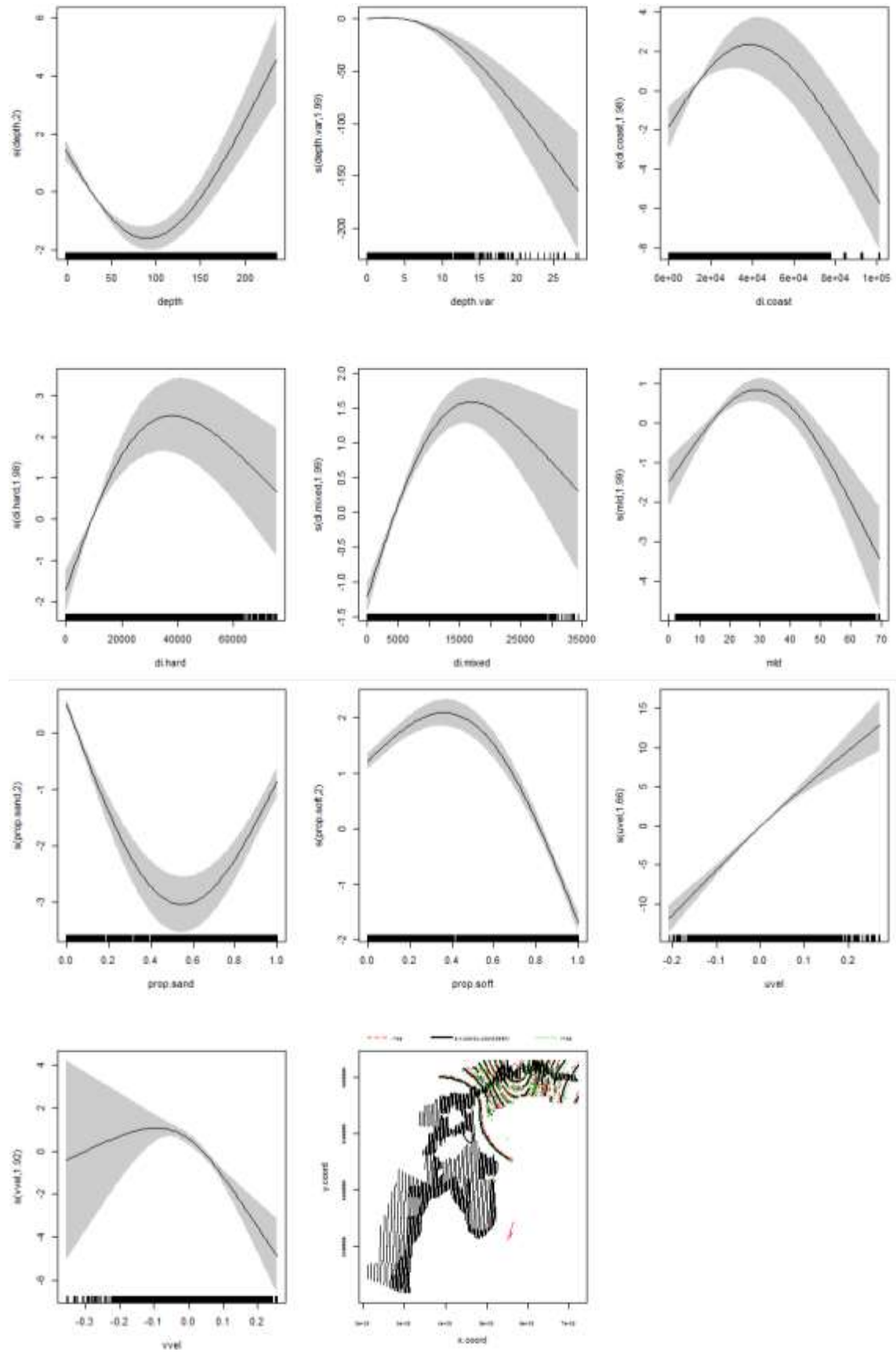
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(depth)	1.996	2.000	52.27	< 2e-16 ***
s(depth.var)	1.983	2.000	21.81	2.84e-10 ***
s(di.coast)	1.982	1.999	47.15	< 2e-16 ***
s(di.hard)	1.975	1.999	27.56	2.46e-12 ***
s(di.mixed)	1.987	2.000	67.43	< 2e-16 ***
s(mld)	1.986	2.000	21.86	3.40e-10 ***
s(prop.sand)	1.996	2.000	85.72	< 2e-16 ***
s(prop.soft)	1.997	2.000	226.90	< 2e-16 ***
s(uvel)	1.528	1.775	101.94	< 2e-16 ***
s(vvel)	1.896	1.989	24.83	2.67e-10 ***
s(x.coord,y.coord)	28.923	28.993	21.02	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq. (adj) = 0.195 Deviance explained = 60.4%
 GCV = 1.9215 Scale est. = 4.1475 n = 11534



Common Gull *Larus canus*

Detection model

Summary for ds object
Number of observations : 1273
Distance range : 44 - 1000
AIC : 2388.507

Detection function:
Hazard-rate key function

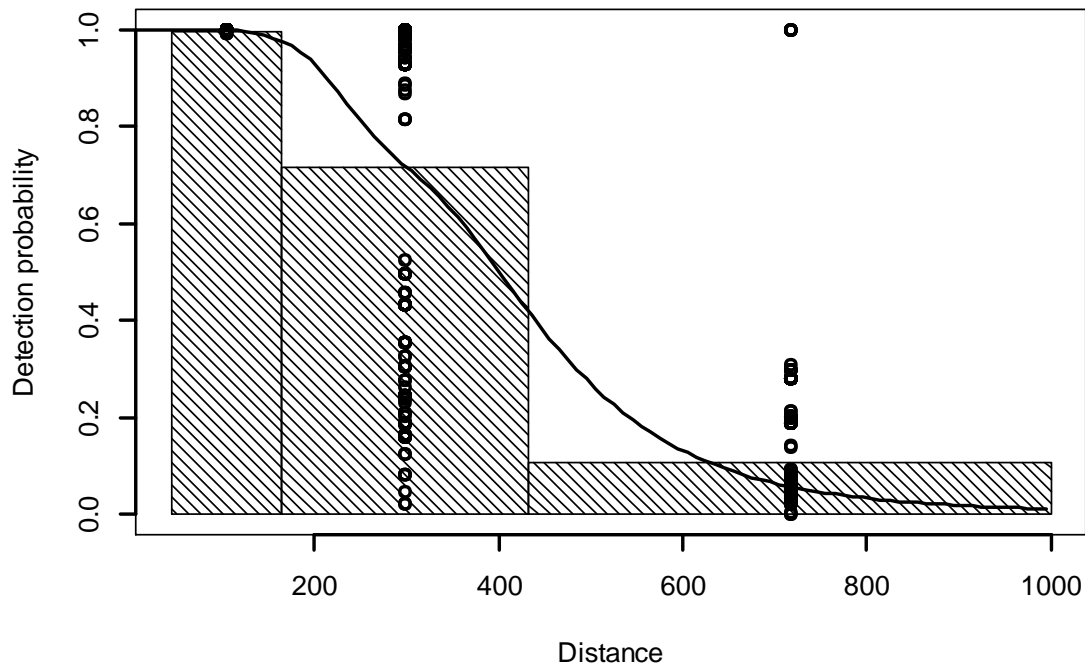
Detection function parameters
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.13823031	0.16570425
log(size)	0.02065188	0.01933554
expertA. Avotins	0.03081711	0.16419542
expertA. Stipniece	0.16766866	0.16139077
expertI. Dinsbergs	2.12298696	510.96646188
expertJ. Reihmanis	-0.23901082	0.32969447
expertL. LuigujSe	0.68753238	0.14100622
expertM. Janaus	0.21403210	0.17351793
expertM. Zilgalvis	0.91768452	0.21900035
expertT. Valker	0.65581158	0.14438136
expertT. Kaasiku	1.07068997	0.15209681
expertU. Paal	-0.37829293	0.23517264
waves	0.08113282	0.02894705

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	1.70311	0.1445694

	Estimate	SE	CV
Average p	0.3725329	0.012166	0.03265751



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

```
Nhat ~ s(chl.a, k = 3) + s(depth, k = 3) + s(di.mixed, k = 3) +  
      s(di.soft, k = 3) + s(ice, k = 3) + s(mld, k = 3) + s(ship.2011,  
      k = 3) + s(temp, k = 3) + s(uvel, k = 3) + s(vvel, k = 3) +  
      1 + s(x.coord, y.coord) + offset(off.set)
```

Parametric coefficients:

```
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept) -20.4310      0.1237  -165.2  <2e-16 ***
```

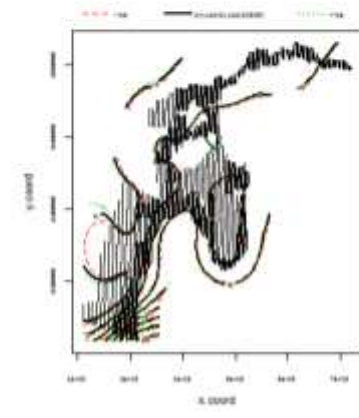
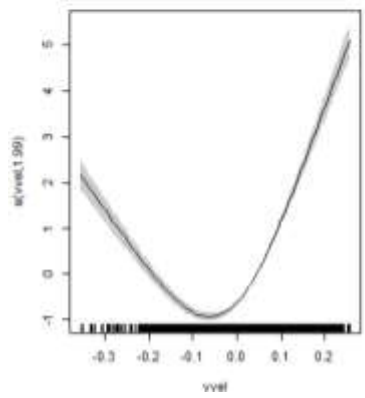
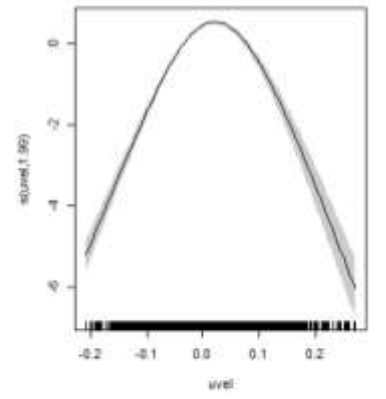
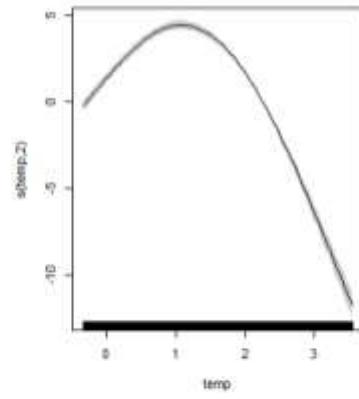
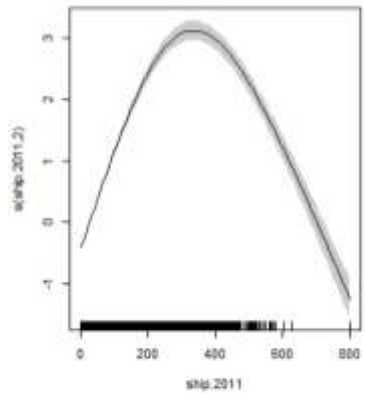
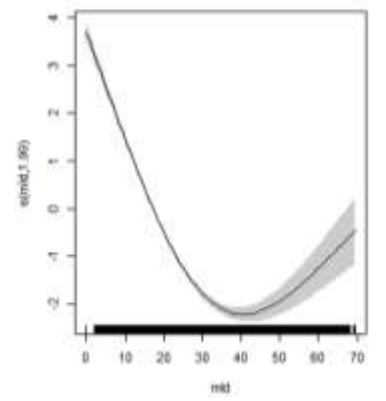
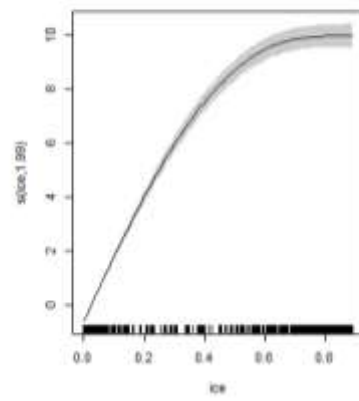
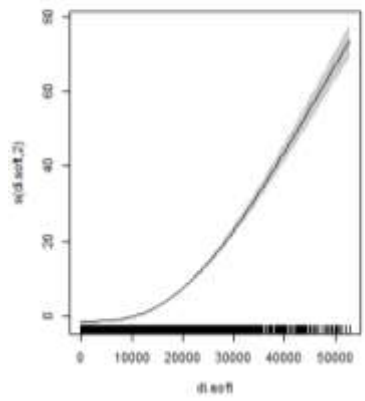
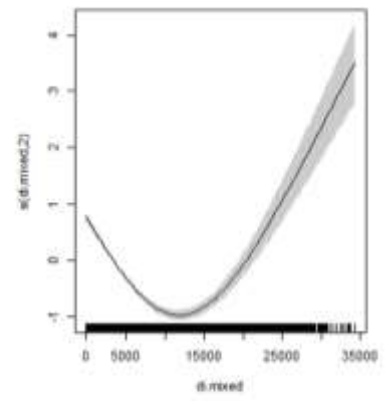
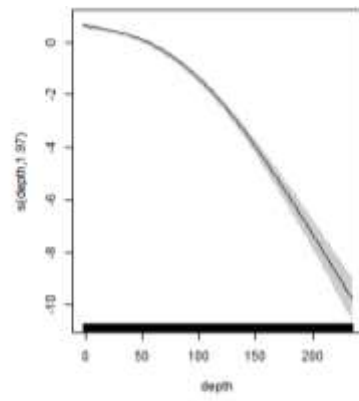
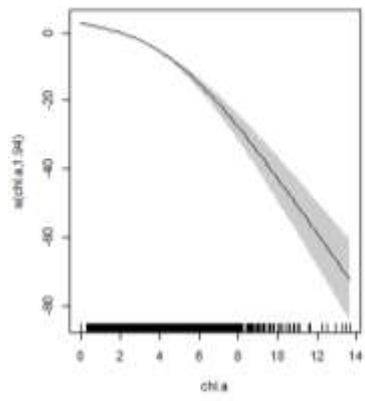
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(chl.a)	1.923	1.994	815.5	<2e-16 ***
s(depth)	1.966	1.999	429.1	<2e-16 ***
s(di.mixed)	1.999	2.000	266.8	<2e-16 ***
s(di.soft)	2.000	2.000	908.2	<2e-16 ***
s(ice)	1.988	2.000	1155.7	<2e-16 ***
s(mld)	1.991	2.000	912.2	<2e-16 ***
s(ship.2011)	1.997	2.000	846.6	<2e-16 ***
s(temp)	1.996	2.000	684.1	<2e-16 ***
s(uvel)	1.992	2.000	407.4	<2e-16 ***
s(vvel)	1.993	2.000	498.8	<2e-16 ***
s(x.coord,y.coord)	28.894	28.997	266.5	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
R-sq.(adj) = 0.207   Deviance explained = 53.8%  
GCV = 19.286   Scale est. = 5.2748   n = 11534
```



Herring Gull *Larus argentatus*

Detection model

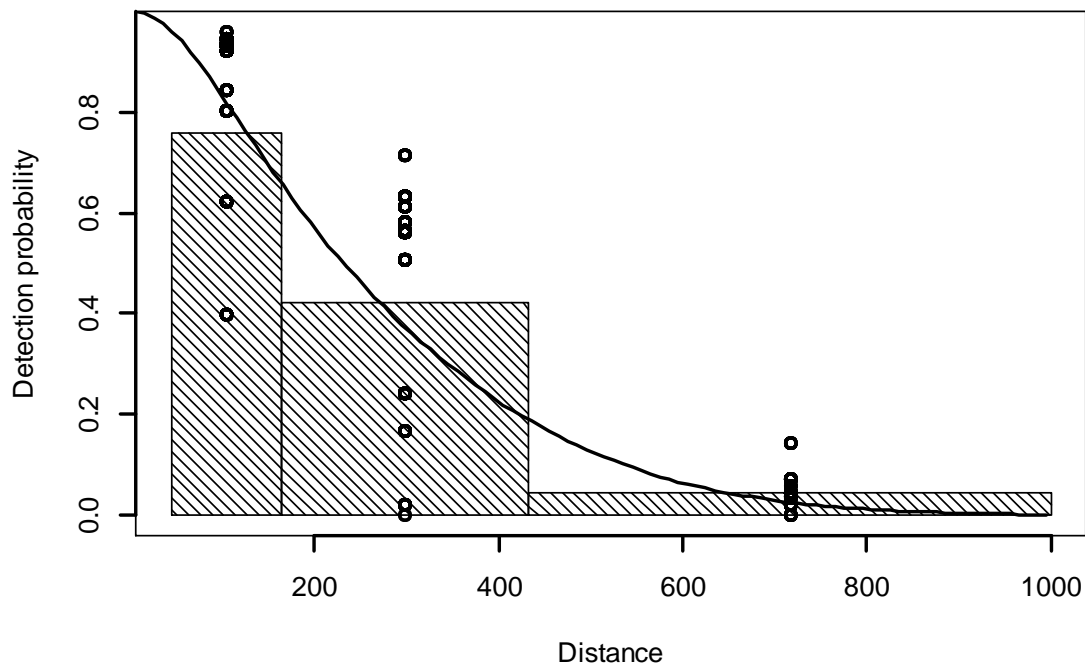
Summary for ds object
Number of observations : 1598
Distance range : 44 - 1000
AIC : 2874.379

Detection function:
Half-normal key function

Detection function parameters
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.1770304	0.07991201
expertA. Avotins	-0.1180846	0.09326176
expertA. Stipniece	0.3690301	0.09772533
expertI. Dinsbergs	0.5322224	0.17728208
expertJ. Reihmanis	-0.8381057	0.16775432
expertL. Luigujoe	0.4797264	0.09123888
expertM. Janaus	0.4469435	0.12396398
expertM. Zilgalvis	0.7207465	0.20869809
expertT. Valker	0.4541118	0.10405729
expertT. Kaasiku	0.5636378	0.09386820
expertU. Paal	-0.5053124	0.11883973

	Estimate	SE	CV
Average p	0.2301569	8.783538e-03	0.03816326
N in covered region	6943.0886098	3.079770e+02	0.04435735



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

```
Nhat ~ s(depth, k = 3) + s(depth.var, k = 3) + s(di.mixed, k = 3) +
      s(di.sandy, k = 3) + s(di.soft, k = 3) + s(mld, k = 3) +
      s(prop.hard, k = 3) + s(salt, k = 3) + s(temp, k = 3) + s(vvel,
      k = 3) + s(x.coord, y.coord) + offset(off.set)
```

Parametric coefficients:

```
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -15.2813      0.1329   -115    <2e-16 ***
---
```

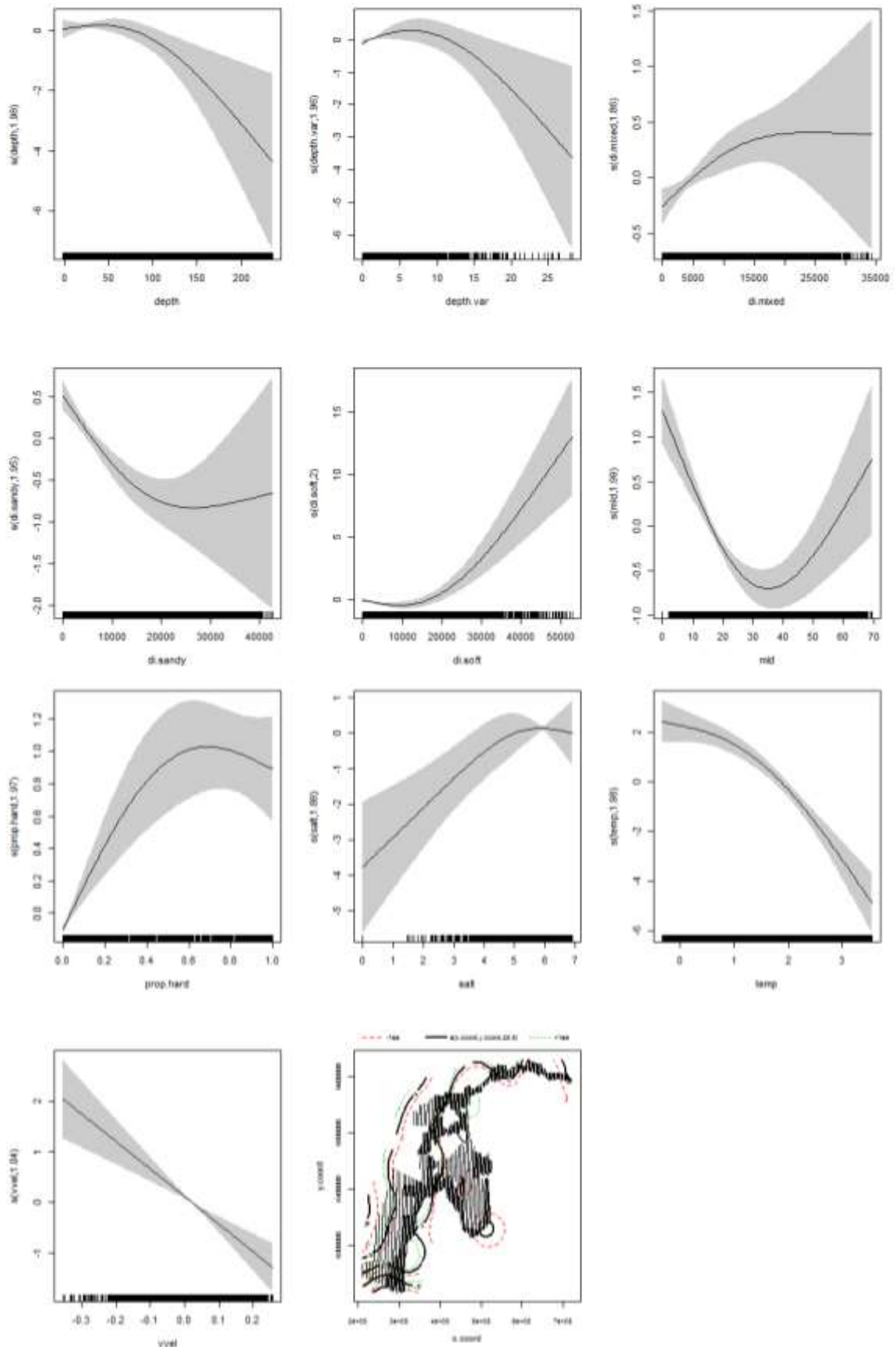
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(depth)	1.977	1.999	4.433	0.010938 *
s(depth.var)	1.947	1.997	3.757	0.026506 *
s(di.mixed)	1.804	1.961	5.556	0.004768 **
s(di.sandy)	1.932	1.995	17.848	5.12e-08 ***
s(di.soft)	1.997	2.000	15.791	1.31e-07 ***
s(mld)	1.991	2.000	27.134	2.17e-12 ***
s(prop.hard)	1.957	1.998	33.968	2.04e-15 ***
s(salt)	1.836	1.972	8.025	0.000303 ***
s(temp)	1.979	1.999	34.082	1.32e-15 ***
s(vvel)	1.001	1.001	29.782	4.86e-08 ***
s(x.coord,y.coord)	28.706	28.983	12.121	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
R-sq.(adj) = 0.0636   Deviance explained = 23.7%
GCV = 7.7713   Scale est. = 30.029     n = 11534
```



Common Gull *Larus canus* un Herrong Gull *Larus argentatus* pooled

Detection model

Summary for ds object
Number of observations : 3268
Distance range : 44 - 1000
AIC : 6257.388

Detection function:
Hazard-rate key function

Detection function parameters

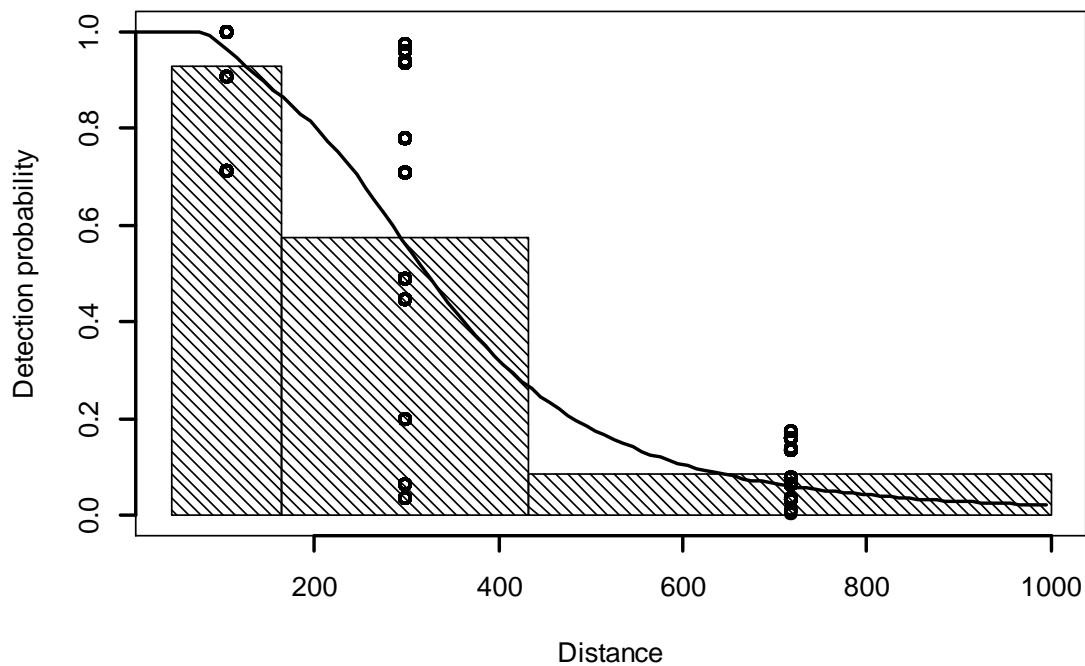
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.2489198	0.07565962
expertA. Avotins	0.2937651	0.08699698
expertA. Stipniece	0.3309093	0.09164806
expertI. Dinsbergs	0.7582138	0.16791520
expertJ. Reihmanis	-0.3495108	0.12793943
expertL. Luigujo	0.5125728	0.08070169
expertM. Janaus	0.7502013	0.09192809
expertM. Zilgalvis	0.8297536	0.16507528
expertT. Valker	0.5727815	0.08852567
expertT. Kaasiku	0.8009939	0.08398656
expertU. Paal	-0.5393118	0.14774216

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	1.209265	0.05183988

	Estimate	SE	CV
Average p	3.140645e-01	0.01059539	0.03373634



Density surface model

Family: quasipoisson

Link function: log

Formula:

Nhat ~ s(chl.a, k = 3) + s(depth, k = 3) + s(depth.var, k = 3) +
s(ice, k = 3) + s(mld, k = 3) + s(prop.soft, k = 3) + s(ship.2011,
k = 3) + s(temp, k = 3) + s(uvel, k = 3) + s(vvel, k = 3) +
1 + s(x.coord, y.coord) + offset(off.set)

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-15.03783	0.05525	-272.2	<2e-16 ***

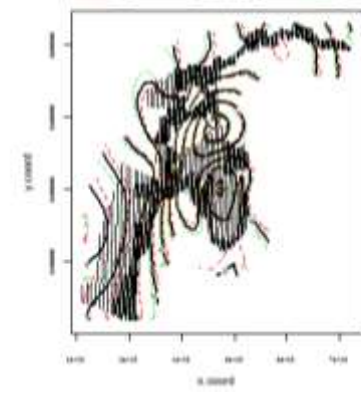
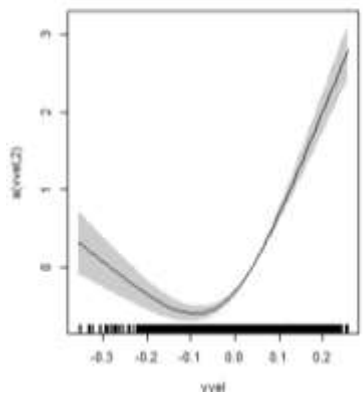
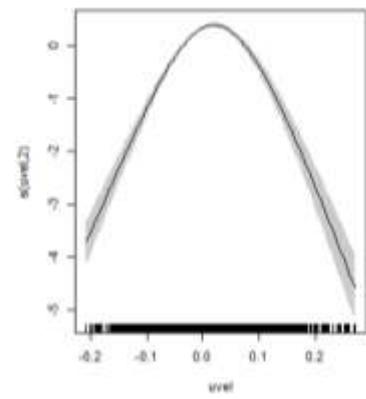
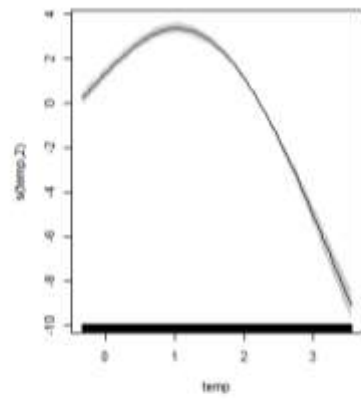
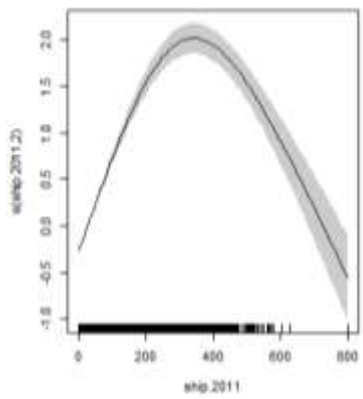
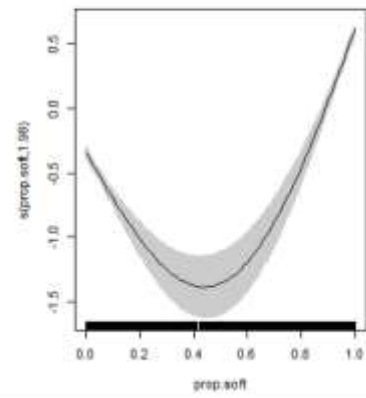
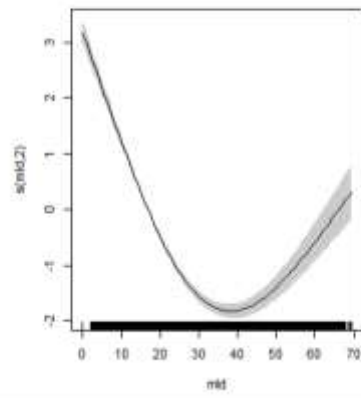
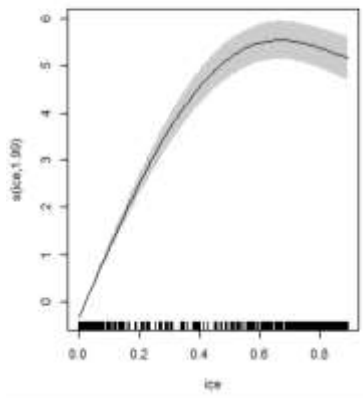
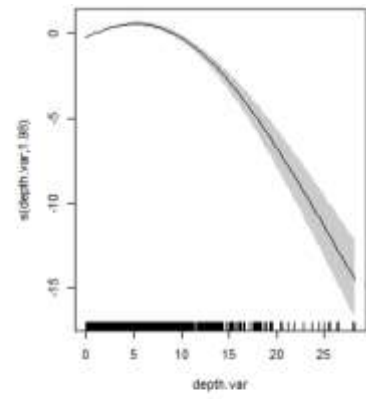
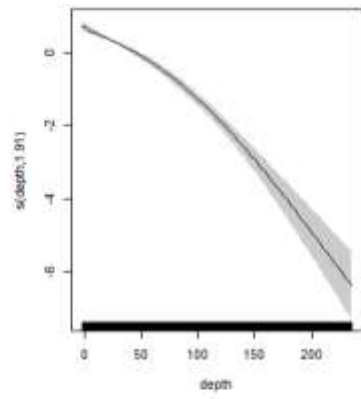
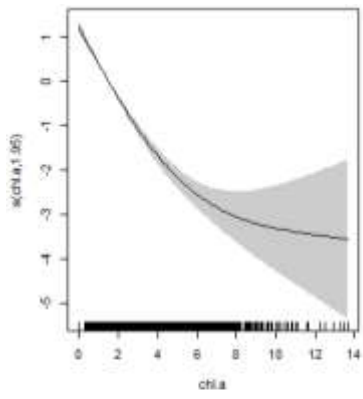
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(chl.a)	1.907	1.990	175.52	<2e-16 ***
s(depth)	1.881	1.985	170.81	<2e-16 ***
s(depth.var)	1.976	1.999	79.29	<2e-16 ***
s(ice)	1.986	2.000	375.56	<2e-16 ***
s(mld)	1.996	2.000	498.30	<2e-16 ***
s(prop.soft)	1.974	1.999	184.31	<2e-16 ***
s(ship.2011)	2.000	2.000	297.39	<2e-16 ***
s(temp)	2.000	2.000	393.27	<2e-16 ***
s(uvel)	2.000	2.000	198.24	<2e-16 ***
s(vvel)	1.999	2.000	119.36	<2e-16 ***
s(x.coord,y.coord)	27.932	28.843	118.75	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq.(adj) = 0.121 Deviance explained = 41.5%
GCV = 35.944 Scale est. = 18.374 n = 11534



All gulls (*Larus sp.*)

Detection model

Summary for ds object
Number of observations : 4312
Distance range : 44 - 1000
AIC : 8290.34

Detection function:
Hazard-rate key function

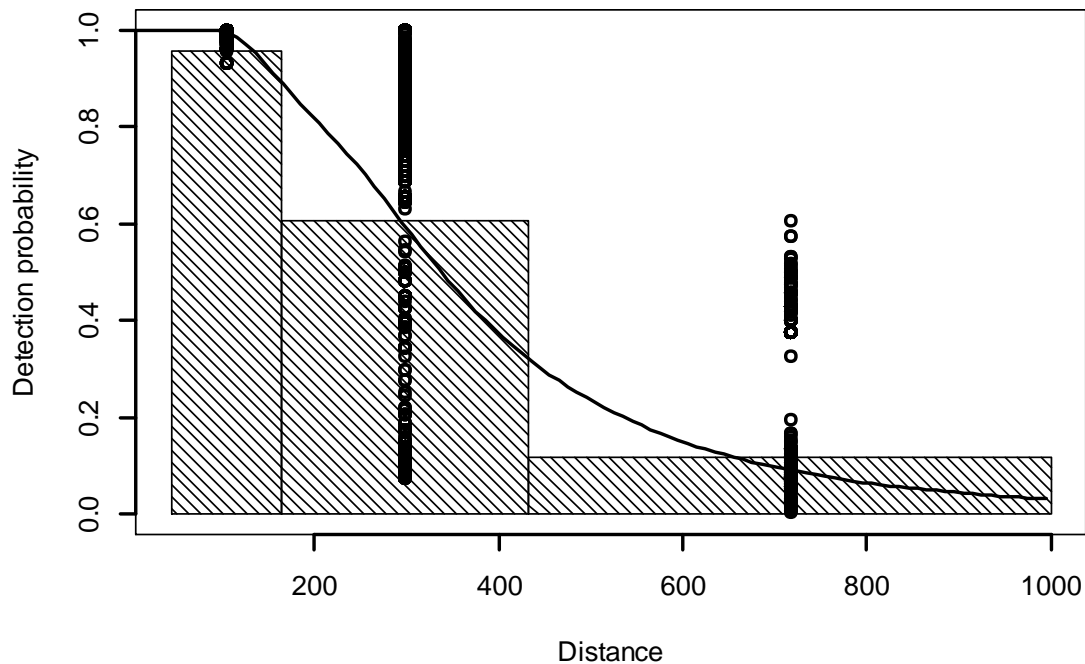
Detection function parameters
Scale Coefficients:

	estimate	se
(Intercept)	5.07814884	0.09157248
log(size)	0.03685577	0.01753370
expertA. Avotins	0.32487038	0.07956875
expertA. Stipniece	0.58820781	0.07875050
expertI. Dinsbergs	0.77083795	0.14564069
expertJ. Reihmanis	-0.14442306	0.10247019
expertL. Luigujo	0.62020037	0.07328764
expertM. Janaus	0.79964193	0.08389915
expertM. Zilgalvis	0.68422414	0.14026528
expertT. Valker	0.63045425	0.08266360
expertT. Kaasiku	1.23085322	0.08136382
expertU. Paal	-0.20376691	0.08893055
waves	0.05025710	0.02002343

Shape parameters:

	estimate	se
(Intercept)	1.256325	0.05256425

	Estimate	SE	CV
Average p	3.442329e-01	8.339128e-03	0.02422525
N in covered region	1.252640e+04	3.440287e+02	0.02746429



Density surface model

Family: quasipoisson
Link function: log

Formula:

```
Nhat ~ s(chl.a, k = 3) + s(depth, k = 3) + s(depth.var, k = 3) +  
      s(di.soft, k = 3) + s(ice, k = 3) + s(mld, k = 3) + s(salt,  
      k = 3) + s(ship.2011, k = 3) + s(temp, k = 3) + s(uvel, k = 3) +  
      1 + s(x.coord, y.coord) + offset(off.set)
```

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-14.4896	0.1027	-141.1	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	F	p-value
s(chl.a)	2.000	2.000	61.37	< 2e-16 ***
s(depth)	1.000	1.000	75.68	< 2e-16 ***
s(depth.var)	1.944	1.997	11.87	6.05e-06 ***
s(di.soft)	2.000	2.000	61.55	< 2e-16 ***
s(ice)	1.917	1.993	56.77	< 2e-16 ***
s(mld)	1.976	1.999	106.11	< 2e-16 ***
s(salt)	1.999	2.000	40.25	< 2e-16 ***
s(ship.2011)	1.999	2.000	141.30	< 2e-16 ***
s(temp)	1.998	2.000	121.66	< 2e-16 ***
s(uvel)	1.989	2.000	48.01	< 2e-16 ***
s(x.coord,y.coord)	28.562	28.951	50.68	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq.(adj) = 0.072 Deviance explained = 35.7%
GCV = 33.454 Scale est. = 47.721 n = 11534

