

**TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
EESTI MEREINSTITUUT**

Kert-Kaspar Kärema

**LINDUDE JA VEEIMETAJATE KAASPÜÜGI VÄHENDAMISE
MEETODID PASSIIVSETES KALAPÜÜGIVAHENDITES
LÄÄNEMEREL**

Bakalaureuse töö 12 EAP

Juhendajad: MS Heikki Luhamaa

PhD Lauri Saks

Lindude ja veeimetajate kaaspüügi vähendamise meetodid passiivsetes kalapüügivahendites Läänemerel

Kaaspüügi leevendamise meetodid aitavad vähendada kalurite kokkupõrkeid mittehülgelikega, mida peetakse üheks suurimaks ohuks veeimetajatele ja lindudele. Läänemerel on kalandus olulise tähtsusega ning seetõttu on vaja leida meetmeid, mis aitaksid vähendada inimtekkelist survet kohalikule mereelustikule ja muuta kalandust jätkusuutlikumaks. Käesoleva töö eesmärk on teha kokkuvõtte kaaspüügi vähendamise meetoditest Läänemerel ning anda soovitusi edasisteks uuringuteks. Lindude puhul on visuaalsete peletite kasutamisel potentsiaali, kuid nende laialdasemaks soovitamiseks on hetkel liiga vähe uuringuid. Lõkspüünised tunduvad olevat kõige parem alternatiiv nakkevõrkudele, kuna neid on kerge kasutada ja nende püügiefektiivsus on võimalik suurendada. Pringlite puhul on akustilised meetmed kõige paremad vahendid vähendamaks nende juhuslikku kaaspüüki, kuid hülgeliste puhul on meetodi efektiivsus ebaselge. Lõkspüüniste hülgelkindlamaks muutmine on aidanud vähendada hülgeliste tekitatud kahju kaluritele, kuid isegi nende kasutamisel jätkub tõenäoliselt hülgeliste kaaspüük.

Märksõnad: Läänemere ökoregioon, Läänemere kaaspüük, kaaspüügi vähendamise meetodid.

Marine bird and mammal bycatch mitigation measures for passive fishing gear in the Baltic Sea

Bycatch mitigation measures help reduce the collisions between fishers and non-target species, which is stated to be one of the biggest threats to marine mammals and birds. In the Baltic Sea, where fishing is of great importance, there have been an urgent need for bycatch mitigation measures to help reduce anthropogenic pressures on local marine life and make fishing more sustainable. The aim of this work is to summarize the bycatch mitigation measures tested in the Baltic Sea. For birds, the use of visual repellents have shown some potential, but currently too few works have been carried out on the topic to extensively recommend their usage. Fish pots seem to be the best alternative to gillnets due to their ease of use and the fact that there is potential to increase their catch-efficacy. Acoustic deterrents are the best measure to reduce the incidental bycatch of harbour porpoises but for other Baltic Sea mammals, like seals, the measures' effectiveness is uncertain. Seal-safe fyke nets have been shown to help reduce seal-induced damages to fishers but it is likely that even with these measures, seal depredation and bycatch will continue.

Key-words: Baltic Sea ecoregion, Baltic Sea bycatch, bycatch mitigation measures.

Sisukord

1	Sissejuhatus.....	4
2	Metoodika	5
3	Läänemeri	6
3.1	Läänemere üldisloomustus	6
3.2	Läänemere kalandus.....	7
3.3	Läänemere linnud ja imetajad	7
4	Kaaspüük.....	10
4.1	Globaalne kaaspüük	10
4.2	Lindude kaaspüük Läänemerel.....	11
4.3	Veeimetajate kaaspüük Läänemerel	13
5	Lindude kaaspüügi vähendamise meetodid Läänemerel	14
5.1	Nakkevõrkude nähtavamaks tegemine.....	14
5.2	Ähvardava poi lisamine.....	16
5.3	Võrkude paigutamine sügavamale	18
5.4	Nakkevõrkude asendamine teiste püügivahenditega.....	19
5.4.1	Õngejadad	19
5.4.2	Lõkspüünised	20
6	Veeimetajate kaaspüügi vähendamise meetodid Läänemerel	22
6.1	Akustilised meetmed.....	22
6.1.1	Akustilised pingerid.....	22
6.1.2	Akustilised hoiatusseadeldised	23
6.1.3	Akustilised ahistamisseadeldised	24
6.2	Hülgekindlad lõkspüünised	25
7	Järeldused.....	27
	Kokkuvõte.....	29
	Summary	30
	Tänuavaldused	31
	Kasutatud allikad	32

1 Sissejuhatus

Kalapüügiseaduse (2015) kohaselt on kaaspüük püüda lubatud kalaliigi kõrval teise kalaliigi isendi või sellel ajal, kohas või püünisega püüda keelatud kalaliigi isendi või alamõõdulise kala püünisesse sattumine ja väljapüük. Tegelikult võivad kalapüügivahenditesse sattuda ka teiste elustikurühmade esindajad (e.g. Morkūnas et al., 2022; Read et al., 2006). Seetõttu käsitletaksegi teaduskirjanduses kaaspüügina enamasti seda kui püünistesse satub erinevaid elustiku esindajaid, mida nende püüniste püügile seadmisel ei olnud plaanis püüda (e.g. Hall et al., 2000; ICES, 2024a; Noack, 2013; Read et al., 2006). Kaaspüügi ärahoidmine on keeruline, kuna lahendused peavad arvestama erinevate liikide ökoloogiat ja käitumismustreid – ühe liigi kaaspüügi vähendamine võib kaasa tuua teise suurenemise (Hall et al., 2000). Samuti ei tohiks kaaspüügi vähendamisega kaasneda püügiefektiivsuse vähenemine kuna see raskendab vastavate meetodite juurutamist kalandussektoris. Seetõttu ei käsitleta siin töös selliseid vähendamismeetodeid, mis kujutavad endast otseselt püügimahu vähendamist või keelavad kalapüügi mõnes piirkonnas täielikult. Kuigi sellistel meetoditel on oma koht liikide kaitsel, ei ole seda praktiliselt võimalik igas olukorras rakendada ja vaja on ka alternatiivseid lahendusi. Läänemeres on kaaspüügi vähendamine oluline, sest see aitab leevendada kalanduse survet kohalikule keskkonnale ning aitab tagada Euroopa Liidu jätkusuutliku kalamajanduse ja ÜRO säästva arengu eesmärged (Euroopa Komisjon, 2023; United Nations, n.d.). Lisaks võivad mitmed liigid nagu linnud ja imetajad kahjustada püügivahendeid ning vähendada seeläbi kalurite saagikust (Hall et al., 2000; Vetemaa et al., 2021). Seega võivad kaaspüügi leevendusmeetmed suurendada kalurite saagikust ja samal ajal vähendada liikide tahtmatut suremist püügivahendites. Käesoleva töö eesmärk on teha kokkuvõtte Läänemere veeimetajate ja lindude kaaspüügi vähendamiseks tehtud uuringutest ja katsetatud meetoditest passiivsetes kalapüügivahendites ning võtab kokku, millistel teemadel on vaja edasisi uuringuid.

2 Metoodika

Käesoleva töö koostamisel kasutati peamiselt teadusartikleid, kuid ka raamatuid ja veebilehekülgi. Artikleid ja raamatuid leiti põhiliselt teadusportaalide ResearchGate, ScienceDirect, Wiley Online Library, Google Scholar, Royal Society Publishing, aga ka Tartu Ülikooli raamatukogust ja teadustööde allikaloetelust. Materjale valiti vastavalt nende asjakohasusele ning veebilehekülgi külastades keskenduti nende usaldusväärsusele, kasutades vaid teadusliku taustaga allikaid näiteks HELCOM, FAO, ICES. Mitmete terminite tõlkimiseks kasutati Euroopa Liidu ametlikku terminibaasi IATE (Interactive Terminology for Europe), mida kasutavad ka ELi institutsioonid ja ametid.

3 Läänemeri

3.1 Läänemere üldisloomustus

Läänemere kui ökosüsteemi ja selle elustiku kaitsmiseks ning jätkusuutlikuks kasutamiseks on oluline mõista ja arvesse võtta selle keskkonnatingimuste ja elustiku spetsiifikat. Läänemere pindala on 415 266 km², maht 21 721 km³ ja keskmine sügavus on 52,3 m. Oma suletuse ja riimveeliste omadustega on Läänemeri üks omapärasemaid veeökosüsteeme maailmas (Ojaveer, 2014).

Läänemere soolsus erineb nii mereliste organismide tavapärase areaali soolsusvahemikust (33-35‰) kui ka mageveeliikide omast (<0,5‰) ning Läänemere puhul tuleb arvestada, et see ei ole homogeenne ökosüsteem, vaid koosneb üksteisest erinevatest looduslikest regioonidest (Ojaveer, 2014). Suhteliselt piiratud ookeanilise ühendusega ja rohkete jõgede sissevooludega Läänemere eri piirkondi iseloomustavad väga erinevad soolsused (Szymczycha et al., 2019). Kõrgema soolsusega veekeskkondadega võrreldes on Läänemere tüpoloogiliste liikide arvukus väike, kuna tingimused ei ole optimaalsed ja uute keskkondade asustamine muudab liikide omadusi ja tüpoloogiat – näiteks uute tingimustega kohanemine nõuab energiat, mis omakorda vähendab juurdekasvu ja tulemuseks on aeglasem kasv ja keha proportsioonide vähenemine (Ojaveer, 2014). Läänemere looduslikud tingimused nagu soolsus, temperatuur, geograafiline paiknemine on loonud ainulaadse elukeskkonna, kus liigi elutsükkel on kindlalt seotud tema kohanemisvõime ulatusega (HELCOM, 2013a).

Tänapäeval elab Läänemere ääres üle 85 miljoni inimese, kelle elutegevus paratamatult mõjutab veekeskkonda (Ojaveer, 2014; Szymczycha et al., 2019). Üks suurimaid inimõjureid on toitainete, nagu N ja P, juurdevool, mis pärinevad peamiselt põllumajanduses kasutatavatest väetistest (HELCOM, 2013a). Eutrofeerumine tekitab ohtlikke vetikaõitsenguid ja vähendab hapniku taset vees ning vetikate biomassi kasv vähendab valguse levikut veekogu sügavamatesse kihtidesse mistõttu kaovad põhjaelustikus elutegevuseks valgust vajavad algprodutsendid (Ojaveer, 2014). Toitainete taseme tõus muudab ka taimestiku liigilist koosseisu ning levima hakkavad oportunsitlikud ja kiiremini kasvavad liigid (Ojaveer, 2014). Samuti mõjutab eutrofeerumine inimest, kuna halveneb vee üldine kvaliteet ja seeläbi inimeste elukeskkond, aga kaasneb ka oht kalavarude ja selle kvaliteedi vähenemisele (HELCOM, 2013; Ojaveer, 2014).

3.2 Läänemere kalandus

Inimtekkeline surve ei piirdu aga ainult toitainete kontsentratsiooni suurendamisega, vaid inimkond on Läänemere ressursse otseselt kasutanud juba aastatuhandeid (Ojaveer, 2014). Kalandus on pikka aega Läänemeremaades olnud majanduslikult oluline tegevusala ning peamised sihtliigid on merelise päritoluga: Läänemere heeringas ehk räim (*Clupea harengus membras*), Läänemere kilu (*Sprattus sprattus balticus*), tursk (*Gadus morhua*), lest (*Platichthys flesus*), merilest (*Pleuronectes platessa*), kammeljas (*Scophthalmus maximus*) jt (ICES, 2018). Vähem püütakse ja tarbitakse hilisemal ajal sisserännanud meritinti (*Osmerus eperlanus*) ja emakala (*Zoarces viviparus*); rannakalanduses moodustavad olulise saagi mageveekalad nagu ahven (*Perca fluviatilis*), koha (*Sander lucioperca*), haug (*Esox lucius*) ja karpkalalised (*Cypriniformes*); mitmed siirdekalade liigid nagu lõhe (*Salmo salar*), meriforell (*Salmo trutta*) ja angerjas (*Anguilla anguilla*) on samuti inimese toidulaua hinnatud, kuid nende arvukus on ülepüügi tõttu vähenenud (Ojaveer, 2014). Nagu teiste ökosüsteemide puhul, tuleb ka Läänemere süsteemi mõista kui tervikut ning inimestele vajalikke ressursse toodab ökosüsteem looduslike tingimuste poolt määratud ulatuses.

Läänemere kalanduses püütakse kõige rohkem räime ja kilu, mis moodustavad koos üle 90% kogu piirkonna saagist (ICES, 2018). Läänemerel kasutatakse töönduspüügil räime ja kilu püügiks eelkõige pelaagilisi traale, tursapüügil ka põhjatraale ja -nakkevörke (ICES, 2018). Läänemere rannakalanduses kasutatakse erinevaid passiivseid kalapüügivahendeid. Passiivne püügivahend viitab vette asetatud ja hiljem üles tõmmatud püügivahenditele, kuhu kala jääb lõksu või takerdub. Läänemeres kasutatavad passiivsed püügivahendid on enamasti nakkevõrgud või mõrrad, kalalõkse (ing k. *pot*) kasutatakse vähem (European Union, 2019; Saks et al., 2022). Läänemere kalalaevastikust moodustavad olulise osa väikesed paadid (vähem kui 12m), mis on enamasti seotud rannakalandusega ja kasutavad püügivahendina nakkevörke või mõrdu (Almeida et al., 2017; ICES, 2008, 2018).

3.3 Läänemere linnud ja imetajad

Mereökosüsteemides on linnud ja imetajad enamasti hõivanud erineva taseme mesotroofide (nt. bentostoidulised veelinnud, kajakad, kalatoidulised veelinnud, filtreerivad vaalalised) või tippkiskjate (nt. kotkad, hammasvaalad, hülged) rollid. Seetõttu on need liigirühmad tavaliselt

seostatud eelkõige toiduahelate ülalt-alla regulatsiooniga (Ojaveer, 2014). Merelises aineringes võivad linnud olla seotud nii biogeenide veekogudest välja viimisega (merelindude väljaheidete ladestumine pesitsuskolooniatesse) kui impordiga (nt. maismaal toituvad kajakad toovad toitained väikesaartele pesitsuskolooniasse (Wait et al., 2005). Seega on lindudel ja imetajatel väga oluline roll mereliste ökosüsteemide aineringe töös.

Läänemeri on oluline lindude talvitumisala, kus talvitub umbes 9 miljonit partlaste, kosklate, kauride, luikede, kajakate, alkide ja teiste süstemaatiliste ühikute hulka kuuluvat lindu (Skov et al., 2011). Pehmetel talvedel talvitub Läänemeres oluline osa mitmete liikide lääne-palearktilisest populatsioonist, kusjuures talvitumisalad jäävad peamiselt madalaveelistele ja jäävabadele rannikualadele, mis ei ole sügavamad kui 30 meetrit (Durinck et al., 1996). See on eriti iseloomulik põhjatoidulistele liikidele, kes moodustavad vähemalt kolm neljandikku Läänemerel talvituvatest liikidest (Ojaveer, 2014). Tähtsamad talvitumispiirkonnad on Szczecini, Pomorze ja Liivi laht, Taani väinad, Hiiumaa ja Saaremaa läänerannik, Hoburgi madalik jt Läänemere madalamad piirkonnad (Durinck et al., 1996). Rändelindude ränne kulmineerub mai lõpupoole ja juuni algusesse, kus võib mõnes piirkonnas näha sadu tuhandeid linde päevas (Ojaveer, 2014).

Läänemeres elab neli veeimetaja liiki: viiherhüljes (*Pusa hispida botnica*), hallhüljes (*Halichoerus grypus*), randalhüljes (*Phoca vitulina*) ja pringel ehk seakala (*Phocoena phocoena*) (Ojaveer, 2014).

Viiherhüljeste areaal on Läänemeres ajapikku liikunud põhjapoole ning praegu on nad seotud paljunemiseks olulise jää esinemise piirkondadega (Ojaveer, 2014). Obligatoorse jääloogijana on viiherhüljed hästi kohastunud eluks ohtra jääkattega piirkondades, kaevates jäässe hingamisavasid ja jääkoopaid (Härkönen & Isakson, 2010). Viiherhüljed elavad Läänemere põhjaosas ja moodustavad 3 paljunemispopulatsiooni – Soome-, Liivi- ja Põhjalahes (Ojaveer, 2014). 20. sajandil vähenes Läänemere viiherhüljeste populatsioon märkimisväärselt peamiselt kütamise ja keskkonnareostuse tõttu, kuid tänapäeval ohustab seda liiki enim jääkatte hõrenemine (Ahola et al., 2017). Läänemere viiherhüljeste populatsiooni suuruseks on hinnatud ligikaudu 15 000 isendit (HELCOM, 2023d).

Hallhüljes on Läänemeres kõige arvukam hüljeliik (Ojaveer, 2014). Läänemere hallhülje arvukus on viimaste aastatega kasvanud ning populatsiooni hinnanguliseks suuruseks on

40 000-60 000 isendit (HELCOM, 2023b; Jüssi & Jüssi, 2011). Hallhüljes elab tavaliselt avameres, saarte ja laidude ümbruses, Liivi lahte tuleb hilissügisel, kui hakkab tekkima jääkate (Ojaveer, 2014). Hallhüljes eelistab paljuneda jääl, kuid võib seda teha ka kuival maal ning peamiseks ohuteguriks on samuti jääkate kahanemine, aga ka küttimine ja kokkupõrked kalandusega (Jüssi & Jüssi, 2011).

Randalhülged elavad peamiselt Läänemere edelapiirkonnas ning moodustavad kaks populatsiooni – Kalmarsundi ja Läänemere edelaosa populatsioon (HELCOM, 2023c). Randalhüljestele on eriti tähtis veetemperatuur, mis ei tohi olla madalam kui 3 kraadi Celsiust (Ojaveer, 2014). Läänemere edelaosa populatsiooni moodustavad hinnanguliselt 14 500 isendit ning Kalmarsundi populatsioon võib ulatuda 2900 isendini (HELCOM, 2023c). Läänemere randalhüljeste koguarvukus on viimaste aastatega kasvanud, kuid Kalmarsundi populatsiooni hinnatakse endiselt ohustatuks (Härkönen & Isakson, 2010; HELCOM, 2023c).

Vaalalistest elab püsivalt Läänemeres delfiinlaste sugukonda kuuluv pringel, kes sarnaselt hüljestega eelistab elada rannikulähedases vees (Ojaveer, 2014). Pringlid liiguvad tavaliselt üksinda või paaris ja nad on tuntud kui väga arglik liik (Carlström & Laurila, 2019). Pringlil on lühikesed loivad, hele kõhualune ning mustad küljed ja selg, ta toitub peamiselt räimest, lõhest jt kaladest (Ojaveer, 2014). Pringlid elavad Läänemere lõunaosas, kuid eksikülalistena võivad sattuda ka teistesse piirkondadesse (HELCOM, 2013b). Pringlid olid kunagi levinud üle kogu Läänemere, kuid tänapäeval kohtab neid harva kaugemal kui Gdanski laht (Koschinski, 2012).

4 Kaaspüük

Kaaspüüki saab defineerida mitut moodi, kuid tavaliselt peetakse selleks igasugust tahtmatut püüki, mis satub püügivahendisse juhuslikult (*HELCOM*, n.d.). Püüki saab omakorda jagada sihtliikideks ja mittesihtliikideks, kes püüti juhuslikult, kuid kellel võib samuti olla majanduslik väärtus (Hall et al., 2000). Just viimastel aastakümnetel on asunud enam tähelepanu pöörama veelinde, -imetajaid ja -roomajaid ohustava kaaspüügi kui antropogeense surveteguri mõjude hindamisele teiste, varem teadvustatud inimtekkeliste survetegurite (eutrofeerumine, reostus, laevandus, toidukonkurents) kõrval (*HELCOM*, 2023; *HELCOM*, 2013; Bellebaum et al., 2013; Ojaveer, 2014; Żydelski et al., 2009).

4.1 Globaalne kaaspüük

Käesolevas töös on kaaspüügi kontekstis olulised merelinnud ja -imetajaid, kes ei ole majanduslikult olulised püügiliigid, vaid keda peetakse kaaspüügiks. Kaaspüügiga kaasnevad ohud kohalikule mereelustikule, aga mitmed linnu- ja imetajaliigid võivad ka kahjustada püügivahendeid (Saks et al., 2022; Vetemaa & Ložys, 2009). Ka lihtsalt kaaspüügiga tegelemine (vabastamine püümisest, utiliseerimine) võib tõsta kalandussektori kulusid ning vähendada seeläbi kalurite sissetulekuid (Ballance et al., 2021). Lisaks sellele saavad püünistesse jäänud linnud ja imetajad tihtipeale vigastada või upuvad sündmuspaigal. Seega on kaaspüügi probleem oluline nii looduskaitsest kui ka majanduslikust vaatepunktist.

Alles 20. sajandi teisel poolel muutus kaaspüügi vähendamine oluliseks komponendiks keskkonna kaitsel ja kalapüügi majandamisel. Selleks andis tugeva tõuke 1950ndate lõpus avalikkusele kiiresti levinud teadmine Vaikse ookeani tuunikalapüügil kasutatavates seinnotades kaaspüügina surevate delfiinide suure hulga kohta (Hall et al., 2000). Tuunikala parvesid seostati delfiinidega, keda kalurid võisid näha juba kaugel. Seejärel ümbritseti tuunide parv seinnotadega ning koos tuunidega suri võrkudes ka suur arv delfiine (Hall et al., 2000). Sellel ajal oli avaveedelfiinide kohta vähe teada ja hinnangud populatsioonide arvukuse kohta saadi alles 1970ndatel ja alles 1990ndatel selgus, et mõnede delfiiniliikide populatsioonid olid langenud 19%-le esialgselt (Ballance et al., 2021; Wade, 1993). Kalurite jaoks oli delfiinide kaaspüük probleem peamiselt sellepärast, et nende eemaldamine võrkudest oli tülikas ja aeganõudev (Ballance et al., 2021). Suur roll probleemi lahendamisel oli

avalikkuse surve ning 1972 võeti vastu USAs *Marine Mammal Protection Act*, mis keelustas kõikide mereimetajate püüdmise ja elupaikade hävitamise (Hall et al., 2000). Kalandus oli sunnitud muutuma ning kasutusele võeti erinevad kaaspüügi vähendamise meetodid nagu „*backdown*“ meetod, Medina paneel ja sukeldujad, kes käsitsi vabastasid delfiinid võrkudest (Ballance et al., 2021). Kaaspüügi vähendamise kontekstis on tegemist edulooga, kuna delfiinide suremus on selle perioodiga võrreldes vähenenud 99%, ning see on üks esimesi juhtumeid, millest alates hakati kaaspüüki nägema kui olulist looduskaitseprobleemi (Ballance et al., 2021; Hall et al., 2000).

Tänapäeval on olulisi näited kaaspüügist erinevates püügivahendites veel mitmeid. Näiteks krevetitraalerid, mis on mõnede uuringute põhjal suurima kaaspüügi-püügi suhtega; nakkevõrgud, kuhu võivad takerduda imetajad ja linnud, kes vigastavad end või upuvad neis; õngejadad, mis püüavad lisaks sihtliigile ka kilpkonnasid ja linde (Hall et al., 2000; Stempniewicz, 1994; Wiedenfeld et al., 2015; Žydelis et al., 2009). Samas on kaaspüügi vähendamine mitmekülgne probleem, kuna erinevates piirkondades võivad kaaspüügi kogused ja liigid erineda ning suuri üldistusi püügi- ja vähendamismeetodite kohta teha ei saa (Hall et al., 2000). Näiteks võivad traalerid mõnes piirkonnas olla suhteliselt väikeste kaaspüügimõjudega ning õngejadad võivad mõnes kohas olla heaks alternatiiviks nakkevõrkudele, vähendades lindude kaaspüüki (Hall et al., 2000; Vetemaa & Ložys, 2009). Seega on kaaspüügi vähendamiseks vaja uuringuid erinevatest piirkondadest ning arvestada tuleb kohaliku keskkonna ning liikide eripäradega.

4.2 Lindude kaaspüük Läänemeres

On välja pakutud, et kaaspüük on veelinde kõige enam mõjutada võiv ohutegur ning mitmed liigid on ohustatud just kalastusest tuleneva surve tõttu (Croxall et al., 2000). Läänemeres talvituvad paljud erinevad veelinnud ning seetõttu on seal kaaspüügi vähendamine äärmiselt oluline liikide populatsioonide säilimisel (Ojaveer, 2014). Läänemeres toimub oluline osa lindude globaalsest kaaspüügist, kus iga aasta hukub kümneid tuhandeid isendeid (Žydelis et al., 2013). Kõige arvukamalt satub kaaspüüki just paras- ja lähispolaarse kliimavöötme linnuliike, kelle seast võib Läänemeres leida: lõunatirki (*Uria aalge*), põhjatirki (*Uria lomvia*), punakurk kauri (*Gavia stellata*), merivarti (*Aythya marila*) ja auli (*Clangula hyemalis*) (Žydelis et al., 2013). Paljud neist liikidest on IUCN-i punases nimestikus „ohualtis“ kategoorias või on nende arvukus langemas (IUCN, 2022).

Nakkevõrkude juhuslik kaaspüük võib olla mitme Läänemere linnupopulatsiooni langustrendi peapõhjuseks (Österblom et al., 2002; Žydelis et al., 2009). Kaaspüügi mõju linnuasurkondadele sõltub suurel määral populatsiooni ja liigi iseloomulikest tunnustest. Näiteks Österblom ja kolleegide (2002) hinnangul suri Läänemeres lõhepüügil kaaspüügina üle 9000 lõunatirgu (Österblom et al., 2002). Lõunatirk on pikaajaline merelinnuliik, keda iseloomustab kõrge täiskasvanute ellujäämus ning suhteliselt madal iga-aastane sigimisedukus ja seega võib täiskasvanud lindude arvukas hukkumine kalapüünistes mõjutada kogu asurkonna seisundit (Österblom et al., 2002). Leedus tehtud kaaspüügiuuringu tulemustest võib lugeda, et suur osa piirkonnas talvituvatest aulidest (üle 40%) võib surra kaaspüügi tagajärjel ning aul ja tõmmuvaeras moodustasid kaaspüügist 77,5% (Morkūnas et al., 2022). Sarnases proportsioonis on nende kahe liigi sattumist kaaspüüki hinnatud ka Poolas (Stempniewicz, 1994) ning arvukat aulide kaaspüüki on registreeritud Lätis ja Saksamaal (Bellebaum et al., 2013; Urtans & Priednieks, 2000).

Tõsine probleem lindude kaaspüügi vähendamiseks vajalike meetme väljatöötamisel on kogutud andmete puudulik kvaliteet, eeskätt nakkevõrgupüügi kohta. Morkūnas ja kaasautorite (2022) läbi viidud uuringus selgus, et Leedu nakkevõrgukalanduses eksisteerib tõsine lahkeli ametlike kaaspüügi ja tegelike andmete vahel. Nimelt aastatel 2015 – 2020 oli Leedu ametlikult kaaspüügina raporteeritud 6 lindu. Samal perioodil läbi viidud uuring aga näitas, et ainuüksi otseselt uuringu tulemusel analüüsitud võrkudest loeti kokku 909 lindu ning sellest lähtuvalt kogu piirkonna kaaspüügiks langenud isendite hulk võis olla suurusjärgus 1000 – 3000 lindu aastas (Morkūnas et al., 2022). Teised uuringud, mis käsitlevad Läänemere lindude kaaspüüki nakkevõrkudes on teinud sarnaseid järeldusi - suur osa teadustöödest keskendub väikestele piirkondadele ning hinnangud kogu piirkonna laevastiku kaaspüügi suuruse kohta tihti puuduvad (Almeida et al., 2017; Bellebaum et al., 2013; Žydelis et al., 2009, 2013).

Euroopa Liidus on suurtel laevadel (>12m) e-logiraamatud või VMS-süsteemid (Vessel Monitoring System) kohustuslikud ja väiksematel laevadel (>10m või Läänemeres >8m) on kohustuslik pidada logiraamatut (Euroopa Liit, 2016). Meresõidukid, mis on väiksemad kui need mõõdud, ei ole kohustatud täitma logiraamatut ja andmeid võib esitada kuude kaupa, need aga on tavaliselt vähem detailsed. Samas moodustavad Läänemerel suure osa nakkevõrkude kalapüügist just väikesed kalapaadid (ICES, 2019).

4.3 Veeimetajate kaaspüük Läänemerel

Veeimetajate puhul on juhuslik sattumine kalapüügivahenditesse üks suurimaid populatsioone ohustavaid tegureid, kusjuures suur osa globaalsest kaaspüügist leiab aset nakkevõrkudega seotud kalanduses (Read et al., 2006). Tihtipeale puuduvad kvantitatiivsed andmed populatsioonide arvukuse ja suremuse suuruse kohta, mistõttu on tõenäoline, et mitmed tähelepanu vajavad olukorrad on jäänud alahinnatuks või täielikult märkamatuks (Reeves et al., 2013). Andmete puudumise tõttu ei ole siiski jäänud märkamata kaaspüügi suur negatiivne mõju veeimetajatele – vähemalt 11 väikevaalist, kelle hulka kuulub ka pringel on peamiselt nakkevõrkude kaaspüügi tõttu kriitilises seisundis (Brownell Jr et al., 2019). Eriti vastuvõtlikud kaaspüügile on liigid, kes elavad ranniku lähedal küllaltki madalas vees ning kelle areaal kattub nakkevõrgukalanduse piirkonnaga (Reeves et al., 2013).

Kaaspüük ohustab kõiki nelja Läänemere veeimetajat – pringlit, hallhüljest, viiherhüljest ja randalhüljest. Aastatel 2010 – 2020 tehtud vaatluste põhjal sattus Taani ja Rootsi nakkevõrgukalanduses kaaspüüki hinnanguliselt 2089 pringlit aastas (Kindt-Larsen et al., 2023). Rootsis tehtud uuringu hinnangul sattus aastal 2004 Rootsi rannikumerekalanduses kaaspüüki kokku umbes 300-500 hall- ja randalhüljest ning 50 viiherhüljest (Lunneryd et al., 2005). Kui linde ja pringleid ohustab tunduvalt rohkem võrgupüük, siis vähemalt Eesti merealadel ohustab hülgeid eelkõige mõrrapüük (Saks et al., 2022). Imetajate kaaspüügi vähendamine on lisaks liikide kaitsmisele oluline ka majanduslikust aspektist, kuna võrku sattunud hülged ja delfiinid lõhuvad püügivahendeid ja söövad võrku sattunud kalu (FAO, 2021). Hüljeste arvukus on viimaste aastatega Läänemeres tõusnud ja sellega on tõusnud ka püügivahendite rüüstamine hüljeste poolt (Varjopuro, 2011). 2009. aastal kaluritega tehtud intervjuude põhjal arvatati välja, et hüljeste tekitatud majanduslik kahju Eesti rannakalandusele võis olla ligikaudu 0,9 miljonit eurot (Vetemaa et al., 2021). Seetõttu on oluline leida lahendusi, mis vähendaksid veeimetajate ja kalapüügivahendite kokkupõrkeid.

5 Lindude kaaspüügi vähendamise meetodid Läänemerel

Tänapäeval puuduvad head universaalsed tehnoloogilised vahendid vähendamaks lindude kaaspüüki nakkevõrkudes. See on suuresti seetõttu, et lahendused peavad arvestama erinevate liikide, nende elukeskkonna ja kohaliku kalastuse eripäraga (Almeida et al., 2017). Kuigi kõige rohkem püütakse Läänemerel traaleritega kilu ja räime, siis Läänemere väikesemahulises rannakalastuses kasutatakse peamise püügivahendina nakkevõrke (ICES, 2018, 2019). Nakkevõrkudega seotud kaaspüügile ja selle vähendamisele on maailmas keskendutud vähem kui teistele kalapüügivahenditele, sest nakkevõrgud leiavad enim kasutust väikesemahulises kalastuses ning riikide vahel puuduvad ühtsed regulatsioonid andmete kogumiseks (ICES, 2024b; Wiedenfeld et al., 2015). Kuna nakkevõrkudel on selge oht lindudele, siis on hädasti vaja leida uusi tehnoloogilisi vahendeid vähendamaks lindude kaaspüüki nakkevõrkudes.

5.1 Nakkevõrkude nähtavamaks tegemine

Nakkevõrgud kujutavad endast ohtu veelindudele, kes püüavad saaki sukeldudes kuni mõnekümne meetri sügavusele vette (Tarzia et al., 2017). Viimase kümne aasta jooksul on hakatud nakkevõrke valmistama monofilamendist, mis on odavam, aga vees lindudele halvemini nähtav (Žydelis et al., 2013). Martin ja Crawford (2015) leiavad, et linnud satuvad nakkevõrkudesse kuna otsivad toitu halbades valgustingimustes ja nende nägemine ei ole arenenud eraldama niivõrd peeneid detaile, mille tulemusena ei näe nad võrku ja ujuvad selle sisse. Seetõttu võib püügivahendi nähtavamaks muutmine olla hea lahendus vähendamaks lindude sattumist kalapüügivahenditesse.

Ühe võimalusena üritasid Field ja kolleegid (2019) muuta võrku lindudele nähtavamaks silmapaistvate mustrite/paneelide lisamisega eesmärgiga vähendada lindude kaaspüüki tursa- ja meritindipüügil Leedu nakkevõrgukalanduses. Martin & Crawford (2015) eeskujul välja töötatud 60x60cm paneelid koosnesid mustadest ja valgetest nailontriipudest (joonis 1.), mis paigutati nelja-meetriste vahedega nakkevõrkude külge. Lisaks modifitseeriti paneele lõigates värvitriipude vahele augud, et suurendada vee läbivoolu ja seeläbi vähendada takistust. Tulemused – kontrollvõrkude ja kontrastsete paneelidega võrkude kaaspüügil ei ilmnenud olulisi erinevuseid ning autorid leidsid, et paneelide lisamine võrkudele ei ole efektiivne meetod kaaspüügi vähendamiseks Läänemerel (Field et al., 2019). Samas ei vähendanud

paneelide lisamine saagikust ning kalurite sõnul ei mõjutanud see võrkude kasutamist negatiivselt (Field et al., 2019).



Joonis 1. Kontrastsed paneelid kalavõrgul. Võetud: „Seabird Taskforce: 2014 – 2017. Technical report,“ Tarzia, M., Arcos, P., Crawford, M., Cortes, V., Raudonikis, L., Tobella, C., Morkunas, J., Cama, A. (2017). www.seabirdbycatch.com

Teise võimalusena muuta nakkevõrk lindudele nähtavamaks katsetasid Field ja kaasautorid (2019) erinevat värvi LED-lampide lisamist nakkevõrkudele. Teaduskirjanduses esineb kriitikat valgusallikate lisamisel võrkudele kuna ere valgus võib takistada lindude silmade kohanemist pimedusega ja seeläbi hoopis vähendada nägemismeele mõju (Martin & Crawford, 2015). Samas on roheliste LED-lampide lisamine leidnud mõningast edu lindude kaaspüügi vähendamisel. Nimelt 2018. aastal Peruus tehtud uuringus leiti, et võrkude valgustamine vähendas kormoranide kaaspüüki 85,1% võrra (Mangel et al., 2018). Field et al., (2019) testisid kahte tüüpi valgustite lisamist Läänemere nakkevõrkudele – Poola Läänemere osas katsetati pidevalt põlevaid rohelisi LED-lampe 2016 ja 2017 aasta talvehooajal; Leedu rannikumere piirkonnas testiti vilkuvate valgete LED-lampide mõju 2017 ja 2018 aastal. Tulemused – konstantselt põlevad rohelised tuled ja vilkuvad valged tuled ei vähendanud oluliselt kaaspüütud lindude arvu, enamgi veel valgete tulukeste olemasolu hoopis suurendas aulide (*Clangula hyemalis*) sattumist võrkudesse (Field et al., 2019). Autorid leiavad, et põhjuseks võib olla Läänemere vee halb läbinähtavus ning tõsiasi, et valgusallikas võib pinnale ujuvaid linde hoopis ligi meelitada (Field et al., 2019). Võrkude valgustamisel on potentsiaali

vähendada lindude kaaspüüki, kuid vaja on teha rohkem liikide- ja asukohaspetsiifilisi uuringuid. Võrkude valgustamist LED-lampidega ja silmapaistvate paneelide lisamist on katsetatud ka Poolas ning leitud, et sellisel kujul võrkude nähtavamaks tegemine ei vähenda lindude kaaspüüki (Almeida et al., 2017). Samas ei vähenda paneelide või valgustite lisamine püügiefektiivsust ning ei raskenda märkimisväärselt võrgu ülesseadmist ja välja tõmbamist (Field et al., 2019; Tarzia et al., 2017).

Läänemeres ei ole võrkude nähtavamaks tegemine andnud märkimisväärsed tulemusi vähendamaks lindude kaaspüüki. Selle põhjuseks võib olla asjaolu, et Läänemere vesi on halva läbinähtavusega ning linnuliigid tuginevad vee all ka teistele meeltele nagu kompimine ja kuulmine. Näiteks on leitud, et lõunatirgud, kes püüavad saaki nii päeval kui öösel, tuginevad vähese valguse korral tõenäoliselt juhuslikele kokkupuudetele saakloomaga (Regular et al., 2011). Aul, merivart ja mitmed teised partlased otsivad toitu veekogu põhjast nokaga kompides ning nägemismeelt kasutavad tõenäoliselt vähem (Martin & Crawford, 2015). Lisaks võib mängida rolli asjaolu, et isegi kui võrk on vee all lindudele nähtav, ei pruugi nad seda tingimata vältida. Linnud võivad olla harjunud kokku puutuma vee all erinevate objektidega nagu adru või merihein ning seega ei pea linnud loomulikult võrku ohtlikuks. Kuigi võrkude nähtavamaks muutmisel võib olla potentsiaali vähendada lindude kaaspüüki, siis Läänemeres ei ole see andnud märkimisväärsed tulemusi ja vaja on rohkem liigi- ja kalastusspetsiifilisi uuringuid.

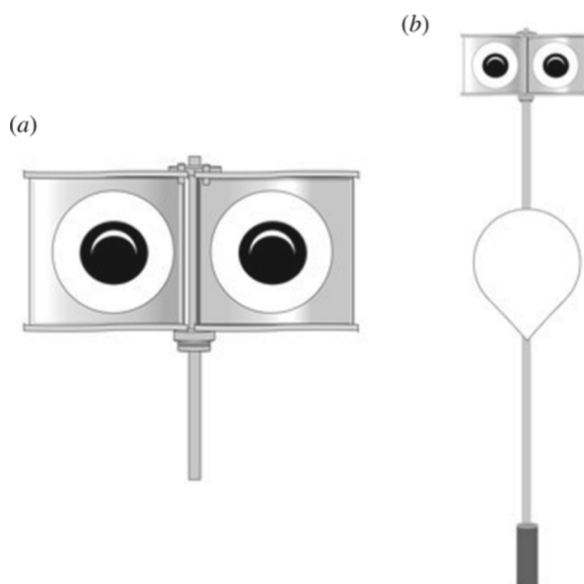
5.2 Ähvardava poi lisamine

Põllumajanduses on viljasaagi kaitseks kasutatud erinevaid lindude peletamise vahendeid nagu hernehirmutised, õhupallid, röövlinnu kujud, valgustid jt (Rivadeneira et al., 2018). Selliste vahendite eesmärk on tekitada lindudes helide või visuaalsete stiimulitega põgenemisreaktsiooni ning seeläbi vähendada nende arvukust piirkonnas. Linnupeletid võivad aidata vähendada lindude kokkupuudet ka kalapüügivahenditega (Žydelis et al., 2013).

Rouxel ja kaasautorid (2021) katsetasid Küdema lahes Saaremaal ähvardava poi lisamist nakkevõrkudele eesmärgiga peletada linde võrkude juurest eemale. Uuringus pandi vette röövlinnu silmi meenutavad poid (pilt 2) ja teise kohta tavalised nakkevõrkude tähistamiseks kasutatavad lipud (kontroll). 62 päeva jooksul loetleti maapealt binokliga poide ümber kogunevaid linde. Umbes poole peal vahetati poide ja lippude asukohad omavahel ära, et

vältida asukohast tulenevaid muutusi ja uurida ähvardava poi eemaldamisest tulenevaid muutusi lindude käitumisele. Tulemused – ähvardav poi võib potentsiaalselt vähendada lindude arvukust püügivahendi ümbruses. Kuna enamik lindudest (rohkem kui 90%) olid aulid, siis tehti järeldused vaid nende kohta. Aule oli 20-30% vähem ähvardavate poide ümbruses kui tavaliste lippude ümber (Rouxel et al., 2021).

Ähvardava poi kasutamine võib vähendada aulide kaaspüüki nakkevõrkudes 20-30%, samas võis lindude arvukuse muutus tuleneda hooajalisest lindude koguarvukuse muutusest (Rouxel et al., 2021). Seega on vaja teha katsetusi päris nakkevõrkudega ja päris kalameestega, et tõestada neid tulemusi. Samuti on vaja teha uuringuid kohtades, kus leidub rohkem erinevaid linnuliike kuid ainuüksi aulide puhul võib see meetod vähendada kaaspüüki mitmetes tuhandetes isendites iga aasta. Samuti leiti, et pärast poide eemaldamist taastus lindude arvukus piirkonnas (Rouxel et al., 2021). See on oluline tagamaks, et linnud ei jääks vältima neile olulisi toitumis- ja elupiirkondi, mis võib mõjutada populatsiooni käekäiku. Lisaks leiti, et linnud harjuvad ajapikku ähvardava poiga, vähendades kaaspüügi vähendamise meetodi efektiivsust (Rouxel et al., 2021). Tavaliselt on nakkevõrgud vees maksimaalselt mõne päeva ja lindude harjumine poiga ei pruugi olla probleemiks kaaspüügi vähendamisel.



Joonis 2. (a) röövlinnu silmi jäljendav ja tuules pöörlev poi osa (b) terve poi. Võetud: „Buoys with looming eyes deter seabirds and could potentially reduce seabird bycatch in gillnets,” Rouxel, Y., Crawford, R., Cleasby, I., Kibel, P., Owen, E., Volke, V., Schnell, A. K., Opper, S. (2021) *R. Soc. Open Sci.* 8:210225. <https://doi.org/10.1098/rsos.210225>

Ähvardava poi mõju on hiljem uuritud ka Islandil merivarblase (*Cyclopterus lumpus*) nakkevõrgupüügil, kuid seal ei vähendanud poide olemasolu lindude kaaspüüki (Rouxel et al., 2023). Sarnases hulgas linde püüti kaaspüügina nii kontrollvõrkudes kui poidega eksperimentaalvõrkudes ning kõige rohkem püüti hahke, lõunatirke, krüüsleid ja aule. Kõik kaaspüüki sattunud aulid (10 isendit) püüti kontrollvõrkudes, mis võib tõestada poide mõju aulidele ning kinnitada Rouxel et al. (2021) tulemusi, kuid valimi suurus oli liiga väike, et teha järeltõlge meetodi mõju kohta. Autorid usuvad, et ähvardava poi lisamine ei vähenda lindude kaaspüüki Islandi merivarblase kalanduses (Rouxel et al., 2023).

Ähvardava poi lisamine on potentsiaalselt hea vahend vähendamaks lindude kaaspüüki Läänemere passiivsetes kalapüügivahendites, kuid selle kinnitamiseks on vaja teha rohkem uuringuid (Rouxel et al., 2021, 2023). Mujal maailmas on lindude kaaspüügi vähendamiseks katsetatud ka teistsuguseid visuaalseid peletiteid. Portugalis vähendasid Almeida et al., (2023) edukalt lindude arvukust kalapaadi ümbruses röövlinnukujulise seadeldisega. See näitab, et visuaalsetel peletitel on potentsiaali. Teistes piirkondades tehtud uuringute tulemused ei pruugi aga olla üle kantavad Läänemerele. Samuti võivad linnud harjuda peletitega, mis omakorda vähendaks meetodi efektiivsust (Rouxel et al., 2021). Seega ei saa soovitada ähvardava poi (aga ka teiste visuaalsete peletite) laialdasemat kasutuselevõtmist Läänemeres, kuna infot meetodite mõju ja efektiivsuse kohta on veel liiga vähe.

5.3 Võrkude paigutamine sügavamale

Rouxel ja kolleegide (2023) uuringu tulemustest selgus veel, et nakkevõrkude üles seadmine sügavamale kui 50 meetrit võib aidata vähendada nii lindude kui veeimetajate kaaspüüki merivarblase püügil Islandil. 90% lindude kaaspüügist leidis aset vähem kui 30 meetri sügavusel ning imetajate kaaspüüki toimus kõige rohkem 30 – 50 meetri sügavusel. Samuti leiti, et võrkude üles seadmine sügavamale ei muuda oluliselt kalasaagikust. See põhineb aga eeldusel, et võrkude sügavamale seadmise hind ei ole märkimisväärselt kõrgem ja, et ühe võrgu püügiefektiivsus ei lange, kui rohkem võrke seatakse sügavamale kui 50 meetrit. Seega ei saa olla kindel, et see on majanduslikult sama tulus kui praegune olukord. Sellegipoolest leiavad Rouxel ja kaasautorid (2023), et nakkevõrkude sügavusel on selge mõju lindude võrku sattumisel ning seda võiks täpsemalt uurida lindude kaaspüügi vähendamise eesmärgil. Mõned teised kaaspüügi uuringud on samuti leidnud, et suurem osa lindudest satub võrku vähem kui

30m sügavusel, kinnitades veelgi püügivahendi sügavuse mõju lindude kaaspüügile (Bellebaum et al., 2013; Stempniewicz, 1994).

Võrkude sügavamale paigutamine võib tunduda hea ja lihtne lahendus kaaspüügi vähendamiseks, kuid tegelikkuses on sellel mitmeid miinuseid. Rouxel ja kolleegid (2023) toovad välja asjaolu, et Läänemere rannakalanduses toimub suur osa nakkevõrgupüüki madalas vees ning sügavamale paigutamine tähendaks suuremat kütuse- ja ajakulu (vahendi ülesseadmiseks tuleb kaugemale sõita). Samuti on Läänemeri suhteliselt madal veekogu ja igal pool ei ole võimalik võrke sügavamale paigutada (Durinck et al., 1996). Lisaks toituvad mitmed kaaspüügialtid linnud Läänemeres bentoses, mis tähendab, et selliste liikide puhul ei ole see meetod kuigi tõhus lahendus (Almeida et al., 2017; Żydelski et al., 2013).

5.4 Nakkevõrkude asendamine teiste püügivahenditega

Lisaks võrkude modifitseerimisele on lindude kaaspüüki proovitud vähendada nakkevõrkude asendamisega teiste püügimeetoditega nagu õngejadade või lõkspüünistega (Chladek, 2022; Noack, 2013; Vetemaa & Lożys, 2009). See tugineb aga eeldusel, et uue püügivahendiga kaasneb vähem kaaspüüki ning püügiefektiivsus jääb samaks või ei lange oluliselt. Püügiefektiivsust mõjutab ka püügivahendi hind ja ülesseadmise/väljavõtmise aeg (Chladek, 2022). Mõnikord kaasneb püügimeetodi vahetamisega kalastuspaadi täiustamine, mis tähendab lisakulutusi ja raskendab meetodite kasutuselevõtmist kalurite seas (Almeida et al., 2017).

5.4.1 Õngejadad

Vetemaa ja Lożys (2009) uurisid, kas ja kuidas võib nakkevõrkude asendamine õngejadadega vähendada lindude kaaspüüki tursa- ja lõhepüügil. Uuringus kasutati tursapüügil põhjaõngejadasid ja lõhepüügil pelaagilisi õngejadasid ning kontrolliks olid samas piirkonnas traditsiooniliselt kasutatavad nakkevõrgud. Kahe hooaja peale (2006-2008) ei püütud õngejadadega mitte ühtegi lindu kaaspüügina, kuid kontrollvõrkudesse sattus samal perioodil kaks auli. Autorid leiavad, et õngejadad on hea meetod vähendamaks lindude kaaspüüki, kuna püügivahendit on lihtne kasutada ning püügiefektiivsus on võrreldav nakkevõrkudega. Pelaagilised õngejadad on põhjaõngejadadega võrreldes kallimad ja keerulisemad kasutada,

kuid sellegipoolest võivad nad olla tõhusad vähendamaks lindude kaaspüüki (Vetemaa & Ložys, 2009).

Mõned hilisemad uuringud on leidnud, et õngejadade püügiefektiivsus on nakkevõrkudega võrreldes mitmeid kordi madalam ning seega ei saa neid pidada majanduslikult jätkusuutlikuks alternatiiviks nakkevõrkudele (Noack, 2013). Lisaks ei eemalda õngejadade kasutamine kaaspüüki täielikult. Mitmel pool on õngejadade kasutamisega kaasnenud nii lindude kui imetajate kaaspüüki (e.g. Hamilton & Baker, 2019; ICES, 2018; Žydelis et al., 2013). Linnud võivad nokitseda konksude küljes olevaid söötasid enne kui need on jõudnud sügavamale vajuda ning seeläbi sinna kinni jääda ja uppuda (Sacchi, 2021).

Viimastel aastatel on õngejadadega seotud kalanduses tehtud suuri edusamme vähendamaks lindude kaaspüüki. Namiibia õngejadakalanduses on lindude kaaspüüki vähendatud linnupeletidega (*bird-scaring lines*), konksuraskustega ja püügivahendi öise vettelaskmisega (Paterson et al., 2017). Uus-Meremaal on lindude kaaspüüki vähendanud *hookpod* tehnoloogia, mis sulgeb enda sisse konksu teraviku ning rõhu muutumisel vabastab selle automaatselt, vältides lindude konksu otsa sattumist veepinnal (Birdlife International, 2017). Euroopa komisjoni regulatsioon 2022/2090 (2022) kehtestab aga, et lõhe ja tursavarude kaitseks on õngejadapüük Läänemere avameres keelatud. Seega isegi kui õngejadadele on olemas häid kaaspüügi vähendamise meetodeid, siis Läänemerel on vaja keskenduda teistele lahendustele.

5.4.2 Lõkspüünised

Lõkspüünised on Läänemeres potentsiaalselt hea alternatiiv, kuna neil on nakkevõrkudega võrreldes mitmeid eelised. Lõkspüüniseid on lihtne kasutada, nad püüavad kalu peamiselt elusana (ja seega on neil parem saagi kvaliteet), neil on väiksem mõju põhjaelustikule ning mis antud kontekstis kõige tähtsam – risk veelindude ja -imetajate kaaspüügile on nakkevõrkudega võrreldes väiksem (Chladek, 2022; Martin & Crawford, 2015; Žydelis et al., 2009). Lõkspüüniste väike sissepääs takistab suurte kiskjate sisenemist püünisesse ja seega ka nende lõksu jäämist (Petetta et al., 2021). Lõkspüüniste märkimisväärseks puuduseks on aga väiksem püügiefektiivsus võrreldes nakkevõrkudega (Chladek, 2022; Suuronen et al., 2011).

Chladek (2022) leidis, et lõkspüüniste püügiefektiivsusel mängivad olulist rolli püünise sissepääsu omadused nagu suurus, kuju ja värv. Uuringust selgub, et lõkspüünise püügiefektiivsust on võimalik suurendada järgmiste asjaoludega: pujuse olemasolu on olulise tähtsusega suurendamiseks püügiefektiivsust; pujus peaks olema tehtud läbipaistvast materjalist ning kasutada tuleks ka tõhusat saagi kinni hoidmise mehhanismi nagu „*acrylic fingers*“; maksimaalse püügiefektiivsuse saavutamiseks tuleks püünised koos söödaga seada üles päikesetõusu ajal või vähemalt kaks tundi enne päikeseloojangut, kui on veel piisavalt valgust (Chladek, 2022). Uuringud, mis keskenduvad lõkspüüniste püügiefektiivsuse suurendamisele on näidanud nende majanduslikku konkurentsivõimet ja seda, et olemasolevaid vahendeid modifitseerides on võimalik tõsta nende püügiefektiivsust (Chladek, 2022; Königson et al., 2015).

6 Veeimetajate kaaspüügi vähendamise meetodid Läänemerel

Veeimetajate kaaspüügi vähendamiseks on välja töötatud mitmeid erinevaid lahendusi vastavalt liigile ja püügivahendile. Nende hulka kuuluvad näiteks akustilised või visuaalsed peletid, püügivahendi nähtavamaks või kajalokatsioonile tajutavamaks muutmine, nõrkade lülide lisamine, püügivahendi rüüstamise raskendamine (eesmärgiga vähendada loomade huvi võrkude vastu), põgenemisavade lisamine jt. (e.g. Lunneryd et al., 2003; Sacchi, 2021; Schaffeld et al., 2019). Käesolevas töös käsitletakse selliseid vähendamise meetodeid, mis on olulised Läänemere väikesemahulise kalanduse passiivsete püügivahendite puhul.

6.1 Akustilised meetmed

Akustilised peletamisvahendid on meetmed, mis vähendavad veeimetajate ja kalapüügivahendite kokkupuuteid kasutades helisid, mis kas peletavad isendeid või muudavad püügivahendi loomadele tajutavamaks. Need seadeldised paigutatakse tavaliselt püügivahendi külge või lähedusse ning üldiselt jagatakse neid 3 kategooriasse: akustilised pingerid (*acoustic pingers*), akustilised ahistamisseadeldised (*acoustic harassment devices*) ja akustilised hoiatusseadeldised (*acoustic alerting devices*). (FAO, 2021).

6.1.1 Akustilised pingerid

Pingerid on väikesed akustilised seadeldised, mis on kinnitatud nakkevõrkudele ja tekitavad helisid ning muudavad seeläbi võrgud veeimetajatele kergemini tuvastatavaks (Dawson et al., 2013). Pingerite heli on seadistatud liigile vastavalt, kuid tavaliselt see jääb vahemikku 3 – 120 kHz ja alla 180 dB (Dawson et al., 2013; FAO, 2024). Pingerid on mõnel pool olnud edukad veeimetajate kaaspüügi vähendamise meetodid ning Euroopas on nende kasutamine isegi kohustuslik. Euroopa Ülemkogu regulatsioon 812/2004 alusel on Euroopa Liidus suurematel kui 12m paatidel nakkevõrgukalanduses kohustuslik omada akustilisi pingerid (Euroopa Liit, 2004). Dawson et al. (2013) on koostanud ülevaateartikli teadustöödest, mis uurivad akustiliste pingerite mõju vähendamaks erinevate vaalaliste, sealhulgas pringlite kaaspüüki. Pringlitele keskendunud tööd näitavad, et pingeritel on selge mõju hoidmaks isendeid võrkudest eemal ja seega peetakse neid heaks kaaspüügi vähendamise meetodiks (Dawson et al., 2013).

Samas on pingerite kasutamisel mitmeid kitsaskohti. Palka ja kolleegide (2008) tehtud uuringust selgus, et sellised võrgud, mis olid Maine lahes vaid osaliselt kaetud pingeritega püüdsid hoopis rohkem pringleid, kui võrgud, millel polnud üldse pingereid. Mitmed uuringud on näidanud, et pingerid vähendavad pringlite kajalokatsiooni kasutamist, mis võib omakorda suurendada vaalaliste sattumist võrkudesse (Carlström et al., 2009; Culik et al., 2001; Palka et al., 2008) Defektne pinger võib jätta pringlitele mulje, et seal on auk, kust on võimalik läbi ujuda. Samuti on mõned teised väikevaalalised, kellele pingerid ei mõju või mõjuvad hoopis ligimeelitajana (FAO, 2021). Lisaks võib pingeritel olla negatiivne mõju pringlitele, kuna loomad võivad hakata vältima neile sobivaid elupaiku (Culik et al., 2015). See näitab, et pingerite mõju pringlitele ei ole täiesti selge ning, kui neid ei kasutata õigesti, siis see võib hoopis suurendada pringlite kaaspüüki.

6.1.2 Akustilised hoiatusseadeldised

Culik ja teised (2015) töötasid välja akustilise seadeldise nimega PAL (porpoise alerting device), mis tekitab pringlitele omaseid helisid (klikke) ja seeläbi vähendab pringlite kokkupuuteid püügivahenditega. Kuigi seadeldise tekitatud heli võib varieeruda vastavalt mudelile, siis peamiselt imiteerivad PAL seadeldised pringlite agressiivsele käitumisele omaseid häälitsusmustreid, mis põhinevad päris salvestustel (Clausen et al., 2011; Culik et al., 2015). PAL seadeldise mõju on pingeritega võrreldes mitmeid kordi väiksem, peletades looma helitekitajast eemale vaid 19-30m (vs 150m – 752m sõltuvalt pingeritüübist) (Culik et al., 2001, 2015). Samas on võimalik PAL seadeldise tekitatud heliga suurendada pringlite kajalokatsiooni kasutamisintensiivsust, mis omakorda suurendab tõenäosust, et loom suudab vees püügivahendi tuvastada ja seda vältida (Culik et al., 2015). Seega on PAL seadeldise tööpõhimõte mõnevõrra erinev pingerite omast – PALi eesmärk on tekitada pringlitele äratuntavaid signaale, mis ühest küljest tekitaks loomades vältiva reaktsiooni, aga samal ajal ajendaks neid kasutama kajalokatsiooni, mis omakorda suurendaks võrkude märkamist vees (Culik et al., 2015). Selline akustiline uurimine võib potentsiaalselt viia pringlite PAL-signaali ja võrgu olemasolu seose tundmaõppimiseni ning vältida elupaikadest tõrjumist (Chladek, 2022). PAL seadeldise eeliseks on veel see, et kuna tekitatud helid on pringlitele loomuomased, siis on tõenäoline, et helidega harjumist ei toimu ja meetodi efektiivsus ei lange (Culik et al., 2015).

PAL seadeldiste mõju on hiljem testitud ka Läänemere töönduskalanduses – Chladek et al. (2020) katsetasid PAL seadeldiste mõju pringlite kaaspüügile Läänemere lääne piirkonnas. Uuringus osales üks Taani ja kaks Saksamaa töönduspüügi laeva, mis püüdsid nakkevõrkude ja abaratega peamiselt turska, lesta ja kammeljat. Kokku sattus 778 kalastusretke peale (aastatel 2014 – 2016) 23 pringlit, kellest 18 sattus võrku, millel puudusid PAL seadeldised. Uuringu tulemustest selgub, et PAL seadeldise olemasolu võib vähendada pringlite kaaspüüki sattumise tõenäosust. Lisaks avastati, et kui PAL seadeldiste kaugus teineteisest ületab 200m, siis väheneb nende kaaspüügi vähendamise mõju 64,9%-le. See rõhutab veelgi asjaolu, et akustiliste seadeldiste puhul on väga oluline pöörata tähelepanu helitekitajate omavahelisele kaugusele. Samuti ei mõjutanud PAL sihtliikide püüki, mis on oluline kaaspüügi vähendamise meetodi kasutusele võtmisel. (Chladek et al., 2020).

6.1.3 Akustilised ahistamisseadeldised

Akustilised ahistamisseadeldised tekitavad helisid, mis on kõrgemad kui 180 dB ja on seega veeimetajatele ebameeldivad või isegi valusad ((Long et al., 2015). Kuna pingerid ja PAL seadeldised töötavad hästi pringlite eemal hoidmiseks, siis akustilisi ahistamisseadeldisi on Läänemeres katsetatud peamiselt hüljeste peletamiseks (Fjälling et al., 2006; Vetemaa et al., 2021; Westerberg et al., 2006). Mitmed uuringud on leidnud, et need seadmed on tõhusad vähendamaks saagi rüüstamist hüljeste poolt (Fjälling et al., 2006; Vetemaa et al., 2021). Samas on leitud, et ahistamisseadeldise mõju väheneb aja möödudes, kuna hülged harjuvad helidega (Jacobs & Terhune, 2002). Akustiliste ahistamisseadeldiste tekitatud heli on hüljestele ebameeldiv või isegi valus, siis võib eeldada, et enamikel juhtudel otsustavad loomad siiski püügivahendit mitte rüüstada (Vetemaa et al., 2021).

Akustiliste ahistamisseadeldiste kasutusele võtmisega tuleb olla ettevaatlik, kuna see võib endaga kaasa tuua soovimatuid tagajärgi. Esiteks võib pidev tugevate helidega kokkupuutumine hüljestel esile kutsuda kuulmiskahjustusi ja/või kuulmisläve nihkumist (permanent/temporary hearing-threshold shift (PTS, TTS)), mis vähendaks seadme mõju (Fjälling et al., 2006; Schaffeld et al., 2019). Teiseks võivad tugevad helid mõjutada teisi piirkonnas elavaid liike nagu näiteks pringleid või kalu (Fjälling et al., 2006). Seega tuleks olla ettevaatlik, kui kasutada akustilisi ahistamisseadmeid piirkondades, kus hüljeste ja pringli areaalid kattuvad. Samuti tekitavad igasugused akustilised seadmed veekeskkonnas

mürareostust, millel võib olla negatiivne mõju kõikidele kuulmisulatuses olevatele loomadele, (Fjälling et al., 2006).

6.2 Hülgekindlad lõkspüünised

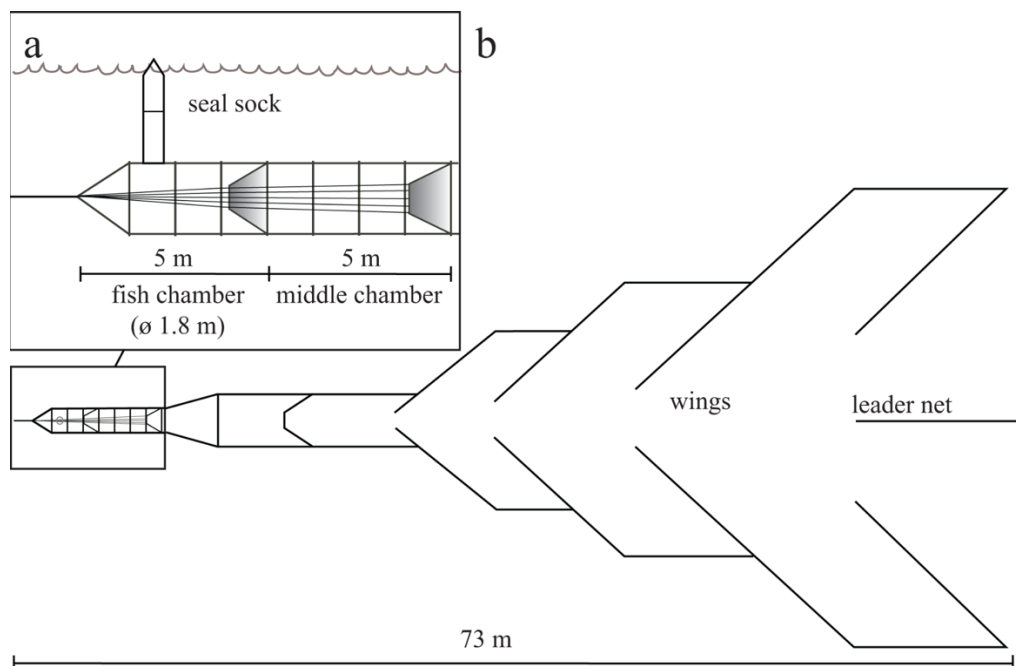
Soome, Rootsi ja Eesti rüsapüügi kalanduses on hüljeste ja püügivahendite kokkupõrgete vähendamiseks katsetatud erinevaid meetodeid (Lunneryd et al., 2003; Oksanen et al., 2015; Varjopuro, 2011). Rüsad on passiivsed kalapüügivahendid, mis koosnevad silindrilistest võrkpüünistest, mille ühes otsas on lai sissepääs, mis suunab kalu püünise kitsama põhiosa poole (FAO, n.d.) Rüsade puhul on märgatud, et hülged võivad ujuda püügivahendisse ja kahjustada nii võrku kui saaki ning ise samal ajal uppuda (Vetemaa & Ložys, 2009). Süües võrgus olevaid kalu, tekitavad hülged püügivahendisse auke ning vähendavad püügi majanduslikku kasu (e.g. Königson et al., 2007; Vetemaa & Ložys, 2009).

Lunneryd et al., (2003) tõestasid, et suurema silmasuurusega rüsapüüniste kasutamisega on võimalik vähendada püügivahendi rüüstamist hüljeste poolt. Eksperimentaalse püünise külgsoneelid olid valmistatud suure silmasuurusega võrgust (400 mm) ja selle eesmärk oli tagaajamisel suurendada kalade põgenemist läbi külgsoneelide ning seeläbi vähendada hüljeste huvi püügivahendi vastu (Lunneryd et al., 2003). Varasemad uuringud on näidanud, et suurema silmasuurusega võrguga on võimalik juhtida kalu soovitud suunas (Lunneryd et al., 2002). Hülged kahjustasid eksperimentaalset püünist tunduvalt vähem (ainult 6 auku vs 268 auku kontrollvõrkudes) ning tundsid üldiselt vähem huvi püünise vastu (Lunneryd et al., 2003). Lunneryd et al., (2003) leiavad, et püünise modifitseerimisega on võimalik vähendada hüljeste mõju püünistele ja saagile ning märkimisväärse tähtsusega on minimeerida tasu, mida hülged võiksid saada püügivahendit rüüstades.

Vetemaa & Ložys, (2009) disainisid tugevatest materjalidest rüsapüünise, mis taluks paremini hüljeste rünnakuid ja vähendaks hüljeste tekitatud majanduslikku kahju. Uuringus valmistati püünise kamber tugevast materjalist “dyneema” ning lisati terasest või paksust võrgust valmistatud võre, mis vähendaks hüljeste sisenemist püünisesse. Modifitseeritud püüniseid katsetati Saaremaal, Hiiumaal, Läänemaal, Pärnumaal ja Lääne-Virumaal. Tulemused – eksperimentaalse püünisega ei kaasnenud hüljeste kaaspüüki ning samuti vähenes hüljeste tekitatud kahju püünistele (ainult mõni väiksem auk püünises) (Vetemaa & Ložys, 2009).

Modifitseeritud püünise kujul on tegemist efektiivse vahendiga vähendamaks hüljeste kaaspüüki ja kaluritele tekitatud kahju.

Oksanen et al., (2015) lisasid rüsapüünisele silindrikujulise käigu, mis ulatus veepinnani ja võimaldas püünisesse sattunud hüljestel pinnale hingama tulla (Joonis 3). Niinimetatud “hülgesoki” lisamine aitas vähendada viigerhüljeste suremust rüsadest, kuid hallhüljeste puhul oli meetod vähem efektiivne. Autorid usuvad, et see võib tuleneda liikide bioloogilisest erinevusest – viigerhülged kasutavad tihti hingamiseks väikeseid auke jääs ning seega võib kitsas lehrtris üles ujumine olla nende jaoks tüüpilisem käitumine. Uuringust selgus samuti, et suurem osa kaaspüüki sattunud viiger- ja hallhüljestest olid noorloomad, mida võib seletada noorloomade naiivsuse või kogematusel. Siiski aitas “hülgesoki” lisamine vähendada hüljeste suremust rüsadest (Oksanen et al., 2015).



Joonis 3. Kaaspüügi vähendamise meetod “hülgesokk”, mis võimaldab hüljel tulla pinnale hingama. a) püünise lõksukamber b) kogu püünis. Võetud: “A Novel Tool to Mitigate By-Catch Mortality of Baltic Seals in Coastal Fyke Net Fishery,” Oksanen, S. M., Ahola, M. P., Oikarinen, J., Kunasranta, M. (2015). *PLOS ONE* 10(5). 10.1371/JOURNAL.PONE.0127510

7 Järeldused

Kuigi mujal maailmas on võrkude nähtavamaks tegemine vähendanud lindude sattumist kalapüügivahenditesse, siis Läänemerel ei ole see andnud samasuguseid tulemusi. Selle põhjuseks võib olla Läänemere vee halb läbipaistvus ja asjaolu, et vee all võivad linnud tugineda ka teistele meeltele nagu kompimine või kuulmine. Lisaks ei pruugi linnud vee all võrku ohtlikuks pidada ja seega seda ka vältida.

Visuaalsete peletite kasutamisel on potentsiaali vähendada lindude arvukust kalapüügivahendi ümbruses, kuid selleks on vaja teha rohkem uuringuid Läänemerel. Vähemalt aulide puhul võib ähvardava poi lisamine vähendada nende sattumist kaaspüüki. Vaja on aga uuringuid, mis annaksid tulemusi ka teiste linnuliikide kohta. Teistsuguste peletite, näiteks röövlinnu kuju, katsetamine Läänemerel võib aidata vähendada lindude kaaspüüki.

Väiksema kaaspüügiga alternatiivsed kalapüügivahendid on paljulubavad, kuid hetkel on vähe selliseid vahendeid, mis oleksid sobilikud asendamaks suure hulga praegu kasutusel olevaid nakkevõrke. Põhjaõngejadad võivad olla hea alternatiiv asendamaks põhjanakkevõrke rannikumere tursapüügil, kuid pelaagiline triivõngepüük on Läänemeres tursa- ja lõhevarude kaitseks keelatud. Seega ei ole igal pool võimalik õngejadasid kasutusele võtta.

Lõkspüünised tunduvad olevat kõige paremad alternatiivsed püügivahendid asendamaks nakkevõrke Läänemere rannakalanduses. Neid on suhteliselt lihtne kasutada ja nendega kaasneb vähem lindude ja imetajate kaaspüüki. Märkimisväärseks miinuseks nakkevõrkude ees on aga väiksem püügiefektiivsus. Samas on lõkspüüniste püügiefektiivsust võimalik tõsta erinevate modifikatsioonidega nagu pujusse lisamine, võrgu värv jm. Seega tasub uurida lõkspüüniste laialdasemat kasutusele võtmist ja selle mõju Läänemere rannakalurile.

Pringlite puhul on akustilised meetodid nagu pingerid või PAL seadeldised tõhusad vähendamaks kokkupõrkeid kalapüügivahenditega ning pingerite kasutamine on Euroopa Liidus suurematel kalastuspaatidel kohustuslik. Akustiliste seadmete kasutamisega tuleb aga olla ettevaatlik, sest defektse pingeri või PAL seadme korral võib pringlite kaaspüük hoopis suurenedada. PAL seadmed võivad olla mõnevõrra tõhusamad, kuna seadme kasutamine võib suurendada pringli kajalokatsiooni kasutamisiintensiivsust ja seega suurendada püügivahendi

tuvastamist vees. Kaaspüügi vähendamine akustiliste meetoditega ei mõjuta sihtliigi püüki, mis on oluline meetodi kasutuselevõtmisel.

Hüljeste peletamine akustiliste seadeldistega on mõnevõrra keerulisem ning isegi väga tugevat heli emiteerivate seadeldiste mõju hüljestele ei ole kindel. Hülged on loomult julgemad ja nende peletamiseks on proovitud kasutada intensiivsemaid helisid. Sellega kaasneb aga mitmeid probleeme, kuna ebameeldivate helide pikaajaline mõju hüljestele on suuresti teadmata. Tugevad helid võivad kahjustada loomade kuulmist ning peletada neid sobivatest elupaikadest eemale. Samuti võivad hülged ebameeldivast helist hoolimata püügivahendeid rüüstada.

Lõkspüüniste hülgekindlamaks muutmine on mitmel pool aidanud vähendada hüljeste tekitatud kahju kaluritele ning hülgesoki lisamine on aidanud püünisesse jäänud viigerhülgeid elusalt vabastada. Need meetodid aga ei eemalda täielikult hüljeste ja kalurite kokkupõrkeid ning seega ka nende kasutamisel esineb tõenäoliselt loivaliste kaaspüüki. Hülgeid on keeruline kalavõrkudest eemal hoida, kuna tavaliselt saavad nad püügivahendist toidu kujul tasu.

Kokkuvõte

Viimastel aastatel on hakatud järjest rohkem tähelepanu juhtima liikide juhuslikule kaaspüügile kalapüügivahendites. Nii lindude kui veeimetajate puhul peetakse kaaspüüki üheks suurimaks populatsioone ohustavaks teguriks, kusjuures oluline osa globaalsest kaaspüügist leiab aset nakkevõrkudega seotud kalanduses. Läänemere kalandusest moodustavad märkimisväärse osa rannakalurid, kes kasutavad peamise püügivahendina nakkevõrke. Läänemeri on oluline talvitumispiirkond paljudele lindudele ning ainulaadne elupaik siinsetele veeimetajatele ja seega on kaaspüügi vähendamine Läänemerel märkimisväärse tähtsusega. Lisaks liikide kaitsele on kaaspüügi probleem oluline ka majanduslikust aspektist, kuna võrku sattunud liigid tihti peale kahjustavad püügivahendeid ja vähendavad kalurite saagikust.

Läänemerel on lindude kaaspüüki proovitud vähendada erinevate meetoditega, kuid head universaalsed lahendused hetkel puuduvad. Võrkude nähtavamaks tegemisega ei ole Läänemerel suudetud vähendada lindude kaaspüüki. Visuaalsete peletite kasutamisel on potentsiaali, kuid vaja on rohkem uuringuid nende mõjust Läänemere linnuliikidele. Võrkude paigutamine sügavamale kui 50m võib vähendada nii lindude kui imetajate kaaspüüki, kuid Läänemere madalaveelises rannakalanduses ei pruugi see olla võimalik. Läänemere tursapüügil võivad põhjaõngejad olla hea alternatiiv põhjanakkevõrkudele, kuid pelaagiliste õngejadade kasutamine on Läänemere avameres keelatud. Lõkspüünised tunduvad olevat kõige parem alternatiiv nakkevõrkudele, kuna neid on lihtne kasutada ja neil on väiksem mõju mereelustikule. Lisaks on näidatud, et lõkspüüniste püügiefektiivsust on võimalik suurendada erinevate modifikatsioonidega nagu pujus, võrguvärv või püünise ülesseadmise aeg.

Akustiliste seadeldiste mõju pringlitele on palju uuritud ning teaduskirjanduses ollakse üldiselt ühtemeelt, et tegemist on hea vahendiga vähendamaks pringlite kaaspüüki nakkevõrkudes. Samas on nii pingerite kui PAL seadmete kitsaskohaks asjaolu, et defektsete seadmete (või valesti kasutamise) korral võib pringlite kaaspüük hoopis suureneda Hüljeste kaaspüügi ja rüüstamise vähendamiseks on katsetatud akustilisi ahistamisseadeldisi, kuid nende efektiivsus on ebaselge. Lõkspüüniste hülgekindlamaks muutmine on aidanud vähendada hüljeste tekitatud kahju kaluritele ning hülgesoki lisamine on aidanud vähendada viigerhüljeste suremust rüüspüünistes.

Summary

In the recent years, the incidental bycatch in fishing gear has been getting more and more attention. It is stated that bycatch is one of the biggest threats to marine mammal and bird populations. A significant part of global bycatch takes place in gillnet fisheries and in the Baltic Sea coastal fisheries, gillnets are the main fishing gear used. Bycatch mitigation in the Baltic Sea is important because the region provides a unique habitat for local marine mammals and is an important wintering area for a lot of birds. Besides the conservation of species, the mitigation of bycatch is also important from an economic point of view as species caught in nets often damage the fishing gear and reduce the yield of fishermen.

Currently there are no good universal measures for the mitigation of bird-bycatch in the Baltic Sea, but several methods have been tested. Measures that make the net more visible, have not been able to reduce bird-bycatch in the Baltic Sea. There is potential in the use of visual deterrents, but more research is needed on their effects on Baltic Sea bird species. Setting the nets deeper than 50m can reduce marine mammal and bird bycatch, but this method may not be possible to use in the shallow coastal waters of the Baltic Sea. Bottom-set longlines can be a good alternative to bottom gillnets in cod fishing in the Baltic Sea, but the use of pelagic longlines is prohibited in the open sea of the Baltic Sea. Fish pots seem to be the best alternative fishing gear to gillnets due to their ease of use and the fact that they have less impact on marine life. In addition it has been shown, that the catch-efficacy of pots can be increased by various modifications like funnel, net color or setting time.

The effect of acoustic devices on harbour porpoises has been studied a lot, and there is a consensus in the scientific literature that it is a good tool to reduce bycatch of harbour porpoises in gillnets. At the same time, the bottleneck of both pingers and PAL devices is the fact that in case of defective devices (or incorrect use) the bycatch of porpoises can actually increase. Acoustic harassment devices have been tested to reduce bycatch and depredation of seals, but their effectiveness is uncertain. Seal-safe fykenets have shown to reduce seal-induced losses to fishermen and the addition of the “seal-sock” has helped reduce the bycatch of ringed seals.

Tänuavaldused

Autor avaldab siirast tänu juhendajatele Heikki Luhamaa ja Lauri Saks nende toe ja väärtuslike nõuannete eest. Samuti ei saa mainimata jätta peret ja sõpru julgustuse ja mõistmise eest kogu teekonna jooksul.

Kasutatud allikad

Käesoleva töö kirjanduse loetelu vastab ajakirja Zootaxa nõuetele.

Ahola, M., Halkka, A., Jüssi, I., Jüssi, M., Kunnasranta, M., Laine, A., Nordström, M., Petteri, T., Verevkin, M., & Vysotsky, V. (2017). *The Baltic Ringed Seal. An Arctic Seal in European Waters*.

Almeida, A., Alonso, H., Oliveira, N., Silva, E., & Andrade, J. (2023). Using a visual deterrent to reduce seabird interactions with gillnets. *Biological Conservation*, 285. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2023.110236>

Almeida, A., Ameryk, A., Campos, B., Crawford, R., Krogulec, J., Linkowski, T., Mitchell, R., Mitchell, W., Oliveira, N., Opper, S., & Tarzia, M. (2017). *Study on Mitigation Measures to Minimise Seabird Bycatch in Gillnet fisheries*. <https://doi.org/10.2826/799958>

Ballance, L. T., Gerrodette, T., Lennert-Cody, C. E., Pitman, R. L., & Squires, D. (2021). A History of the Tuna-Dolphin Problem: Successes, Failures, and Lessons Learned. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.754755>

Bellebaum, J., Schirmeister, B., Sonntag, N., & Garthe, S. (2013). Decreasing but still high: bycatch of seabirds in gillnet fisheries along the German Baltic coast. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 23(2), 210–221. <https://doi.org/10.1002/aqc.2285>

Birdlife International. (2017). *Towards Seabird-safe Fisheries - Global Efforts & Solutions*. https://www.bmis-bycatch.org/system/files/zotero_attachments/library_1/KDKVRCZV%20-%202017-Albatross-taskforce-bycatch_booklet_2017_w.pdf

Brownell Jr, R., Reeves, R., Read, A., Smith, B., Thomas, P., Ralls, K., Amano, M., Berggren, P., Chit, A., Collins, T., Currey, R., Dolar, M., Genov, T., Hobbs, R., Krebs, D., Marsh, H., Zhigang, M., Perrin, W., Phay, S., ... Wang, J. (2019). Bycatch in gillnet fisheries threatens Critically Endangered small cetaceans and other aquatic megafauna. *Endangered Species Research*. <https://doi.org/10.3354/esr00994>

Carlström, J., Berggren, P., & Tregenza, N. J. C. (2009). Spatial and temporal impact of pingers on porpoises. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(1), 72–82. <https://doi.org/10.1139/F08-186>

Carlström, J., & Laurila, A. (2019). *Factors Affecting Harbour Porpoise Bycatch Occurrence In the Swedish Skagerrak and Kattegat Seas*.

- Chladek, J. (2022). *Fishing gear technology to mitigate harbour porpoise and seabird bycatch in the Baltic Sea: Gillnet modifications and alternative fishing gear fish pot*. University of Hamburg.
- Chladek, J., Culik, B., Kindt-Larsen, L., Albertsen, C. M., & von Dorrien, C. (2020). Synthetic harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) communication signals emitted by acoustic alerting device (Porpoise ALert, PAL) significantly reduce their bycatch in western Baltic gillnet fisheries. *Fisheries Research*, 232, 105732. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105732>
- Clausen, K. T., Wahlberg, M., Beedholm, K., Deruiter, S., & Madsen, P. T. (2011). Click communication in harbor porpoises *Phocoena phocoena*. *Bioacoustics*, 20(1), 1–28. <https://doi.org/10.1080/09524622.2011.9753630>
- Croxall, J. P., Butchart, S. H. M., Lascelles, B., Stattersfield, A. J., Sullivan, B., Symes, A., & Taylor, P. (2000). Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International*, 22, 1–34. <https://doi.org/10.1017/S0959270912000020>
- Culik, B., Koschinski, S., Tregenza, N., & Ellis, G. (2001). Reactions of harbor porpoises *Phocoena phocoena* and herring *Clupea harengus* to acoustic alarms. *Marine Ecology Progress Series*, 211, 255–260. <https://doi.org/10.3354/meps211255>
- Culik, B., von Dorrien, C., Müller, V., & Conrad, M. (2015). Synthetic communication signals influence wild harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) behaviour. *Bioacoustics*, 24(3), 201–221. <https://doi.org/10.1080/09524622.2015.1023848>
- Dawson, S., Northridge, S., Waples, D., & Read, A. (2013). To ping or not to ping: the use of active acoustic devices in mitigating interactions between small cetaceans and gillnet fisheries. *Endangered Species Research*, 19(3), 201–221. <https://doi.org/10.3354/esr00464>
- Durinck, J., Skov, H., Jensen, E. P., & Pihl, S. (1996). Important Marine Areas for Wintering Birds in the Baltic Sea. *Colonial Waterbirds*, 19(1), 157. <https://doi.org/10.2307/1521834>
- Euroopa Komisjon. (2023). *KOMISJONI TEATIS EUROOPA PARLAMENDILE JA NÕUKOGULE Ühine kalanduspoliitika praegu ja tulevikus: kalanduse ja ookeanide pakt, mille abil liikuda kalavarude säästva, teaduspõhise, uuendusliku ja kaasava majandamise suunas COM/2023/103 final*.
- Euroopa Liit. (2004). *Nõukogu määrus (EÜ) nr 812/2004*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:32004R0812>
- Euroopa Liit. (2016). *Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EL) 2016/1139*.

- Euroopa Liit. (2022). *NÕUKOGU MÄÄRUS (EL) 2022/2090, 27. oktoober 2022, millega määratakse 2023. aastaks kindlaks teatavate Läänemere kalavarude ja kalavarurühmade püügi võimalused ning muudetakse määrust (EL) 2022/109 teatavate püügivõimaluste kohta teistes vetes.*
- European Union. (2019). *Conservation of fishery resources in the Baltic Sea and Danish Straits.*
- FAO. (n.d.). *Fisheries and Aquaculture.* Retrieved May 19, 2024, from <https://www.fao.org/fishery/en/geartype/226/en>
- FAO. (2021). *Fishing operations. Guidelines to prevent and reduce bycatch of marine mammals in capture fisheries.* FAO. <https://doi.org/10.4060/cb2887en>
- FAO. (2024). *Technical measures to prevent and reduce bycatch of marine mammals in capture fisheries. Acoustic Deterrent Devices - "pingers". Technology Fact Sheets.* Fisheries and Aquaculture. <https://www.fao.org/fishery/en/bycatch-mitigation-mammals/5/en>
- Field, R., Crawford, R., Enever, R., Linkowski, T., Martin, G., Morkūnas, J., Morkūnė, R., Rouxel, Y., & Opper, S. (2019). High contrast panels and lights do not reduce bird bycatch in Baltic Sea gillnet fisheries. *Global Ecology and Conservation, 18*, e00602. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00602>
- Fjälling, A., Wahlberg, M., & Westerberg, H. (2006). Acoustic harassment devices reduce seal interaction in the Baltic salmon-trap, net fishery. *ICES Journal of Marine Science, 63*(9), 1751–1758. <https://doi.org/10.1016/J.ICESJMS.2006.06.015>
- Hall, M. A., Alverson, D. L., & Metuzals, K. I. (2000). By-Catch: Problems and Solutions. *Marine Pollution Bulletin, 41*(1–6), 204–219. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00111-9](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00111-9)
- Härkönen, T., & Isakson, E. (2010). Status of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Baltic proper. *NAMMCO, 8*, 71–76.
- HELCOM. (n.d.). Retrieved April 2, 2024, from <https://helcom.fi/action-areas/fisheries/ecosystem-effects-of-fisheries/bycatch/>
- HELCOM. (2013a). *Helsinki Commission Baltic Marine Environment Protection Commission HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct RE LC DD NT VU EN CR.*
- HELCOM. (2013b). *SPECIES INFORMATION SHEET Phocoena phocoena.* www.helcom.fi
- HELCOM. (2023a). *Baltic Marine Environment Protection Commission HELCOM 2023 Baltic Sea Action Plan Current knowledge and knowledge gaps on threats to the Critically*

- Endangered (CR) Baltic Proper harbour porpoise population (Action B8 under the Baltic Sea Action Plan) helcom.fi. www.helcom.fi*
- HELCOM. (2023b). *Grey seal abundance - HELCOM indicators.*
<https://indicators.helcom.fi/indicator/grey-seal-abundance/>
- HELCOM. (2023c). *Harbour seal abundance - HELCOM indicators.*
<https://indicators.helcom.fi/indicator/harbour-seal-abundance/>
- HELCOM. (2023d). *Ringed seal abundance - HELCOM indicators.*
<https://indicators.helcom.fi/indicator/ringed-seal-abundance/>
- ICES. (2008). *Report of the Workshop on Fisheries Management in Marine Protected Areas (WKFMMPA).*
- ICES. (2018). *Baltic Sea Ecoregion - Fisheries overview.*
<https://doi.org/https://doi.org/10.17895/ices.pub.4648>
- ICES. (2019). *Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS).*
<https://doi.org/10.17895/ICES.PUB.5949>
- ICES. (2024a). *ICES SCIENTIFIC REPORTS RAPPORTS SCIENTIFIQUES DU CIEM ICES INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE EXPLORATION OF THE SEA CIEM CONSEIL INTERNATIONAL POUR L'EXPLORATION DE LA MER WORKING GROUP ON BYCATCH OF PROTECTED SPECIES (WGBYC).*
<https://doi.org/10.17895/ices.pub.24659484>
- ICES. (2024b). *Second Workshop on appropriate sampling schemes for Protected Endangered and Threatened Species bycatch (WKPETSAMP2).*
- Jacobs, S., & Terhune, J. (2002). *The effectiveness of acoustic harassment devices in the Bay of Fundy, Canada: Seal reactions and a noise exposure model.* Aquatic Mammals.
https://www.researchgate.net/publication/267997927_The_effectiveness_of_acoustic_harassment_devices_in_the_Bay_of_Fundy_Canada_Seal_reactions_and_a_noise_exposure_model
- Jüssi, I., & Jüssi, M. (2011). *Hallhülge (Halichoerus grypus) kaitse tegevuskava.*
- Kindt-Larsen, L., Glemarec, G., Berg, C. W., Königson, S., Kroner, A.-M., Søgaard, M., & Lusseau, D. (2023). Knowing the fishery to know the bycatch: bias-corrected estimates of harbour porpoise bycatch in gillnet fisheries. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 290(2002). <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.2570>
- Königson, S., Hemmingsson, M., Lunneryd, S.-G., Lundström, K., Königson, S., Königson, K., Lundström, K., & Lundström, L. (2007). Seals and fyke nets: An investigation of the

- problem and its possible solution. *Marine Biology Research*, 3(1), 29–36.
<https://doi.org/10.1080/17451000601072596>
- Königson, S. J., Fredriksson, R. E., Lunneryd, S.-G., Strömberg, P., & Bergström, U. M. (2015). Cod pots in a Baltic fishery: are they efficient and what affects their efficiency? *ICES Journal of Marine Science*, 72(5), 1545–1554.
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu230>
- Koschinski, S. (2012). *Strategies for the Prevention of Bycatch of Seabirds and Marine Mammals in Baltic Sea Fisheries*.
- Long, K., DeAngelis, M., Engelby, L., Fauquier, D., Johnson, A., Kraus, S., & Northridge, S. (2015). *Marine mammal non-lethal deterrents: summary of the Technical Expert Workshop on Marine Mammal Non-Lethal Deterrents, 10-12 February 2015, Seattle, Washington*.
- Lunneryd, S. G., Fjälling, A., & Westerberg, H. (2003). A large-mesh salmon trap: a way of mitigating seal impact on a coastal fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 60(6), 1194–1199. [https://doi.org/10.1016/S1054-3139\(03\)00145-0](https://doi.org/10.1016/S1054-3139(03)00145-0)
- Lunneryd, S. G., Hemmingsson, M., Tärnlund, S., & Fjälling, A. (2005). *A voluntary logbook scheme as a method of monitoring the by-catch of seals in Swedish coastal fisheries*. <https://doi.org/10.17895/ICES.PUB.25350697.V1>
- Lunneryd, S. G., Westerberg, H., & Wahlberg, M. (2002). Detection of leader net by whitefish *Coregonus lavaretus* during varying environmental conditions. *Fisheries Research*, 54(3), 355–362. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00271-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00271-5)
- Mangel, J. C., Wang, J., Alfaro-Shigueto, J., Pingo, S., Jimenez, A., Carvalho, F., Swimmer, Y., & Godley, B. J. (2018). Illuminating gillnets to save seabirds and the potential for multi-taxa bycatch mitigation. *Royal Society Open Science*, 5(7), 180254. <https://doi.org/10.1098/rsos.180254>
- Martin, G. R., & Crawford, R. (2015). Reducing bycatch in gillnets: A sensory ecology perspective. *Global Ecology and Conservation*, 3, 28–50. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2014.11.004>
- Morkūnas, J., Opper, S., Bružas, M., Rouxel, Y., Morkūnė, R., & Mitchell, D. (2022). Seabird bycatch in a Baltic coastal gillnet fishery is orders of magnitude larger than official reports. *Avian Conservation and Ecology*, 17(1). <https://doi.org/10.5751/ACE-02153-170131>
- Noack, T. (2013). *Reduction of bycatch in the Baltic Sea Fishery*. Rostock University.
- Ojaveer, E. (2014). *Läänemeri*. Teaduste Akadeemia Kirjastus.

- Oksanen, S. M., Ahola, M. P., Oikarinen, J., & Kunnasranta, M. (2015). A Novel Tool to Mitigate By-Catch Mortality of Baltic Seals in Coastal Fyke Net Fishery. *PLOS ONE*, *10*(5), e0127510. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0127510>
- Österblom, H., Fransson, T., & Olsson, O. (2002). Bycatches of common guillemot (*Uria aalge*) in the Baltic Sea gillnet fishery. *Biological Conservation*, *105*(3), 309–319. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00211-7](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00211-7)
- Palka, D. L., Rossman, M. C., VanAtten, A. S., & Orphanides, C. D. (2008). Effect of pingers on harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) bycatch in the US Northeast gillnet fishery. *J. Cetacean Res. Manage.*, *10*(3), 217–226.
- Paterson, J. R. B., Yates, O., Holtzhausen, H., Reid, T., Shimooshili, K., Yates, S., Sullivan, B. J., & Wanless, R. M. (2017). *Seabird mortality in the Namibian demersal longline fishery and recommendations for best practice mitigation measures*. <https://doi.org/10.1017/S0030605317000230>
- Petetta, A., Virgili, M., Guicciardi, S., & Lucchetti, A. (2021). Pots as alternative and sustainable fishing gears in the Mediterranean Sea: an overview. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *31*(4), 773–795. <https://doi.org/10.1007/S11160-021-09676-6/FIGURES/1>
- Read, A. J., Drinker, P., & Northridge, S. (2006). Bycatch of marine mammals in U.S. and global fisheries. *Conservation Biology*, *20*(1), 163–169. <https://doi.org/10.1111/J.1523-1739.2006.00338.X>
- Reeves, R., McClellan, K., & Werner, T. (2013). Marine mammal bycatch in gillnet and other entangling net fisheries, 1990 to 2011. *Endangered Species Research*, *20*(1), 71–97. <https://doi.org/10.3354/esr00481>
- Regular, P. M., Hedd, A., & Montevecchi, W. A. (2011). Fishing in the Dark: A Pursuit-Diving Seabird Modifies Foraging Behaviour in Response to Nocturnal Light Levels. *PLoS ONE*, *6*(10), 26763. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026763>
- Rivadeneira, P., Kross, S., Jay-Russell, M., & Navarro-Gonzalez, N. (2018). *A Review of Bird Deterrents Used in Agriculture*. 218–223.
- Rouxel, Y., Arnardóttir, H., & Oppel, S. (2023). *Looming-eyes buoys fail to reduce seabird bycatch in the Icelandic lumpfish fishery: depth-based fishing restrictions are an alternative*. <https://doi.org/10.1098/rsos.230783>
- Rouxel, Y., Crawford, R., Cleasby, I. R., Kibel, P., Owen, E., Volke, V., Schnell, A. K., & Oppel, S. (2021). *Buoys with looming eyes deter seaducks and could potentially reduce seabird bycatch in gillnets*. <https://doi.org/10.1098/rsos.210225>

- Sacchi, J. (2021). Overview of mitigation measures to reduce the incidental catch of vulnerable species in fisheries. In *Studies and Reviews No. 100 (General Fisheries Commission for the Mediterranean)*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb5049en>
- Saks, L., Taal, I., Echbaum, R., & Vetemaa, M. (2022). *EESTI KALANDUSSEKTORI RIIKLIKU TÖÖKAVA TÄITMINE 2020.-2021. AASTAL (riigihange viitenumberiga 215079)*.
- Schaffeld, T., Ruser, A., Woelfing, B., Baltzer, J., Kristensen, J. H., Larsson, J., Schnitzler, J. G., & Siebert, U. (2019). The use of seal scarers as a protective mitigation measure can induce hearing impairment in harbour porpoises. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *146*(6), 4288–4298. <https://doi.org/10.1121/1.5135303>
- 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, K., ... Wahl, J. (2011). Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea. In *TemaNord* (Issue 550).
- Stempniewicz, L. (1994). Marine birds drowning in fishing nets in the Gulf of Gdańsk (southern Baltic): numbers, species composition, age and sex structure. *Ornis Svecica*, *4*(2–3), 123–132. <https://doi.org/10.34080/os.v4.23026>
- Suuronen, P., Chopin, F., Glass, C., Løkkeborg, S., Matsushita, Y., Queirolo, D., & Rihan, D. (2011). Low impact and fuel efficient fishing-Looking beyond the horizon. *Fisheries Research*, *119*(120), 135–146. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.12.009>
- Szymczycha, B., Zaborska, A., Beldowski, J., Kuliński, K., Beszczyńska-Möller, A., Kędra, M., & Pempkowiak, J. (2019). The Baltic Sea. *World Seas: An Environmental Evaluation Volume I: Europe, the Americas and West Africa*, 85–111. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805068-2.00005-X>
- Tarzia, M., Arcos, P., Crawford, R., Cortes, V., Raudonikis, L., Tobella, C., Morkunas, J., & Cama, A. (2017). seabird-task-force-report-2014_2017-birdlife-international. *Seabird Task Force: 2014-2017*. www.seabirdbycatch.com
- United Nations. (n.d.). *The 17 goals. United Nations Sustainable Development Goals*.
- Urtans, E., & Priednieks, J. (2000). *The present status of seabirds bycatch in Latvian coastal fishery of the Baltic Sea*.
- Varjopuro, R. (2011). Co-existence of seals and fisheries? Adaptation of a coastal fishery for recovery of the Baltic grey seal. *Marine Policy*, *35*(4), 450–456. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2010.10.023>

- Vetemaa, M., & Ložys, L. (2009). *Action D1 – Use of by-catch safe fishing gear in pilot project areas*.
- Vetemaa, M., Päädam, U., Fjälling, A., Rohtla, M., Svirgsden, R., Taal, I., Verliin, A., Eschbaum, R., & Saks, L. (2021). Seal-induced losses and successful mitigation using Acoustic Harassment Devices in Estonian Baltic trap-net fisheries. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 70(2), 207. <https://doi.org/10.3176/proc.2021.2.09>
- Wade, P. R. (1993). *ASSESSMENT OF THE NORTHEASTERN STOCK OF OFFSHORE SPOTTED DOLPHIN (Stenella attenuata)*.
- Wait, D. A., Aubrey, D. P., & Anderson, W. B. (2005). Seabird guano influences on desert islands: soil chemistry and herbaceous species richness and productivity. *Journal of Arid Environments*, 60(4), 681–695. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.07.001>
- Westerberg, H., Lunneryd, S.-G., & Fjälling, A. (2006). *Reconciling fisheries activities with the conservation of seals through the development of new fishing gear: a case study from the Baltic fishery - grey seal conflict*. American Fisheries Society. https://www.researchgate.net/publication/236149625_Reconciling_fisheries_activities_with_the_conservation_of_seals_through_the_development_of_new_fishing_gear_a_case_study_from_the_Baltic_fishery_-_grey_seal_conflict
- Wiedenfeld, D. A., Crawford, R., & Pott, C. M. (2015). *Reducing the Bycatch of Seabirds, Sea Turtles, and Marine Mammals in Gillnets*. https://www.bmis-bycatch.org/system/files/zotero_attachments/library_1/F3ZRQFR9%20-%20ReducingBycatchGillnets_01.2015.pdf
- Žydelis, R., Bellebaum, J., Österblom, H., Vetemaa, M., Schirmeister, B., Stipniece, A., Dagys, M., van Eerden, M., & Garthe, S. (2009). Bycatch in gillnet fisheries – An overlooked threat to waterbird populations. *Biological Conservation*, 142(7), 1269–1281. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.025>
- Žydelis, R., Small, C., & French, G. (2013). The incidental catch of seabirds in gillnet fisheries: A global review. *Biological Conservation*, 162, 76–88. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2013.04.002>

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Kert-Kaspar Kärema,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “Lindude ja veeimetajate kaaspüügi vähendamise meetodid passiivsetes kalapüügivahendites Läänemeresel”,

mille juhendajad on Heikki Luhamaa ja Lauri Saks,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Kert-Kaspar Kärema

25.05.2024