



**Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 16/2024**

# **Hyljekarkottimet kalastuksessa**

Mahdollisuudet ja soveltuvuus hylkeiden kalastukselle  
aiheuttamien vahinkojen torjunnassa

**Petri Suuronen, Esa Lehtonen, Roope Lehmonen,  
Juhani Hopkins ja Jani Helminen**

# Hyljekarkottimet kalastuksessa

Mahdollisuudet ja soveltuvuus hylkeiden kalastukselle aiheuttamien vahinkojen torjunnassa

**Petri Suuronen, Esa Lehtonen, Roope Lehmonen,  
Juhani Hopkins ja Jani Helminen**

**Viittausohje:**

Suuronen, P., Lehtonen, E., Lehmonen, R., Hopkins, J. & Helminen, J. 2024. Hyljekarkottimet kalastuksessa : mahdollisuudet ja soveltuvuus hylkeiden kalastukselle aiheuttamien vahinkojen torjunnassa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 16/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 68 s.



ISBN 978-952-380-882-9 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-882-9>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Petri Suuronen, Esa Lehtonen, Roope Lehmonen, Juhani Hopkins ja Jani Helminen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2024

Julkaisu vuosi: 2024

Kannen kuva: Petri Suuronen

## Tiivistelmä

Petri Suuronen<sup>1</sup>, Esa Lehtonen<sup>2</sup>, Roope Lehmonen<sup>2</sup>, Juhani Hopkins<sup>2</sup> ja Jani Helminen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> International Seafood Consulting Group, Helsinki

<sup>2</sup> Luonnonvarakeskus, Helsinki

Itämeren hyljekannat ovat viime vuosikymmeninä kasvaneet nopeasti ja aiheuttavat rannikkokalastukselle sekä kalankasvatukselle merkittäviä taloudellisia vahinkoja. Näitä vahinkoja on yritetty vähentää muun muassa pyydysteknisin keinoin ja hyljekarkottimien avulla. Karkotin lähettää ympäröivään veteen lyhyitä tauotettuja äänipulsseja, jotka hylkeet kokevat siinä määrin epämiellyttäväksi, että ne liikkuvat pois päin karkottimesta. Hylkeitä voidaan karkottimen avulla estää lähestymästä esimerkiksi kalanpyydystä tai verkkoallasta.

Hyljekarkotin on osoittautunut hyödylliseksi lohirsien suojaamisessa. Karkottimella varustetuissa ponttooniryissä lohisaalis on parempi kuin rysissä, joissa ei ole karkotinta. Yksittäisen karkottimen tehokas vaikutusetaisyys on olosuhteista riippuen noin 40–45 metriä. Yhdellä karkottimella voidaan suojata vain osa rysästä, yleensä perä ja siihen johtavat nielut.

Hyljevahinkojen vähentäminen kokonaisilla lahtialueilla voisi olla mahdollista sijoittamalla karkottimia niihin johtaviin salmiin. Rannikkolamme on lukuisia lahtialueita, joissa tätä voitaisiin kokeilla. Perinteinen rannikkokalastus verkoilla ja rysillä voisi tällaisilla alueilla tapahtua ilman hylkeiden läsnäoloa. Alustavat kokeilut ajallisesti rajoitettujen ”hyljevapaiden alueiden” muodostamisesta karkottimien avulla ovat olleet lupaavia, mutta edelleen tarvitaan tutkimus- ja kehitystyötä, jotta menetelmä voisi tulla rutiinikäyttöön. Jokisuiden tai joessa olevien kriittisten kutualueiden sulkeminen kutunousun kriittisenä aikana karkottimilla voi olla keino jokikalastuksen, mädinhankinnan ja uhanalaisten kalalajien lisääntymisen turvaamisessa.

Kalankasvattajien kokemukset hyljekarkottimista ovat olleet vaihtelevia. Kehitteillä olevan autonomisesti liikkuvan hyljekarkottimen avulla hylkeitä voisi olla mahdollista karkottaa kokonaisen viljelylaitoksen ympäriltä sen sijaan, että jokaisessa verkkoaltaassa olisi oma karkotin. Laitteella voitaisiin ohjelmoida kulkemaan haluttua reittiä kasvatusaltaiden ympärillä. Laitteella voi olla erilaisia sovelluksia myös pyydyskalastuksen hyljevahinkojen torjunnassa. Se voitaisiin esimerkiksi ohjelmoida kulkemaan rysäpyydysten ympärillä tai edestakaisin verkkojataan pitkin.

Hyljekarkottimien käytössä tulee huomioida myös eettiset ja ekologiset näkökannat. Karkottimien tuottamien äänipulssien pitää olla riittävän voimakkaita, jotta hylkeet kokevat ne epämiellyttäväksi ja eivät totu niihin, mutta samalla hylkeiden ja muun eliöstön terveys ei saa vaarantua. Karkottimien ei ole todettu vaikuttavan kalojen käyttäytymiseen ja hyvinvointiin.

Hyljekarkottimien erilaisilla käyttösovelluksilla on merkittävä potentiaali hyljevahinkojen vähentämisessä, mikä voisi osaltaan turvata kalatalouden ja elinvoimaisten hyljekantojen rinnakkaiseloja. Monissa sovelluksissa tarvitaan kuitenkin edelleen tutkimus- ja kehitystyötä, jotta niistä saadaan kustannustehokkaita, käytännöllisiä ja mahdollisimman vähän haittoja aiheuttavia. Karkottimien käytölle tarvitaan myös selkeät pelisäännöt ja säännöt on soveltuvin osin yhteensovitettava EU:n meristrategiadirektiivin tavoitteiden kanssa.

**Asiasanat:** kalat, kalastus, merinisäkkäät, hyljevahingot

## Abstract

Petri Suuronen<sup>1</sup>, Esa Lehtonen<sup>2</sup>, Roope Lehmonen<sup>2</sup>, Juhani Hopkins<sup>2</sup> and Jani Helminen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> International Seafood Consulting Group, Helsinki

<sup>2</sup> Luonnonvarakeskus, Helsinki

Seal populations in the Baltic Sea have grown rapidly in recent decades and are causing significant economic damage to coastal fisheries and fish farming along the Finnish Baltic coast. Attempts have been made to mitigate these damages by, for example, modifying fishing gear and by using acoustic deterrent devices (ADDs). An ADD emits short sound pulses at varying frequencies, which irritate any nearby seals to the extent that they move away from the ADD. Hence, an ADD can prevent seals from approaching a fishing gear or aquaculture facility, thereby reducing the damage caused by seals.

In salmon trap-net fishing, ADDs have been useful in reducing catch losses caused by seals. When a pontoon-trap is equipped with an ADD, the salmon catch is significantly better than in traps without one. The effective range of a single ADD depends on the conditions and is typically about 40-45 meters. Therefore, one ADD can only protect a specific section of a gear with wide dimensions, such as a full-sized trapnet that has a long leader net and long wings.

The Finnish Baltic coast has a large number of inner bay areas where seal damage can be reduced if the straits leading to these bays could be closed from seals using ADDs. In such areas, fishing with traditional gillnets and trapnets could then take place without the presence of seals. Preliminary experiments to establish "seal-free areas" using ADDs have been promising. Nevertheless, further development is still needed to make the method feasible. In river environments, ADDs could be used for closing river mouths or critical spawning areas during the critical spawning period to secure local fishery, acquisition of roe for stocking of anadromous species, as well as the reproduction of endangered fish species that spawn in the rivers.

Fish farmers' experiences of ADDs have been mixed. They have considered the method expensive and labor-intensive for seal damage reduction. An autonomously moving ADD, which is under development in Finland, could deter seals around an entire fish farming facility, instead of each netting cage having its own ADD. Such a device could be programmed to autonomously follow the desired route around the cages. The device may have various applications also in capture fisheries.

An ADD needs to produce strong enough sound pulses for any seal nearby to find them unpleasant, but also do so without damaging the seal's hearing or harming any other organisms. Similarly, seals should not have any opportunities to habituate to the sounds. Importantly, ADDs have not been found to affect the behavior or well-being of any fish species.

The various applications of ADDs have significant potential in reducing seal damage. Hence, the method could contribute to securing the coexistence of fisheries and seal populations. In many ADD applications, however, further research and development work are still needed to make ADD systems cost-effective, practical and ethically sound. Clear rules are needed to guide the use of ADDs, and the rules should be aligned with the objectives of the EU's maritime strategy directive, where applicable.

**Keywords:** fish, fisheries, marine mammals, seals

# Sisällys

<b>1. Johdanto .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Vedenalainen ääni ja hyljekarkottimen perusominaisuudet .....</b>	<b>9</b>
2.1. Vedenalainen ääni.....	9
2.2. Hyljekarkottimen perusominaisuudet .....	10
2.3. Pingereiden perusominaisuudet.....	12
<b>3. Hyljekarkottimien käyttöön liittyvä tutkimus- ja kehitystyö Suomessa.....</b>	<b>13</b>
3.1. Hylkeiden karkottaminen rysän kalapesän läheisyydestä.....	13
3.1.1. Karkotinlautta .....	13
3.1.2. Mobiilikarkotin (liikuteltava karkotin) .....	14
3.1.3. Karkottimen tehokkuus lohen rysäpyynnissä .....	15
3.2. Hyljevapaiden alueiden muodostaminen rannikolle .....	17
3.2.1. Tutkimus Naantalinaukon hyljevapaan alueen muodostamiseksi.....	17
3.2.2. Merenpohjan tuntumaan asennettavat karkottimet Naantalinaukossa.....	18
3.2.3. Hyljevapaan alueen edut ja haasteet – alustavia havaintoja .....	20
3.2.4. Hyljevapaiden alueiden toteutukseen liittyviä teknisiä kehittämistarpeita.....	21
3.2.5. Monikeilakaikuluotaimen käyttömahdollisuus hylkeiden tunnistamisessa .....	22
3.3. Jokiin nousevien hylkeiden aiheuttamien vahinkojen torjunta .....	23
3.3.1. Kehittämistoimet jokialueiden hyljekarkotuksessa.....	24
3.4. Hyljevahinkojen torjunta merialueen kalanviljelyssä .....	26
3.5. Autonomisesti liikkuva hyljekarkotin .....	26
3.6. Karkotinäänten mittaukset rannikolla.....	27
<b>4. Muissa maissa saatuja kokemuksia hyljekarkottimien käytöstä.....</b>	<b>29</b>
<b>5. Karkottimien mahdolliset haittavaikutukset meren eliöstöön.....</b>	<b>31</b>
5.1. Vedenalainen melu ja sen vaikutukset.....	31
5.2. Merieläinten kuuloherkkyys.....	32
5.3. Karkottimen vaikutukset hylkeisiin, kaloihin ja merilintuihin .....	33
5.3.1. Hylkeet .....	33
5.3.2. Kalat.....	34
5.3.3. Vesilinnut ja muut eläimet.....	34
5.4. Pyöriäinen vaatii erityistä huomiota.....	35
5.4.1. Pyöriäinen on vedenalaisille äänille erityisen herkkä.....	35
5.4.2. Pyöriäinen on harvinainen Suomen rannikolla .....	37
<b>6. Eri intressiryhmien näkemykset hyljekarkottimien käytettävyydestä.....</b>	<b>39</b>

6.1. Sidosryhmien haastattelun toteutus .....	39
6.2. Sidosryhmähaastattelun yhteenveto.....	39
6.3. Naantalinaukolla tehty vapaa-ajankalastajien haastattelu .....	43
6.4. Yhteenveto haastatteluiden tuloksista .....	44
<b>7. Tiekartta ja pelisäännöt karkottimien asianmukaiselle käytölle.....</b>	<b>46</b>
7.1. Tiekartan tavoite .....	46
7.2. Mahdolliset alueelliset ja ajalliset käyttörajoitukset karkottimille .....	47
7.3. Karkottimien erilaiset käyttömuodot ja käytön pelisäännöt.....	48
7.4. Karkottimien käyttösovellutuksiin liittyvä tutkimus- ja kehitystyö .....	49
<b>8. Opas karkottimien käytölle .....</b>	<b>52</b>
<b>9. Lopuksi .....</b>	<b>56</b>
<b>Viitteet.....</b>	<b>57</b>
<b>Liite .....</b>	<b>68</b>

# 1. Johdanto

Hylkeiden aiheuttamat vahingot Itämeren rannikkokalastukselle ovat kasvaneet viime vuosikymmeninä hyljekantojen nopean kasvun myötä (Kauppinen ym. 2006, Blomquist & Waldo 2021, Söderkultalahti & Rahikainen 2022, Suuronen ym. 2023). Harmaahylkeiden eli hallien (*Halichoerus grypus*) määrä Itämeressä on yli kymmenkertaistunut 1980-luvun alun muutamasta tuhannesta yksilöstä (SwAM 2019, Luke 2021, 2022). Pääosa halleista elää ja lisääntyy Itämeren pohjoisosissa, Suomen, Ruotsin ja Viron rannikoilla. Myös Itämeren norppien (*Pusa hispida botnica*) määrä on kasvanut nopeasti varsinkin Perämerellä, vaikka norppalaskennan tulokset ovatkin vaihdelleet suuresti jääolosuhteiden vaihtelusta johtuen (Luke 2021).

Hylkeet ovat jo vuosia olleet rannikkokalastukselle huomattava ongelma (Setälä ym. 2023) ja varsinkin halli aiheuttaa kalastukselle merkittäviä taloudellisia vahinkoja (Svels ym. 2019, Salmi ym. 2022). Erilaisia keinoja on kehitetty Suomessa ja Ruotsissa näiden vahinkojen vähentämiseksi. Työ on kohdistunut erityisesti hylkeenkestävien rysäpyydyksien kehittämiseen (Lunneryd ym. 2003, Lehtonen & Suuronen 2004, Hemmingson ym. 2006, Suuronen ym. 2006, Ljungberg ym. 2022). Tässä yhteydessä merkittävin pyydystekninen innovaatio on ollut ponttoonirysä, jota käytetään erityisesti lohien ja siian rysäpyynnissä. Ponttoonirysässä kalapesä on hylkeiltä suojattu. Rannikon perinteisessä verkko- ja rysäpyynnissä sen sijaan on rajallinen mahdollisuus vähentää hyljevahinkoja, vaikka verkon koentävälän lyhentäminen ja pyyntipaikan jatkuva vaihtaminen voivat jonkin verran auttaa.

Rannikkokalastuksen kannalta yhdeksi merkittäväksi ongelmaksi on muodostunut se, että yhä useammin hallit tulevat mataliin rannikkovesiin ravinnon perässä (Mellanoura ym. 2015). Pula hyvälaatuisesta ravinnosta hallien varsinaisilla syönnösalueilla saattaa olla osasy sille käytäytymiselle. Koska rannikolla pyynti on usein perinteistä verkko- ja rysäpyyntiä, hylkeiden on helppo ottaa ravintonsa pyydyksistä. Kalastajien havaintojen mukaan hallit myös vaikuttavat kalojen parveutumiseen hajottaen parvia, mikä lisää kalastuksen vaikeusastetta. Lisäksi hylkeiden saalistus omalta osaltaan pienentää kalastettavia kalakantoja (Hansson ym. 2018).

Monilla rannikkoalueilla perinteinen verkko- ja rysäpyynti on käytännössä muuttunut kannattamattomaksi hyljevahinkojen vuoksi. Tämä on Suomessa ja monissa muissa Itämeren maissa johtanut kalastuksen vähenemiseen tai jopa loppumiseen (Svels ym. 2019, Waldo ym. 2020, Blomquist & Waldo 2021, Salmi ym. 2022). Kalastajat eivät välttämättä pysty siirtymään uusille alueille kalastamaan, koska esimerkiksi pyyntilupien saaminen voi olla vaikeaa ja myös muun logistiikan järjestäminen uudella pyyntialueella voi olla haasteellista. Rannikolta ei välttämättä enää ole edes löydettävissä alueita, joissa hylkeet eivät haittaisi kalastusta.

Hylkeet aiheuttavat merkittäviä vahinkoja myös merialueen kalankasvatukselle (Forsman & Moilanen 2022). Hylkeet repivät verkkoaltaisiin reikiä ja vievät niistä kaloja. Hylkeet usein myös raatelevat kaloja allasverkkojen läpi. Kalankasvattajien havaintojen mukaan hylkeet liikkueissaan verkkoaltaiden ympärillä aiheuttavat altaissa uiville kaloille voimakasta stressiä, mikä voi vähentää kalojen hyvinvointia ja sitä kautta kasvua. Samanlaisia havaintoja on tehty mm. Skotlannissa (Scottish Animal Welfare Commission 2022). Kasvattajat ovat kokeilleet erilaisia lähestymistapoja estääkseen hyljevahinkoja. Näihin keinoihin kuuluu verkkoaltaiden teko vahvasta havasmateriaalista, erillisten suojaverkkojen käyttö altaiden ympärillä ja kuolleiden kalojen säännöllinen poistaminen altaiden pohjalta. Paksulankaisen havasverkon käyttö altaassa voi vaikuttaa haitallisesti veden laatuun, mikä puolestaan voi vaikuttaa negatiivisesti kalojen

terveyteen ja hyvinvointiin. Hylkeitä on myös yritetty monin tavoin pelotella pois altaiden läheisyydestä, mutta se on vaikeaa, aikaa vievää ja tehotonta.

Vaikka hyljekantojen kasvua pohjoisella Itämerellä on viime vuosina pyritty hillitsemään metsästyksellä (Suuronen ym. 2023), hylkeiden aiheuttamat vahingot todennäköisesti jatkavat kasvuaan varsinkin rannikon verkko- ja rysäpyynnissä sekä vesiviljelyssä. Pyydysten ja kasvatustaltaiden läheisyydessä tehdyllä "suojametsästyksellä" voidaan hetkellisesti vähentää hyljevahinkoja, mutta näköpiirissä ei ole sellaista mahdollisuutta, että hyljekantoja voitaisiin metsästyksen keinoin pienentää siinä määrin, että hyljevahingot alkaisivat sen ansiosta pysyvämmin vähentyä. Uusia ja yleisesti hyväksyttäviä ratkaisuja tarvitaan hyljeongelman ratkaisussa. Kalatalouden kannalta ei ole mielekästä, että hylkeet hakevat ravintonsa kalanpyydyksistä ja kasvatustaltaista, ja samalla vaurioittavat pyydyksiä ja altaita sekä niissä olevia kaloja.

Suomessa on viime vuosina saatu lupaavia tuloksia hyljevahinkojen torjunnassa vedenalaisia äänisignaaleja lähettävien hyljekarkottimien avulla (mm. Lehtonen 2018, Lehtonen ym. 2019, 2020, 2022, Korkeamäki 2020, Veneranta ym. 2023). Myös Ruotsissa ja Virossa on kokeiltu karkottimia (Fjälling ym. 2006, Vetemaa ym. 2021), mutta ilmeisesti karkottimia ei ole otettu laajemmin käyttöön. Alun perin karkotinlaitteet kehitettiin ja otettiin käyttöön mm. Skotlannissa ja Pohjois-Amerikassa hylkeiden karkottamiseksi lohenkasvatuksessa käytettävien verkkoaltaiden läheisyydestä. Karkottimen toimintaperiaate perustuu siihen, että ääni on hylkeelle epämiellyttävä ja siksi eläin pyrkii pois äänilähteen läheisyydestä.

Tämän raportin keskeisin tavoite on selvittää hyljekarkottimien käyttömahdollisuuksia ja soveltuvuutta hyljevahinkojen torjunnassa erityisesti rannikkokalastuksessa ja merialueen vesiviljelyssä. Raportti vetää yhteen keskeiset kokemukset karkottimista ja arvioi tulevaisuuden tietotarpeita, sekä esittää tiekartan, jonka pohjalta voidaan edetä kohti asianmukaista ja tehokasta karkottimien käyttöä sektorin eri toimijoiden välisenä yhteistyönä. Raportissa myös arvioidaan hyljekarkottimien mahdollisia haittavaikutuksia hylkeille ja muulle eliöstölle, ja esittää erilaisten sidosryhmien näkemyksiä koskien hyljekarkottimien käytettävyyttä ja hyväksytävyyttä. Raportin lopussa on suppea opas kalastajille ja kalanviljelijöille koskien karkottimien valintaa ja asianmukaista käyttöä.

## 2. Vedenalainen ääni ja hyljekarkottimen perusominaisuudet

### 2.1. Vedenalainen ääni

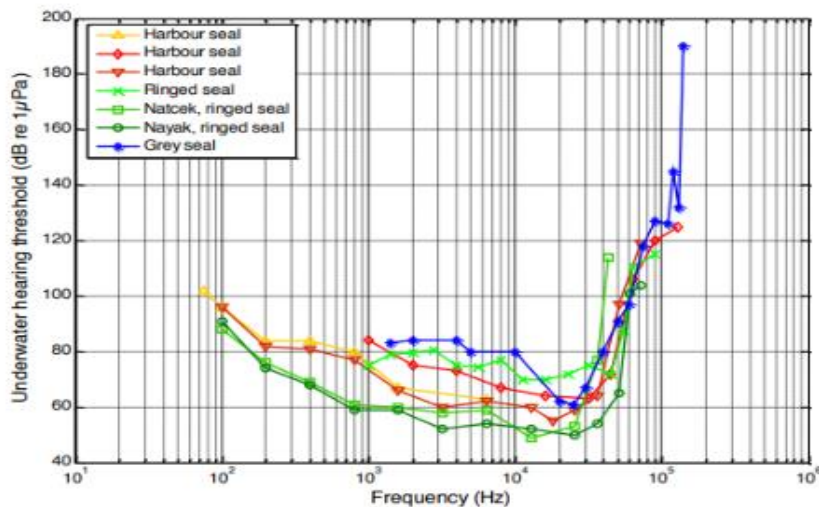
Äänen kulkeutuminen vedessä on tärkeää ymmärtää ja ottaa huomioon hyljekarkottimien käytössä ja kehitystyössä. Ääni etenee vedessä paineaaltona. Äänenpaine kuvaa paineen muutosta verrattuna ympäristön painetasoon. Äänenpaineen mittayksikkö on Pascal (Pa). Äänen voimakkuutta kuvataan äänenpainetasolla, jonka mittayksikkö on desibeli (dB). Desibeli ei ole suoraan mitattava yksikkö kuten Pascal, vaan suhdeluku logaritmiasteikolla, joka lasketaan mitatun äänenpaineen ja vertailukohtaksi määritellyn laskennassa vakioidun äänenpaineen (esim. 1  $\mu$ Pa) avulla.

On oleellista huomata, että ilmassa ja vedessä käytettävät vertailupainetasot ovat erilaiset. Siksi äänen voimakkuuden desibeliarvot eivät vedessä ja ilmassa ole suoraan verrannollisia. Näiden kahden vertailupaineen välinen ero on 26 dB, eli voimakkuudeltaan samaksi mitattu ääni on desibelilukemaltaan ilmassa pienempi kuin vedessä. Ihmisen kokeman, kipua aiheuttavan äänenpaineen raja on ilmassa noin 140 dB ja vedessä vastaavasti 166 dB (National Research Council 1994). Jos halutaan verrata äänenpainetasoja vedessä ja ilmassa, on vertailutaso erillaisuuden lisäksi otettava huomioon myös aineen tiheys ja äänen nopeus näissä aineissa. Esimerkiksi voimakkuudeltaan 80 dB ääni ilmassa vastaa 141,5 dB ääntä vedessä.

Äänen taajuuden yksikkö on hertsi (Hz) eli värähdystä sekunnissa, ja suurilla lukuarvoilla kilohertsi (kHz). Ihmiskorva aistii herkimmin ääniä 500–4 000 hertsin välillä, mutta ihmisen korva erottaa yleensä taajuuksia 20–20 000 hertsin välillä. Ihmisen ikääntyessä varsinkin korkeataajuisimpien (> 10 000 Hz) äänien kuuleminen heikkenee merkittävästi. Näin tapahtuu myös muilla nisäkkäillä, mukaan lukien merinisäkkäät (Schusterman ym. 2002).

Äänen nopeus vedessä on noin 1 500 m/s eli osapuilleen nelinkertainen verrattuna äänen nopeuteen ilmassa (343 m/s). Vedessä varsinkin matalataajuiset äänet etenevät hyvin; valtameressä matalataajuiset äänet voivat kuulua jopa tuhansien kilometrien päähän. Korkeataajuiset, esimerkiksi venekaikuluotainten tuottamat äänet, vaimenevat nopeammin. Äänen etenemiseen vaikuttaa monet tekijät kuten lämpötila, suolaisuus, lämpötilan ja suolaisuuden kerrostuneisuus, syvyys, aallokko, jääpeite, pohjan materiaali ja pohjanmuodot. Äänimaailmaan vaikuttavat lisäksi erityisesti tuulen nopeus ja sen tuottaman aallokon äänet. Myös jäiden liikkeitä ja sade voivat vaikuttaa äänimaailmaan. Äänen voimakkuus pienenee eksponentiaalisesti etäisyyden kasvaessa äänilähteeseen.

Meressä elävien eläinlajien välillä on suuria eroja niiden kuulemassa taajuusalueessa ja kuulon herkkyydessä (esim. HELCOM 2019). Kuulon herkkyyttä eri taajuuksilla voidaan kuvata audiogrammilla eli kuulokäyrällä. Esimerkiksi hallin kuulo on herkimmillään taajuusalueella 10–20 kHz, mutta se pystyy kuulemaan myös matalampia (< 1 kHz) ja korkeampitaajuisia ääniä, jos äänenpaine on riittävä (Kuva 1). Pyöriäisen kuulo sen sijaan on herkimmillään noin 100 kHz taajuudella, mutta se kuulee ääniä hyvin laajalla taajuusalueella (esim. Kastelein ym. 2002, 2010). Lähes kaikki kalalajit aistivat hyvin vain matalataajuisia ääntä (30–500 Hz); korkeita ääniä useimmat kalalajit aistivat heikosti tai eivät ollenkaan (Popper & Hawkings 2016, Götz & Janik 2013). Merieläinten kuuloaistista on enemmän tietoa kappaleessa 5.



**Kuva 1.** Tutkimuksista koottuja hylkeiden kuulokäyriä. Sininen käyrä kuvaa hallin kuulon herkkyyttä (Ridgway & Joyce 1975) ja ylempi vaaleanvihreä käyrä norpan kuulon herkkyyttä eri äänentaajuuksilla (Terhunen & Ronald 1975). Hylkeiden kuulon herkkyys vähenee jyrkästi, kun äänen taajuus nousee tasolle 30–40 kHz. Huomaa, että y-akselilla matalampi arvo tarkoittaa herkempää kuuloa ja että x-akseli on kuvattu logaritmisella skaalalla: luku  $10^4$  tarkoittaa 10 kHz ja luku  $10^5$  tarkoittaa 100 kHz. Kuva: HELCOM 2019.

Etäisyyden kaksikertaistuessa vedessä etenevän äänen teoreettinen vaimentuminen on -3dB. Todellisuudessa äänenpainetaso laskee kuitenkin 3–6 dB jokaista etäisyyden kaksinkertaistamista kohden. Tämä johtuu meressä olevasta taustamelusta (ambient noise). Kriittinen suhde (critical ratio) kertoo, kuinka paljon äänen täytyy olla taustamelua voimakkaampi, jotta eläin kuulee sen. Hylkeillä tämä on noin 20 dB. Luonnollisen taustamelun tason on havaittu Itämerellä vaihtelevan 60 ja 90 dB välillä riippuen muun muassa tuulesta ja aallokosta (Sairanen 2014).

Ihmisen toiminta tuottaa Itämereen monenlaista melua. Laivaliikenne on vilkasta ja tuottaa huomattavaa vedenalaista melua. Lähellä suurta alusta äänenpaineen taso voi olla 190 dB ja pienen moottoriveneenkin lähellä äänenpaine voi olla 160 dB. Avomerellä laivojen tuottama melu voidaan erottaa meren taustakohinasta useiden kilometrien etäisyydelle (HELCOM 2019). Jatkuva melu tuottavat myös mm. tuulivoimalat ja merenpohjalle lasketut kaasuputket (HELCOM 2019).

## 2.2. Hyljekarkottimen perusominaisuudet

Akustiset laitteet, joita kutsutaan "hyljekarkottimiksi", on kehitetty vähentämään hylkeiden aiheuttamia vahinkoja kalanviljelylle ja kalastukselle. Jotta hyljekarkotin toimisi tehokkaasti, on sen lähettämän äänisignaalin oltava riittävän voimakas ja äänen taajuuden oltava alueella, joka on hylkeen kuulon herkkyysalueella. Äänenvoimakkuuden desibelilukema (Sound Pressure Level) ilmaisee mitatun äänen tehon suhteessa vertailuarvoon. Veden alla tehtävissä mitauksissa viitepaineen tasona on useimmiten  $1 \mu\text{Pa}$ . Hyljekarkottimen tuottama äänenpaine tarkoittaa akustista painetta, joka mitataan yhden metrin referenssietäisyydeltä ja jossa viitepaineen taso on  $1 \mu\text{Pa}$  (dB  $1 \mu\text{Pa}$  @ 1 m). Karkottimien lähettämien signaalien äänenpaine on yleensä tasolla 180–190 dB ja taajuusalue usein 10–20 kHz, joka on hylkeiden herkintä kuuloaluetta (Götz & Janik 2013). Pulssien välillä on eripituisia, jopa useiden minuuttien kestoisia

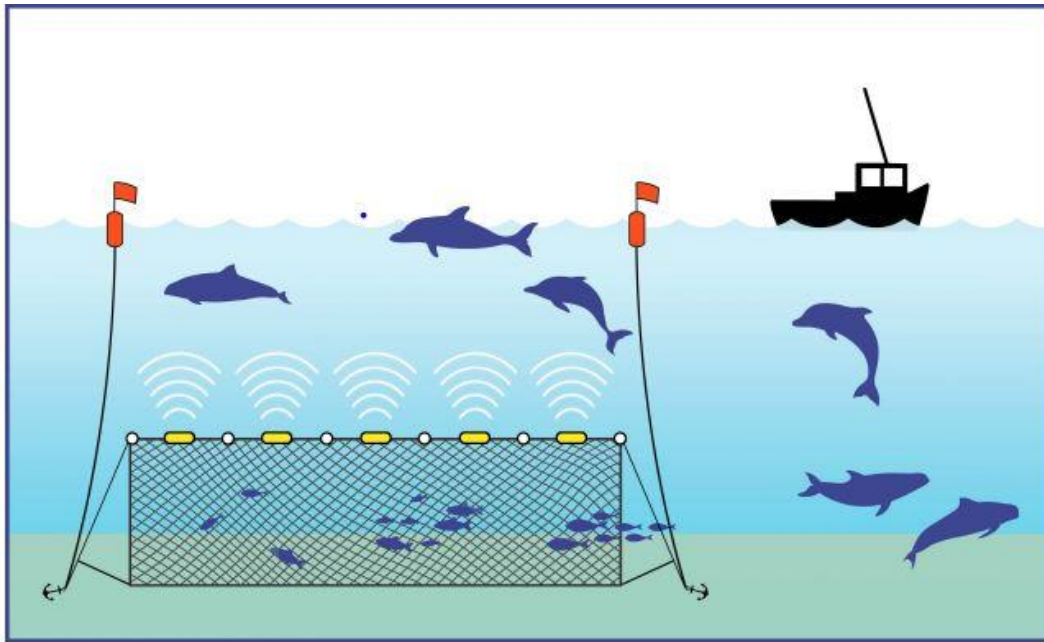
tauvoja. Käyttäjät ei voi itse lisätä laitteiden lähettämää äänen suurinta asetettua voimakkuutta. Taulukossa 1 on esitetty Luonnonvarakeskuksen (Luke) testaamien hyljekarkottimien teknisiä ominaisuuksia.

**Taulukko 1.** Luken testaamien hyljekarkottimien käyttökokemuksia sekä valmistajien ilmoittamia teknisiä ominaisuuksia (ominaisuudet voivat poiketa eri tutkimuksissa ilmoitetuista arvoista).

Valmistaja/ laite	Äänen- paine	Taajuus- alue	Signaalin kesto, signaalitiheys ja muita huomioita
Otaq Sealfence	189 dB	9–11 kHz	Laite lähettää useista eri taajuuksista koostuvia muutama sekunnin kestoisia "pulsseja", jotka lähetetään vaihtelevin jaksoin. Luken mittauksissa laite tuotti jopa 30 kHz taajuista ääntä, mikä poikkeaa merkittävästi laite-esitteen tiedoista. Pitkäaikaisessa käytössä saattaa esiintyä tiettyjen hyljeyksilöiden tottumista ääniärsykkeeseen.
AceAquatec US3	181 dB	8–11 kHz	Laite lähettää äänipulsseja (scrams), joiden kokonaiskesto on 2,8 sekuntia. Yksittäinen pulssi koostuu useista lyhyistä tauotetuista jaksoista, joissa äänen taajuusjakauma ja voimakkuus vaihtelee satunnaisesti. Tällä pyritään saamaan aikaan mahdollisimman suuri herätevaikutus (startle response) hylkeelle ja toisaalta estämään hylkeiden tottuminen ääneen. Äänipulssien välillä on satunnaisesti tauko, jonka pituus voi vaihdella esim. 30 sekunnista 3 minuuttiin. Laitteessa pyritään maksimaaliseen karkotustehoon mahdollisimman vähäisellä mereen tuotetulla äänienergialla. Laitteen etu käyttäjän kannalta on sen asetusten laaja säätömahdollisuus.
AceAquatec RT1	183 dB	1–2 kHz	Perusominaisuudet samankaltaiset kuin US3:lla, mutta laite toimii oleellisesti matalammalla taajuusalueella ja hiukan voimakkaammalla äänen lähtötasolla. Matalan äänentaajuuden ansiosta laitteen ei oleteta olevan häiritsevää pienvalaille kuten pyöriäiselle. Laite on painava ja sen hinta on muita korkeampi, eikä sen käyttämisessä juurikaan ole etuja hylkeiden karkottamisessa.
Lofitech Universal Scarer	189 dB	14 kHz	Luken mittauksissa laitteen äänisignaalin kesto oli noin 0,5 sekuntia ja signaalien välisen tauon vaihtelu suurta. Lofitechin säätöyksiköstä puuttuu toiminnan ja akuston riittävän jännitetason osoittava näyttö. Laitteen heikkoutena on myös suuri virrankulutus. Joissakin tutkimuksissa laitteen keskimääräiseksi äänenpaineeksi on ilmoitettu 179 dB.

### 2.3. Pingereiden perusominaisuudet

Hyljekarkottimien lisäksi maailmalla on käytössä vedenalaista ääntä lähettäviä laitteita, joita kutsutaan "pingereiksi" (Kuva 2). Ne kehitettiin vähentämään erityisesti pienvälaiden kuten pyöriäisten ja delfiinien takertumista ja menehtymistä kalanpyydyksiin (Dawson ym. 2013). Pingerit eivät varsinaisesti karkota pienvälaita vaan ensi sijassa hälyttävät edessä olevasta "vaarasta". Pingerit tekevät verkosta "akustisesti näkyvämmän" pienvälaille.



**Kuva 2.** Pingerit on usein kiinnitetty verkon yläpaulaan tai ne voivat olla lyhyiden tapsien avulla kiinni yläpaulassa. Pintaverkkopyynnissä pingerit voivat myös sijaita verkon alapaulassa. Kuvan lähde: FAO 2021. Kuvan luonut: Kate Wilson.

Pingerit ovat kooltaan melko pieniä ja ne toimivat ladattavilla paristoilla. Pingereille on ominaista suhteellisen alhainen äänenpaine verrattuna hyljekarkottimiin; äänenpaine on yleensä 140–160 dB. Ne toimivat usein 10–100 kHz taajuusalueella, mutta toisinaan jopa 200 kHz taajuudella (Dawson ym. 2013). Niiden taajuusalue on siten laajempi ja niiden ääni ulottuu oleellisesti korkeammille taajuuksille kuin hyljekarkottimilla. Pingerin lähettämän äänisignaalin kesto voi olla esimerkiksi 300 millisekuntia ja se voidaan toistaa neljän sekunnin välein. Pingereiden on monissa tutkimuksissa osoitettu vähentävän pienvälaiden takertumista pyydykseen, mutta niiden tehokkuus riippuu muun muassa laitteen ominaisuuksista, valaslajista, olosuhteista ja kalastuksen tyypistä (Northridge ym. 2013, FAO 2021). On huomattava, että pingerit on suunniteltu hälyttämään valaita edessä olevasta vaarasta. Pingereillä ei voida karkottaa hylkeitä; suomalaiset kalastajat ovat tehneet useita kokeiluja niiden kanssa ilman positiivisia tuloksia. Tämä johtuu pingereiden lähettämän äänen vähäisestä paineesta ja usein myös korkeasta taajuudesta.

Pingerit tulivat pakollisiksi USA:ssa Kalifornian ja Oregonin ajoverkkokalastuksessa vuonna 1998 ja niistä on tullut olennainen osa pienvälaiden sivusaaliiden vähentämisstrategioita ympäri maailmaa (mm. Carretta & Barlow 2011, Geijer & Read 2013). Eteläisen Itämeren eräillä alueilla yli 12 metriä pitkien verkkoalusten on EU-sääntöjen perusteella käytettävä pingereitä. Pingereiden käyttöön liittyy säädöksiä, jotka voivat esimerkiksi määrittää suurimman sallitun pingerivälin verkossa (mm. Carretta & Barlow 2011).

### 3. Hyljekarkottimien käyttöön liittyvä tutkimus- ja kehitystyö Suomessa

#### 3.1. Hylkeiden karkottaminen rysän kalapesän läheisyydestä

##### 3.1.1. Karkotinlautta

Yksittäiset kalastajat ovat kokeilleet erilaisia hyljekarkottimia hylkeiden karkottamisessa rysiltään, mutta kokemukset ovat olleet vaihtelevia (esim. Kangas & Tolonen 2015). Osa kalastajista on pitänyt karkottimia toimivana keinona hyljevahinkojen vähentämisessä, mutta osa uskoo, että pyydyksen luona olevan karkottimen ääni houkuttelee hylkeitä pyydykselle. Karkottimien käyttö on monissa kalastajien tekemissä kokeiluissa ollut ainakin jossain määrin puutteellista, koska tietoa niiden asianmukaisesta käytöstä ei juurikaan ole ollut saatavissa. Kokeiluja on myös tehty sellaisilla karkotinmalleilla, joiden toimivuus on puutteellista. Suurin osa kalastajista ei ole kokeillut minkäänlaisia karkottimia.

Luke alkoi vuonna 2018 tutkia hyljekarkottimien käyttömahdollisuuksia hyljevahinkojen vähentämisessä lohen ja siian ponttooniryssäkalastuksessa. Keskeinen tavoite oli löytää toimiva ja käytännöllinen ratkaisu hylkeiden pitämiseksi pois rysän kalapesän, nielujen ja potkuverkkojen läheisyydestä. Ensimmäisessä vaiheessa testattiin lautalle asennettua karkotinta, jonka ohjausyksikkö akkuineen oli asennettu vesitiiviiseen laatikkoon (Kuva 3). Akut (2 x 240 Ah AGM) saivat tarvitsemansa sähkövirran lautalle asennettujen aurinkopaneelien (2 x 300 W) ja tuuligeneraattorin avulla.



**Kuva 3.** Lautta, jollaista on käytetty Luken erilaisissa karkotinkokeiluissa. Lautalla on karkottimen ohjausyksikkö, aurinkopaneelit ja tuuligeneraattori sekä metanolitoiminen polttokennolatauslaite, joiden avulla karkottimelle virtaa syöttävät akut ladataan. Karkottimen anturi on lautalla alla 3–6 metrin syvyydessä. Kuva Esa Lehtonen (Luke).

Lautat ankkuroitiin rysän potkujen ja perän välittömään läheisyyteen noin 15–20 metrin etäisyydelle. Karkottimen ääntä lähettävä anturi laskettiin kaapelin varassa 3–6 metrin syvyyteen. Lautalle asennettun karkottimen etuna on jatkuvatoimisuus; järjestelmä ei juurikaan vaadi huomiota tai huoltoa. Kovien tuulten ja merenkäynnin jälkeen lauttojen ankkurointi kuitenkin

voi vaatia uudelleen säätämistä. Lautan haittapuolena on sen korkeahko hinta ja työläs liikuttelu. Lautoissa on käytetty skotlantilaisia Otaq Sealfence hyljekarkottimia, joiden vaihtuvista taajuuksista muodostuva noin kolmen sekunnin pituinen pulssi lähetetään vaihtelevina sykleinä. Näin pyritään estämään hylkeiden tottuminen äänipelotteeseen. Signaalin äänitaso 10 kHz:llä on 189 dB (valmistajan ilmoitus).

### 3.1.2. Mobiilikarkotin (liikuteltava karkotin)

Vuosina 2018–2019 Luke kehitti yhteistyössä kaupallisten kalastajien sekä Arwell Tekniikka Oy:n ja Modul Plastic Oy:n kanssa kompaktin, siirrettävän hyljekarkottimen, jossa käytettiin Otaq Sealfence Portable karkotinta. Tässä laitteessa karkotin ja sen säätöyksikkö sekä akut on asetettu polyeteenikotelon sisään (Kuva 4). Karkottimesta käytetään nimitystä ”mobiilikarkotin”, koska sen siirtäminen paikasta toiseen on huomattavasti helpompaa ja nopeampaa kuin karkotinlautan siirtäminen (Lehtonen ym. 2019). Käytössä vain karkottimen ylin osa näkyy pinnalla (Kuva 5).



**Kuva 4.** Liikuteltava mobiilikarkotin. Oikealla olevassa piirroskuvassa karkottimen perusrakenne ja asetelu mereen, jolloin vain laitteen ylin osa on näkyvässä pinnalla. Varsinainen karkotin (Va-lähetin; vedenalainen lähetin) on laitteen alaosassa. Kuva Arwell-Tekniikka Oy. Piirros Modul Plastic Oy.

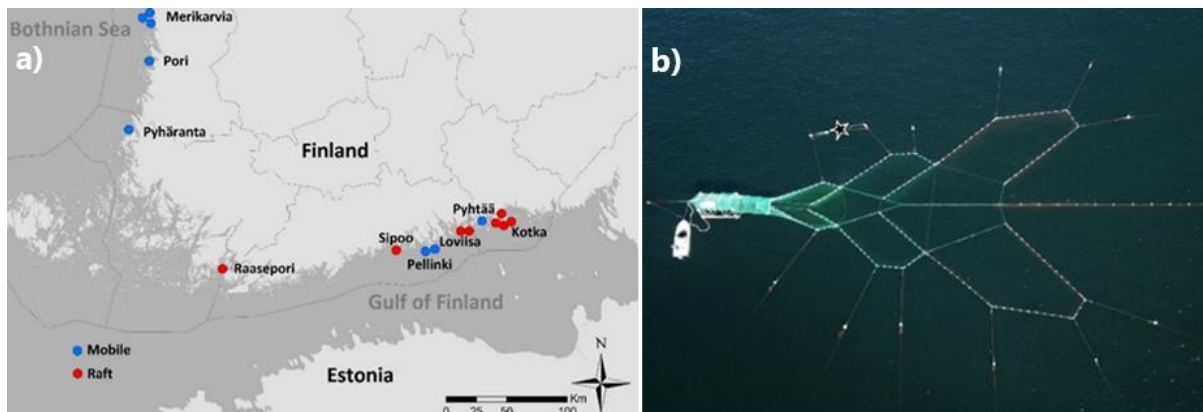


**Kuva 5.** Ponttoonirysän perän viereen asennettu mobiilikarkotin. Kuva: Jarno Aaltonen

Mobiilikarkottimen akkujen vaihto tapahtuu merellä. Laite (paino 90 kg) nostetaan veneen kyljelle vaaka-asentoon ja akut vaihdetaan siinä. Huonoissa sääolosuhteissa akkujen vaihto voi kuitenkin olla vaikeaa varsinkin, jos kalastaja on yksin liikkeellä. Kuljetusta varten laite on nostettava veneeseen. Irrottamalla akut laite painaa noin 30 kg, eli akut painavat 2 x 30 kg. Tällöin laitteen nosto ja siirto on helpompaa. Kalastajat voivat seurata karkottimen sähköjännitettä älypuhelimillaan ja vaihtaa akut ennen kuin teho laskee liian alhaiseksi. Alhainen jännite voi merkittävästi vähentää laitteen äänentuotantokapasiteettia. Mobiilikarkotin on varustettu GPS-seurantalaitteella, joka mahdollistaa laitteen löytämisen sellaisessakin tilanteessa, jossa se on päässyt irti.

### 3.1.3. Karkottimen tehokkuus lohien rysäpyynnissä

Hyljekarkottimien käytettävyyttä ja tehokkuutta lohien ponttoonirysäkalastuksessa on tutkittu Luken ja kaupallisten kalastajien yhteistyönä. Selkämeren ja Suomenlahden rannikolta tutkimuksessa mukana olleilla kalastajilla kullakin oli vuosien 2020 ja 2021 kokeissa käytössä kaksi ponttoonirysää, joista toinen oli varustettu karkottimella ja toinen oli ilman (Kuva 6a). Kalastajat siirsivät karkottimen viikon välein rysästä toiseen, jotta rysäpaikan vaikutus kumoutuisi tuloksissa. Kalastajat pitivät koentakohaista saalispäiväkirjaa ja kirjasivat kaikki hyljevahingot. Karkotin oli sijoitettu rysän nielujen ja suuliinan vierelle (Kuva 6b). Vuoden 2020 kokeissa pääosa karkottimista oli asennettu lautalle, kun vuonna 2021 puolet karkottimista oli mobiiliversioita.



**Kuva 6.** Vasemmalla (a): Karkottimien sijainti vuosien 2020–2021 rysäparivertailussa. Sininen väri tarkoittaa mobiilikarkotinta ja punainen väri karkotinlauttaa. Oikealla (b): Hyljekarkotin oli yleensä sijoitettu rysän nielujen lähelle (merkitty tähdellä). Kuva Esa Lehtonen (Luke)

Vaikka saalisvaihtelu oli suurta, vuosien 2020–2021 rysäparitutkimuksen tulokset osoittivat, että karkottimella varustetulla ponttoonirysällä kalastaja voi odottaa saavansa oleellisesti enemmän lohia kuin ilman karkotinta (Lehtonen ym. 2022). Kahden pyyntikauden aikana lohisaalis oli keskimäärin 64 prosenttia suurempi niissä rysissä, joissa oli karkotin. Vuonna 2022 tutkimus jatkui ja tulokset edelleen osoittivat karkottimien hyvän tehokkuuden hylkeiden karkottamisessa.

Kun rysän kalapesän vieressä on hyljekarkotin, hylkeet eivät ilmeisesti pysty olemaan pitempiä aikoja pesän lähellä ja ne eivät siten pysty yhtä tehokkaasti estämään lohien uintia rysän perään verrattuna tilanteeseen, jossa rysän luona ei ole karkotinta. Karkottimella varustetusta rysästä hylje ei myöskään pysty yhtä helposti vahingoittamaan perässä olevia kaloja hapaiden läpi, koska karkotin mitä ilmeisimmin estää hylkeitä viipymästä kovin pitkään rysällä.

Hylkeiden joukossa voi kuitenkin olla vanhoja huonokuuloisia yksilöitä, jotka eivät välttämättä reagoi karkottimeen. Voi myös olla tilanteita, joissa taustamelu on niin suuri (esim. kova tuuli ja aallokko), että karkottimen ääni ei riitä pitämään hyljettä poissa rysän perän läheisyydestä.

Ponttoonirysä yhdessä hyljekarkottimen kanssa antaa lohen kalastuksessa hyvän suojan hylkeiltä, vaikka hyljevahinkoja voi edelleen ilmetä. Oleellista on kuitenkin se, että karkottimen avulla hylkeet voidaan suurimmalta osin pitää poissa pyynnin kannalta rysän tärkeimmistä osista eli rysän suuliinoista ja nieluista. Ilman karkotinta hylkeet voivat rauhassa odottaa rysän nieluissa ja saalistaa rysän perää kohti uivia kaloja. Kalastajilla on tästä ilmiöstä paljon havainnot. Ilman karkotinta olevassa ponttoonirysässä kalat ovat hylkeiden saalistukselta turvassa vasta kun ne ovat päässeet rysän hyljesuojattuun kalapesään.

Karkottimen käyttö rysäpyynnin yhteydessä voi tuoda myös muita etuja. Kun hylkeiden aiheuttamat pyydysvauriot vähenevät, kalastaja tarvitsee vähemmän aikaa pyydysten korjaamiseen ja hänellä on enemmän aikaa kalastukseen liittyviin töihin. Koska hylkeet eivät pääse tuhoamaan saalista, kalastaja voi myös käydä pyydysten luona harvemmin sellaisina aikoina, jolloin saaliit ovat pieniä. Tämä säästää arvokasta työaikaa ja polttoainetta. Karkottimet voivat myös vähentää hylkeiden kiinnostusta hakea ravintoa tällaisesta rysästä, mikä vähentää riskiä, että hylje sotkeutuu ja mahdollisesti hukkuu pyydykseen. Hyljekarkotin voi näin ollen suojella myös hylkeitä ja edistää rinnakkaiseloä kalastuksen kanssa.

Hyljekarkottimia (lautta- ja mobiiliversiota) on testattu vuosina 2020–2022 myös siian ponttoonirysäkalastuksessa. Alustavissa tutkimuksissa kauppakelpoisen siikasaaliin paraneminen on ollut 30–60 prosentin luokkaa (Luke, julkaisematon). Rysäkohtainen vaihtelu on kuitenkin ollut huomattavan suurta. Toistaiseksi ei ole varmuutta, miksi siian rysäkalastuksessa karkottimen teho on pienempi kuin lohen rysäpyynnissä. Yksi selittävä tekijä voi olla se, että syksyisin siian rysäpyynnin aikana hylkeitä on enemmän pyrkimässä rysään kuin aikaisemmin kesällä ulompana merellä tapahtuvassa lohen rysäpyynnissä, mutta muutkin selittävät tekijät ovat mahdollisia. Siian rysäpyynnin osalta tutkimus jatkuu.

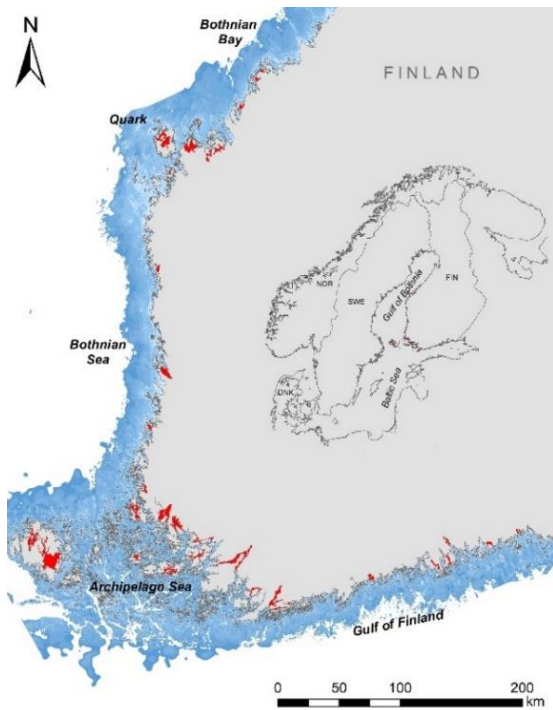
Karkottimien käytössä on huomattava, että hylkeet ovat sitkeitä ja oppivaisia eläimiä varsinkin hakiessaan ravintoa. Ne saattavat yrittää hakea pyydyksestä ravintoa korvakivusta huolimatta. Ne voivat myös löytää karkottimien äänisignaaleista katvealueita, joita hyödyntämällä ne lähestyvät pyydystä. Hylkeet voivat ainakin periaatteessa pystyä myös hyödyntämään karkottimen taukoja, eli niitä jaksoja, kun karkotin ei lähetä ääntä. Hylje voi myös oppia nostamaan päänsä pinnalle ja siten välttämään kipua (vaikka tästä ei ole todennettuja havaintoja). On kuitenkin huomattava, että siinä vaiheessa, kun hylje on saaliin luona, sen on lähes pakko pistää pää veden alle, jotta se pääsee saaliiseen käsiksi.

Mobiilikarkotin on tuotteistettu ja sitä valmistetaan Suomessa (varustettuna Otaqin hyljekarkottimella). Laitetta on tarkoitus edelleen kehittää tekemällä siitä kevyempi ja pidentämällä akkujen vaihtoväliä (Lehtonen & Lehmonen 2020). Nykyisessä versiossa akut on vaihdettava noin neljän päivän välein, mikä vie arvokasta työaikaa kiireisellä kalastuskaudella. Uusimmissa sovelluksissa laitteiston akuston toiminta-aika on jopa kaksi viikkoa ajastinlaitteen avulla. Ajastin jaksottaa karkottimen päällä oloa siten, että se on vain kriittisimpinä ajankohtina toiminnassa. Tieto kriittisistä ajoista perustuu kokemukseen.

## 3.2. Hyljevapaiden alueiden muodostaminen rannikolle

Rannikolla on herännyt kiinnostus vähentää hyljevahinkoja sulkemalla kalastuksen kannalta kriittisinä aikoina hylkeiltä kokonaisia lahtialueita hyljekarkottimien avulla ja muodostamalla siten ajallisesti rajoitettuja hyljevapaita alueita. Tällöin kalastusta voitaisiin näillä alueilla harjoittaa ilman hylkeiden aiheuttamia haittoja. Varsinkin verkkopyynnissä sekä perinteisessä suomukalojen ja silakan rysäpyynnissä hylkeiden torjunta pyyntiteknisin keinoin on lähes mahdotonta, koska hylkeen pääsy saaliin luokse ei voida estää mekaanisesti. Verkosta hylje voi täysin vapaasti ja esteittä syödä saaliskalat ja perinteisen rysän havasmateriaalit ovat niin heikkoja, että hylje pystyy ne repimään rikki ja tunkeutumaan rysän kalapesään. Hylje pystyy myös raatelemaan rysän perässä olevat kalat hapaan läpi ahdistamalla kalat perän nurkkaan.

Alustavan arvion mukaan Suomen rannikolla on ainakin 35 sellaista lahtialuetta, joista voitaisiin muodostaa hyljevapaita (Lehtonen ym. 2023). Kuvaan 7 merkityille potentiaalisille hyljevapaille alueille johtaa salmet, joiden leveys on suurimmillaan noin 200 metriä. Mikäli pystyttäisiin sulkemaan tätä leveämpiä salmia (esim. 400 m), hyljevapaiden-alueiden määrä ja niiden koko olisi oleellisesti suurempi kuin kuvassa esitetty.

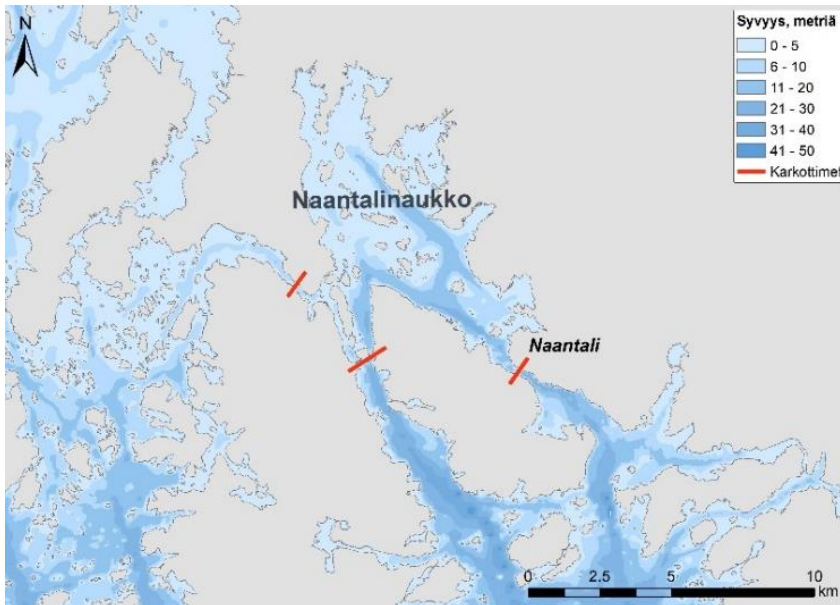


**Kuva 7.** Mahdollisia hyljevapaita alueita Suomen rannikolla (merkitty punaisella värillä). Alueiden kokonaispinta-ala on lähes 800 km<sup>2</sup>. Alueille johtavien salmien suurin leveys on 200 metriä. Lähde: Lehtonen ym. (2023).

### 3.2.1. Tutkimus Naantalinaukon hyljevapaan alueen muodostamiseksi

Naantalinaukon luoteispuoleisella merialueella oleva Naantalinaukko on toiminut Lukessa tehtyjen hyljevapaiden alueiden muodostamisen tärkeimpänä testaus- ja kehityskohteena, ja hanke toimii menetelmällisenä referenssinä muille mahdollisille hyljevapaille alueille. Naantalinaukon merialue on perinteisesti ollut merkittävä kuhan ja monen muun suomukalan verkkokalastusalue, jossa hylkeet ovat viimeisten noin 15 vuoden aikana suuresti vaikeuttaneet kalastusta. Alue on myös merkittävä kuhan kutualue.

Ensimmäiset karkotinalautat ankkuroitiin syyskuussa 2018 Naantalinaukolle johtavien kolmen salmen (salmien leveys 50–150 m) suulle (Kuva 8). Kaikkiaan neljässä lautassa oli vuosina 2018–2021 käytössä Otaq SealFence -karkottimet, jollaisia käytettiin aiemmin mainitussa ponttoonirysä-hankeessa. Karkottimet käynnistettiin keväisin heti jäidenlähdon jälkeen. Kesä-elokuun ajaksi ne kytkettiin pois toiminnasta, koska tuolloin hankkeen yhteistyökaloilla oli verkkokalastuksessaan kesätauko. Myös lähialueiden ranta-asukkaiden kanssa oli sovittu vuosittaisesta kesätauosta, jotta karkotinäänestä ei koidu heille haittaa esimerkiksi uinnissa ja sukeltamisessa karkottimien läheisyydessä. Syyskuussa kalastuskauden alkaessa laitteet jälleen käynnistettiin, ja ne olivat toiminnassa jäiden tulon saakka.



**Kuva 8.** Naantalinaukko on toiminut Lukessa tehtyjen hyljevapaiden alueiden muodostamisen tärkeimpänä testaus- ja kehityskohteena. Hyljekarkottimien sijainti on merkitty punaisella viivalla, kuvan keskellä Särkänsalmessa on kaksi erillistä karkotinalauttaa väyläalueen reunoilla.

Karkottimien vaatima sähkö tuotettiin lautalla olevien aurinkopaneelien, tuuligeneraattoreiden ja metanolikäyttöisten polttokennolatureiden avulla (itsenäisesti toimiva hybridijärjestelmä). Laitteiden ylläpidosta ovat vastanneet yhteistyökaloastajat Luken teknisellä tuella. Alueen kaupalliset kalastajat ovat pitäneet kirjaa saaliistaan ja koentojen yhteydessä havaitsemistaan hylkeiden aiheuttamista vaurioista saaliskaloissa sekä verkkovaurioista. Lisäksi he ovat valokuvanneet hylkeiden aiheuttamia vaurioita ja toimittaneet kuvat Lukelle.

### 3.2.2. Merenpohjan tuntumaan asennettavat karkottimet Naantalinaukossa

Vuonna 2021 Luke kiinnostui mahdollisuudesta asentaa karkottimet salmen pohjan tuntumaan ja vuokrasi tätä tarkoitusta varten Ace Aquatec Ltd:ltä kolme karkotinalaitteistoa (kaksi US3 ja yksi RT1) syyskauden pilottijaksolle. Laitteista kehitettiin valmistajan kanssa merenpohjaan ankkuroitava versio, jonka teknistä toimivuutta ja käyttökelpoisuutta testattiin syksyllä 2021 Kaarinan edustan Lemunaukkoon johtavassa Rövarholman salmessa. Pilottitutkimuksessa havaittiin, että karkottimen pohjalle asentaminen tuo monia etuja. Se muun muassa mahdollistaa karkottimien laaja-alaisen käytön veneväylien äärellä. Kun karkottimet ovat meren pohjassa täysin näkymättömissä, ne eivät myöskään aiheuta visuaalista haittaa eivätkä ole alttiita ilkeille. Merkittävä etu on myös se, että merenkäynti ja tuulet eivät vaikuta pohjan tuntumassa oleviin karkottimiin.

Karkottimien lähetinyksiköt olivat pilottitesteissä matalajännitteisten, pisimmillään 200 metrin pituisten merikaapeleiden avulla yhteydessä laitteiden säätöyksiköihin, jotka olivat maissa. Säätöyksiköihin tuli verkkovirta, joka varmisti karkottimien jatkuvan ja häiriöttömän toiminnan. Kuvassa 9 on esitetty periaate, miten karkottimet asennetaan salmen pohjalle.



**Kuva 9.** Kaaviokuva hyljekarkottimien asentamisesta salmen pohjan tuntumaan. Karkottimien etäisyyttä pohjasta voidaan säätää ankkuriköyden pituuden avulla. Lehtonen ym. (2023)

Syksyllä 2022 kaksi Ace Aquatec US3 -karkotinta asennettiin ammattisukeltajan ja paikallisten toimijoiden avustuksella Naantalinaukon Särkäsalmen sillan pohjoispuolelle, väyläalueen ulkopuolelle (Kuva 10). Salmen leveys on noin 200 metriä ja syvyys 12–13 metriä. Kolmas US3-yksikkö sijoitettiin Naantalın Raumarin Luonnonmaan puoleiseen salmeen, jonka leveys on 60 m. Tarkoituksena oli testata pohjalle asennetun karkottimen toimintaa pitempiaikaisessa käytössä. Testeistä saatiin positiivisia kokemuksia ja sen pohjalta päätettiin, että jatkotesteissä lisätään salmien pohjalle ankkuroitavia karkottimia.



**Kuva 10.** AceAquatec US3-karkottimen lasku Särkäsalmen pohjalle. Karkotin on yhdistetty painoon, joka pitää sen kiinni pohjassa. Koho puolestaan nostaa karkottimen pystyasentoon. Ankkuriköyden pituudella säädetään karkottimen etäisyys pohjasta. Kuva Esa Lehtonen (Luke)

Syyskuussa 2023 Naantalinaukkoon johtavan Särkäsalmen sillan pohjoispuolelle asennettiin kahden jo aiemmin pohjaan ankkuroidun Ace Aquatec US3 -karkottimen lisäksi kaksi samantyyppistä lisäkarkotinta (Kuva 11). Kullekin karkottimille on erilliset lyijypaulalla (1 kg/m)

painotetut kaapelit rannalla oleviin säätöyksiköihin (kaksi säätöyksikköä Särkän ja kaksi Luonnonmaan puolella). Näin ollen varsinaisella väyläalueella ei ole pohjassa kulkevia kaapeleita. Naantalinaukkoon johtavan Raumakarin salmen (ei näy kuvassa) pohjaan on lisäksi ankkuroitu yksi US3-karkotin sekä neljä karkotinlauttaa, joissa on Otaq karkottimet. Alueelle johtavissa salmissa on yhteensä yhdeksän karkotinta.



**Kuva 11.** Naantalinaukkoon johtavan Särkänsalmen sillan (silta kuvassa alhaalla) pohjoispuolelle pohjaan ankkuroidun neljän Ace Aquatec US3-karkottimen sijainnit. Yksittäisen karkottimen laskennallinen vaikutusalue merkitty punaisella ympyrällä. Kuva: TR Marine Oy.

### 3.2.3. Hyljevapaan alueen edut ja haasteet – alustavia havaintoja

Kalastajien havaintojen mukaan hylkeiden repimien saaliskalojen määrä on vähentynyt Naantalinaukossa ja myös verkkovauriot ovat olleet vähäisempiä verrattuna tilanteeseen ennen karkottimien käyttöönottoa. Myös hylkeiden kaloja karkottava vaikutus pyyntialueilla on kalastajien mukaan ollut aiempaa vähäisempää, mutta tästä ei ole tutkimusnäyttöä.

Kokeissa ei kuitenkaan ole vielä saavutettu täydellistä suojaa hylkeiltä. Varsinkin loppusyksyllä hyljevahinkojen määrä on kasvanut. Tämä on ilmeisesti johtunut siitä, että karkottimia on ollut liian vähän. Äänipelotteeseen on jäänyt katvealueita. Joissakin tapauksissa karkottimien sähkönsaanti on myös voinut katketa. Karkotin ei anna täyttä varmuutta sille, etteikö joitakin hylkeitä pääsisi karkotinlinjan läpi. Vanhojen hylkeiden kuulo voi olla heikentynyt siinä määrin, että ne eivät juurikaan reagoi karkottimen melko korkeataajuiseen ääneen. On myös mahdollista, että hylje ui karkotinlinjan läpi pitäen pään pinnalla, vaikka tästä ei ole havaintoja. Hylkeitä on myös voinut olla tutkimusalueella ennen kuin karkottimet on pantu päälle, jolloin ne ovat jääneet sinne eräänlaiseen mottiin.

Hankkeen aikana on huomattu, että kun karkottimilla on tarkoitus estää hylkeiden kulku salmen läpi, tilanne on oleellisesti haastavampi kuin tilanteessa, missä hylkeitä esimerkiksi estetään ruokailemasta pyydyksen tai kasvatusaltaan luona. Kyseessä on ratkaisevasti

lyhytaikaisempi altistus karkotinäanelle varsinkin, jos hylkeellä on voimakas motivaatio uida karkotinlinjan toiselle puolelle. Hylje saattaa silloin kestää kovaakin lyhytaikaista kipua korvisaan. Saattaa myös olla tilanteita, että yksikään karkotin ei lähetä äänipulssia juuri silloin kun hylje ohittaa karkottimen (karkottimien tauon pituus voi olla jopa useita minuutteja). Karkottimet ja niiden pulssitustiheys on suunniteltu estämään hylkeiden pitkäaikainen viipyminen kasvatusaltaiden ja pyydysten luona. Jos halutaan tehokkaasti estää hylkeiden uinti karkotinlinjan läpi, karkottimien on oltava riittävän lähellä toisiaan ja äänisignaalien pulssitustiheyden täytyy olla mahdollisimman suuri. Äänipelotteeseen ei saa syntyä katvealueita eikä pitempiä hetkiä, jolloin yksikään karkotin ei lähetä äänisignaalia. Tutkimuksessa pyritään selvittämään näitä asioita.

Vaikka Naantalinaukon tulokset ovat edelleen alustavia, hyljevapaiden alueiden luominen vaiuttaa saatujen kokemusten perusteella potentiaaliselta ratkaisulta sellaisissa olosuhteissa, joissa lahtivesiin johtavat salmet ovat kustannustehokkaasti ja muita vedenkäyttäjiä häiritsemättä suljettavissa karkottimilla. Hyljevapaat alueet voivat näin ollen olla varteenotettava keino lisätä kaupallisesti arvokkaiden rannikkolajien kuten kuhan pyyntimahdollisuuksia. Näillä lajeilla on suuri kysyntä, mutta niiden tarjonta vähenee erityisesti hyljevahinkojen vuoksi. Hyljevapaat alueet voivat mahdollistaa verkkopyynnin harjoittamisen ilman hyljevahinkoja. Tämä on tärkeää, koska verkkopyynti on kustannuksiltaan edullinen ja mahdollistaa myös uusien kalastajien rekrytoitumisen alalle.

Hyljevapailla alueilla voi olla myös kalakantoja suojeleva merkitys. Rannikon lahtivedet ja jokisuut ovat monen kalalajin kutualueita ja hylkeet ilmeisesti tulevat näiden kalojen perässä hakemaan ravintoaan. Hylkeet voivat aiheuttaa merkittävää haittaa varsinkin sellaisille kalalajeille, jotka kertyvät tietyille suppeille alueille kutemaan. Myös uhanalaiset kalalajit kuten meritaimen ja vaellussiika, jotka nousevat kudulle jokivesiin, voivat olla vaarassa hylkeiden saalistukselle. Karkottimien avulla tällaista predaatiota voidaan vähentää. Karkottimet saattavat jossain tilanteessa suojella myös hylkeitä pyydyksiin takertumiselta ja hukkumiselta. Hukkuminen on merkittävä riski erityisesti rannikon sisälahdissa, missä kalastus edelleen tapahtuu pääosin perinteisillä pyydyksillä, joihin hylje voi saalistaloja hakiessaan sotkeutua.

Hyljevapaat alueet voivat palvella kaupallisten kalastajien lisäksi myös kalastusopasyrittäjiä ja vapaa-ajan kalastajia, jotka usein kalastavat nimenomaan rannikon sisemmissä lahdissa. Toisaalta on tärkeää tiedostaa, että joillekin ihmisille hylkeen näkeminen alueella voi olla merkittävä positiivinen kokemus (esim. Uusitalo ym. 2023). Kun karkottimilla estetään tiettyinä vuodenaikoina hylkeiden luontainen liikkuminen jossakin vesistön osassa, se voidaan nähdä hylkeiden kannalta vahingollisena toimena. On myös esitetty kysymys, että siirretäänkö hyljevapailla alueilla ongelma vain jonnekin muualle. Toistaiseksi tästä asiasta ei ole tutkimustietoa. Hyljekarkottimet voivat myös lisätä haitallista vedenalaista melua alueilla, jossa se ei ole toivottavaa. Karkottimien käytettävyydestä ja mahdollista haitallisista ominaisuuksista merieliöstöön on enemmän tietoa kappaleessa 5.

#### **3.2.4. Hyljevapaiden alueiden toteutukseen liittyviä teknisiä kehittämistarpeita**

Hyljevapaiden alueiden muodostamisessa karkottimien avulla on edelleen paljon kehittämistarpeita ennen kuin se on valmis rutiinikäyttöön. Hyljevapaa alue ei toteudu, jos useita hylkeitä pääsee uimaan karkotinlinjan läpi. Tärkeitä selvityskohteita ovat karkottimien optimaalinen etäisyys toisistaan ja karkottimen pulssitustaajuus. On varmistettava, että salmiin asetettavat karkottimet ovat riittävän lähellä toisiaan ja että niiden pulssitus on synkroinoitu niin, että

sellaisia hetkiä, jolloin yksikään karkotin ei lähetä ääntä, on mahdollisimman vähän. Lisäksi karkottimet kannattanee usein säätää siten, että äänipulssien lähetystaajuus (scram rate) on maksimissaan. Toisaalta on selvää, että mitä tiheämmin karkottimia laitetaan salmiin, sitä suuremmat ovat kustannukset ja vaadittava työmäärä, ja sitä suurempi on myös veteen lähetettävä äänimelu. On löydettävä kuhunkin paikkaan optimaalinen ja kustannustehokkain karkotint määrä. Tämän keskeisen asian selvittämiseksi tarvitaan edelleen lisätutkimuksia testialueilla.

Joissain karkottimissa, kuten esimerkiksi Ace Aquatec US3-karkottimissa on erilaisia ääniyhdistelmiä, joista käyttäjä voi valita, tai laitteen voi säätää käyttämään ääniyhdistelmiä satunnaisessa järjestyksessä. Ääniyhdistelmien tarkoituksena on lisätä vaihtelua poikkeavilla äänijaksoilla. Mitä monimuotoisempi karkottimen lähettämä äänimaailma on, sitä pienempi mahdollisuus hylkeillä on tottua karkottimeen. US3-karkottimen äänipulssien lähetystaajuus on mahdollista asettaa yhdeksään eri tasoon. Yksittäisen moduloidun äänipulssin kesto on noin 2,8 sekuntia.

Keskeinen selvitettävä asia on se, miten leveitä salmia karkottimilla voidaan sulkea. Mitä leveämpiä salmia pystyttäisiin sulkemaan hylkeiltä, sitä suurempia hyljevapaita alueita voitaisiin rannikolle muodostaa. Kun suljetaan leveämpiä salmia, tarvitaan kuitenkin pitemmät merikaapelit, jos käytetään salmien pohjalle ankkuroitavia karkottimia. Esimerkiksi Ace Aquatec Ltd takaa toistaiseksi enintään 250 m kaapelipituuden toimivuuden. Pitkien painotettujen kaapeleiden laskeminen meren pohjaan on teknisesti erittäin vaativa tehtävä. Jos jokaisesta karkotimesta täytyy edelleen vetää oma kaapeli rantaan, asentaminen voi käytännössä muuttua hyvin vaikeaksi, ellei jopa mahdottomaksi. Yhtenä ratkaisuna on pohdittu ns. master-kaapelia, josta on sopivin välein ulosotot yksittäisille karkottimille.

On myös todettava, että mitä laajemmiksi hyljevapaat alueet muodostuisivat, sitä suuremmiksi saattaisivat myös tulla niistä mahdollisesti aiheutuvat erilaiset haitat. On kuitenkin syytä pitää mielessä, että menetelmä on vasta kokeiluasteella ja että alueita ei suljettaisi pysyvästi vaan ainoastaan kalastuksen kannalta kriittisimpinä aikoina.

Veden syvyys salmissa on tärkeä asia: mitä syvempiä salmet ovat, sitä lähempänä karkottimien on oltava toisiaan, jotta vesipatsaaseen ei syntyisi katvealueita. Käytännössä yli 50 metriä syviin salmiin voi olla vaikea luoda karkottimien avulla tehokasta "äänivallia", koska karkottimen tehollinen vaikutusalue on korkeintaan 50 m. On myös oltava selkeä toimintatapa suljetulle alueelle mahdollisesti jääneiden tai sinne päässeiden hylkeiden poistamisesta. Käytännössä jo muutama hylje pystyy aiheuttamaan kalastukselle niin paljon vahinkoa, että alueen sulkeminen ei välttämättä ole mielekäästä. Hylkeiden poistaminen alueelta ei ole helppoa ja hylkeitä ei välttämättä edes havaita.

### **3.2.5. Monikeilakaikuluotaimen käyttömahdollisuus hylkeiden tunnistamisessa**

Luken syksyllä 2021 Rövarholman salmessa tekemän pilottitutkimuksen yhteydessä selvitettiin, soveltuuko monikeilakaikuluotaus hylkeiden havaitsemiseen salmialueilla ja voitaisiinko tällaisella menetelmällä selvittää uiko/liikkuuko karkotinlinjan läpi hylkeitä. Tällainen tieto olisi hyödyllistä varsinkin, kun menetelmää kehitetään.

Tutkimuksessa käytettiin Sound Metrics ARIS (Adaptive Resolution Imaging Sonar) -monikeilakaikuluotainta, jota hyödynnetään mm. kalojen laskennassa jokialueilla (Helminen & Linnan-saari 2023). ARIS-luotaimen toiminta perustuu ultraäänialto-pulssien lähetykseen vedessä. Kun ääniaallon lähetyssignaali kohtaa vedessä objektin, aiheuttaa se paluussignaalin eli kaiun.

Tutkimuksessa luotain asetettiin käyttämään 48 rinnakkaista äänikeilaa 700 KHz taajuudella, jonka avulla luotaimen muodostama kuva syntyy ja kaiun tarkka paikka saadaan mitattua. Luotaimen tuottama kuvanlaatu on sitä parempi, mitä lyhempää etäisyyttä luodataan. Tutkimuksessa käytetyillä linseillä ja asetuksilla keilan avautumiskulma oli horisontaalisuunnassa 15° ja vertikaalisuunnassa 8°. Rövarholman salmi on noin 350 metriä leveä. Kahdella vastakaisella rannalla olevalla ARIS-luotainyksiköllä pystyttiin saavuttamaan yhteensä noin 160 metrin kattama. Koko salmea ei näin ollen pystytty kattamaan kahdella luotaimella.

Kokeilun perusteella ARIS-luotaimella havaitaan luotaimen keilassa liikkuva hylje myös kaukana anturista. Hylkeen kulkusuunta ja koko on mahdollista arvioida, uintisyvyydestä sen sijaan ei saada kuin arvio. Menetelmä on kuitenkin melko työläs. Jos ARIS-luotaimia halutaan käyttää tehokkaasti hyväksi siten, että kaikki salmen läpi kulkevat hylkeet rekisteröitäisiin, oleellista on kattaa koko salmi. Leveissä salmissa tämä on haasteellista. Pilottitestin perusteella ARIS-luotaus soveltuu ainoastaan tutkimuksen apuvälineeksi ja erityisesti kapeisiin salmiin; rutiininomaiseksi metodiksi ja leveissä salmissa se on liian työläs ja kallis. Jos teknologia kehittyy ja laitteiden hinta laskee, tilanne voi ehkä muuttua. Alalle voi myös tulla uusia valmistajia, joiden tuotteet ovat edullisempia.

### **3.3. Jokiin nousevien hylkeiden aiheuttamien vahinkojen torjunta**

Viime vuosina hylkeet ovat enenevässä määrin hakeneet ravintoaan myös rannikolle laskevista joista. Perämeren pohjukassa sekä halli että norppa nousevat varsinkin syksyisin jokiin ja siellä ne saalistavat mm. kudulle pyrkiviä siikoja (Kangas & Tolonen 2015, Veneranta ym. 2023). Verkko- ja rysäpyynti jokialueilla on erittäin altista hyljevahingoille. Pyydyksiin joutuneet kalat joutuvat helposti hylkeiden saaliiksi ja samalla hylkeet repivät pyydykset.

Jokiin nousevat hylkeet ovat viime vuosina olleet merkittävä haitta siian velvoiteistutusten hoidon kannalta. Voimayhtiöille määrättyjen istutusten sekä osakaskuntien omiin siikaistutuksiin tarvitseman emokalojen ja mätimäärän kerääminen on suuresti hankaloitunut ja voi jatkossa hankaloitua entistäkin enemmän (Kangas & Tolonen 2015, Veneranta ym. 2023). Hylkeet vievät emokatat pyydyksistä ja myös saalistavat niitä joesta. Syyskaudella joessa olevien hylkeiden määrä vaihtelee, mutta jo yksittäinen hylje ehtii yhden päivän aikana vierailulla usealla pyydyksellä. Tarkempaa tutkittua tietoa hylkeiden vaikutuksesta jokien vaellussiikakannoille ja kalastukselle aiheutuvista vahingoista ei kuitenkaan ole.

Luke asensi elokuun lopussa 2022 yhteistyössä paikallisten toimijoiden kanssa Iijokeen yhteensä kuusi Ace Aquatec US3 -hyljekarkotinta joen alaosalle, noin 4,5 km etäisyydelle alimasta Raasakan voimalaitoksesta ja 3 km etäisyydelle jokisuusta (Veneranta ym. 2023). Hankkeen tavoite oli selvittää hyljekarkottimien käyttökelpoisuutta vaellussiian mädinhankintapyyntin suojaamisessa. Karkottimet muodostivat "sulkulinjan", jonka tarkoituksena oli estää hylkeiden siirtyminen alueelle, jossa iso osa siian pyynnistä tapahtuu.

Karkottimien sijoituspaikat suunniteltiin pohjan muodon perusteella; viistokaikuluotauksen avulla etsittiin mahdollisimman tasainen pohja-alue. Karkottimet asennettiin joen pohjaan linjaan sukeltajan ja nosturilautan avulla (Kuva 12). Karkotinanturit oli kiinnitetty betonista tehtyihin painoihin ja niiden sähkönsyöttöä sekä ohjausvirtaa varten kullekin vedettiin oma kaapeli rantaan ohjausyksikölle. Karkottimien toimintaa pystyttiin seuraamaan etänä verkkopalvelun kautta.



**Kuva 12.** Vasen kuva: Betonipainolla varustetun US3-karkottimen lasku lijokeen. Kuva: Petri Suuronen. Oikea kuva: Viisi karkotinta oli pääuomassa ja yksi sivu-uomassa linjaan sijoitettuna. Karkottimien lähellä olleen patopyydyksen aita näkyy kuvassa etualalla. Kuva: Lari Veneranta

Hyljekarkottimien toimintaa arvioitiin kirjanpitokalastuksella. Tämän perusteella karkotinlinjan yläpuolella vaurioituneita siikoja oli vähemmän kuin alapuolella. Todennäköisyys hylkeen tekemäksi arvioidulle verkkovauriolla vuorokauden aikana oli pienempi karkotinlinjan ylä- kuin alapuolella. Mitä pidempään verkot olivat vedessä, sitä todennäköisemmin vaurioita tuli. Siian nousun ollessa vilkkaimmillaan hylkeen vaurioittamia siikoja esiintyi saaliissa suhteellisesti enemmän kuin ajankohtina, jolloin siian nousu oli vähäisempää.

Karkottimien tuottaman äänen kulkeutumista joessa mitattiin lijoella syyskuussa 2022 vedenalaismittauksin. Mittausten perusteella karkottimet tuottivat lähialueelleen melko yhtenäisen äänikentän. Joen pohjanmuodot kuitenkin vaimensivat ääntä tehokkaasti, ja ääni katosi kokonaan muuhun taustakohinaan noin kilometrin etäisyydellä karkottimista. Pinnan yläpuolella karkottimien ääni oli kuultavissa joidenkin kymmenien metrien etäisyydelle karkottimista, riippuen hieman maaston rakenteesta. Jokivedessä mahdollisesti esiintyvistä ilmakuplista ei havaittu olevan haittaa. Virtaukset asennussijainnissa olivat melko heikkoja.

Yhteenvedona voidaan todeta, että joen pohjalle suhteellisen lähekkäin toisiaan asennetut Ace Aquatec US3 -hyljekarkottimet vähensivät lijoessa hylkeiden aiheuttamia saalis- ja pyydysvahinkoja sekä paransivat mädinhankintapyynnin tulosta.

### 3.3.1. Kehittämistoimet jokialueiden hyljekarkotuksessa

Kun jokisuiden sulkemista karkottimien avulla kehitetään, oleellisia käytännön asioita erityisesti kustannusten kannalta on se, mikä on riittävä määrä karkottimia tehokkaaseen ja kattavaan karkotusvaikutukseen eli miten tiheästi karkottimet pitää asentaa jokeen. Karkotinlinjan sijainti joessa on toinen tärkeä asia. Alueen kalastajilla voi olla motivaatio laittaa karkottimet mahdollisimman lähelle jokisuuta, koska tällöin koko joki olisi ainakin teoriassa hyljevapaa alue karkottimien toimintajakson aikana. Joen leveys alaosan kohdalla voi kuitenkin muodostua haasteeksi. Ongelmaksi voi myös muodostua hylkeiden kulku jokeen mahdollisten pienten sivuhaarojen kautta. Jokeen päässeiden hylkeiden poisto tai karkottaminen on suunniteltava hyvin.

Useissa Perämereen laskevissa joissa hyljekarkottimien käyttö siianpyynnin suojaamiseksi olisi mädinhankinnan kannalta hyödyllistä. Toisaalta esimerkiksi Kemijoen koko väylän sulkeminen

karkottimilla ei ole joen suuren leveyden vuoksi kuitenkaan helppoa eikä ehkä edes mahdollista nykytekniikalla. Karkottimia tarvittaisiin linjaan vähintään 10 kpl. Käytännössä voi olla taroituksenmukaisempaa tehdä neljän tai viiden karkottimen avulla rantaan rajattu sulkualue, jossa emokalapyynti voisi silloin tapahtua pienemmin hyljevahingoin. Tutkimusasetelmassa koepyyntiä pitäisi olla sekä sulkualueen sisällä että ulkopuolella.

Kemijoessa myös virtaamavaihtelu on suurta. Jos tulvat ajoittuvat sille ajankohdalle, kun karkottimet ovat toiminnassa, pohjalle asennetut karkottimet voivat jäädä siian pyyntiin nähden väärään kohtaan ja syvyyteen. Asennus tulee suunnitella siten, että laitteet voidaan sujuvasti ja nopeasti siirtää painoineen ja kaapeleineen, jos veden korkeus muuttuu huomattavasti. Emokalapyynnissä pyyntiaika on usein hyvin lyhyt ja se saatetaan menettää, jos laitteiden siirto vie liian pitkän ajan. Lisäksi on pidettävä mielessä, että karkotin ei saa olla toiminnassa niin, että sen ääntä lähettävä osa (anturi) ei ole vedessä; anturin vaurioitumisen riski on silloin erittäin suuri.

Mikäli karkottimet olisivat kelluvia ja ankkuroituja ilman pohjakaapelointeja, niitä olisi mahdollista helpommin ja nopeammin siirtää olosuhteiden muuttuessa verrattuna pohjalle painojen avulla ankkuroituihin karkottimiin. Toisaalta voimakkaasti virtaavassa vedessä on riski, että virtaus kääntää kelluvat/ankkuroidut laitteet väärään asentoon tai vie ne jopa kokonaan mukanaan. Mobiilikarkottimien soveltuvuutta jokiolosuhteissa kokeiltiin lijoessa syksyllä 2023. Kokeissa todettiin, että mobiilikarkottimet pystytään ankkuroimaan niin lujasti jokeen, että niiden toiminta ei kärsi veden melko voimakkaasta virtauksesta. Kokeiden perusteella voitiin kuitenkin todeta, että Otaq-karkottimilla toimivien mobiilikarkottimien käyttö jokiolosuhteissa vaatii lisätutkimusta. Hylkeitä havaittiin ajoittain melko runsaasti karkotinlinjan yläpuolella. Tällaisessa tapauksessa yksittäisten pyydysten suojaaminen karkottimilla voi olla kokonaisen sulkualueen muodostamista tehokkaampaa.

Jokivesistöissä ääniolosuhteet ovat erilaisia kuin meressä; taustakohinaa on oleellisesti enemmän. Tämä on syytä ottaa huomioon karkottimien määrässä ja sijoittelussa. On myös huomattava, että joessa olevat syvyysvaihtelut, matalat kohdat ja penkat estävät tehokkaasti äänen kulun. Äänen kulkeutumisen varmistamiseksi karkottimet tulisi sijoittaa kohtaan, jossa vesialue on mahdollisimman tasasyvyinen. Tällöin haitallisia katvealueita ei pääse muodostumaan.

Varsinkin Perämeren alueella olisi myös syytä selvittää, onko karkottimilla erilainen vaikutus halliin ja norppaan. Jokivesistöissä on merialuetta paremmat mahdollisuudet seurata hylkeitä visuaalisesti, koska vesialue on oleellisesti rajatumpi. Systemaattinen havainnointi voisi tuoda hyödyllistä tietoa hylkeiden käyttäytymisestä karkottimien suhteen. Kuten kaikissa karkotinhankkeissa, kirjanpitokalastuksen järjestäminen karkottimien vaikutusten arvioimiseksi on tarpeellista myös jokihankkeissa. Sillä tavoin on mahdollista saada käsitys laitteiden vaikutuksista ja tarvittaessa järjestelyä voidaan parantaa. Jos joessa olevia hylkeitä olisi mahdollista merkitä satelliittimerkeillä, voisi olla mahdollista selvittää vielä paremmin hylkeiden liikkeitä suhteessa karkottimiin.

### **3.4. Hyljevahinkojen torjunta merialueen kalanviljelyssä**

Karkottimia käytetään merialueen verkkoallaskasvatuksessa torjumassa hylkeiden aiheuttamia vahinkoja. Päinvastoin kuin kalanpyydyksissä, jossa on melko lyhyet sesongit, verkkoaltaassa on aina kalaa tarjolla ja se on siksi jatkuva ympärivuorokautinen houkutuskohte hylkeille. Nämä tekijät vaikuttavat hylkeiden määrään ja niiden karkotustarpeeseen. Vesiviljelyssä karkottimien on oltava toiminnassa joissakin tapauksissa lähes ympäri vuoden, kun taasen pyydyskalastuksessa niitä tarvitaan vain kalastuskeskän aikana. Lisäksi keskien aikana on usein jaksoja, jolloin hylkeet eivät välttämättä ole suuri ongelma.

Merialueen verkkoallasviljelyssä on käytössä useita erilaisia menetelmiä hylkeiden torjunnassa, mutta niiden on usein todettu toimivan puutteellisesti. Suullisten tietojen perusteella lähes puolella viljelylaitoksista on ollut ainakin kokeiltavana eri valmistajien hyljekarkottimia ja osassa laitoksia ne ovat lähes jatkuvassa käytössä. Epäselvää on se, missä määrin karkottimet ovat auttaneet hyljevahinkojen vähentämisessä ja onko karkottimet asetettu optimaalisella tavalla. Suomessa ei ole juurikaan tehty systemaattisia selvityksiä karkottimien käytettävyydestä, tehokkuudesta ja optimaalisesta asettelusta kalankasvatuksessa. Tällaiselle selvitykselle on ollut suuri tarve ja siksi Luke on syksyllä 2023 käynnistänyt pilottiselvitykset yhteistyössä viljelysektorin kanssa.

Koska hyljekarkotin aiheuttaa mereen melua, sen pitäisi olla päällä vain silloin kun lähistöllä on hylkeitä. Eräs laitevalmistaja on kehittänyt menetelmää, jossa hyljekarkotin käynnistyy vain silloin kun kasvatusaltaan lähistöllä on hylje. Tämä perustuu kasvatusaltaassa olevaan liiketunnistimeen, joka reagoi altaassa olevien kalojen kasvavaan liikehdintään. Poikkeavan liikehdintän oletetaan johtuvan altaan ympärillä uivasta hylkeestä ja liiketunnistin käynnistää hyljekarkottimen. Karkotin ei siis itse tunnista hylkeiden läsnäoloa vaan altaassa olevien kalojen poikkeava liikehdintä toimii laukaisijana. Vastaavanlaisen systeemin kehittäminen esimerkiksi rysäpyyntiin saattaisi olla mahdollista, mutta haastavaa.

### **3.5. Autonomisesti liikkuva hyljekarkotin**

Koska hyljekarkottimen hylkeitä karkottava tehokas etäisyys on yleensä alle 50 m, paikalleen asennetut karkottimet eivät ole kaikissa tapauksissa kustannustehokkain ratkaisu hyljevahinkojen ehkäisemiseksi. Esimerkiksi rysän perän ja nieluosien äärelle sijoitetulla karkotinlaitteella ei kyetä estämään hylkeiden läsnäoloa rysän muissa osissa, missä ne voivat ilman häiriötä saalistaa rysän perää lähestyviä kaloja. Käytännössä myös jokaisessa kasvatusaltaassa pitää olla karkotin, jotta voidaan varmistaa tehokas karkotus.

Autonomisesti liikkuvan hyljekarkottimen avulla hylkeitä voitaisiin karkottaa oleellisesti laajemmalla alueella kuin paikalleen asennetulla karkottimella. Perusidea on se, että autonomisesti liikkuva hyljekarkotin ohjelmoidaan kulkemaan keskeytyksettä haluttua reittiä pitkin kalanpyydyksen tai kasvatusaltaiden ympärillä.

Luke on vuodesta 2020 alkaen kehittänyt ja testannut autonomisesti liikkuvaa karkotinta yhteistyössä Aalto-yliopiston Design Factoryn, Arwell-Tekniikka Oy:n ja kaupallisten kalastajien kanssa. Kuvassa 13 on esitetty prototyyppi, jonka kehitystyö ja testaus on tehty vuosina 2021–2023. Keskeisiä asioita on ollut konseptin periaatteellisen teknisen toimivuuden todentaminen. Hylkeitä laitteella ei ole vielä karkotettu.



**Kuva 13.** Autonomisesti liikkuvan hyljekarkottimen kehitysversio (laitealusta), jonka avulla on voitu pilotoida laitteen tarvitsemia erilaisia teknologioita ja ominaisuuksia. Kuva: Esa Lehtonen

Autonomisesti liikkuvan hyljekarkottimen alustana on käytetty lujitemuovista pienoisvenetyyppiä (2.4 mR), jossa on riittävä kantavuus karkotinta, sen ohjailulaitteita, sekä raskaita akustoja varten. Akuston latausjärjestelmä toimii metanolikäyttöisellä EFOY polttokenno-latauslaitteella. Laitteiston tarvitsemää sähköä (12/24 v) voidaan tuottaa myös aurinkopaneeleilla (hybridijärjestelmä). Laitteessa on etämonitorointiominaisuus 4G verkon kautta, paikannuslaitteen rinnakkaiskäyttö sekä paineilmatoinen Geofence hätäankkurointitoiminto. Laitteiston keskeisiä toimintoja voidaan seurata ja asetuksia on mahdollista muuttaa etäyhteyden avulla (akuston jännite, virrankulutus, sijainti, kulkusuunta, nopeus, äänisignaalin voimakkuus, ym.).

Meritestien perusteella on todettu, että alustava kehitysversio on teknisesti toimiva laite karkottimen liikuttamiseen. Viimeisimmässä sovelluksessa propulsiojärjestelmä on uudistettu ja käytössä on avoimella lähdekoodilla toimiva dronelaitteisiin kehitetty järjestelmä, mikä mahdollistaa etäseurannan ja etäohjailun. Laitteiston kehittämisestä vastaa Luke yhteistyössä Aalto-yliopiston Design Factoryn kanssa. Käyttäjäkokeista kartutetaan kalastajayhteistyönä ja sen pohjalta tehdään tarvittavat parannukset. Kehitystyön tavoitteena on autonomisen hyljekarkottimen tuotantoversio lähivuosina.

### 3.6. Karkotinänten mittaukset rannikolla

Luken käyttämien karkottimien lähettämän äänen ominaisuuksia kenttäolosuhteissa on mitattu yhteistyössä JMPAJALA Oy:n ja Suomen ympäristökeskuksen (Syke) kanssa hydrofoni-loggereilla tehdyissä vedenalaismittauksissa.

Vuonna 2020 mitattiin kolmen hyljekarkottimen (Lofitech, Otaq Sealfence sekä Otaq Portable) tuottaman äänen etenemistä erilaisissa ympäristöissä Kotkan ja Naantalın merialueilla (Peltonen ym. 2021). Karkottimien lähettämät äänisignaalit erosivat toisistaan muun muassa signaalien keston ja signaalien välisten taukojen sekä taajuuden ja äänen voimakkuuden suhteen. Signaalin pituus vaihteli 0,5 ja 3 sekunnin välillä. Karkottimien lähettämien signaalien välisten taukojen pituus vaihteli enemmän kuin signaalien pituudet. Taukojen osuus kokonaisajasta oli Lofitechilla 75 % ja Otaq:lla 63 %. Otaq-karkottimien signaalin huippu oli 9,7 kHz taajuudella, kun Lofitechilla huippu oli 14,8 kHz taajuudella. Lofitechin signaalin äänenpaineen taso oli noin 25 dB suurempi kuin Otaq Sealfencen.

Mittausten perusteella kolmen Otaq Sealfence karkottimen äänenpaineen tasoissa oli enimmillään noin 12 dB ero. Karkottimien lähettämän äänen vaimeneminen etäisyyden suhteen oli merkittävästi riippuvaista paikasta. Otaq Portablen ääni kuului kauemmaksi, vaikka sen lähtötaso oli selvästi matalampi kuin Otaq Sealfence-laitteiden. Otaq Portablen äänen vähäisempi vaimeneminen ilmeisesti johtui mittauspaikan ominaisuuksista (ääntä heijastava pohja, kanaalimainen salmi), koska äänen taajuus oli samanlainen kuin muissa Otaq-tyyppisissä laitteissa.

Naantalín-Merimaskun alueella syksyllä 2022 tehdyssä mittauksessa molempien Otaq Sealfence -laitteiden ääni vaimeni nopeammin etäisyyden kasvaessa kuin Kotkan mittauksissa. Tämä antaa viitteitä sijaintipaikan pohjanmuotojen ja mahdollisesti myös veden lämpötilan sekä suolapitoisuuden kerrostuneisuuden suuresta vaikutuksesta äänen kulkuun vedessä. Mittauksissa myös havaittiin, että signaalin voimakkuus oli pintavedessä usein suurempi kuin syvemmillä. Tämä johtunee ensi sijassa pohjan muodosta, mutta veden lämpötilajakauma voi myös vaikuttaa siihen. Tästä voidaan päätellä, että karkottimen vaikutusalueen koko riippuu suuresti ympäristöstä, johon se on sijoitettu. Vertailevia lisätutkimuksia tarvitaan todellisen vaikutusalueen määrittämiseen erilaisissa olosuhteissa.

Rövarholman salmessa syksyllä 2021 tehdyissä mittauksissa todettiin, että Ace Aquatec US3 -karkottimen huipputaajuus oli merkittävästi esitearvoa korkeampi, mutta kuitenkin harmaahylkeen kuuloalueen herkimmillä alueella. Äänisignaalin vaimeneminen oli kohtalaisen voimakasta pehmeän pohjan takia. Myös lähellä olevat rannat vaikuttivat äänimaailmaan. Karkottimet olivat 6–8 metrin syvyydessä ja alle kahden metrin etäisyydellä pohjasta. Tästä voi seurata, pohjan muodosta riippuen, erilainen äänen leviämiskuvio kuin jos karkottimet olisivat olleet lähempänä pintaa. Kohoumat meren pohjassa voivat estävää pohjaan asennetun karkottimen signaalin etenemistä.

Naantalinaukossa merenpohjan läheisyyteen ankkuroitujen US3-karkottimien signaalin kesto mitattiin syksyn 2022 testeissä 1–4 sekuntia (valmistajan ilmoittama kesto 2,8 s) ja se kuului keskimäärin noin 40 sekunnin välein. Taukojen kesto kuitenkin vaihteli. US3-laitteiston tuottama korkeataajuinen ääni veden pinnalla muistuttaa ihmiskorvaan hiirikarkottimen vinkaisuja. Otaq Sealfencen puolestaan todettiin tuottavan heinäsirkan sirtystä muistuttavan noin kolmen sekunnin kestoisen signaalin keskimäärin noin viiden sekunnin välein.

Yhteenvedon voidaan todeta, että hyljekarkottimen lähettämän äänen kulkuun vedessä vaikuttavat äänen taajuuden lisäksi muun muassa vesialueen pohjan muoto ja laatu. Vuodenajan mukaan vaihtuvalla veden lämpötilalla ja sen epätasaisella jakaumalla (kerrostuneisuudella) vesipatsaassa voi myös olla suuri merkitys äänen etenemiseen. Mittausten mukaan karkottimien signaalin voimakkuus on pintavedessä useimmiten korkeampi kuin syvemmillä. Tämä johtunee pohjan muodosta. Myös äänilähteen paikalla on merkitystä.

## 4. Muissa maissa saatuja kokemuksia hyljekarkottimien käytöstä

Pääosa maailmalla hyljekarkottimiin liittyvästä tutkimuksesta on kohdistunut karkottimien mahdollisiin haittoihin merieliöstölle. Karkottimien tehokkuutta hylkeiden karkottamisessa on tutkittu oleellisesti vähemmän ja huomattava osa näistä tutkimuksista on ollut suppeita selvityksiä tai kyselytutkimuksia (esim. Tillapaugh ym. 1993, Nelson ym. 2006, Northridge ym. 2010). On kuitenkin muutama tutkimus, joihin on sisältynyt sellainen koeasetelma, jonka avulla voidaan ainakin jollain tarkkuudella arvioida laitteiden tehokkuutta hylkeiden karkottamisessa (esim. Fjälling ym. 2006, Kastelein ym. 2006, Graham ym. 2009, Vilata ym. 2010, Götz & Janik 2013).

Huomattava osa karkottimien tehokkuuteen liittyvistä selvityksistä on tehty lohen vesiviljelyn yhteydessä (esim. Rueggeberg & Booth 1989, Quick ym. 2004, Sepulveda & Oliva 2005). Tämä heijastaa karkottimien laaja-alaista käyttöä vesiviljelyteollisuudessa, missä hylkeiden aiheuttamat vahingot ovat erittäin merkittäviä. On huomionarvoista, että hylkeiden poistamisessa viljelylaitosten läheisyydestä käytettiin aikaisemmin ensi sijassa hylkeiden ampumista tai pyydystämistä verkoilla. Äänipelotteeseen perustuvien hyljekarkottimien käyttö vesiviljelyssä alkoi yleistyä 1980-luvulla. Karkottimien etuna pidetään yleisesti sitä, että niiden avulla hyljeongelmaa voidaan lievittää ilman hylkeiden tappamista. Hylkeiden ampuminen altaiden ympärillä on paitsi eettisesti kyseenalaista, myös yrityksen resursseja kuluttavaa.

Karkottimia on muun muassa Skotlannissa ja Kanadassa kokeiltu hylkeiden karkottamisessa myös jokisuista ja jokialueilta, joihin nousee niin sanottuja arvokaloja kuten lohikaloja, tai muita suojelua tarvitsevia kaloja, joita hylkeet pyrkivät käyttämään ravintonaan. Varsinkin, jos vaeltavien kalojen nousua rajoittavat erilaiset kiinteät rakenteet kuten sulut, padot tai toimimattomat kalaportaat, kalojen on todettu olevan erityisessä vaarassa hylkeiden saalistukselle (esim. Mate ym. 1987). Selvitysten tulokset viittaavat siihen, että karkottimet voivat olla hyödyllinen työkalu tällaisten tilanteiden hallinnassa (Mate & Harvey 1987, Olesiuk ym. 1996, Yurk & Trites 2000, Jacobs & Terhune 2002, Graham ym. 2009), mutta tuloksiin sisältyy myös huomattavaa vaihtelua. Täydellistä suojaa ei ole saatu yhdessäkään hankkeessa. Osassa hankkeista on tultu sellaiseen tulokseen, että hylkeet vähitellen tottuvat karkottimiin (esim. Jefferson & Curry 1996, Tixier ym. 2021), jolloin karkottimen karkotusteho heikkenee. Pääosassa tutkimuksia selviä näyttöjä hylkeiden totumisesta ei kuitenkaan ole osoitettu. Erot tutkimuksien tulosten ja johtopäätösten välillä voivat osittain johtua menetelmällistä tekijöistä ja olosuhteista.

Kalastuksessa hyljekarkottimien käyttö on ollut oleellisesti vähäisempää kuin vesiviljelyssä ja ilmeisesti siksi kalastukseen liittyvä karkotintutkimus on ollut vähäisempää. Huomattava osa tästä tutkimuksesta on tehty Itämerellä (esim. Fjälling ym. 2006, Vetemaa ym. 2021, Lehtonen ym. 2022, 2023), mutta jonkin verran tutkimuksia on tehty myös muualla. Harris (2011) ja Harris ym. (2014) testasivat Skotlannissa karkottimen tehokkuutta harmaahylkeiden ja kirjohylkeiden (*Phoca vitulina*) aiheuttamien vahinkojen vähentämisessä rannan lähellä olevissa lohiverkoissa. Karkottimien todettiin olevan tehokas pelote hylkeille. Mukana olleet kalastajat kokivat, että karkottimilla oli positiivinen vaikutus vahingoittumattoman saaliin määrään.

Keskeiset havainnot kalanpyydysten yhteydessä käytettävistä karkottimista ovat olleet saman suuntaisia kuin Suomessa saadut kokemukset. Täydellistä suojausta on hyvin vaikea saada

niiden avulla, mutta karkottimilla voidaan merkittävästi vähentää hylkeiden aiheuttamia vahinkoja. Monissa hankkeissa on myös tullut selväksi, että yksittäisen karkottimen tehokas toimintasäde on korkeintaan 40–50 m, vaikka sen tuottama ääni kulkee paljon pidemmälle (samalla heikentyen). Huonoissa olosuhteissa, esim. kovassa taustamelussa, toimintasäde voi olla oleellisesti vähäisempikin. Hylkeet todennäköisesti kuulevat karkottimet useiden satojen metrien etäisyydeltä, mutta karkotinääni ei karkota niitä ennen kuin ne ovat niin lähellä, että ne alkavat tuntea olonsa epämukavaksi. Tehollinen karkotusetäisyys riippuu paitsi karkottimen lähettämien äänisignaalien ominaisuuksista myös monesta muusta asiasta kuten hylkeen motivaatiosta hakea ruokaa pyydyksestä. Näлкäinen hylje voi olla halukkaampi sietämään kipua. Myös hylkeen aikaisemmat kokemukset voivat vaikuttaa sen käyttäytymiseen karkottimen läheisyydessä. Näistä asioista on toistaiseksi kuitenkin hyvin vähän tutkimustietoa.

## 5. Karkottimien mahdolliset haittavaikutukset meren eliöstöön

### 5.1. Vedenalainen melu ja sen vaikutukset

Hyljekarkottimen tarkoitus on lähettää ympäröivään veteen äänipulsseja, jotka hylkeet kokevat epämiellyttäväksi. Karkottimen veteen tuottamat vedenalaiset äänipulssit voivat kuitenkin aiheuttaa erilaisia haitallisia vaikutuksia niin hylkeille kuin myös muulle eliöstölle.

Melu on ei-toivottua ääntä, joka sotkee ja peittää kiinnostavia ääniä (Richardson ym. 1995). Melu voidaan jakaa jatkuvaan ja impulsiiviseen meluun. Impulsiiviselle äänelle on ominaista lyhyt kesto ja äänen voimakkuuden nopea voimistuminen. Esimerkki vedenlaiset räjäytykset, paalutukset ja seismiset tutkimukset aiheuttavat tällaista melua mereen. Jatkuva melu sen sijaan on pitkäkestoista ja voi olla hyvin vaihtelevaa.

Melutason nousu voi olla ongelmallista lajeille, jotka ovat riippuvaisia vedenalaisesta äänestä. Melu voi häiritä niiden käyttäytymistä, peittää tärkeitä kommunikaatiosignaaleja, vaikeuttaa ravinnonhankintaa ja heikentää kuuloherkkyyttä joko tilapäisesti tai pysyvästi (Richardson ym. 1995, Southall ym. 2007, HELCOM 2019). Melun vaikutukset voivat myös näkyä fysiologisina stressivaikutuksina. Tällaiset vaikutukset voivat heikentää eläinten terveyttä ja vaikuttaa haitallisesti niiden lisääntymiseen, ja ne on syytä tunnistaa ja ottaa huomioon karkottimien valinnassa ja käytössä.

Melun vaikutukset merinisäkkäisiin ja muuhun eliöstöön riippuvat useasta tekijästä kuten eläinlajista ja sen iästä, sukupuolesta, yksilön yleisestä fysiologisesta tilasta, käyttäytymisestä ja motivaatiosta (Popper & Hawkins 2012, 2016, HELCOM 2019). Melun voimakkuus, taajuus ja kesto ovat keskeisiä muuttujia vaikutuksia arvioitaessa. Vaikutus riippuu myös eläimen etäisyydestä äänilähteeseen; mitä lähempänä äänilähdettä eläin on, sitä suurempi on vaikutus. Yleisin reaktio meluun on pyrkiminen pois päin äänen lähteestä.

HELCOM (2019) lisää tietämystä ja ymmärrystä vedenalaisen melun lähteistä ja niiden vaikutuksista Itämeren lajeihin, mutta ei käsittele hyljekarkottimiin liittyvän vedenalaisen äänen vaikutuksia. Pääpaino on erilaisten äkillisten ja voimakkaiden melulähteiden (kuten vedenalaiset räjäytykset ja paalutukset) vaikutuksissa. HELCOMin raportti sisältää prioriteettiluettelon Itämeren meluherkistä lajeista ja esittää saatavilla olevien tietojen perusteella jokaisen lajin osalta herkät alueet. Raportti myös esittää lajikohtaisia kynnysarvoja ja vaikutusvyöhykkeitä erilaiselle melulle. Tarkkojen kynnysarvojen ja vaikutusvyöhykkeiden määrittäminen on kuitenkin haastavaa. Hyljekarkottimien osalta sellainen tehtävä voi jossain vaiheessa kuitenkin tulla ajankohtaiseksi.

Tässä luvussa esitettävä tarkastelu keskittyy erityisesti hyljekarkottimien aiheuttamaan vedenalaiseen meluun ja sen vaikutuksiin merieliöstöön.

## 5.2. Merieläinten kuuloherkkyys

Ääni etenee nopeasti ja tehokkaasti vesiympäristössä. Monet vesieläimet käyttävät siksi nimenomaan ääntä kommunikoinnissaan, orientoitumisessaan, lisääntymiseen liittyvissä toiminnoissaan ja saaliin löytämisessä. Kaikilla Itämeressä vakituisesti asuvilla merinisäkkäillä (harmaahylje, norppa, kirjohylje sekä pyöriäinen) on erinomainen vedenalainen kuulokyky ja ne ovat herkkiä vedessä liikkuvan ääniaallon paineelle (Kastelein ym. 2010; Reichmuth ym. 2013).

Hylkeet ovat säilyttäneet elämäntavan, jossa monet niiden elinkaaren tärkeät osa-alueet (mm. synnytys, lepo) tapahtuvat osittain maalla tai jään päällä (Kuva 14). Niillä on hyvä kyky havaita ääniä sekä ilmassa että vedessä (Reichmuth ym. 2013). Pyöriäinen, kuten kaikki valaat, on sen sijaan sopeutunut veden pinnan alla tapahtuvaan elämään ja sen kuuloelimet ovat mukautuneet rekisteröimään vedenalaista ääntä (Nummela 2008). Valaiden kuuloaistin kuulokynnys vedessä on hyvin alhainen (Kastelein ym. 2009, 2010). Kuulokynnys on alhaisin äänenpainetaso, joka riittää aiheuttamaan kuulohavainnon. Kynnys riippuu kuitenkin suuresti äänen taajuudesta. Kuulo on herkimmillään tietyllä lajityypillisellä taajuusalueella ja herkkyys laskee kuuloalueen ääripäitä kohti siirryttäessä.



**Kuva 14.** Nuori harmaahylje lepäilykivellä. Hylkeiden kuulo on sopeutunut toimimaan hyvin sekä ilmassa että vedessä. Kuva: Petri Suuronen

Etäisyys, jolta eläin pystyy havaitsemaan äänilähteen, riippuu eläimen kuulokyvystä ympäröivässä olosuhteissa. Absoluuttisten kuulokynnyksen lisäksi tärkeä parametri on kriittinen suhde. Kriittinen suhde määritellään pienimmäksi signaali-kohinasuhteeksi, jolla eläin vielä pystyy havaitsemaan äänen taustakohinasta (Kastelein ym. 2009). Sills ym. (2015) mittasivat norpilla kriittisiä suhteita taajuusvälillä 100 Hz – 25,6 kHz ja totesivat, että norppa voi hyvin laajalla taajuusalueella poimia tehokkaasti signaaleja taustamelusta huolimatta.

## 5.3. Karkottimen vaikutukset hylkeisiin, kaloihin ja merilintuihin

### 5.3.1. Hylkeet

Itämerellä pyöriäisen lisäksi norppa, harmaahylje ja kirjohylje on tunnistettu vedenalaisille äänille erityisen herkiksi lajeiksi (HELCOM 2019). Kirjohylje ei esiinny Suomen vesillä.

On tärkeää, että hyljekarkottimet eivät aiheuta vakavia kuulo- ja hyvinvointihaittoja hylkeille, jotka altistuvat karkottimien äänille. Hylkeet ovat herkkiä vedenalaisille äänille ja vedenalaiset signaalit ovat tärkeitä hylkeiden lisääntymiseen liittyvässä käyttäytymisessä (Møhl 1968, Ridgway & Joyce 1975, Terhune 1988, Kastak & Schusterman 1998, Van Parijs ym. 2003, Rowe & Hutchings 2004, Wilson ym. 2004, Sills ym. 2015). Eräät Skotlannissa tehdyt tutkimukset viittaavat siihen, että jatkuva ja pitkäaikainen altistuminen karkottimen äänelle saattaa aiheuttaa kuulovaurioita hylkeelle varsinkin, jos hylje on pitkään karkottimien lähellä, missä äänenpaine on suuri (Götz & Janik 2010). Tällainen tilanne voisi syntyä esimerkiksi silloin, jos hylkeellä on voimakas ja usein toistuva motivaatio hakea ravintoa ääntä lähettävän hyljekarkottimen läheisyydestä.

On huomattava, että karkottimien hylkeille mahdollisesti aiheuttamat kuulovauriot, ja erityisesti korkeataajuisten äänten kuulemisen heikkeneminen, voivat olla ongelmallisia sekä hylkeiden suojelun näkökulmasta että karkottimien pidemmän aikavälin toiminnan kannalta, koska kuuloltaan heikentyneet hylkeet eivät välttämättä reagoi karkottimeen (esim. Götz & Janik 2013). Tällaiset hylkeet voivat pyrkiä aiempaa aktiivisemmin hakemaan ruokaa pyydyksiltä tai kalankasvatuskasseilta, vaikka ne on suojattu hyljekarkottimella. Tällaiset yksilöt voivat aiheuttaa kalastukselle ja kalankasvatukselle erityisen suuren haitan. Kuulovaurioiden syntymistä on kaikin keinoin pyrittävä välttämään. Karkottimien käyttäjien kannattaa pitää mielessä myös se, että äänenpaineen noustessa lähelle hylkeen kuulon vaurioitumisrajaa kuulon vaurioitumisen riski eläimellä kasvaa ilman, että saadaan aikaan oleellisesti voimakkaampi karkottumisvaste. Äänenpainetta ei siis pidä kasvattaa yli normirajojen.

Tärkeä selvitettävä kysymys on se, että sietääkö nälkäinen hylje sellaista kipua, joka saattaa vaarantaa sen kuuloaistin. Muun muassa Götz & Janik (2010) ovat todenneet, että hylkeiden reaktio karkottimen ääniin riippuu niiden motivaatiosta ravinnonhankintaan sekä niiden mahdollisesta oppimisesta liikkumaan karkottimen läheisyydessä. Tarjolla oleva ruoka saattaa houkuttaa eläimiä sietämään voimakkaampaa ääntä kuin ilman ruokaa olevassa tilanteessa. Tästä aiheesta ei ole toistaiseksi kuitenkaan olemassa kovinkaan paljon tutkimusnäyttöä.

Useimmissa markkinoilla olevissa karkottimissa äänisignaalia ei valmistajien antaman tiedon perusteella lähetetä heti täydellä teholla, vaan signaalin voimakkuus on aluksi alhainen (ns. pehmeä käynnistystoiminto). Tämä saattaa ainakin periaatteessa antaa hylkeelle mahdollisuuden kääntyä ja siirtyä hiukan kauemmaksi karkottimesta ennen kuin äänisignaali saavuttaa täyden voimakkuuden. Tästä asiasta ei kuitenkaan ole tutkimustietoa.

Tutkimustulokset hylkeiden kuulovaurioista on usein saatu epäsuorilla havainnoilla ja pääosa tutkimuksista on tehty vanhemman sukupolven karkottimilla, joissa varsinkin äänisignaalien voimakkuus, kesto ja lähetystaajuus on saattanut olla merkittävästi suurempi kuin uudemman teknologian karkottimissa. Vanhemmissa karkottimissa on usein myös käytetty laajempaa taajuusalueita kuin nykyisissä karkottimissa ja lisäksi niiden äänisignaalin rakenne ja signaalien tauotus on monotonisempi, mikä voi edesauttaa hylkeiden tottumista karkottimen ääneen.

Hylkeiden kuulotutkimuksissa yksilömäärät ovat olleet usein erittäin pieniä ja yksilöiden välillä on kuulossa ollut suuria eroja (esim. Sills ym. 2015). Tämä tuo tuloksiin suurta epävarmuutta.

### 5.3.2. Kalat

Kalojen kuulo eroaa merinisäkkäistä monin tavoin. Suurin osa kalalajeista ja myös monet vedessä elävät selkärangattomat ovat herkkiä äänikentän paikallisille hiukkasliikkeille, mutta ne eivät ole herkkiä ääniaallon painekomponentille (Popper & Hawkings 2016). Niiden kuuloaistin ei siksi uskota vahingoittuvan yhtä helposti kuin nisäkkäiden kuulon. Sellaiset kalalajit, joilla on kaasulla täytetty ontelo kuten uimarakko, voivat kuitenkin havaita äänenpaineen, koska kaasulla täytettyyn onteloon osuva paineaalto lisää hiukkasten liikettä, joka stimuloi sisäkorvaa (Popper & Hawkings 2016). Sellaisia lajeja, joilla on uimarakko ovat muun muassa monet turska- ja sillikalat ja monet meidän rannikollamme tavattavat kalalajit kuten särki- ja ahvenkalat. Niille voimakkaat äänet voivat aiheuttaa ongelmia (Slabbenkoorn ym. 2010, Popper & Hawkings 2016).

Hyljekarkottimien ei ole todettu vaikuttavan kalojen käyttäytymiseen (mm. Kastelein ym. 2008, Götz & Janik 2013). Kalojen kuuloalue on herkimmillään matalissa taajuuksissa ja suurin osa lajeista ei siksi reagoi karkottimien lähettämään ääneen (Hawkins & Jonhstone 1978, Amoser & Ladich 2005, Mann ym. 2007). On kuitenkin syytä huomata, että kalalajit eroavat aistiominaisuuksiltaan. Sillin (*Clupea harengus*), jonka kuuloaisti on kalojen joukossa erinomaisen hyvä, kuuloherkkyys on suurimmillaan noin 200–500 Hz:n taajuusalueella, mutta sen on havaittu reagoivan jopa 4 kHz ääneen 170 dB voimakkuudella (Kastelein ym. 2008). Hyljekarkottimien valmistajat katsovat, että kun hyljekarkottimen lähettämän äänen taajuus on yli 1 000 Hz (1 KHz), suurin osa kaloista ei reagoi ääneen millään tavoin. Mutta on olemassa kalalajeja, jotka voivat kuulla ääniä jopa 3 000–5 000 hertsin taajuudelta (Slabbenkoorn ym. 2010) ja jopa oleellisesti korkeampiakin taajuuksia, kun niitä toistetaan tiheästi (Wilson ym. 2011).

### 5.3.3. Vesilinnut ja muut eläimet

Itämeren alueella on lukuisia sekä pysyvästi asuvia, että talvehtivia lintulajeja, jotka sukeltavat hakiessaan ruokaa vedestä. Vaikka lintujen ilmassa tapahtuvaa kuuloa on tutkittu paljon, sukeltavien lintujen vedenalaisesta kuulosta tiedetään melko vähän. Yleisesti ottaen linnuilla kuulo sukeltaessa on herkimmillään matalalla 1–3 kHz taajuusalueella ja vain harvat linnut voivat kuulla vielä yli 4 kHz:in taajuuksia (Dooling 1992, Therrien 2014). Merimetson kuuloaistia sen ollessa sukelluksissa on tutkittu ja sen kuuloaisti vedessä on todettu melko hyväksi (Anderson Hanson ym. 2017). Merimetso kuulee parhaiten veden alla noin 1–2 kHz taajuuksia, ja yli 5 kHz taajuuksilla äänen pitää olla erittäin voimakas (120 dB), jotta lintu havaitsee sen (Larsen ym. 2020). Merimetson kuulo vedessä on siis herkimmillään alhaisemmalla taajuudella kuin millä yleisimmin käytössä olevat karkottimet toimivat. Lijoella todettiin syksyllä 2022 joutsenten ruokailevan karkottimien välittömässä läheisyydessä. On epätodennäköistä, että karkottimet vaikuttaisivat erityisen haitallisesti sukeltaviin lintuihin. Sukeltavat merilinnut saattavat kuitenkin reagoida karkottimen ääneen sukeltaessaan lähellä toiminnassa olevaa karkottinta ja kuulovaurion riski voi silloin olla olemassa. Asiasta tarvitaan lisää tutkimustietoa.

Myös saukot ja muut sukeltavat nisäkkäät saattavat reagoida kutakuinkin samalla tavoin kuin hylkeet, vaikka niiden kuuloaisti tuskin toimii vedessä täysin samalla lailla kuin hylkeillä. Sellaiset maanisäkkäät, jotka liikkuvat rannoilla ja uivat vedessä (hirvieläimet, karhut, yms.) saattavat kuulla karkottimen lähettämän äänen (harvakseen kuuluva siritys) veden pinnan päälle, mutta se ei ehkä suuresti haittaa niiden hyvinvointia. Tilanne voi kuitenkin olla toinen, jos ne laittavat päänsä veden pinnan alle karkottimen lähellä.

Selkärangattomiin vesieläimiin karkottimilla ei ole arvioitu olevan merkittävää vaikutusta (Götz & Janik 2013), vaikka tutkimuksia tästä aiheesta ei juurikaan ole tehty. On kuitenkin osoitettu, että monet selkärangattomat tunnistavat voimakkaan melun ja voivat jopa vahingoittua melun vaikutuksista (Aguilar de Soto 2016, Sole ym. 2023). On mahdollista, että tutkimukset tuovat jatkossa esille Itämeressä eläviä selkärangattomia, joita hyljekarkottimien äänisignaalit voivat häiritä.

## 5.4. Pyöriäinen vaatii erityistä huomiota

### 5.4.1. Pyöriäinen on vedenalaisille äänille erityisen herkkä

Maailmalla kannetaan erityistä huolta hyljekarkottimien mahdollisista vaikutuksista pienvalaiden, erityisesti delfiinien ja pyöriäisten, hyvinvointiin, ravinnonhakuun ja lisääntymiseen (Johnston 2002, Olesiuk ym. 2002, Brandt ym. 2013, Kastelein ym. 2013). Kaikki valaslajit Euroopassa ovat EU:n luontodirektiivin tiukasti suojeltavia eläimiä, mikä tarkoittaa, että niitä ei saa tarkoituksella häiritä ihmisen toimilla. Termiä "häiriö" ei kuitenkaan ole määritelty. Koska on pitävästi osoitettu, että vedenalaiset äänet ja kuulo ovat keskeinen osa monien merinisäkkäiden ja erityisesti valaiden elintärkeitä käyttäytymistoimintoja (Mooney ym. 2012, Wisniewska ym. 2016), on selvää, että hyljekarkottimien käyttö voi häiritä valaita. Siksi on huolehdittava siitä, että karkottimien lähettämä ääni ei aiheuta niille kohtuutonta haittaa.

Pyöriäinen on ainoa valaslaji, joka elää pysyvästi Itämerellä ja jota tavataan säännöllisesti myös Suomen vesillä (Viquerat 2014). Havainnot muista valaista ovat hyvin satunnaisia. Pyöriäinen oli vielä 1900-luvun alussa melko tavallinen, mutta nykyisin se on äärimmäisen uhanalainen vieras meidän vesillämme ja käytännössä myös koko Itämeressä aivan sen lounaisia osia lukuun ottamatta. On kuitenkin olemassa viitteitä, että viime aikoina Itämeren pyöriäiskannan heikkeneminen on saattanut pysähtyä (Owen ym. 2021).

Syyt pyöriäisten aikaisempaan vähenemiseen Itämerellä ovat olleet moninaisia. Siihen on eri aikoina vaikuttanut muun muassa metsästys, kalanpyydyksiin tarttuminen, laivaliikenteen vilkastuminen, elinympäristöjen tuhoutuminen sekä ympäristömyrkyt. Itämeressä lisääntynyt vedenalainen äänimelu on myös voinut vaikuttaa haitallisesti pyöriäisiin. Melulähteitä merialueilla ovat esimerkiksi erilaisten vedenalaisten töiden (mm. energiantuotantoon ja -siirtoon tai muuhun infrastruktuuriin liittyvät työmaat) yhteydessä tehtävät räjäytykset ja paalutukset, kasvava laivaliikenne, laivastojen käyttämät vedenalaiset akustiset järjestelmät sekä laivoissa käytettävät kaikuluotaimet. Kalanpyydyksiin takertumista pidetään kuitenkin vakavimpana uhkana Itämeren pyöriäiskannan elpymiselle (SAMBAAH 2016).

Pyöriäinen on vedenalaisille äänille erityisen herkkä laji (HELCOM 2019). Kuulo on pyöriäisen keskeinen aisti ja siksi sen kuuloherkkyys on erinomainen ja kattaa laajan taajuusalueen (Andersen 1970, Popov ym. 1986, Kastelein ym. 2002, 2010). Pyöriäinen on lähes täysin riippuvainen äänisignaaleista ravinnonhauksaan ja navigoinnissa, ja signaalit ovat ratkaisevan tärkeitä myös lisääntymiseen ja kommunikointiin liittyvissä toiminnoissa (Clausen ym. 2010). Pyöriäisten on todettu olevan erityisen herkkiä impulsiivisen melun aiheuttamille häiriöille. Herkimpiä meluhäiriöille ne ovat poikimisen ja imetyksen aikana kesä-syyskuussa ja myös läpi syyskuukausien. Pyöriäisten kaikupaikannukseen käyttämien napsautusten taajuus keskittyy noin 130 kHz:n taajuusalueelle (Villadsgaard ym. 2007). Pyöriäisen kuulo ja kaikupaikannuskyky ei näin ollen ole erityisen herkkiä merten normaalille matalataajuiselle taustamelulle (Kastelein

ym. 2005). Hyljekarkottimet sen sijaan tuottavat äänisignaaleja, joiden taajuus on pyöriäisten herkällä kuuloalueella (Mikkelsen ym. 2017).

Pyöriäisten käyttäytymismuutoksia on tutkittu lähinnä impulsiivisen melun yhteydessä. Lucke ym. (2009) saivat aikaan käyttäytymismuutoksia vankeudessa pidetyssä pyöriäisessä, kun se altistettiin äkilliselle 174 dB vedenalaiselle melutasolle. Tuulipuistojen paalutustöissä pyöriäisten reaktioita on dokumentoitu jopa 20 kilometrin etäisyydellä paalutuspaikasta (Tougaard ym. 2009, Brandt ym. 2011, Dähne ym. 2013, Pirotta ym. 2014). Joillekin alueilla pyöriäiset palasivat jo muutaman päivän kuluttua (Brandt ym. 2011, Dähne ym. 2013), mutta yhdellä alueella pyöriäisten määrä ei palannut paalutusta edeltävälle tasolle edes yli 10 vuoden kuluttua rakentamisesta (Teilmann & Carstensen 2012). Pyöriäisten on osoitettu reagoivan voimakkailla käyttäytymisreaktioilla merenkulun aiheuttaman melun keski- ja korkeataajuisiin komponentteihin (250 Hz–63 kHz) jo suhteellisen alhaisilla äänen voimakkuustasoilla (123 dB) (Dyndo ym. 2015).

Itämeren ulkopuolella on tehty joitakin pienvalaisiin kohdistuvia tutkimuksia, joissa valaat ovat usein osoittaneet melko voimakkaita reaktioita karkottimiin (Johnston 2002, Morton & Symonds 2002, Olesuik ym. 2002, Brandt ym. 2013, Coram ym. 2014). Useissa tutkimuksissa on myös havaittu, että pienvalaat voivat kuulla karkottimien äänen hyvin pitkälle. Brandt ym. (2013) havaitsivat, että karkottimet vaikuttivat pyöriäisiin jopa 7,5 kilometrin päässä ja niiden määrä väheni selvästi 750 metrin säteellä karkottimesta verrattuna tilanteeseen ennen karkottimien käyttöä. Toisaalta eräässä Skotlannissa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että vaikka pyöriäiset yleensä pyrkivät välttämään alueita, joilla karkottimet ovat toiminnassa, niiden on myös havaittu ruokailevan karkottimien läheisyydessä (Northridge ym. 2010).

On olemassa riski, että hyljekarkottimet aiheuttavat pyöriäiselle sen kuulon heikkenemistä (mm. Götz & Janik 2013, Lepper ym. 2014). On kuitenkin huomattava, että karkottimien lähettämän äänen aiheuttamia kuulovaurioita valaille on vaikea tutkia, koska sellaisia koejärjestelyjä ei sallita, joissa eläintä vahingoitettaisiin. Mallinnustutkimukset viittaavat siihen, että kuulon heikkeneminen on mahdollista varsinkin, jos altistuminen äänelle on kestänyt pitkään (useita tunteja) ja eläimet ovat olleet lähellä äänilähdettä (Götz & Janik 2013, Kastelein ym. 2013). Käytännössä tällainen pitkäaikainen altistuminen ei kuitenkaan ole todennäköistä, koska eläimet yleensä pyrkivät hakeutumaan pois epämiellyttävää ääntä lähettävästä lähteestä. Todellisissa olosuhteissa myös paikalliset ympäristöolosuhteet, kuten veden syvyys, pohjasedimentin tyyppi sekä merenpohjan ja rannikon monimuotoisuus ja topografia, voivat suuresti vaikuttaa äänisignaalien leviämishäviöön. Vaihtelevia ympäristöolosuhteita on vaikea ottaa huomioon mallinnustutkimuksissa.

On myös merkillepantavaa, että monet tutkimukset, jotka osoittavat karkottimien kielteisiä vaikutuksia pienvalaisiin, perustuvat vanhemman sukupolven karkottimilla tehtyihin tutkimuksiin. Näiden laitteiden teknologiassa ja signaalin muodostuksessa ei juurikaan otettu huomioon vaikutuksia pienvalaisiin. Tutkimuksien tulokset ovat myös vaikeasti tulkittavia, koska otoskoko on niissä usein pieni ja havaintojen kesto lyhyt. Tiedon vähyydestä riippumatta selvää kuitenkin on, että karkottimia tulee käyttää harkiten sellaisilla alueilla, joissa liikkuu pienvalaita kuten pyöriäisiä.

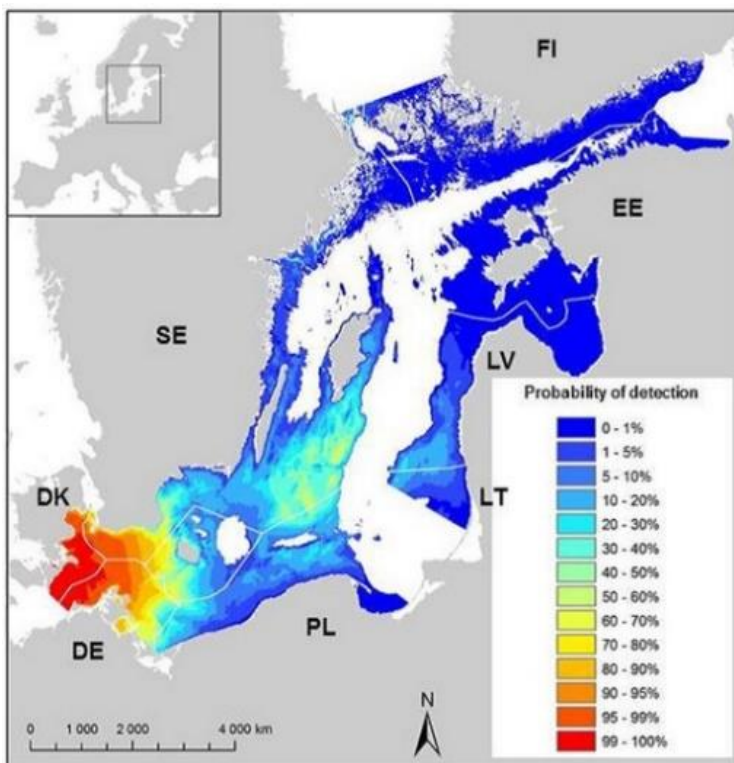
Pyöriäisen kuulo on merkittävästi (jopa 15–30 dB) herkempi kuin hylkeen kuulo niillä taajuuksilla, joilla hyljekarkottimet tavallisimmin toimivat. Tämän takia samalla etäisyydellä äänilähteestä ne havaitsevat karkotinäännet kovempina kuin hylkeet ja ovat siten hylkeitä oleellisesti herkempiä karkotinäänille (mm. Mikkelsen ym. 2017). Uuden sukupolven karkottimien toimintaperiaate ottaa mahdollisimman hyvin huomioon erilaiset riskit pienvalaille, kuten pyöriäisel-

le. Karkottimien osalta on syytä myös todeta, että karkottaessaan pyöriäisiä ne voivat samalla estää pyöriäisten takertumista ja hukkumista pyydyksiin. Karkottimilla voi näin ollen olla myös positiivisia vaikutuksia pyöriäisiin.

Erityisesti pienvalaiden kuten pyöriäisten ja delfiinien takertumista kalanpyydyksiin pyritään vähentämään ns. pingereiden avulla (kts. lisää kappaleessa 2). Pingereiden osalta ei olla erityisen huolestuneita niiden vaikutuksista pienvalaiden kuuloaistiin, koska pingereiden lähettämän äänen paine on melko pieni. Huolena on enemmänkin ollut se, että häiritäkö pingereillä pienvalaiden liikkumista niille tärkeissä elinympäristöissä (Cox ym. 2001, Carlstrom ym. 2009, Koschinski 1997). Selvää vaikutusta ei ole toistaiseksi osoitettu. Pienvalaiden mahdollista tottumista pingereiden pitkäaikaiseen käyttöön on tutkittu ja useissa tutkimuksissa on tultu siihen johtopäätökseen, että tottumista ei tapahtunut (esim. Vinther & Larsen 2004, Palka ym. 2008, Carretta & Barlow 2011).

#### 5.4.2. Pyöriäinen on harvinainen Suomen rannikolla

Itämeren valtioiden vuosina 2011–2015 yhteistyönä toteuttama SAMBAH-hanke (SAMBAH 2016) tuotti tietoa pyöriäisten esiintymisestä Itämerellä meren pohjaan asennettavan kuuntelulaitteeverkoston avulla. Hankkeessa havaittiin kesäaikana (Kuva 15) kaksi merkittävää esiintymiskeskittymää, yksi Itämeren lounaisosassa ja toinen Gotlannin eteläpuoleisella avomerimatalikolla. On oletettavaa, että kyseiset alueet ovat Itämeren pyöriäiskannan keskeisiä lisääntymisalueita ja sen myötä myös kannan selviytymisen kannalta tärkeitä alueita. Talviaikana pyöriäiset ovat jonkin verran tasaisemmin jakautuneet, mutta levinneisyys painottuu eteläiselle ja lounaiselle Itämerelle. Puolan rannikko sekä Ruotsin itärannikko Ahvenanmerelle saakka kuuluvat Itämeren pyöriäispopulaation talvehtimisalueeseen. Itämeren jäättilanne voi vaikuttaa merkittävästi pyöriäisen talviaikaiseen levinneisyyteen.



**Kuva 15.** Pyöriäisen esiintymistodennäköisyys (yksilöitä neliökilometrillä) Itämeressä elokuussa. Esiintyminen painottuu Itämeren lounaisosiin. Kuvan lähde: SAMBAH Life+ (2016)

SAMBAH-hankkeen tulosten perusteella Itämeren pyöriäispopulaation koko on arvioitu olevan lisääntymiskaudella noin 500 yksilöä. Levinneisyysalueellaan pyöriäinen viihtyy rannikoiden tuntumassa ja matalilla merialueilla. Pyöriäiset parittelevat yleensä touko-elokuussa ja 10–11 kuukauden tiineysjakson jälkeen naaraat synnyttävät yhden poikasen 1–2 vuoden välein (Lockyer 2003). Vastasyntyneitä poikasia imetetään vähintään 8 kuukautta ennen vieroitusta (Bjørge & Tolley 2009). Useimmiten pyöriäisiä tavataan yksin tai pienissä 2–3 yksilön ryhmissä, jotka koostuvat usein emosta ja poikasesta.

Ympäristöministeriö on vuodesta 2000 alkaen pyytänyt vuosittaisessa pyöriäishavainto-kampanjassaan kansalaishavaintoja pyöriäisistä Suomen merialueella. Vuoteen 2015 mennessä oli tehty 63 hyväksyttyä pyöriäishavaintoa 113 yksilöstä. Vuosittainen havaintomäärä vaihteli yhdestä seitsemään ja havaittujen eläinten määrä yhdestä 16 yksilöön. Yksinäisiä pyöriäisiä on nähty eniten kesällä. Kolmen tai useamman yksilön ryhmistä on eniten havaintoja talvisin. Suomen vesiltä ei ole havaintoja suuremmista parvista. Pääosa havainnoista on ollut Ahvenanmaan ja Saaristomeren eteläpuoliselta avomerialueelta. Saaristomereltä ja Suomenlahdelta on molemmista yksi havainto. Kaikki akustiset havainnot on tehty talvi- ja kevätaikaan, joulukuun ja toukokuun välisenä aikana, kun taas oletetut näköhavainnot on tehty kesällä.

On tärkeää huomata, että varmistettuja havaintoja pyöriäisistä on toistaiseksi tehty pääasiassa vain avomerialueilla, joilla hyljekarkottimia tuskin koskaan tullaan käyttämään. Tämä tilanne voi kuitenkin muuttua pyöriäiseen kohdistuvien havainnointijärjestelmien kehityessä. Koska pyöriäisiä joka tapauksessa esiintyy harvalukuisina Itämeren pohjoisosissa, ja koska karkottimet voivat vaikuttaa haitallisesti pyöriäisten käyttäytymiseen ja ravinnon hankintaan, pyöriäiseen kohdistuvat riskit on tunnistettava ja otettava huomioon karkottimien valinnassa ja käytössä myös Suomen rannikolla.

## 6. Eri intressiryhmien näkemykset hyljekarkottimien käytettävyydestä

### 6.1. Sidosryhmien haastattelun toteutus

Hyljekarkottimien käyttöön liittyy monenlaisia varauksia ja rajoitteita, jotka on syytä ottaa huomioon jatkotoimenpiteissä. Luonnonvarakeskus selvitti osana tämän raportin laadintaa keskeisten sidos- ja intressiryhmien näkemyksiä hyljekarkottimien hyväksyttävyydestä, käytettävyydestä ja soveltuvuudesta hyljevahinkojen torjunnassa. Sidosryhmiltä pyydettiin myös näkemyksiä tulevaisuuden tutkimustarpeista karkottimiin liittyen. Haastatelluille tahoille esitettiin seuraavat kysymykset, jotka lähetettiin heille sähköpostilla (suomeksi ja ruotsiksi):

1. Miten työsi tai harrastuksesi liittyy hylkeisiin ja/tai hyljekarkottimiin?
2. Kokemuksesi/näkemyksesi hyljekarkottimista?
3. Oletko kokenut hyötyä tai haittaa karkottimista – mitä se on ollut?
4. Näetkö karkottimilla kalakantoja ja/tai hylkeitä suojelevia näkökulmia?
5. Onko sinulla jotain huolia tai varauksia, joita karkottimiin liittyy?
6. Oletko havainnut, että hyljekarkottimista olisi aiheutunut jotakin haittaa ihmisille, eläimille tai ympäristölle?
7. Oletko valmis hankkimaan karkottimen, jos sen hinta olisi sopiva, tai oletko organisaatiosi taholta valmis tukemaan karkottimien hankintaa?
8. Näetkö mahdollisena ja hyväksyttävänä, että rannikolle muodostetaan karkottimien avulla hyljevapaita alueita esimerkiksi sulkemalla joitakin merenlahtia tai jokisuita karkottimilla?
9. Muut mahdolliset näkökulmat hylkeiden karkottamisesta?

Kysymykset lähetettiin keväällä 2023 yhteensä 62 eri taholle ja vastaukset saatiin 36 organisaatiolta tai henkilöltä. Vastaajista viisi edusti hallintoa ja tutkimusta. Neljä vastausta saatiin rannikon Kalaleadereiltä (kalatalouden paikallisia toimintaryhmiä) ja seitsemän rannikon alueellisilta kalastajajärjestöiltä. Rannikon kaupallisilta kalastajilta saatiin 13 vastausta ja yksi vastaus vesiviljely-yritykseltä. Vastauksia saatiin myös yhdeltä kalatalousalueelta, yhdeltä jakokunnalta, kahdelta osakaskunnalta, yhdeltä kotitarvekalastajalta ja yhdeltä kalastusoppaalta. Myös Suomen Luonnonsuojeluliitolta saatiin vastaus. Haastattelu ei ollut kattava eikä täytä tieteellisen tutkimuksen kriteereitä, eikä sen myöskään ollut tarkoituskaan täyttää sellaisia kriteereitä. Vastauksien perusteella saatiin kuitenkin suuntaa antavia tietoja eri sidosryhmien näkemyksistä koskien hyljekarkottimien soveltuvuutta ja hyväksyttävyyttä hyljevahinkojen torjunnassa.

### 6.2. Sidosryhmähaastattelun yhteenveto

**Maa- ja metsätalousministeriön** edustaja totesi, että hyljekarkottimet ja menetelmät niiden käyttämiseksi ovat viime vuosina kehittyneet merkittävästi ja muodostavat tärkeän keinon hyljevahinkojen vähentämisessä. Ministeriön näkemyksen mukaan karkottimia voidaan myös käyttää kalakantojen suojelemiseksi sulkemalla saariston kriittisiä alueita tai jokialueita, kuten on jo osoitettu lijoella. Samalla myös hylkeitä suojellaan, koska ne siten pysyvät loitolla ihmisistä ja puydyksistä. On tärkeää varmistaa, että karkottimien käyttö saa puolustusvoimien

hyväksynnän sellaisilla alueilla, jotka puolustusvoimat katsoo kriittisiksi. Myös pyöriäisen todennäköiset esiintymisalueet on otettava huomioon karkotinteknologian valinnassa ja karkottimien käytössä. Hyljevapaiden alueiden osalta on jo saatu alustavaa näyttöä Naantalín alueella. Jokialueilla karkottimien avulla voitaneen osaltaan huolehtia vaarantuneista kalakannoista ja mädinhankinnasta. Suuntaus on kalatalouden kannalta toivottava. On hyvä, että karkottimien käyttöön liittyvää koe- ja kehittämistoimintaa tehdään läheisessä yhteistyössä kalastajien ja muiden sidosryhmien kanssa.

**Varsinais-Suomen ELY-keskuksen** edustaja totesi, että kalastajilta saadun palautteen perusteella kehitystä parempaan suuntaan on tapahtunut karkottimien osalta. Laitteiden suuri koko, paino ja akkujen vaihto ovat edelleen miinuksena. Hyljevapaat pyyntialueet olisivat toivottavia ja tärkeiden kutualueiden ja arvokkaiden vaelluskalajokien hylkeiltä eristäminen olisi hyödyllistä.

**Ympäristöministeriön** edustaja oli epäilevä hyljekarkottimien hyväksyttävyyden suhteen. Hän totesi, että ne toki voivat karkottaa hylkeitä, mutta keskeinen kysymys on mitkä ovat niiden vaikutukset muihin vesieliöihin (pyöriäinen, vesilinnut, kalat, selkärangattomat) ja myös hylkeisiin itseensä (esim. kuulo). Näistä asioista olisi saatava tarkempaa tietoa ennen kuin karkottimia aletaan käyttää laajemmin. Lisäselvityksiä tarvitaan myös karkottimien vaikutuksista vedenalaiseen melutasoon. Karkottimien käytössä tulee ottaa huomioon EU:n meristrategiadirektiivin melua koskevat tavoitteet, joiden mukaan energian mereen johtaminen, mukaan lukien vedenalainen melu, ei saa olla sellaista, että se vaikuttaa haitallisesti meriympäristöön. Ympäristöministeriö ei tunnista karkottimien käyttöön liittyviä mahdollisia suojelunäkökulmia kalakantojen osalta, koska kalakantojen tilaan vaikuttavat myös monet muutkin tekijät kuin hylkeet. Hylkeiden osalta ministeriö ei myöskään näe karkottimien mahdollisesti tuomaa suojelunäkökulmaa, koska hylkeet altistetaan melulle. Ministeriön mielestä olisi selvitettävä karkottimien vaikutukset hylkeisiin (erityisesti kuuloaistiin) ja niiden kommunikointiin ennen kuin karkottimien laaja-alainen käyttö voi alkaa. Ympäristöministeriön huolet liittyvät myös karkottimien laajempiin ja pitkäaikaisiin vaikutuksiin, mukaan lukien eläinsuojelulliset ja muut eettiset näkökohdat. Ennen kuin hyljevapaita alueita aletaan suunnitella, pitää olla hyvät tiedot karkottimien vaikutuksista. On myös selvitettävä, mitkä ovat tällaisten hyljevapaiden alueiden vaikutukset toisille alueille. Siirretäänkö ongelma vain toiselle alueelle? Olisi myös saatava tarkempaa tietoa, miten laajasti näitä karkottimia on tarkoitus käyttää ja onko käyttö ympärivuotista. Ympäristöministeriö myös huomauttaa, että merenlahtien tai jokisuiden sulkeminen hylkeiltä ei ole yhteensopiva ympäristön ja luonnon monimuotoisuuden suojelutavoitteiden kanssa. Suomi on muiden maiden kanssa sitoutunut Montrealin maailmanlaajuisen luonnon monimuotoisuuskehityksen, EU:n Biodiversiteettistrategian sekä HELCOMin Itämeren toimintaohjelman tavoitteisiin. Ministeriö ei siinä valossa näe hyljevapaiden alueiden luomista kovinkaan hyväksyttävänä. Jos niitä halutaan kuitenkin edistää, tarvitaan riittävää tutkimusta kaikista edellä mainituista asioista, jotta voidaan jo etukäteen ennakoita mahdolliset ongelmat ja vähentää haitallisia vaikutuksia.

**Suomen ympäristökeskuksen (Syke)** edustaja totesi, että hyljekarkottimien käyttö ilmeisesti on hyödyllistä hyljesivusaaliiden ehkäisyn vuoksi. Karkottimien käytön tulisi kuitenkin olla luovanvaraista toimintaa, jossa otetaan huomioon ajalliset ja alueelliset näkökulmat esimerkiksi hylkeiden lisääntymisaikoina. Vaikka karkottimet suojaavat hylkeitä sivusaaliiksi joutumiselta, ne saattavat häiritä kaloja ja hylkeitä jatkuvalla vedenalaisen melun tuottamisella. Hyljevapaiden alueiden hyväksyttävyyden riippuu siitä, kuinka tärkeitä nämä alueet ovat hyljekannoille ja

kalastukselle. Jos voidaan näyttää toteen, että ne ovat kalastukselle tärkeitä, eikä niinkään hyljekannoille, hyljevapaat alueet voivat olla hyväksyttävä keino.

**Traficom**in edustaja totesi, että jos karkotin on sijoitettuna väyläalueen ulkopuolelle, Traficom hyväksyy karkottimen käytön. Väylille niitä ei saa sijoittaa, eikä edes väylien pohjalle. Väyliä läheisyydessä toimittaessa lupa Traficomilta on tarpeen.

Rannikolla toimivat **Kalaleaderit** (edustavat kalatalouden paikallisia toimintaryhmiä) toivat esille epäilyksiä ja mahdollisuuksia hyljekarkottimien käytössä hyljevahinkojen torjunnassa. Ensisijaisena keinona hyljevahinkojen vähentämisessä nähtiin hyljekantojen pienentäminen. Karkottimien todettiin yksittäisillä kalastajilla toimivan kohtuullisen hyvin varsinkin ponttooniryssä kalastettaessa, mutta menetelmä nähtiin työlääksi ja kalliiksi. Lisäksi todettiin, että verkkopyynnissä karkottimista ei juurikaan ole apua. Esitettiin myös näkemyksiä, että hyljekarkottimilla ainoastaan siirretään ongelmaa muualle. Tämän estämiseksi kaikilla kalastajilla ilmeisesti pitäisi olla pyydyksissään karkottimet ja niitä tarvittaisiin näin ollen paljon. Vaikka tukiprosentti on hyvä, kaikilla kalastajilla ei ole mahdollisuutta sellaisiin investointeihin. Esitettiin myös kysymys siitä, että tottuvatko hylkeet vähitellen karkottimiin ja väheneekö niiden tehokkuus sitä myöten. Hyljevapaiden alueiden muodostamiseen karkottimien avulla kalaleadereillä oli varovaisen myönteinen kanta, mutta samalla todettiin, sellaisten alueiden perustaminen ja ylläpito vaatii isoja investointeja ja melkoista työpanosta. Alueet nähtiin kuitenkin kokeilemisen arvoisena menetelmänä sekä suomukalojen pyynnin, että niiden kutualueiden suojaamiseksi hylkeiltä. Yhtenä esimerkkinä todettiin, että kun hylje saapuu sellaiselle alueelle, jossa kuhakoiraat suojelevat mätiä, hylkeen vaikutus voi olla katastrofaalinen kuhakannan uusiutumisille. Samalla kuitenkin todettiin, että hylkeiden karkottaminen ei yleisellä tasolla suojele kalakantoja, koska jossakin hylkeet joka tapauksessa syövät. Karkottaminen ei myöskään estä hylkeitä levittämästä kaloihin tarttuvia loisia. Hyljevapaiden alueiden muodostaminen toivottiin tapahtuvan kokonaan yhteiskunnan kustantamana, koska yhteiskunta haluaa suojella hylkeitä niin voimakkaasti.

**Kaupalliset kalastajat** totesivat, että hyljekarkottimien käyttö on sektorin toimijoiden keskuudessa melko laajasti hyväksytty keino hyljevahinkojen vähentämisessä, mutta harvoilla kalastajilla on niistä omakohtaista kokemusta. Osa kalastajista suhtautuu epäillen karkottimien tehokkuuteen ja osa arvelee, että hylkeet tottuvat karkottimiin. Karkottimien tehokkuudesta halutaan lisävarmistuksia. Ne kalastajat, joilla on karkottimia käytössään, pitävät niitä yleensä melko toimivina, mutta kokevat ne useissa tapauksissa turhan työläiksi ja hankaliksi käyttää ja kuljettaa sekä myös kalliiksi. Karkottimien huoltaminen ja jatkuvan sähkösaannin turvaaminen kenttäolosuhteissa ja varsinkin kovassa merenkäynnissä koettiin haastavaksi. Monet kalastajat kuitenkin ilmaisivat kiinnostuksensa testata hyljekarkottimia omassa kalastuksessaan. Suurin osa kalastajista kannattaa hyljevapaiden alueiden muodostamista rannikolle karkottimien avulla ja osa pitää niitä välttämättöminä kalastuksen jatkon kannalta. Samalla tuotiin esille myös se, että hylkeet tulevat yhä useammin mataliin lahtivesiin ravinnon perässä. Useimmat kalastajat totesivat, että karkottimien avulla voidaan suojella myös kalastoa ja eräät totesivat, että niillä suojellaan myös hylkeitä, koska hylkeet pysyvät niiden avulla loitolla pyydyksistä, joihin ne voisivat sotkeutua ja hukkaa. Monet kalastajat kuitenkin toivat esille, että tehokkain keino hyljevahinkojen vähentämisessä olisi hyljekannan pienentäminen. Kalastajat eivät nähneet hyljekarkottimilla olevan suurempia haittoja meren eliöstöön.

**Kalankasvattaja** totesi, että hän on harjoittanut pitkään kalanviljelyä Saaristomerellä ja kokeemusta hyljekarkottimista kertynyt noin 10 vuoden ajalta. Hänellä on lukuisia karkottimia

käytössään ja hän korvaa karkottimet uusilla, kun vanhat rikkoutuvat. Karkottimien korkea hinta suhteessa niiden tuomaan helpotukseen on kuitenkin ongelma. Karkottimet yhdistettynä hyljeverkkojen käyttöön verkkoaltailla estävät tehokkaasti hyljevahinkoja, mutta eivät kokonaan. Vastaaja totesi, että verkkoaltaassa uivat kalat voivat paremmin, jos karkottimet ovat toiminnassa, koska muuten altain ympärillä uivat hylkeet aiheuttavat kaloille huomattavaa stressiä. Vastaajan mielestä karkottimista ei aiheudu haittoja vesieliöstölle. Hyljevapaat alueet hän näkee hyväksyttävänä, mutta ei ole varma niiden toimivuudesta. Saattaa olla, että kalliit investoinnit eivät tuo haluttua lopputulosta. Hänen mielestään pitäisi päästä kiinni ongelman juurisyihin eli hyljekantojen kasvun estämiseen.

**Kalatalousalan alueellisissa järjestöissä** nähdään, että alustavat tulokset hyljekarkottimista ovat olleet lupaavia. Ne parantavat saalista ja suurempi osa saaliskaloista on myyntikuntoisia eikä hylkeen repimiä. Karkottimet voivat myös vähentää hylkeiden repimiä pyydyksiä ja niistä vuosittain korvattavia vakuutussummia. Lisävarmuutta karkottimien tehokkuudesta ja soveltuvuudesta erilaisissa olosuhteissa hylkeiden karkottamiseen tulisi kuitenkin saada, koska karkottimet ovat kalliita ja työläitä käyttää. Niiden käyttö pitäisi tehdä oleellisesti nykyistä helpommaksi ja kevyemmäksi. Järjestöt ovat valmiita tukemaan karkottimien hankintaa siltä osin, kun niillä on siihen rahallisia mahdollisuuksia ja laitteisiin saadaan myös julkista investointitukea. Karkottimien ansiosta hylkeitä saadaan vähemmän sivusaaliiksi rysistä, mikä voidaan katsoa positiiviseksi asiaksi. Eräät ranta-asukkaat ovat valittaneet, että eivät voi kesällä uida karkottimien läheisyydessä. Karkottimien pitää olla turvallisia uimareille. Kalatalousalan järjestöt näkevät hyväksyttävänä ja toivottavana, että rannikolle muodostetaan karkottimien avulla hyljevapaita alueita sulkemalla merenlahtia. Tämä olisi tärkeää jo senkin vuoksi, että ei ole tarkoituksenmukaista, että jokaisella pyydyksellä on oma karkotuslaite, joka maksaa paljon ja vaatii jatkuvaa huolenpitoa. Tämä myös vähentäisi veteen tulevaa vedenalaista melua, koska tarvittava karkottimien määrä olisi pienempi. Hyvin kohdistetuilla hyljevapailla alueilla voisi myös olla kalojen lisääntymisen kannalta etua; ne voisivat suojella esim. kuhan kutupaikkoja. Järjestöt myös korostavat, että hylkeet ovat erityinen uhka jokiin nouseville siikakannoille ja muun muassa Kemijoella ja Lijoella ne ovat suuresti vaikeuttaneet siian mätihankintapyyntiä. Hylkeet vaikuttavat negatiivisesti myös siian luontaiseen kutuun Perämeren jokialueilla. Hylkeet uhkaavat myös jokiin nousevia lohia ja taimenia, jotka tarvitsevat hylkeistä vapaan nousuväylän. Luken vuonna 2022 Lijoella toteuttamaa karkotinkokeilua pidetään onnistuneena ja lupaavana. Lisää kokemuksia ja käytännön opastusta kuitenkin kaivataan ja myös uusia keinoja pitäisi aktiivisesti etsiä. Hyljekarkottimia tulisi jatkossa olla myös vuokrattavana esimerkiksi emokalapyynnin aikoina. Kalatalousalan järjestöissä hyljevapaiden alueiden luomista pidetään hyväksyttävänä ja jopa välttämättöminä. Sen sijaan hyväksyttävänä ei pidetä sitä, että hylkeet pääsevät jokeen kalojen nousun ja kudun aikana. Merkittäviä haittoja karkottimien käytössä ei nähdä.

**Suomen luonnonsuojeluliitto** totesi, että hyljekarkottimilla ilmeisesti voidaan vähentää hylkeiden käyntejä pyydyksillä, mutta jotkut yksilöt voivat sopeutua niihin. Osa hylkeistä voi myös mieluummin kärsiä kipua korvissa kuin olla nälkäinen. Tämä saattaa olla riski niiden kuuloaistille. On ilmeistä, että karkottimien avulla hylkeiden ja kalastuksen välisiä ristiriitoja voidaan vähentää. Kaikkia keinoja kannattaa kokeilla ja seurantatietojen saaminen julkisuu-teen on tärkeää. Myös hyljevapaita alueita voidaan kokeilla, mutta siten, että vaikutuksia seurataan. Pyöriäisen yleistyessä Itämeren pohjoisosissa on mahdollista, että pyydyksissä tarvitaan myös pingereitä estämään pyöriäisten takertuminen pyydykseen. Erilaisia ratkaisuja pitäisi testata.

Kälviän-Ullavan yhteisten vesialueiden **osakaskunnan** edustajan mielestä karkottimien käyttö on tarpeen. Ilman karkottimia pyynti on kannattamatonta. Järkevästi toteutettuna hyljevapaat alueet ovat varteenotettava ja tarpeellinen toimenpide. Marinkaisten yhteisalueiden osakaskunnan edustaja totesi, että paras karkotusmenetelmä on ampuminen. Hän ei näe karkottimilla juurikaan merkitystä ja arvelee, että hylje tottuu niihin erittäin pian. Eli hylkeet oppivat karkottimien vaarattomuuteen ja ampumisen vaarallisuuteen. Veretön karkottaminen ei siksi toimi hylkeillä. Hyljevapaita alueita voidaan kokeilla, kunhan ne eivät haittaa muuta vesiliikennettä ja kalastusta.

**Kotitarvekalastaja** totesi, että hän olisi kiinnostunut kokeilemaan hyljekarkottimia, koska hylkeiden määrä on hänen pyyntialueellaan lisääntynyt huomattavasti. Hän myös totesi, että kudulle valmistautuva mätsiika on hidastunut ja siksi helpohko saalis hylkeille. Näiden mätsiikojen perässä hylkeet hakeutuvat jokeen. Jokisuisto tai jokisuu voisi olla hyvä testauspaikka hyljekarkottimelle. Siian emokaloja ei ole enää saatu riittävästi haudontaa varten; istutusmäärät putoavat. Rahoitusta hyljekarkottimien hankintaan ei ole.

**Kalastusopas** Naantalien Merimaskusta toteaa, että Luken karkottimet ovat siinä ympäristössä, jossa hän työskentelee. Hänen mielestään karkottimet pitävät hylkeet poissa hänen toiminta-alueeltaan. Hän totesi, että yksi paikallinen ammattikalastaja on karkottimiin vedoten häytellyt vapaa-ajan kalastajia pois alueelta sanoen, että karkottimien "sisäpuolinen alue" on tarkoitettu vain ammattikalastajien kalastukseen. Kalastusopas hyväksyy karkottimet, kunhan niiden vuoksi ei ajeta vapaa-ajankalastajia alueelta pois.

### 6.3. Naantalinaukolla tehty vapaa-ajankalastajien haastattelu

Edellä selostetun sidosryhmähaastattelun lisäksi Naantalinaukon alueella tehtiin lokakuussa 2023 kohdennettu vapaa-ajankalastajien haastattelu hyljekarkottimista. Haastattelu tehtiin tällä alueella, koska siellä Luke on jo useamman vuoden tehnyt kokeiluja karkottimien avulla muodostettavasta hyljevapaasta alueesta. Haastattelun tarkoituksena oli selvittää alueella toimivien vapaa-ajankalastajien kokemuksia hylkeistä sekä selvittää mitä mieltä he ovat hyljekarkottimista ja Naantalinaukon sulkemisesta hylkeiltä. Haastattelut toteutettiin 13.–15. lokakuuta keskustelumuoitoisina kolmessa eri paikassa: Särkän venesatamassa, Särkän Grillin alapuoleisella rannalla sekä Ukko-Pekan sillan alueella. Haastattelun aikana 82 ihmistä vastasi suoraan Luken edustajalle ja kaksi vastasi kirjallisesti nettilomakkeen kautta. Pääosa haastateluista oli vapaa-ajankalastajia, mutta mukana oli myös muutama mökkiläinen ja veneilijä.

Suurin osa haastateltavista suhtautui neutraalisti sekä karkottimiin että Naantalinaukon sulkemiseen hylkeiltä. Monessa vastauksessa tuli esille huoli siitä, että hylkeet heikentävät kalastettavia kalakantoja. Useat vastaajat olivat varovaisen positiivisia karkottimia kohtaan, vaikka heille itselleen karkottimista ei olisi hyötyä. Syiksi mainittiin ammattikalastuksen helpottaminen, hylkeiden suojaaminen verkkoihin hukkumiselta sekä pelko siitä, että hylje jäisi kiinni uis-timeen. Muutama vastaaja kuitenkin vastusti karkottimia, koska ne heidän mielestään vähentävät hylkeiden elintilaa. Useampi vastaaja totesi, että karkottimia ei tarvita, koska hylkeet ovat osa luontoa ja niiden pitää saada liikkua luonnossa vapaasti.

Veneestä kalastavat vapaa-ajankalastajat eivät kokeneet karkottimista olevan juuri mitään haittaa, mutta hyvin moni rannalta kalastava vapaa-ajankalastaja totesi, että suoraan kalastuspaikan edessä oleva lautta haittaa suuresti kalastusta. Lautta on heittojen tiellä ja sen ankkuriköysiin takertuu jigejä. Muutama vastaaja nosti myös esille karkottimien aiheuttaman

maiseman pilaantumisen. Pohjaan ankkuroitu karkotin todettiin tässä suhteessa paremmaksi, mutta kalastajien pelkona on osua siihen tai sen kaapeliin uistimella.

Tulosten perusteella voitiin todeta, että tiedottamista on oleellisesti lisättävä. Vaikka melkein kaikki haastateltavat tiesivät jotain karkottimista, tieto oli epätarkkaa ja satunnaista. Ennakkoluulot ja väärät tiedot hälvenevät, kun ihmiset saavat tietoa karkottimien tarkoituksesta ja toiminnasta. Infotaulut karkottimien läheisyydessä auttaisivat tiedottamisessa. Kun karkottimia käytetään alueilla, joissa harjoitetaan vapaa-ajankalastusta, karkottimien sijoittamisessa olisi hyvä kuulla vapaa-ajan kalastajia. Hyvä toimintamalli olisi asettaa karkottimet ja niiden kaapelit paikkoihin, joissa ei juuri kalasteta. Pinnalla olevat karkotinlautat olisi hyvä maisemoida mahdollisimman hyvin, jotta maisema-arvot eivät pilaannu. Olisi myös tarpeellista tuoda esiin tutkittua tietoa karkottimien vaikutuksista hylkeille ennakkoluulojen vähentämiseksi.

#### **6.4. Yhteenveto haastatteluiden tuloksista**

Yhteenvetona haastatteluista voidaan todeta, että karkottimien käyttö on kalataloussektorin keskuudessa melko laajasti hyväksytty keino hyljevahinkojen vähentämisessä, mutta karkottimien tehokkuudesta ja käytettävyydestä halutaan vielä lisävarmistuksia. Karkottimet koetaan työläiksi käyttää ja melko kalliiksi, ja niiden jatkuvan sähkönsaannin turvaaminen kenttäolosuhteissa on usein haastavaa. Osa vastaajista katsoo, että karkottimet eivät ole tehokkaita ja saattavat jopa houkuttaa hylkeitä pyydyksille tai kasvatusalueille. Karkottimien pelättiin myös siirtävän ongelman muualle eli niihin pyydyksiin tai alueille, joissa ei ole karkottimia. Naantalinaukon vapaa-ajan kalastajat suhtautuvat karkottimiin pääosin varovaisen positiivisesti. Karkottimien sijoittamisessa on otettava huomioon muut vedenkäyttäjät ja karkottimista tiedottamista on lisättävä. Infokyltit rannassa ovat tärkeitä.

Varauksellisimmin hyljekarkottimien käyttöön suhtautuu Ympäristöministeriö, joka haluaa varmistuksen sille, että karkottimilla ei aiheuteta kohtuutonta haittaa ja terveysriskejä merieliöstölle. Ministeriö myös toteaa, että karkottimet lisäävät vedenlaista melua, mikä edellyttää varovaisuutta niiden käytössä. Muut sidosryhmät eivät ota karkottimien mahdollisiin haittoihin jyrkkiä kantoja.

Eniten vaihtelua kannanotoissa herätti mahdollisten hyljevapaiden alueiden muodostaminen. On kuitenkin ilmeistä, että monilla vastaajilla ei ollut selvää käsitystä, millaisista alueista olisi kysymys. Kysymyksessä valitettavasti unohdettiin kertoa, että hyljevapaista alueista ei ole ollut tarkoitus tehdä ympärivuotisia vaan ainoastaan kalastuksen kannalta kaikkein kriittisimpinä aikoina toimeenpantavia sulkuja. Olisi myös saattanut olla tarpeen paremmin selvittää, että karkottimet eivät lähetä äänipulsseja jatkuvasti vaan pulssien välillä on enemmän tai vähemmän pitkiä taukoja. Taulukossa 2 on yhteenveto saaduista vastauksista.

**Taulukko 2.** Yhteenveto sidosryhmien näkemyksistä koskien hyljekarkottimien ja hyljevapaisten alueiden hyväksyttävyyttä ja tehokkuutta.

Sidosryhmä	Hyväksyt- täviä	Tehokkaita	Hyljevapaat alueet	Huomioita karkottimista
Maa- ja metsätalousministeriö	kyllä	kyllä	kyllä	Koe- ja kehittämistoiminnan jatkaminen on tärkeää erityisesti hyljevapaisten alueiden osalta.
ELY-keskus	kyllä	kyllä	varauksin	Karkottimien käytännöllisyyttä parannettava
Ympäristöministeriö	suurin varauksin	varauksin	suurin varauksin	Laaja-alainen käyttö vasta kun mahdolliset haitat on selvitetty
Suomen Ympäristökeskus (Syke)	varauksin	kyllä	varauksin	Käyttö luvanvaraiseksi; otettava huomioon myös ajalliset ja alueelliset näkökulmat
Kalaleaderit (rannikon toimintaryhmät)	kyllä	varauksin	varauksin	Paljon kehittämistarpeita. Laitteet kalliita. Hyljevapaat alueet on yhteiskunnan kustannettava.
Kaupalliset kalastajat	kyllä	varauksin	kyllä	Karkottimien tehokkuudesta halutaan lisävarmistuksia. Laitteet kalliita ja työläitä.
Kalankasvattaja	kyllä	kyllä	kyllä	Karkottimien korkea hinta on ongelma
Kalatalousalan järjestöt	kyllä	kyllä	kyllä	Lisätietoa karkottimien tehokkuudesta ja soveltuvuudesta erilaisissa olosuhteissa tarvitaan.
Luonnonsuojelujärjestö	varauksin	varauksin	varauksin	Osa hylkeistä voi sietää kipua; kuulo voi vaarantua
Osakaskuntien edustajat	varauksin	varauksin	varauksin	Eräs edustaja arvelee, että hylje tottuu karkottimeen.
Kotitarvekalastaja	kyllä	ei tietoa	kyllä	Haluaa kokeilla karkottimia. Varsinkin jokeen nousevat hylkeet suuri ongelma.
Kalastusopas (Merimasku)				Uskoo karkottimen pitävän hylkeet poissa hänen toiminta-alueeltaan.
Vapaa-ajankalastajat: Naantalinaukko	varauksin	ei selkeää kantaa	ei selkeää kantaa	Karkottimien sijoittaminen on kriittistä. Tiedottamista karkottimien käytön syistä on lisättävä.

## 7. Tiekartta ja pelisäännöt karkottimien asianmukaiselle käytölle

### 7.1. Tiekartan tavoite

Kuten edellä on tuotu esille, hyljekarkottimien käyttöön liittyy sekä mahdollisuuksia että haasteita. Karkottimet voivat useissa tilanteissa kuitenkin olla laajimmin hyväksyttävissä oleva ratkaisu hylkeiden ja kalastuksen välisen konfliktin lievittämisessä ja yhteensovittamisessa. Karkottimien käyttöä harkittaessa on otettava huomioon sekä hyödyt että haitat. Erityisesti seuraavat keskeiset näkökohdat on otettava huomioon:

1. Missä määrin karkottimilla voidaan lieventää hyljevahinkoja kohtuullisin kustannuksin ja millaisia realistisia muita vaihtoehtoja on hyljekonfliktin ratkaisulle,
2. Mikä vaikutus karkottimien käytöllä on vesieliöstöön, ja
3. Millainen taloudellinen vaikutus karkottimien käyttämättä jättämisellä voi olla kalastus- ja vesiviljelysektoreille.

Alan elinkeinojen olemassaolon ja kehittymismahdollisuuksien ja toisaalta vesieliöstön hyvinvoinnin turvaamisen välillä on löydettävä tasapaino. Samalla on otettava huomioon myös muut vesien käyttäjät. Hyljekarkottimien asianmukaiseen käyttöön ja uusien sovellutusten kehittämiseen liittyy erilaisia näkökulmia, tavoitteita ja kustannuksia. Siksi on tärkeää muodostaa yhteisesti hyväksytty etenemispolku eli tiekartta tarvittaville toimenpiteille sekä hahmottaa hallinnon, tutkimuksen ja kalataloussektorin välistä yhteistyötä, jonka avulla tavoitteisiin voidaan päästä ja luoda yhteiset pelisäännöt. Oleellista on, että karkottimien käyttö ei muutu hallitsemattomaksi ja konflikteja aiheuttavaksi.

HELCOMin Kööpenhaminan Ministerikokouksen julistukseen vuodelta 2013 liittyy Itämeren meriympäristön vedenalaisen melun vaikutusten minimointi (HELCOM 2013). Melun leviämisellä ei saa olla kielteisiä vaikutuksia meren eliöstöön. Jos tällaisia vaikutuksia on, asianmukaiset lieventämistoimenpiteet täytyy ottaa käyttöön. Myös EU:n meristrategiadirektiivi (MSFD 2008) pyrkii varmistamaan Itämeren ja Euroopan merivesien ympäristön hyvän tilan. Vedenalaisen melun osalta tämä tarkoittaa, että ihmisen aiheuttama melu ei saa vaikuttaa haitallisesti meren eliöstöön. Nämä Suomen tekemät sitoumukset on otettava huomioon toimenpiteitä suunniteltaessa.

Meristrategiadirektiivin vedenalaista melua koskevista säädöksistä huolimatta EU:ssa ei toistaiseksi ole yhteisesti sovittuja rajoituksia ja kriteereitä erityisesti hyljekarkottimien käytölle. Mahdolliset käyttörajoitukset ovat kunkin maan paikallisten viranomaisten tai vedenomistajien määräämiä. Esimerkiksi Skotlannissa hyljekarkottimien käyttöä rajoitetaan alueilla, joilla voi olla pienvälaita. Jos tyydyttäviä vaihtoehtoja hylkeiden aiheuttamien haittojen vähentämiseksi ei ole, karkottimien käyttö voidaan Skotlannissa kuitenkin sallia viranomaisen luvalla myös sellaisella alueella, jossa liikkuu valaita. Karkottimet eivät kuitenkaan saa haitata asianomaisten lajien kannan säilyttämisen suotuisan suojelun tasoa niiden luonnollisella levinneisyysalueella. Skotlannissa tiettyjen valmistajien karkotinlaitteet on kielletty eräillä alueilla niiden pienvälaisiin aiheuttaman haitallisen vaikutuksen vuoksi. Kanadan länsirannikolla hyljekarkottimien käyttö on kielletty vesiviljelyssä. Tämä on ilmeisesti tehty sen vuoksi, että karkottimien katsotaan aiheuttavan kohtuutonta haittaa alueen pienvälaille.

Suomen viranomaisista Traficom on antanut ohjeita karkottimien käytölle; väyläalueille ei saa asettaa karkottimia. Puolustusvoimat on antanut ohjeita koskien eräitä kriittisiä ulkomerialueita, joilla hyljekarkottimien käytöstä on syytä sopia erikseen. Rajoituksia voivat tehdä myös paikalliset tahot, kuten esimerkiksi vesialueenomistajat, joilta on aina pyydettävä lupa karkottimien käytölle.

Suomessa ei ole rekisteriä hyljekarkottimista, eikä siten ole olemassa tarkkaa tietoa siitä, missä ja kuinka paljon karkottimia on käytössä. Rekisteri olisi ilmeisesti tarvittaessa mahdollista muodostaa, koska käytännössä lähes kaikki karkottimet hankitaan ainakin tällä hetkellä osittain yhteiskunnan investointituen avulla. Yhteiskunnalla voisi sen perusteella myös olla oikeus joidenkin keskeisten tietojen keräämiseen käyttäjiltä, jos sellaiseen olisi tarvetta.

## **7.2. Mahdolliset alueelliset ja ajalliset käyttörajoitukset karkottimille**

Yhteiskunnalla saattaa olla tarvetta rajoittaa tai ainakin säädellä hyljekarkottimien käyttöä tilanteissa, joissa karkottimet aiheuttavat merkittävää haittaa ympäristölle tai vesieliöstölle. Haittojen minimointi on tärkeää, jotta menetelmä voidaan pitää yleisesti hyväksyttynä. Samalla on pidettävä mielessä, että hyljekarkottimilla pyritään mahdollistamaan kalastuksen ja vesiviljelyn jatkuminen rannikollamme. Rajoituksia asetettaessa on päätettävä, mitkä ovat rajoitusten kriteerit, kuka niistä päättää ja miten niitä valvotaan.

Haittojen pitää olla todellisia ja mieluiten myös dokumentoituja. Tieto meluherkkien lajien alueellisesta ja ajallisesta esiintymisestä on tärkeää, kun määritetään ne alueet ja ajat, jolloin karkottimia ei pitäisi käyttää tai niiden käyttö olisi rajoitettua. Karkottimien käyttörajoitukset saattaisivat olla harkitsemisen arvoisia aikoina ja alueilla, joissa niiden voidaan päätellä aiheuttavan kohtuutonta haittaa vesieliöstölle. Voisi myös olla sellaisia suosituksia, joissa todetaan, että hyljekarkottimien käytön täytyy tapahtua niin, että vedenalaiselle äänelle erityisen herkille lajeille ei aiheuteta liiallista haittaa varsinkaan niiden elämänkaaren kriittisimpinä ajankohtina (parittelu, poikiminen, imetys).

Itämeren osalta kriittisesti tärkeät alueet ja ajankohdat on parhaiten tunnistettu pyöriäisen osalta. Näistä alueista on laadittavissa kartat ja näitä alueita voidaan tarkentaa, kun uusia seurantatietoja tulee saataville. Tässä yhteydessä on syytä kuitenkin huomata, että nykyisen tiedon valossa pääosa hyljekarkottimista on käytössä, ja ilmeisesti myös tulee jatkossa olemaan, sellaisilla alueilla, joissa pyöriäistä ei joko tavata lainkaan, tai tavataan äärimmäisen harvoin.

Hallin ja norpan osalta karkottimien alueellisten ja ajallisten käyttörajoitusten laatiminen ei liene mielekäästä, koska karkottimilla nimenomaan pyritään karkottamaan hylkeitä. Hylkeiden suojelualueilla karkottimien käyttöä ei kuitenkaan pitäisi sallia. Karkottimien tuottamalle äänelle voidaan tarvittaessa asettaa raja-arvoja. Karkottimien käyttöä voitaisiin myös vähentää silloin, kun hylkeiden aiheuttamia vahinkoja on vähemmän. Se vähentäisi vedenalaista melua ja muita karkottimista mahdollisesti aiheutuvia haittoja. Esimerkiksi rannikkokalastuksessa syksy on yleensä vaikeinta aikaa hyljevahinkojen osalta. Vesiviljelyssä hylkeet saattavat olla vaikea ongelma lähes ympäri vuoden, mutta myös viljelyssä syksy on usein vaikeinta aikaa. Intensiivinen karkottimien käyttö voisi keskittyä vaikeisiin jaksoihin.

Mikäli karkottimia käytetään asutuksen tuntumassa, tulee asennuspaikassa huomioida niistä asutukselle tai muulle virkistyskäytölle mahdollisesti aiheutuvat haitat. Ihmisasutuksen,

uimarantojen ja venesatamien läheisyydessä karkottimien käytölle pitää olla selkeät säännöt. Varsinkin niihin vuodenaikoihin, jolloin kyseisillä alueilla on paljon ihmisiä, karkottimen käyttö voisi olla jopa luvanvaraista. Vaikka tilapäinen oleskelu, esimerkiksi veneily tai uiminen karkottimien vaikutusalueella, ei ole haitallista, karkottimien mahdolliset haitat ihmisille on tunnistettava ja otettava huomioon. Karkottimen ääni kantautuu veden pinnalle huomattavasti vaihtelevampana kuin vedessä, ja muun muassa lijoella tehtyjen mittausten perusteella sen ei voida katsoa aiheuttavan ihmiselle pienintäkään kuulovaurion riskiä (Veneranta ym. 2023). Karkottimen ääni voi kuitenkin aiheuttaa joillekin ihmiselle epämiellyttäviä tuntemuksia, vaikka toiset eivät sitä huomaa tai eivät siihen juuri reagoi. Karkottimia ei siksi tulisi sijoittaa ranta-asutuksen, uimarantojen ja muiden vapaa-ajan aktiviteettien välittömään läheisyyteen ja rajana olisi hyvä pitää vähintään 100 m etäisyyttä ranta-alueesta tai uimarannasta. Karkottimien läheisyydessä niiden ääni kuuluu esimerkiksi veneeseen melko voimakkaana, koska ääni heijastuu veneen pohjasta.

Erityisellä varovaisuudella on suhtauduttava karkottimen läheisyydessä sukeltamiseen. Vedenalaisen äänen haittavaikutuksista ihmiselle on melko vähän tietoa, mutta NATOn ohjeistuksen mukaan sotilassukeltajilla on suositus välttää vedessä yli 167 dB ääntä (ks. Veneranta ym. 2023). Eräissä muissa lähteissä rajaksi on esitetty vielä tätä voimakkaampaa ääntä. Näiden tietojen perusteella esimerkiksi US3-karkottimen ääni ei ole sukeltavan ihmisen kuulolle haitallinen, koska äänenpaine jää pienemmäksi kuin sukeltajille määritellyt turvarajat. Aivan laitteen vieressä sukeltaessa kuulovaurion riski on kuitenkin olemassa. Varovaisuus on siksi oleellista karkottimen lähellä sukeltaessa. Sukeltava ihminen toki aistii karkottimen äänen jo oleellisesti kauempaa kuin missä kuulovaurion riski alkaa ja sukeltaja todennäköisesti osaa varoa lähestymästä karkotinta. Suurin riski on silloin, kun sukeltava ihminen ei ole tietoinen lähellä olevasta karkottimesta ja sukeltaa veteen karkottimen lähellä. Riskien välttämiseksi sukeltamisen turvaetäisyys karkottimiin tulisi olla 100–150 m ja karkottimien käytöstä on aina oltava rannassa varoitustaulut.

Vesiliikenne tuo rajoituksia karkottimien käytölle. Karkottimien käyttö on kielletty vene- ja laivaväylillä (Traficom). Toistaiseksi on jossain määrin epäselvää, miten lähelle väylää karkotin saadaan asentaa. Vaikka karkottimet ovat veneväylien ulkopuolella, rannoille on aina laitettava varoitustaulut, joissa kerrotaan mistä on kysymys. Tästä on syytä mainita myös investointitukipäätöksessä.

### **7.3. Karkottimien erilaiset käyttömuodot ja käytön pelisäännöt**

Hyljekarkottimilla on useita erilaisia käyttömuotoja ja niihin jokaiseen liittyy erilaisia tarpeita ja rajoitteita. Tässä kappaleessa käsitellään eri käyttömuotoihin liittyviä pelisääntötarpeita.

Hyljekarkottimien käyttö rysäpyynnin yhteydessä on melko selkeää. Kalastaja voi hankkia kaupallisessa tuotannossa olevan mobiilikarkottimen tai lautalle sijoitetun karkottimen, ja ankkuroida sen rysän tuntumaan. Jos kalastaja käyttää karkotinta yksityisellä vesialueella, hän tarvitsee sen käyttöön vesialueen omistajan luvan.

Rannikon hyljevapaiden alueiden muodostaminen on monimutkaisempi ja useampia tahoja koskeva asia. Menetelmän lähtökohta on se, että hylkeiden pitäminen poissa alueelta kriittisimpinä pyyntiaikoina hoidetaan yhteisvoimin mahdollisimman pienellä määrällä karkottimia. Yksittäisen kalastajan ei silloin tarvitse hankkia omia karkottimia eikä myöskään hylkeenkestäviä pyydyksiä. Keskeiseksi kysymykseksi nousee, miten karkottimet hankitaan ja kuka vastaa

niiden ylläpidosta. Tarvitaan selkeät pelisäännöt laitteiden hankinnalle, asentamiselle ja ylläpidolle. Ilmeisesti usein tarvitaan paikallinen yleishyödyllinen toimija, joka ottaa vastuun ylläpidosta ja toimii hankkeen ”omistajana” ja koordinaattorina. Keskeinen asia voi silloin olla se, miten suurella osuudella alueen kukin kalastaja osallistuu kustannuksiin ja laitteiden ylläpitoon, ja miten mahdollinen investointituki karkottimille saadaan. Osa kalastajista saattaa kieltäytyä tulemasta mukaan karkottimien hankintaan. Lupien saaminen karkottimien asentamiselle salmiin ja karkottimien käytöstä sopiminen vedenomistajien kanssa on oleellisen tärkeää. Jos hyljevapaat alueet yleistyvät, tarvitaan yhteiset suuntaviivat tarvittaville toimenpiteille. Ne on syytä laatia viranomaisten, tutkimuslaitosten, maa- ja vesiomistajien ja alan järjestöjen kanssa. Oleellista on myös paikallisten toimijoiden koulutus laitteiden hankintaan ja asianmukaiseen käyttöön. Jokialueilla mahdollisesti tehtävissä pyyntialueiden sulkemisessa kysymykset ovat varsin samanlaisia kuin rannikolle muodostettavissa hyljevapaissa alueissa.

Kalankasvatuksessa tarvetta on nykytilanteen selkeyttämiseen, koska kasvattajat hankkivat erilaisia laitteita ja asettavat niitä käyttöön vaihtelevalla tavalla. Osaaminen on puutteellista. Olisi tärkeä tehdä suositukset toimivimmista laitteista ja niiden optimaalisesta asentamisesta altaiden äärelle ottaen myös huomioon sähkönsaanti. Samalla voitaisiin myös tehdä malliesimerkkejä siitä, miten karkottimet kannattaa asentaa altaille optimaalisella tavalla ja miten laitteiden sähkönsaanti voidaan turvata.

Autonomisesti liikkuva hyljekarkotin pyritään tuotteistamaan lähivuosina. Se voi tuoda merkittäviä etuja erityisesti kalankasvattajille ja myös muille käyttäjille. Toistaiseksi ei ole tietoa, miten tehokkaasti laite voi karkottaa hylkeitä ja millaiseksi laitteen hinta muodostuu. Traficommin kanssa on jatkettava keskusteluja ja tarkemmin sovittava autonomisesti liikkuvan karkottimen rajoitetun käytön pelisäännöistä ja mahdollisesti tarvittavista poikkeusluvista. Miehittämättömien vesikulkuneuvojen käyttö on Suomessa kiellettyä.

Kaikissa karkotinsovelluksissa on tarvetta tekniikan oikean käytön opastukselle ja teknisen kehityksen huomioon ottamiselle. Nykyaikaiset karkottimet voivat karkottaa hylkeitä tehokkaasti, jos niitä käytetään asianmukaisesti ja ohjeita noudattaen. Karkottimet tulevat kehittymään samalla tavoin kuin muukin teknologia. Hyljekarkottimilla ei useimmissa tapauksissa voida kuitenkaan saavuttaa 100 prosentin tulosta. Hylkeiden joukossa voi olla vanhoja huonokuloisia tai täysin kuuroja yksilöitä, jotka eivät reagoi millään tavoin karkottimiin. Nälkäinen hylje voi myös olla valmis sietämään epämiellyttävää ääntä hankkiessaan ravintonsa. Voi myös olla tilanteita, joissa taustamelu on niin suuri, että äänivalliin syntyy katvealueita, joista hylje pysyy uimaan läpi ilman ongelmia.

## **7.4. Karkottimien käyttösovellutuksiin liittyvä tutkimus- ja kehitystyö**

Monet hyljekarkottimiin liittyvistä kysymyksistä edellyttävät lisää tutkimustietoa. Erityisesti on paneuduttava karkottimien mahdollisiin haittavaikutuksiin meren eliöstölle, mukaan lukien hylkeet. Ensimmäinen askel on tunnistaa lajit, joihin karkottimien melu voi vaikuttaa erityisen haitallisesti. Tässä voidaan käyttää apuna HELCOMin (2019) esittämää viittä kriteeriä: kuuloherkkyys, tunnettu tai epäilty melun vaikutus, uhkatilanne, kaupallinen arvo ja levinneisyystietojen saatavuus. HELCOM tunnistaa Itämerestä seitsemän lajia, jotka ovat erityisen meluherkkiä ja joihin vedenalainen melu suurella todennäköisyydellä voi vaikuttaa. Tähän ryhmään kuuluu pyöriäinen ja kaikki Itämeressä tavattavat hylkeet. Kaloista turska ja silakka on

tunnistettu meluherkiksi, mutta niiden osalta on kysymys impulsiivisesta melusta, ei niinkään karkottimien aiheuttamasta melusta.

HELCOMin indikaattorijärjestelmän kehitystyössä pyritään löytämään ja asettamaan impulsiivisen ja jatkuvan melun tasot, joilla ei ole haitallisia vaikutuksia meren eläimiin. Jatkuvan melun indikaattorilla pyritään ensisijaisesti käsittelemään eläinten elämälle tärkeiden signaalien peittymistä meluun, kun taas impulsiivisen melun indikaattorin on tarkoitus käsitellä merkittäviä käyttäytymismuutoksia ja fyysisiä vaikutuksia merieläimissä.

Kaikkiin Suomessa käytössä tai kehitteillä oleviin hyljekarkotinsovelluksiin liittyy edelleen monenlaisia parannustarpeita. Pisimmällä ollaan rysäpyydysten ja vesiviljelyssä käytössä olevien verkkoaltaiden hyljesuojauksessa, mutta niitäkin voidaan edelleen kehittää.

Rannikon hyljevapaiden alueiden perustamiseen liittyy huomattavia tutkimustarpeita. On keskeisen tärkeää, että Luken tekemä työ erityisesti Naantalinaukossa saadaan siinä määrin valmiiksi, että menetelmän toimivuutta ja soveltuvuutta voidaan arvioida tutkimustiedon pohjalta. Ennen sitä uusien hyljevapaiden alueiden muodostamisessa rannikolla kannattaa edetä harkiten ja niissä olisi oltava selkeä seurantajärjestelmä, jotta niiden tehokkuutta voidaan arvioida. Ei ole mielekäästä tehdä laaja-alaisia investointeja ja luoda työläitä hankkeita ennen kuin on varmistettu, että systeemi voidaan kohtuullisella todennäköisyydellä arvioida toimivaksi. Huomattavat investoinnit ja panostukset saattavat mennä hukkaan. Tätä asiaa painottivat myös monet sidosryhmien edustajat tämän raportin yhteydessä tehdyssä haastatteluissa. Resurssit kannattaa nykyisessä vaiheessa keskittää sellaisiin hankkeisiin, joista saadaan mitattua ja hyödyllistä tietoa. On myös huomionarvoista, että uudet tutkimusmenetelmät kuten esimerkiksi hylkeiden satelliittimerkintä, avaavat uusia mahdollisuuksia selvittää karkottimien toimivuutta ja lahtialuiden tai jokisuiden sulkemisen vaikuttavuutta. Samalla ehkä saataisiin lisää ymmärrystä sille, minne alueelta "pois pakotetut" hylkeet siirtyvät.

Jokialueille tai jokisuihin tehtäville sulkutoimenpiteille on nykytietämyksen perusteella melko hyvät onnistumisen edellytykset, vaikka tulokset ovat vaihdelleet myös joissa. Jokisuiden tilapäinen sulkeminen tai joen jonkin osan tilapäinen sulkeminen karkottimien avulla on joka tapauksessa teknisesti helpompaa kuin rannikon leveiden ja syvien salmien sulkeminen. Mutta laaja-alaista osaamista sekkin vaatii. Tällä hetkellä kalataloussektorin toimijoilla ei ole vielä riittävää osaamista.

Autonomisesti liikkuvan hyljekarkottimen potentiaali on merkittävä ja sen valmiiksi saamiseen ollaan panostamassa huomattavia resursseja. Jos laite saadaan toimivaksi ja hinta kilpailukyiseksi, se voi olla suuri apu muun muassa merialueen vesiviljelyssä ja sillä voi olla kysyntää myös Suomen ulkopuolella. Toistaiseksi laitteen toimivuuden ja tehokkuuden osalta ei voida kuitenkaan antaa mitään täsmällisiä tietoja. Laite on edelleen kehitysvaiheessa.

Kuvassa 16 on hahmoteltu tiekarttaa erilaisten karkotinsovellutusten kehittämistarpeista (ks. myös Liite 1). Tiekartan avulla voidaan arvioida, millaisia kehityspanostuksia tarvitaan erilaisissa sovelluksissa ja kenen toimesta. Osa sovelluksista on melko valmiita rutiinikäyttöön ja osan kanssa tarvitaan edelleen huomattavia tutkimus- ja kehittämistoimenpiteitä, jotta voidaan edetä kohti asianmukaista ja tehokasta käyttöä. Useissa toimenpiteissä tarvitaan tutkimuksen ja kalataloussektorin tiivistä yhteistyötä, mutta vetovastuu vaihtelee sovelluksen kehitystasteen mukaan. Kaikissa tapauksissa tarvitaan vaikuttavuusarviot sekä käytön aikana myös seuranta.



**Kuva 16.** Tiekartta, jonka avulla voidaan edetä kohti asianmukaista ja tehokasta karkottimien käyttöä sektorin eri toimijoiden välisenä yhteistyönä. Tarvittavat kehityspanostukset vaihtelevat sovellutuksen mukaan. Nuolen pituus kuvaa tarvittavaa kehityspanosta ennen käyttövaihetta, eli lyhyt nuoli vastaa tilannetta, jossa ollaan lähes käyttövaiheessa ja pitkä nuoli vastaa suurempaa kehitystarvetta. Käyttövaihe katsotaan alkavaksi siitä tilanteesta, kun vaikutusarvio on tehty ja toiminta voi jatkua normaalina seurantana.

On huomioitava, että hyljekarkottimia ollaan kehittämässä siihen suuntaan, että ne käynnistysivät vain silloin, kun hylkeitä on lähettyvillä. Tällä tavoin karkottimien mahdollisesti aiheuttamat haitalliset vaikutukset voitaisiin tehokkaimmin minimoida ja samalla säästyisi myös karkottimien tarvitsemää sähköenergiaa, jonka tuottaminen merellä on usein haasteellista. Tähän suuntaan tähtääviä kehityshankkeita ei ole Suomessa käynnissä, mutta muun muassa Skotlannissa on.

Tässä yhteydessä on syytä myös mainita, että hyljekarkottimia käytetään maailmalla yhä enemmän erilaisten vedenalaisten rakennushankkeiden yhteydessä karkottamassa hylkeitä pois alueelta, jossa ne ovat vaarassa vahingoittaa muun muassa vedenalaisten räjäytysten vuoksi. Räjähäytysmelu voi olla varsinkin merinisäkkäille kohtalokasta, jos eläin on räjäytystä lähellä. On myös huomionarvoista, että räjäytystöiden seurauksena alueella olevia kaloja voi menehtyä suuria määriä ja ne saattavat houkuttaa hylkeitä kyseiselle alueelle, vaikka räjäytystöitä tehdään. Tämä voi vaarantaa hylkeiden terveyden. Tästä aihepiiristä ei kuitenkaan ole vielä juurikaan kokemusta.

## 8. Opas karkottimien käytölle

Karkottimien valinta ja asianmukainen käyttö edellyttää osaamista ja koulutusta. Tähän kapaleeseen on liitetty tiivis yhteenveto keskeisistä karkottimien käyttöön liittyvistä osaamistarpeista. Laajempi ja yksityiskohtaisempi käyttöopas tulee olemaan nettipohjainen ja tiedon karttumisen myötä päivittyvä dokumentti, jossa kalastajille, kalankasvattajille ja muille toimijoille annetaan käytännön ohjeita tarkoituksenmukaisimman hyljekarkottimen valinnasta, asentamisesta ja asianmukaisesta käytöstä. Oppaassa syvennyttään erilaisiin markkinoilla oleviin hyljekarkottiin, opastetaan laitteiden valinnassa erilaisiin kohteisiin sekä ohjeistetaan niiden asennuksessa. Opas laaditaan yhteistyössä laitevalmistajien kanssa ja ennen sen julkaisua siihen pyydetään kommentit myös viranomaisilta ja keskeisiltä sidosryhmiltä. Oppaaseen tulee mahdollisimman havainnollinen kuvitus. Oppaan ylläpito saattaa olla tarkoituksenmukaisinta hoitaa Luken toimesta, mutta tämä asia vaatii selvittämistä ja myös rahoituksen.

Oleellista on, että laitteiden hankintapäätöksiä varten käyttäjä tarvitsee riittävästi tietoa siitä, minkä tyyppinen karkotin ja miten monta karkotinta tarvitaan erilaisissa olosuhteissa pitämään hylkeet poissa pyydysten tai kasvatuskassin läheltä, tai estämään niiden kulku salmen tai jokisuun läpi. Käyttäjällä on myös oltava ymmärrys siitä, minkälainen järjestely tarvitaan pitämään hylkeet pois pitempikestoisessa käytössä. Käyttäjällä täytyy myös olla perustiedot siitä, millaisia mahdollisia haittavaikutuksia vedenalaisella melulla on merieläimille ja muille vesien käyttäjille.

Oppaan alustava sisällysluettelo:

### **Erilaisten laitteiden soveltuvuus eri tilanteisiin – laitteen valinta**

1. Laitteen lähettämän äänen ominaisuuksien (mm. äänenpaine, äänen taajuus, pulssitus-taajuus) ymmärrys ja vaikutus hylkeiden karkottumiseen ja muihin eliöihin
2. Rysien suojaamiseen soveltuvat laitevaihtoehdot (mm. mobiilikarkotin, karkotinlautta) ja niiden sähkösaanti
3. Hyljevapaiden alueiden muodostamiseen soveltuvat laitevaihtoehdot (meren pohjalle asennettavat karkottimet, karkotinlautat, mobiilikarkottimet) ja niiden sähkösaanti
4. Jokialueille muodostettavien hyljevapaiden alueiden erikoistarpeet laitteiston osalta
5. Kalankasvatukseen soveltuvat karkotinratkaisut, tarvittavan karkotinmäärän arviointikriteerit sekä sähkösaanti
6. Autonomisesti liikkuvat karkottimet - mahdolliset käyttösovellukset
7. Lyhytaikaisen ja pitkäaikaisen käytön tuomat laitevaatimukset – pitkäaikaisessa käytössä on oleellista käyttää laitteita, joiden äänen hylkeiden ei tiedetä helposti tottuvan

## Karkottimien asianmukainen asentaminen ja käyttö

1. Karkottimien asennus ja käsittely erilaisissa sovelluksissa sekä karkottimien erilaisten säätöjen hallinta (Kuva 17)
2. Karkottimien vähimmäismäärä ja maksimietäisyys erilaisissa sovelluksissa
3. Ympäristöolosuhteiden vaikutus asennukseen ja käyttöön
4. Pohjan muotojen ja materiaalin vaikutus käyttöön
5. Karkottimien optimaalinen käyttöaika ja pulssitustiheys erilaisissa sovelluksissa
6. Karkottimien kiinnitysratkaisut pyydykseen, merenpohjalle ja verkkoaltaaseen
7. Mahdolliset äänenpainemittaukset esim. jokiympäristöissä (äänisignaalien esteettömän etenemisen varmistaminen)
8. Karkottimien toiminnan etäseuraaminen sähkökatkosten ja muiden mahdollisten häiriöiden varalta



**Kuva 17.** Kahden Ace Aquatec US3 -hyljekarkottimen säätöyksiköt kotelon etukansi poistettuna. Jokaisella karkottimella on oma säätöyksikkö. Kuva: Esa Lehtonen (Luke)

### **Karkottimien tarvitsema huolto**

1. Käyttäjän välttämätön perusosaaminen laitteiden asianmukaisen toiminnan turvaamiseksi.
2. Laittevalmistajilla tarjolla oleva säännöllinen huolto ja laitteiden asianmukaisen toiminnan tarkistaminen (tarkastus voi erällä valmistajilla tapahtua laitteeseen suoraan olevan etäyhteyden avulla).
3. Käyttäjän vastuulla on karkottimen asianmukainen käyttö ja puhtaanapito – pitkäaikaisessa käytössä karkottimen lähetinyksikköön kasvaa runsaasti levää ja muuta meressä olevaa biologista materiaalia, jolla saattaa olla haitallisia vaikutuksia äänisignaalin voimakkuuteen. Tämän asian selvittäminen edellyttää lisätutkimuksia.
4. Lähetinyksiköiden puhdistus 1–2 kertaa avovesikauden aikana on suositeltava toimenpide niiden optimaalisen toimivuuden varmistamiseksi. Laitteet tulee poistaa vedenalaiskaapeleineen vedestä talvijakson ajaksi jäistä aiheutuvan mahdollisen rikkoutumisen välttämiseksi.
5. Pohjaan ankkuroitujen lähetinyksiköiden säännöllisen huoltotyön helpottamiseksi lähetinyksikön betonipainoihin on tarpeen kiinnittää pohjaa pitkin rantaan kulkeva ohut (n. 300 g per metri) lyijypainoköysi. Tällaisella apuköydellä lähetinyksikkö voidaan nostaa veneeseen huollettavaksi ilman sukeltajan apua (merkittävä kustannussäästö).
6. Laitteiden takuu ja takuun kattavuus.

### **Karkottimien käytön edellyttämät luvat ja muut toimenpiteet**

1. Lupa-asiat, säädökset, suositukset ja protokollat
2. Alueelliset ja ajalliset rajoitukset
3. Traficomien säännöt karkottimien käytöstä vene- ja laivaväylien tuntumassa
4. Pelastuslaitoksen ja puolustusvoimien informointi
5. Asutuksen, yleisten uimarantojen ja venesataminen vaikutus käyttöaikaan.
6. Tiedottaminen ranta-asukkaille ja muille mahdollisille tahoille. Usein on syytä järjestää tiedotus- ja neuvottelutilaisuuksia, jotta kaikki keskeiset tahot ovat tietoisia siitä, mistä hyljekarkottimien käytössä on kysymys ja millaisia mahdollisia haittoja ne voivat aiheuttaa ranta-asukkaille ja muille vesien käyttäjille
7. Varoituskyltit ja karkottimien merkintä (Kuva 18).

Opas tulee kehittymään sitä myöten, kun käyttäjiltä saadaan kerättyä kokemuksia ja tietoa erilaisista sovelluksista.



**Kuva 18.** Luken käyttämä varoituskyltti, joka kertoo, että meressä on hyljekarkotin ja osoittaa siihen liittyvän sähkökaapelin suunnan. Varoituskyltti on syytä asentaa aina, kun karkotinta käytetään alueella, jossa voi olla ihmistoimintaa. Kuva: Esa Lehtonen (Luke)

## 9. Lopuksi

Hyljekarkottimien erilaisilla käyttösovelluksilla on merkittävä potentiaali hyljevahinkojen vähentämisessä ja ne voivat osaltaan turvata kalatalouden ja elinvoimaisten hyljekantojen rinnakkaiselo. Hyljekarkottimien tuomat mahdollisuudet hyljevahinkojen torjunnassa kannattaa käyttää hyväksi tilanteessa, jossa rannikkokalastus ja kalankasvatus merellä ovat suurissa vaikeuksissa hylkeiden vuoksi.

Kaikilla tässä raportissa esitellyillä karkotinsovelluksilla voidaan lievittää hylkeiden kalataloussektorille aiheuttamia vahinkoja ja haittoja. Hyljevapaiden alueiden perustaminen ja ylläpito voi tehokkaasti myös edistää luottamuksen rakentamista eri sidosryhmien välillä ja tuottaa sosiaalista kestävyyttä. Kyseessä on konkreettinen konfliktin lieventämiskeino, joka parhaimmillaan kokoaa keskeiset tahot ja sidosryhmät (mm. kalastajat ja heidän alueelliset järjestöt, vedenomistajat, viranomaiset ja tutkijat) tavoitteelliseen yhteistyöhön. Sellaisen vuorovaikutuksen ja yhteistyön kautta voidaan vähentää paitsi hylkeiden aiheuttamia haittoja myös eripuraa ja väärinkäsityksiä toimijoiden välillä, ja siten lieventää usein hyvinkin vaikeita kiistoja. Sosiaaliset hyödyt voivat olla merkittäviä.

Monissa sovelluksissa tarvitaan kuitenkin lisää tutkimus- ja kehitystyötä, jotta niistä saadaan kustannustehokkaita, käytännöllisiä ja mahdollisimman vähän haittoja aiheuttavia. Karkottimien käytössä oleellista on, että niitä käytetään asianmukaisesti ja ohjeita noudattaen, ja vain sellaisissa paikoissa ja sellaisina aikoina, jolloin ne eivät aiheuta kohtuutonta vahinkoa meren eliöstölle ja muille vesien käyttäjille.

## Kiitokset

Kiitämme kaikkia haastatteluihin osallistuneita tahoja heidän panoksestaan. Arwell-Tekniikka Oy:llä on ollut merkittävä panos karkotinsovellusten kehitystyössä ja toteutuksessa Suomessa ja sitä kautta myös tämän raportin valmistumisessa. Myös Modul Plastic Oy, Mapon Finland Oy, Water and Marine Group Oy ja Scandi Net Oy ovat monin tavoin osallistuneet kehitystyöhön. TR Marine Oy:n ammattisukeltajaryhmä on vastannut uusimman teknologian hyljekarkottimien asennustyöstä meren sekä joen pohjalle Luken eri tutkimushankkeissa. Karkottinään vedenalaismittaukset on tehty hyvässä yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen ja JMPajala Oy:n kanssa. Kirjoittajat haluavat myös kiittää Laura Uusitaloa, Topi Lehtosta, Jari Setälää, Pekka Salmea, Sanna Kuningasta, Tapio Keskistä ja Timo Myllylää hyödyllisistä kommenteista ja korjausehdotuksista käsikirjoitukseen. Kiitämme myös Maa- ja metsätalousministeriötä, joka osallistui työn rahoittamiseen.

## Viitteet

- Amoser, S. & Ladich, F. 2005. Are hearing sensitivities of freshwater fish adapted to the ambient noise in their habitats? *Journal of Experimental Biology* 208: 3533–3542. DOI: 10.1242/jeb.01809
- Andersen, S. 1970. Auditory sensitivity of the Harbor porpoise (*Phocoena phocoena*). In: Pilleri, G. (ed.). *Investigations on cetacea*. Vol II: 255–259. Hirnanatomisches Institut, Bern.
- Anderson Hanson, K., Maxwell, A., Siebert, U., Larsen, O.N. & Wahlberg, M. 2017. Great cormorants (*Phalacrocorax carbo*) can detect auditory cues while diving. *The Science of Nature* 104: 45. DOI: 10.1007/s00114-017-1467-3
- Aguilar de Soto, N. 2016. Peer-reviewed studies on the effects of anthropogenic noise on marine invertebrates: From scallop larvae to giant squid. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 875: 17–26. DOI: 10.1007/978-1-4939-2981-8\_3
- Barber, A.L., Wilkinson, A., Montealegre-Z, F., Ratcliffe, V.F., Guo, K. & Mills, D.S. 2020. A comparison of hearing and auditory functioning between dogs and humans. *Comparative Cognition & Behavior Reviews* 15: 45–94. DOI: 10.3819/CCBR.2020.150007
- Barlow, J. & Cameron, G.A. 2003. Field experiments show that acoustic pingers reduce marine mammal bycatch in the California drift gillnet fishery. *Marine Mammal Science* 19: 265–283. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2003.tb01108.x
- Bjørge, A. & Tolley, K.A. 2009. Harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). *Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)*. Academic Press. Pp. 530–533. DOI: 10.1016/B978-0-12-373553-9.00125-5
- Blomquist, J. & Waldo, S., 2021. Seal interactions and exits from fisheries: insights from the Baltic Sea cod fishery. *ICES Journal of Marine Science* 78: 2958–2966. DOI: 10.1093/icesjms/fsab173
- Brandt, M.J., Höschle, C., Diederichs, A., Betke, K., Matuschek, R., Witte, S. & Nehls, G., 2013. Far-reaching effects of a seal scarer on harbour porpoises, *Phocoena phocoena*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23(2): 222–232. DOI: 10.1002/aqc.2311
- Brottons, J.M., Munilla, Z., Grau, A.M. & Rendell, L. 2008. Do pingers reduce interactions between bottlenose dolphins and nets around the Balearic Islands? *Endangered Species Research* 5: 301–308. DOI: 10.3354/esr00104
- Carlstrom, 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. DOI: 10.1139/F08-186
- Carretta, J.V. & Barlow, J. 2011. Long-term effectiveness, failure rates, and “dinner bell” properties of acoustic pingers in a gillnet fishery. *Marine Technology Society Journal* 45(5): 7–19. DOI: 10.4031/MTSJ.45.5.3

- Clausen, K.T., Wahlberg, M., Beedholm, K. Deruiter, S. & Madsen, P.T. 2010. Click communication in harbour porpoises *Phocoena phocoena*. *Bioacoustics* 20: 1–28.  
DOI: 10.1080/09524622.2011.9753630
- Coram, A., Gordon, J., Thompson, D. & Northridge, S. 2014. Evaluating and Assessing the Relative Effectiveness of Acoustic Deterrent Devices and other Non-Lethal Measures on Marine Mammals. Scottish Government.
- Cox, T.M., Read, A.J., Solow, A. & Tregenza N.C. 2001. Will harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) habituate to pingers? *Journal of Cetacean Research and Management* 3(1): 81–86. DOI: 10.47536/jcrm.v3i1.904
- Cox, T.M., Read, A.J., Swanner, D., Urian, K. & Waples, D. 2004. Behavioral responses of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, to gillnets and acoustic alarms. *Biological Conservation* 115(2): 203–212. DOI: 10.1016/S0006-3207(03)00108-3
- Dähne, M., Verfuß, U.K., Brandecker, A., Siebert, U. & Benke, H. 2013. Methodology and results of calibration of tonal click detectors for small odontocetes (C-PODs). *Journal of the Acoustical Society of America* 134: 2514–2522. DOI: 10.1121/1.4816578
- 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: 201–221. DOI: 10.3354/esr00464
- Dooling, R.J. 1992. Hearing in birds. In: Webster, D.B., Fay, R.F. & Popper, A.N. (eds.). *The evolutionary biology of hearing*. p. 545–559.
- Dyndo, M., Wiśniewska, D.M., Rojano-Doñate, L. & Madsen, P.T. 2015. Harbour porpoises react to low levels of high frequency vessel noise. *Scientific Reports* 5: 11083.  
DOI: 10.1038/srep11083
- FAO 2021. Fishing operations. Guidelines to prevent and reduce bycatch of marine mammals in capture fisheries. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No.1, Suppl. 4*. Rome. DOI: 10.4060/cb2887en
- 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: 1751–1758. DOI: 10.1016/j.icesjms.2006.06.015
- Forsman, L. & Moilanen, P. 2022. Hylkeiden kalankasvatukselle aiheuttamat vahingot vuonna 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 33/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 12 s.
- Gazo, M., Fernandez-Contreras, M.M., Brotons, J.M. & Aguilar, A. 2001. Interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries in the Balearic Islands: may acoustic devices be the solution to the problem? [Esiteys Konferenssissa]. *European research on cetaceans: 15th annual conference of the European Cetacean Society, Rome, Italy*.
- Gazo, M., Gonzalvo, J. & Aguilar, A. 2008. Pingers as deterrents of bottlenose dolphins interacting with trammel nets. *Fisheries Research* 92: 70–75.  
DOI: 10.1016/j.fishres.2007.12.016

- Geiger, A.C. & Jeffries, S.J. 1986. Evaluation of Seal Harassment Techniques to Protect Gill Netted Salmon. WDG Report.
- Geijer, C.K.A. & Read, A.J. 2013. Mitigation of marine mammal bycatch in U.S. fisheries since 1994. *Biological Conservation* 159: 54–60. DOI: 10.1016/J.BIOCON.2012.11.009
- Graham, I.M., Harris, R.N., Denny, B., Fowden, D. & Pullan, D. 2009. Testing the effectiveness of an acoustic deterrent device for excluding seals from Atlantic salmon rivers in Scotland. *ICES Journal of Marine Science* 66(5): 860–864. DOI: 10.1093/icesjms/fsp111
- Götz, T. & Janik, V.M. 2010. Aversiveness of sounds in phocid seals: psycho-physiological factors, learning processes and motivation. *The Journal of Experimental Biology* 213: 1536–1548. DOI: 10.1242/jeb.035535
- Götz, T. & Janik, V.M. 2013. Acoustic deterrent devices to prevent pinniped depredation: efficiency, conservation concerns and possible solutions. *Marine Ecology Progress Series* 492: 285–302. DOI: 10.3354/meps.10482
- Hansson, S., Bergström, U., Bonsdorff, E., Härkönen, T., Jepsen, N., Kautsky, L., Lundström, K., Lunneryd, S.-G., Ovegård, M., Salmi, J., Sendek, D. & Vetemaa, M. 2018. Competition for the fish – fish extraction from the Baltic Sea by humans, aquatic mammals, and birds. *ICES Journal of Marine Science* 75(3): 999–1008. DOI: 10.1093/icesjms/fsx207
- Harris, R.N. 2011. Long term Effectiveness of an Acoustic Deterrent for seals in the Kyle of Sutherland. Seal and Salmon Research Project Sea Mammal Research Unit, Scottish Oceans Institute, University of St Andrews, St Andrews, KY16 8LB
- Harris, R.N., Harris, C.M., Duck, C.D. & Boyd, I.L. 2014. The effectiveness of a seal scarer at a wild salmon net fishery. *ICES Journal of Marine Science* 71(7): 1913–1920. DOI: 10.1093/icesjms/fst216
- Hawkins, A.D. & Johnstone, A.D.F. 1978. The hearing of the Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Journal of Fish Biology* 13: 655–673. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1978.tb03480.x
- Heffner, R.S. & Heffner, H.E. 1985. Hearing range of the domestic cat. *Hearing Research* 19: 85–88. DOI: 10.1016/0378-5955(85)90100-5
- HELCOM 2013. HELCOM Copenhagen Ministerial Declaration Taking Further Action to Implement the Baltic Sea Action Plan - Reaching Good Environmental Status for a healthy Baltic Sea, 3 October 2013, Copenhagen, Denmark.
- HELCOM 2019. Noise sensitivity of animals in the Baltic Sea. *Baltic Sea Environment Proceedings* No 167. Helsinki Commission, Helsinki. 46 p.
- Helminen, J. & Linnansaari, T. Combining Imaging Sonar Counting and Underwater Camera Species Apportioning to Estimate the Number of Atlantic Salmon and Striped Bass in the Miramichi River, New Brunswick, Canada. *North American Journal of Fisheries Management* 43(3): 743–757. DOI: 10.1002/nafm.10889
- Hemmingsson, M, Fjälling, A. & Lunneryd, S-G. 2008. The pontoon trap: description and function of a seal-safe trap-net. Technical note. *Fisheries Research* 93: 357–359. DOI: 10.1016/j.fishres.2008.06.013

- ICES 2020. EU request on emergency measures to prevent bycatch of common dolphin (*Delphinus delphis*) and Baltic Proper harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the North-east Atlantic. In Report of the ICES Advisory Committee, 2020. ICES Advice 2020, sr.2020.04. <https://doi.org/10.17895/ices.advice.6023>
- Jacobs, S.R. & Terhune, J.M. 2002. The effectiveness of acoustic harassment devices in the Bay of Fundy, Canada: seal reactions and a noise exposure model. *Aquatic Mammals* 28: 147–158.
- Jefferson, T.A. & Curry, B.E. 1996. Acoustic methods of reducing or eliminating marine mammal-fishery interactions: do they work? *Ocean & Coastal Management* 31(1): 41–70. DOI: 10.1016/0964-5691(95)00049-6
- Johnston, D.W. 2002. The effect of acoustic harassment devices on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Bay of Fundy, Canada. *Biological Conservation* 108: 113–118.
- Kangas, T. & Tolonen, R. 2015. Hyljekarkottimet – hyljevahinkojen estämishanke 1002779 786/356/2013. Loppuraportti. Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto. 19 s.
- Kastak, D. & Schusterman, R.J. 1998. Low-frequency amphibious hearing in pinnipeds: Methods, measurements, noise and ecology. *Journal of the Acoustical Society of America* 103(4): 2216–2228. DOI: 10.1121/1.421367
- Kastelein, R.A., Bunskoek, P., Hagedoorn, M., Au, W.W. & de Haan, D. 2002. Audiogram of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) measured with narrow-band frequency-modulated signals. *Journal of the Acoustical Society of America* 112(1): 334–344. DOI: 10.1121/1.1480835
- Kastelein, R.A., Janssen, M., Verboom, W.C. & de Haan, D. 2005. Receiving beam patterns in the horizontal plane of a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). *Journal of the Acoustical Society of America* 118(2): 1172–1179. DOI: 1121/1.1945565
- Kastelein, R.A., van der Heul, S., Terhune, J.M., Verboom, W.C. & Triesscheijn, R.J.V. 2006. Detering effects of 8-45 kHz tone pulses on harbour seals (*Phoca vitulina*) in a large pool. *Marine Environmental Research* 62: 356–373. DOI: 10.1016/j.marenvres.2006.05.004
- Kastelein, R.A., van Der Heul, S., Verboom, W.C., Jennings, N., van Der Veen, J. & de Haan, D. 2008. Startle response of captive North Sea fish species to underwater tones between 0.1 and 64 kHz. *Marine Environmental Research* 65: 369–377.
- Kastelein, R.A., Wensveen, P.J., Hoek, L., Au, W.W. L., Terhune, J.M. & de Jong, C.A.F. 2009. Critical ratios in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) for tonal signals between 0.315 and 150 kHz in random Gaussian white noise. *Journal of the Acoustical Society of America* 126: 1588–1597. DOI: 10.1121/1.3177274
- Kastelein, R.A., Hoek, L., de Jong, C.A.F. & Wensveen, P.J. 2010. The effect of signal duration on the underwater detection thresholds of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) for single frequency-modulated tonal signals between 0.25 and 160 khz. *Journal of the Acoustical Society of America* 128: 3211–3222. DOI: 10.1121/1.3493435

- Kastelein, R.A., Gransier, R., Hoek, L. & Rambags, M. 2013. Hearing frequency thresholds of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) temporarily affected by a continuous 1.5 Hz tone. *The Journal of the Acoustical Society of America* 134: 2286. DOI: 10.1121/1.4816405
- Kauppinen, T., Siira, A., & Suuronen, P. 2005. Temporal and regional patterns in seal-induced catch and gear damage in the coastal trap-net fishery in the northern Baltic Sea: effect of netting material on damage. *Fisheries Research* 73: 99–109. DOI: 10.1016/j.fishres.2005.01.003
- Koschinski, S. & Culik, B. 1997. Deterring harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from gill-nets: observed reactions to passive reflectors and pingers. *Report of the International Whaling Commission* 47: 659–668
- Korkeamäki, E. 2020. Koulutusprojekti hyljekarkottimet (hankenumero 74877) loppuraportti. Kymijoen vesi- ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 469/2020.
- Larsen, O.N., Wahlberg, M. & Christensen-Dalsgaard, J. 2020. Amphibious hearing in a diving bird, the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*). *Journal of Experimental Biology* 223: 217–265. DOI: 10.1242/jeb.217265
- Lauriano, G. & Bruno, S. 2007. A note on the acoustic assessment of bottlenose dolphin behaviour around fishing gears in the Asinara Island National Park, Italy. *Journal of Cetacean Resource Management* 9(2): 137–141. DOI:10.47536/jcrm.v9i2.681
- Lehtonen, E. 2018. Uudenlaisilla karkottimilla apua hyljeongelman vähentämiseen. *Maaseudun Tulevaisuus, Tiede & tekniikka*, 24.9.2018
- Lehtonen, E. & Suuronen, P. 2004. Mitigation of seal-induced damage in salmon and whitefish trapnet fishery by modification of the fish bag. *ICES Journal of Marine Science* 61(7): 1195–1200. DOI: 10.1016/j.icesjms.2004.06.012
- Lehtonen, E. & Lehmonen, R. 2020. Utvecklingsarbetet med mobila sälskrämman går framåt som ett fiskarsamarbete. *Fiskarposten*, 9–10.
- Lehtonen, E., Salokangas, H. & Saiha, M. 2019. Mobiilikarkotin koekäytössä. *Suomen ammattikalastajaliitto SAKL, Ajankohtaista* 23.9.2019
- Lehtonen, E., Salokangas, H., Peltonen, H. & Pajala, J. 2020. Lovande erfarenheter av nya sälskrämman. *Fiskeritidskrift för Finland* 1/2020
- Lehtonen, E., Lehmonen, R., Kostensalo, J., Kurkilahti, M. & Suuronen, P. 2022. Feasibility and effectiveness of seal deterrents in coastal trap-net fishing – development of a novel portable deterrent. *Fisheries Research* 252: 106328. DOI: 10.1016/j.fishres.2022.106328
- Lehtonen, E., Lehmonen, R. & Suuronen, P. 2023. Potential of creating seal-free fishing areas with seal deterrents. *Fisheries Research* 264: 106736. DOI: 10.1016/j.fishres.2023.106736
- Lepper, P.A., Gordon, J., Booth, C., Theobald, P., Robinson, S. P., Northridge, S. & Wang, L. 2014. Establishing the sensitivity of cetaceans and seals to acoustic deterrent devices in Scotland. *Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 517.*

- Ljungberg, P., Königson, S. & Lunneryd, S.-G. 2022. An evolution of pontoon traps for cod (*Gadus morhua*) fishing in the southern Baltic Sea. *Frontiers in Marine Science* 9: 981822. DOI: 10.3389/fmars.2022.981822
- Lockyer, C. 2003. A review of methods for defining population structure in the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). *NAMMCO Scientific Publications* 5: 41–70
- López, B.D. 2006. Interactions between Mediterranean bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and gillnets off Sardinia, Italy. *ICES Journal of Marine Science* 63: 946–951. DOI: 10.1016/j.icesjms.2005.06.012
- Lucke, K., Siebert, U., Lepper, P.A. & Blanchet, M.A. 2009. Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic air-gun stimuli. *Journal of the Acoustical Society of America* 125(6): 4060–4070. DOI: 10.1121/1.3117443
- Luke 2021. Merihyljekantojen 2021 tulokset. Riista ja metsästys. *Seurantajulkistus* 8.11.2021, Luke.
- Luke 2022. Harmaahyljekanta 2022. Riista ja metsästys, *Seurantajulkistus* 16.12.2022, Luke.
- Lunneryd, S.-G., Fjälling, A. & Westerberg, H. 2003. A large-mesh salmon trap: a way to mitigate seal impact on a coastal fishery. *ICES Journal of Marine Science* 60: 1194–1199. DOI:10.1016/S1054-3139(03)00145-0
- Mann, D. A., Cott, P. A., Hanna, B. W. & Popper, A. N. 2007. Hearing in eight species of northern Canadian freshwater fishes. *Journal of Fish Biology*, 70: 109–120. DOI:10.1111/j.1095-8649.2006.01279.x
- Mate, B.R., Brown, R.F., Greenlaw, C.F., Harvey, J.T. & Temte, J. 1987. An Acoustic Harassment Technique to Reduce Seal Predation on Salmon. A paper presented at a Workshop held February 17–18, 1986 at Newport, Oregon, p. 23–36. Publication No. ORESU-W4M01 4.
- Mate, B.R. & Harvey, J.T. 1987. Acoustical Deterrents in Marine Mammal Conflicts with Fisheries. A paper presented at a Workshop held February 17–18, 1986 at Newport, Oregon. Oregon State University. Publication No. ORESU-W4M01 4.
- Mellanoura, J., Setälä, J. & Niukko, J. 2015. Saariston kuhankalastus muuttunut. *Suomen Kalastuslehti* 8: 28–30.
- Mikkelsen, L., Hermannsen, L., Beedholm, K., Madsen, P.T. & Tougaard, J. 2017. Simulated seal scarer sounds scare porpoises, but not seals: species-specific responses to 12 kHz deterrence sounds. *Royal Society Open Science* 4: 170286. DOI: 10.1098/rsos.170286
- Møhl, B. 1968. Auditory sensitivity of the common seal in air and water. *The Journal of Auditory Research* 8: 27–38.
- Morton, A.B. & Symonds, H.K. 2002. Displacement of *Orcinus orca* (L.) by high amplitude sound in British Columbia, Canada. *ICES Journal of Marine Science* 59: 71–80. DOI: 10.1006/jmsc.2001.1136

- Mooney, T.A., Yamato, M. & Branstetter, B.K. 2012. Hearing in cetaceans: From natural history to experimental biology. *Advances in Marine Biology*, Volume 63. Elsevier Ltd.
- MSFD 2008. The Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy.
- National Research Council 1994. Low-frequency sound and marine mammals: current knowledge and research needs. Committee on Low-Frequency Sound and Marine Mammals, National Research Council. ISBN 0-309-56703-3, 92 p.
- Northridge, S., Vernicos, D. & Raitos-Exarchopolous, D. 2003. Net depredation by bottlenose dolphins in the Aegean: first attempts to quantify and to minimise the problem. IWC SC/55/SM25, International Whaling Commission, Cambridge
- Northridge, S.P., Gordon, J.G., Booth, C., Calderan, S., Cargill, A., Coram, A., Gillespie, D., Longergan, M. & Webb, A. 2010. Assessment of the impacts and utility of acoustic deterrent devices. Final Report to the Scottish Aquaculture Research Forum, Project Code SARF044. 34 pp.
- Nummela, S. 2008. Hearing in aquatic mammals. In: *Sensory Evolution on the Threshold Adaptations in Secondarily Aquatic Vertebrates* (ed. J.G.M. Thewissen and S. Nummela), p 211–224. Berkeley, CA: University of California Press
- Olesiuk, P.F., Horonowitsch, G., Ellis, G.M., Smith, T.G., Flostrand, L. & Warby, S.C. 1996. An assessment of harbour seal (*Phoca vitulina*) predation on outmigrating chum fry (*Oncorhynchus keta*) and coho smolts (*O. kisutch*) in the lower Puntledge River, British Columbia. Report S95–10. Department of Fisheries and Oceans, Nanaimo.
- Olesiuk, P.F., Nichol, L.M., Sowden, M.J. & Ford, J.K.B., 2002. Effect of the sound generated by an acoustic harassment device on the relative abundance and distribution of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) in Retreat Passage, British Columbia. *Marine Mammal Science* 18: 843–862. DOI: 10.1111/J.1748-7692.2002.TB01077.X
- Otani, S., Naito, Y., Kawamura, A., Kawasaki, M., Nishiwaki, S. & Kato, A. 1998. Diving behaviour and performance of harbour porpoises, *Phocoena phocoena*, in Funka Bay, Hokkaido, Japan. *Marine Mammal Science* 14(2): 209–220. DOI: 10.1111/J.1748-7692.2000.TB00973.X
- Otani, S., Naito, Y., Kato, A. & Kawamura, A. 2000. Diving behaviour and swimming speed of a free-ranging harbour porpoise, *Phocoena phocoena*. *Marine Mammal Science* 16(4): 811–814. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2000.tb00973.x
- Owen, K., Sköld, M. & Carlström, J. 2021. An increase in detection rates of the critically endangered Baltic Proper harbor porpoise in Swedish waters in recent years. *Conservation Science and Practice* 3(8): e468. DOI: 10.1111/csp2.468
- 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. *Journal of Cetacean Research and Management* 10: 217–226. DOI: 10.47536/jcrm.v10i3.638

- Peltonen H., Lehtonen E., Outinen, O., Lehmonen, R. & Pajala, J. 2021. Hyljekarkotinten tuottaman äänen analysointi. Syke ja Luke työraportti, 13 s.
- Pirotta, E., Brookes, K.L., Graham, I.M. & Thompson, P.M. 2014. Variation in harbour porpoise activity in response to seismic survey noise. *Biology Letters* 10: 20131090. DOI: 10.1098/rsbl.2013.1090
- Popov, V.V., Ladygina, T.F. & Supin, A.Y. 1986. Evoked potentials of the auditory cortex of the porpoise, *Phocoena phocoena*. *Journal of Comparative Physiology A*. 158: 705–711. DOI: 10.1007/BF00603828
- Popper, A.N. & Hawkins, A. (eds). 2012. The effects of noise on aquatic life. *Advances in experimental medicine and biology* 730. Springer Science + Business Media LLC.
- Quick, N.J., Middlemas, S.J. & Armstrong, J.D. 2004. A survey of antipredator controls at marine salmon farms in Scotland. *Aquaculture* 230: 169–180. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00428-9
- Reichmuth, C., Holt, M.M., Mulsow, J., Sills, J.M. & Southall, B.L. 2013. Comparative assessment of amphibious hearing in Pinnipeds. *Journal of Comparative Physiology A* 199: 491–507. DOI: 10.1007/s00359-013-0813-y
- Richardson W.J., Greene J.C.R., Malme C.I. & Thomson D.H. 1995. *Marine Mammals and Noise*. San Diego: Academic Press.
- Ridgway, S.H. & Joyce, P.L. 1975. Studies on seal brain by radiotelemetry. *Rapports et Procès-Verbeaux des Réunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 169: 81–91.
- Rocklin, D., Santoni, M.C., Culioli, J.M., Tomasini, J.A., Pelletier, D. & Mouillot, D. 2009. Changes in the catch composition of artisanal fisheries attributable to dolphin depredation in a Mediterranean marine reserve. *ICES Journal of Marine Science* 66: 699–707. DOI: 10.1093/icesjms/fsp036
- Rowe, S. & Hutchings, J.A. 2004. The function of sound production by Atlantic cod as inferred from patterns of variation in drumming muscle mass. *Canadian Journal of Zoology* 82: 1391–1398. DOI: 10.1139/Z04-119
- Sairanen, E. 2014. Baltic Sea underwater soundscape. Weather and ship induced sounds and the effect of shipping on harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) activity. University of Helsinki. Pro-gradu työ. 67 s
- Salmi, P., Suuronen, P., Svells, K., Lehtonen, E. & Veneranta, L. 2022. Hylkeiden ja kalatalouden välisten konfliktien lieventämiskeinot. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 81/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 51 s.
- SAMBAH 2016. Final report for LIFE+ project static acoustic monitoring of the Baltic Sea harbour porpoise LIFE08 NAT/- S/0002615. <https://www.sambah.org/SAMBAHFinal-Report-FINAL-for-website-April-2017.pdf>
- Scottish Animal Welfare Commission, 2022. Proximity of seals to farmed fish: response to Marine Scotland. Directorate, Agriculture and Rural Economy Directorate, Marine and fisheries, Animal Health and Welfare Team, Edinburgh EH11 3XD.

- Schusterman, R.J., Southall, B., Kastak, D. & Reichmuth Kastak, C. 2002. Age-related hearing loss in sea lions and their scientists. *Journal of the Acoustical Society of America* 111: 2342. DOI: 10.1121/1.4777841
- Sepúlveda, M. & Oliva, D. 2005. Interactions between South American sea lions *Otaria flavescens* (Shaw) and salmon farms in southern Chile. *Aquaculture Research* 36(11): 1062–1068. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2005.01320.x
- Setälä, J., Saarni, K. & Niukko, J. 2023. Euroopan meri- ja kalatalousrahaston (EMKR) toimintaohjelman 2014–2020 loppuarviointi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 13/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 76 s.
- Sills, J.M., Southall, B.L. & Reichmuth, C. 2015. Amphibious hearing in ringed seals (*Pusa hispida*): underwater audiograms, aerial audiograms and critical ratio measurements. *The Journal of Experimental Biology* 218: 2250–2259. DOI: 10.1242/jeb.097469
- Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., Cate, C. & Popper, A.N. 2010. A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology & Evolution* 25(7): 419–427. DOI: 10.1016/j.tree.2010.04.005
- Sole, M., Kaifu, K., Mooney, T.A., Nedelec, S.L., Olivier, F., Radford, A.N., Vazzana, M., Wale, M.A., Semmens, J.M., Simpson, S.D., Buscaino, G., Hawkins, A., Aguilar de Soto, N., Akamatsu, T., Chauvaud, L., Day, R.D., Fitzgibbon, Q., McCauley, R.D. & André, M. 2023. Marine invertebrates and noise. *Frontiers in Marine Science* 10: 1129057. DOI: 10.3389/fmars.2023.1129057
- Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene, C.R.J., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A. & Tyack, P. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals* 33: 411–521. DOI: 10.1121/AT.2021.17.2.52
- Suuronen, P., Siira, A., Kauppinen, T., Riikonen, R., Lehtonen, E. & Harjunpää, H. 2006. Reduction of seal-induced catch and gear damage by modification of trap-net design: design principles for a seal-safe trap-net. *Fisheries Research* 79: 129–138. DOI: 10.1016/J.FISHRES.2006.02.014
- Suuronen, P., Lunneryd, S.-G., Königson, S., Coelho, N.F., Waldo, Å., N., Eriksson, V., Svells, K., Lehtonen, E., Psuty, I. & Vetemaa, M. Reassessing the management criteria of the growing seal populations: The case of Baltic grey seal and coastal fishery. *Marine Policy* 155: 105684
- SwAM. 2019. Nationell förvaltningsplan för gråsäl *Halichoerus grypus* i Östersjön. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:24. Gothenburg, Sweden.
- Svells, K., Salmi, P., Mellanoura, J. & Niukko, J. 2019. The impacts of seals and cormorants experienced by Baltic Sea commercial fishers. *Natural resources and bioeconomy studies* 77/2019. Natural Resources Institute Finland, Helsinki. 50 p.
- Söderkultalahti, P. & Rahikainen, M. 2022. Kaupallisten kalastajien ilmoittamat hylkeiden ja merimetsojen aiheuttamat saalisvahingot 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 28/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 17 s.

- Teilmann, J. & Carstensen, J. 2012. Negative long-term effects on harbour porpoises from a large-scale offshore wind farm in the Baltic - evidence of slow recovery. *Environmental Research Letters* 7, 045101. DOI: 10.1088/1748-9326/7/4/045101
- Terhune, J.M. 1988. Detection thresholds of a harbour seal to repeated underwater high-frequency, short-duration sinusoidal pulses. *Canadian Journal of Zoology* 66: 1578–1582. DOI: 10.1139/z88-230
- Terhune, J.M. & Ronald, K. 1975. Underwater hearing sensitivity of two ringed seals (*Pusa hispida*). *Canadian Journal of Zoology* 53: 227–231. DOI: 10.1139/z75-028
- Therrien, S.C. 2014. In-air and underwater hearing of diving birds (Doctoral dissertation). College Program, Newport, OR. pp. 23–36.
- Tillapaugh, D., Brenton, C. & Harrower, B. 1993. Predation on salmon farms in British Columbia - The impacts of harbour seals. The results of a 1991 survey commissioned by the BC Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. 49 pp.
- Tixier, P., Lea, M.-A., Hindell, M.A., Welsford, D., Mazé, C., Gourguet, S. & Arnould, J.P.Y. 2021. When large marine predators feed on fisheries catches: Global patterns of the depredation conflict and directions for coexistence. *Fish and Fisheries* 22: 31–53. DOI: 10.1111/faf.12504
- Tougaard, J., Henriksen, O. & Teilmann, J. 2009. Underwater noise from three off-shore wind turbines: estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals. *Journal of the Acoustical Society of America* 125: 3766–3773. DOI: 10.1121/1.3117444
- Uusitalo, L., Puntila-Dodd, R., Artell, J. & Jernberg, S. 2023. Modelling framework to evaluate societal effects of ecosystem management. *Science of The Total Environment* 898 (10), 165508. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.165508
- Van Parijs, S.M., Corkeron, P.J., Harvey, J., Hayes, S.A., Mellinger, D.K., Rouget, P.A., Thompson, P.M., Whalberg, M. & Kovack, K.M. 2003. Patterns in the vocalizations of male harbour seals. *Journal of the Acoustical Society of America* 113(6): 3403–3410. DOI: 10.1121/1.1568943
- Veneranta, L., Lehtonen, E., Lehtonen, T. & Suuronen, P. 2023. Hyljekarkotin vaellussiian mädinhankinnan suojaamisessa lijoella. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 88/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 43 s.
- 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: 207–214.
- Vilata, J., Oliva, D. & Sepulveda, M. 2010. The predation of farmed salmon by South American sealions (*Otaria flavescens*) in southern Chile. *ICES Journal of Marine Science* 67: 475–482. DOI: 10.1093/icesjms/fsp250
- Vinther, M. & Larsen, F. 2004. Updated estimates of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) bycatch in Danish North Sea bottom-set gillnet fishery. *Journal of Cetacean Research and Management* 6: 19–24. DOI: 10.47536/jcrm.v6i1.785

- Viquerat, S., Herr, H., Gilles, A., Peschko, V., Siebert, U., Sveegaard, S. & Teilmann, J. 2014. Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the western Baltic, Belt Seas and Kattegat. *Marine Biology* 161: 745–754. DOI 10.1007/s00227-013-2374-6
- Waldo, S., Paulrud, A. & Blomquist, J., 2020. The economic costs of seal presence in Swedish small-scale fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 77: 815–825. DOI:10.1093/icesjms/fsz221
- Waples D.M., Thorne, L.H., Hodge, L.E.W., Burke, E.K., Urian, K.W. & Read, A.J. 2013. A field test of acoustic deterrent devices used to reduce interactions between bottlenose dolphins and a coastal gillnet fishery. *Biological Conservation* 157: 165–171. DOI: 10.1016/j.biocon.2012.07.012
- Wilson, B., Batty, R.S. & Dill, L.M. 2004. Pacific and Atlantic herring produce burst pulse sounds. *Proceedings of the Royal Society of London* 271: 95–97. DOI: 10.1098/rsbl.2003.0107.
- Wilson, M., Schack, H.B, Madsen, P.T., Surlykke, A. & Wahlberg, M. 2011. Directional escape behavior in allis shad (*Alosa alosa*) exposed to ultrasonic clicks mimicking an approaching toothed whale. *Journal of Experimental Biology* 214: 22–29. DOI: 10.1242/jeb.043323
- Wisniewska, D.M., Johnson, M., Teilmann, J., Rojano-Donate, L., Shearer, J., Sveegaard, S., Miller, L.A., Siebert, U. & Madsen, P.T. 2016. Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance. *Current Biology* 26: 1441–1446. DOI: 10.1016/j.cub.2016.03.069
- Yurk, H. & Trites, A.W. 2000. Experimental attempts to reduce predation by harbour seals on out migrating juvenile salmonids, *Transactions of the American Fisheries Society* 129: 1360–1366. DOI: 10.1577/1548-8659(2000)129<1360:EATRPB>2.0.CO;2

## Liite

**Toimenpiteitä ja kehitysaskeleita, joiden avulla voidaan edetä kohti asianmukaista ja tehokasta karkottimien käyttöä erilaisissa sovelluksissa sektorin eri toimijoiden välisenä yhteistyönä.**

Käyttösovellus	Menetelmä	Toiminnallisuus	Tarvittavat kehitysaskeleet
Ponttooniryssäpyynti	Mobiilikarkotin, joka voidaan asettaa esim. pyydyksen läheisyyteen.	Toimiva ja käytössä oleva täsmäratkaisu varsinkin lohen rysäpyynnissä. Siian rysäpyynnissä laitteen käytössä on edelleen kehittämistarpeita. Sopii lyhytaikaiseen käyttöön, jossa hylkeet eivät ehdi tottua laitteen olemassaoloon. Työläs ja melko kallis menetelmä.	Kehitystyö jatkuu ja pääosin sektorin ja laitevalmistajien omin voimin. Tutkimus avustaa. Käytännöllisyys ja akkujen keventäminen ja latausvälien pitentäminen tärkeitä kehityskohteita. Uusia sovelluksia saattaa ilmestyä. Vaikutusarviointia jatkettava.
Rannikon perinteinen verkko- ja rysäpyynti	Muodostetaan hyljevapaa alue sulkeamalla alueelle johtavat salmet kriittisinä aikoina pohjalle asetettavien karkottimien avulla.	Menetelmä on edelleen tutkimus- ja kehitysvaiheessa, eikä ole valmis rutiinikäyttöön. Jotta voidaan tehokkaasti estää hylkeiden uinti karkotinlinejan läpi, karkottimia on oltava riittävästi ja niiden asettelu on optimoitava.	Naantalinaukossa käynnissä oleva tutkimus- ja kehittämishanke on vietävä päätökseen ennen kuin voidaan antaa riittävän tarkkaa ohjeistusta. Menetelmän toiminnallisuuden lisäksi selvitettävä karkottimien lähettämän äänen mahdollisesti aiheuttamat haitat eliöstölle ja ympäristölle. Vaikutusarvioinnit tärkeitä.
Jokialueiden pyynnin ja mädinhankinnan turvaaminen	Karkotinlineja joen poikki joen pohjalle ankkuroituna tai mobiilikarkottimien avulla. Esim. siian kutunousun ajaksi syksyllä.	Ijoen tulokset syksyltä 2022 olivat lupaavia. Kokeissa käytettiin pohjalle ankkuroituja karkottimia. Syksyllä 2023 lijoessa tehty kokeilut mobiilikarkottimilla eivät tuottaneet toivottua tulosta. Tarvitaan lisää kokeita ennen kuin voidaan antaa luotettavat ohjeet rutiinikäytölle.	Kalataloussektori pystyy viemään kehityshankkeita eteenpäin, mutta tarvitsee avuksi Luken tai muun asiantuntijan. Erylistä huomiota on kiinnitettävä karkottimien valintaan ja niiden optimaaliseen asennukseen joessa. Maasähkön käyttömahdollisuus tärkeää. Vaikutusarvio
Vesiviljely	Verkkoaltaan sisälle tai viereen asetettu toimiva karkotin pitkäaikaiseen (3–6 kk) käyttöön	Ongelma vesiviljelyssä on ollut karkottimien oikea määrä ja hylkeiden tottuminen karkottimiin varsinkin pitkäaikaisessa käytössä. Viljelyssä on käytettävä sellaisia karkottimia, joiden lähettämään ääneen hylkeet eivät helposti totu. Myös sähkönsaanti on tuottanut vaikeuksia joillakin laitoksilla.	Vesiviljelysektori pystyy itse viemään kehityshankkeita läpi. Tutkimus avustaa. Autonomisesti liikkuva hyljekarkotin voi tuoda merkittävän edun laitosten hyljeongelmien ratkaisuun. Vaikutusarvioit tehtävä pitkäaikaisen käytön mahdollisista vaikutuksista hylkeiden kuuloon.



**Löydät meidät  
verkosta**

**luke.fi**

