

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2024

Hyljekarkottimien jatkotutkimus Iijoella 2023

Topi Lehtonen, Juhani Hopkins ja Esa Lehtonen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2024

Hyljekarkottimien jatkotutkimus Iijoella 2023

Topi Lehtonen, Juhani Hopkins ja Esa Lehtonen



Viittausohje:

Lehtonen, T., Hopkins, J. & Lehtonen, E. 2024. Hyljekarkottimien jatkotutkimus lijoella 2023. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 22 s.

Topi Lehtonen ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1372-9509>



ISBN 978-952-380-911-6 (Verkojulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkojulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-911-6>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Topi Lehtonen, Juhani Hopkins ja Esa Lehtonen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2024

Julkaisuvuosi: 2024

Kannen kuva: Esa Lehtonen

Tiivistelmä

Topi Lehtonen¹, Juhani Hopkins¹ ja Esa Lehtonen²

¹ Luonnonvarakeskus, Oulu

² Luonnonvarakeskus, Helsinki

Hankkeessa selvitettiin lijoella Otaq-mobiilihyljekarkottimien käyttökelpoisuutta suojaamaan vaellussiian mädinhankintakalastusta jokiympäristössä. Tällaista selvitystyötä tarvitaan, sillä pitkään vahvistuneet hyljepopulaatiot ovat johtaneet kasvaviin saalis- ja kalastusvälinevahinkoihin merialueen lisäksi myös joidenkin mereen laskevien jokien alaosilla. Vuonna 2022 lijoella kokeiltiin pohjaan asennetuilla hyljekarkottimilla muodostettua sulkulinjaa hylkeiden jokeen nousun, ja siten kalastushaittojen, vähentämiseksi. Melko hyvien tuloksien rohkaisemina syksyllä 2023 samanlaisen sulkulinjan muodostamista kokeiltiin lähempänä lijoen suuta kelluvilla Otaq-mobiilikarkottimilla. Tulokset osoittavat, että siikasaaliit jäivät pienemmiksi ja verkovahingot sekä hyljehavainnot korkeammiksi kuin vuotta aikaisemmin joen pohjaan asennettuja karkottimia käytettäessä. On kuitenkin syytä huomata, että syksyllä 2023 aineistoa kerätessä vallitsivat poikkeukselliset tulva- ja virtaamaolosuhteet sekä tavallista aikaisempia pitkittyneitä pakkaskelejä, jotka huomattavasti haittasivat kalastusta ja siten hankaloittavat vertailuja. Vaurioituneiden siikojen osuus vaikutti olevan hieman alhaisempi vuonna 2023 kuin 2022, jääden, hyljehavaintojen ohella, samalla alhaisemmaksi kuin vertailualueella Kemijoella, jossa ei toistaiseksi ole käytetty hyljekarkottimia. Kalastajien havainnot niin ikään tukevat johtopäätöstä, että kokeilussa käytetyt Otaq-laitteet karkottivat hylkeitä lijoen olosuhteissa, mutta niiden avulla muodostettu sulkulinja ei ollut riittävän pitävä. Lisäksi saatiin lisävahvistusta sille, että sulkulinjaa perustaessa pitäisi pystyä varmistamaan, että sen suojaamalla jokialueella ei ole jo valmiiksi hylkeitä. Kun sulkulinjan yläpuoliselle alueelle on ehtinyt hylkeitä jo valmiiksi, jää myös epäselväksi missä määrin hylkeet mahdollisesti kykenevät ohittamaan karkotinlinjan. Tuloksien perustella vaikuttaa joka tapauksessa siltä, että jokiolosuhteissa Otaq-mobiilihyljekarkottimet saattavat toimia parhaiten paikalliseen hylkeiden karkottamiseen yksittäisten kalanpyydystyspaikkojen välittömässä läheisyydessä.

Asiasanat: hylje, lijoki, kalastus, kalavauriot, karkotin, Kemijoki, mädinhankinta, siika

Abstract

Topi Lehtonen¹, Juhani Hopkins¹ and Esa Lehtonen²

¹ Natural Resources Institute Finland, Oulu

² Natural Resources Institute Finland, Helsinki

We investigated the utility of mobile Otaq-branded acoustic seal deterrent devices (hereon: ADDs) in protecting a whitefish (*Coregonus lavaretus*) fishery in the river Iijoki. This type of work is needed, because the quickly recovering seal populations in the Baltic Sea have increasingly damaged the gear and catch of commercial fishers, not only in sea areas but also in the lower sections of certain rivers that flow into the sea. An earlier project that was run at river Iijoki in 2022 trialed a barrier line, established with ADDs attached to the riverbed, in reducing upstream movements of seals and hence in reducing seal damage to the fishery. Encouraged by a relatively positive outcome, in the autumn of 2023 we established a similar ADD barrier line, this time closer to the mouth of the river Iijoki and using the mobile and floating Otaq devices. Our results show that whitefish catches were smaller, while gillnet damages and seal sightings were higher, in 2023 than 2022. However, it is important to note that during the data gathering period in 2023 the flood and water flow conditions were exceptionally difficult for fishing, as was the earlier-than-usual arrival of winter-like conditions later in the autumn. Therefore, comparisons between the two years should be treated with caution. Moreover, a partial success in 2023 was supported by the proportion of whitefish with signs of seal-induced damage being, if anything, lower in 2023 than 2022, and also lower than in the river Kemijoki (in 2023), where seals interfere with the local whitefish fishery but ADDs have thus far not been used. The fishers' non-quantified observations support the conclusion that the Otaq ADDs did deter seals under the riverine conditions of Iijoki, but the barrier line established by them was probably leaking. In this respect, the observations also indicate that when aiming to establish a river section that is safe guarded by such a barrier line of ADDs, it is essential to ensure that there are no seals in the river section upstream of the devices when they are turned on. Because there apparently were (an unknown number of) seals in the area at the beginning of this project, it remained unclear to which extent seals were able to bypass the deterrent line during the fishing season. Hence, based on the project's results, the Otaq mobile ADDs are utilisable under riverine conditions, but may, in practice, work better as local deterrents at individual fishing sites rather than for preventing seals' upstream movements beyond an ADD barrier line.

Keywords: conflict, deterrent device, fish damages, fishery, river Iijoki, salmonid, seal, whitefish

Sisällys

1. Johdanto	6
2. Menetelmät	8
2.1. Hyljekarkottimien toimintaperiaate ja niiden mahdolliset haittavaikutukset.....	8
2.2. Otaq-mobiilikarkottimet.....	9
2.3. Karkottimien asennus.....	10
2.4. Kalastus ja sen tietojen kirjaaminen	11
2.5. Data-analyysit	12
3. Tulokset.....	13
3.1. Kalastajien lijoella tekemät havainnot.....	13
3.2. lijoen kalastusaineistojen vertailu vuosien välillä.....	13
3.3. Vertailu kalastukseen Kemijoella	15
4. Tulosten tarkastelu	16
4.1. Suositukset ja johtopäätökset	18
Viitteet.....	20

1. Johdanto

Vaellussiikakantojen säilyminen rakennetuissa joissa perustuu suurelta osin ylläpitotoimiin, joissa kutuaikaan pyydetään jokeen nousevia emokaloja, jotka sitten lypsetään ja hedelmöityt mätimunat kasvatetaan laitoksessa kunnes poikaset ovat valmiita istutettavaksi takaisin jokeen (Leskelä ym. 2002, Jokikokko ym. 2002, Jokikokko & Huhmarniemi 2014). Useissa rannikolle laskevissa joissa alin voimalaitospato sijaitsee lähellä jokisuualuetta ja emokalojen pyynti tapahtuu verkoilla (tai tietyillä joilla lippoamalla) padon alapuolisella alueella. Tällainen mädinhankintapyynti on esimerkiksi lijoella toteutettu poikkeusluvalla, sillä vaellussiika on muutoin rauhoitettu virtaavissa vesissä syyskuun alusta marraskuun loppuun. Poikkeuslupa sallii siikojen pyydystämisen ruokakalaksi mädinhankintapyynnin ohella.

Verkkoihin takertuneet kalat ovat hylkeiden helposti pyydystettävissä. Todennettavissa olevien saaliskalavaurioiden lisäksi (Kuva 1) hylje voi syödä runsaasti verkkoon jääneitä kaloja ilman, että siitä jää helposti näkyviä merkkejä (Königson ym. 2007, 2009). Verkoista syödessään hylkeet usein myös rikkovat verkkoja vaikeuttaen siten kalastusta (Söderkultalahti & Rahikainen 2022). Elpyneet harmaahylje- ja norppapopulaatiot ovat rannikolla hankaloittaneet kalastusta jo pidempään (Kauppinen ym. 2005, Salmi ym. 2022, Suuronen ym. 2023) ja viime vuosina niitä on hakeutunut kasvavissa määrin myös mereen laskeville jokialueille (Veneranta ym. 2023, 2024). Hyljehavaintoja on Perämerellä tehty siian mätipyyntiin aikaan ainakin Kemi-, Siika-, Pyhä- ja Kalajoella (Veneranta ym. 2023). Esimerkiksi lijoella on raportoitu runsaasti hylkeiden aiheuttamia vahinkoja vuodesta 2017 alkaen (Veneranta ym. 2023). Samalla emokalojen pyytäminen mädin saamiseksi on selvästi hankaloitunut ja talteen saadun mädin määrä on vähentynyt (Veneranta ym. 2023, 2024). Paikalliset toimijat pitävätkin hylkeitä todennäköisenä syyllisenä viime vuosien heikentyneelle pyyntitulokselle etenkin li- ja Kemijoella.



Kuva 1. Hylkeen lijoella vaurioittama siika. Tavanomaisia jälkiä hylkeen saalistuksesta ovat vatsapuolella olevat viillot ja repeämät. Kutuaajan lähellä hylkeet saattavat syödä ainoastaan mädin ja jättää loput kalasta syömättä. Valokuva: Risto Kuninkaanniemi.

Hylkeistä kalastukselle aiheutuvaa haittaa on pyritty vähentämään etenkin pyyntivälineiden rakenne- ja materiaalivalinnoilla (Lehtonen & Suuronen 2004, Suuronen ym. 2006, 2023). Tästä on kuitenkin ollut apua lähinnä rysäkalastuksen yhteydessä. Teknisenä ratkaisuna, joka voisi helpottaa myös verkoilla tapahtuvaa kalastusta, on enenevässä määrin kokeiltu myös hyljekarkottimia. Näiden karkottimien vaikutus perustuu taajuudeltaan ja voimakkuudeltaan vaihteleviin ja satunnaisesti toistuviin vedenalaisiin ääniin, jotka hylkeet aistivat

epämiellyttävänä ja aivan lähellä myös kivuliaana. Karkottimien merkittävä etu on siinä, että niillä hyljevahinkoja torjuttaessa hylkeiden ja muiden eläinten vahingoittumisen riski on pieni. Laittevalmistajat pyrkivätkin varmistamaan, että karkotin ei vaikuttaisi haitallisesti muuhun eliöstöön tai aiheuttaisi pysyvää fysiologista haittaa hylkeille. Laitteiden toimintatapaan ja ennaltaehkäiseviin toimiin perustuva karkottimien yleinen hyväksyttävyyden edesauttaneen niiden käytön laajenemista. Merialueella hyljekarkottimia onkin kokeiltu jo useiden vuosien ajan rysäpyynnissä, ja niiden on todettu vaikuttavan suotuisasti saaliin määrään erityisesti pyydyksien lähelle asennettuna (Lehtonen ym. 2022). Vuonna 2022 myös jokialueella, lijoella, kokeiltiin pohjaan asennettavilla karkottimilla (Ace Aquatec, ASR-US3) muodostettua sulkulinjaa hyljevapaan jokialueen muodostamiseksi. Tulokset olivat lupaavia (Veneranta ym. 2023, 2024).

Tämän hankkeen yhteydessä lijoella kokeiltiin Osuuskunta Team Kalan toimesta Suomessa kaupallisesti saatavissa olevia Otaq-mobiilihyljekarkottimia. Kelluvina ne ovat helpommin liikuteltavia ja asennettavia kuin kiinteään asennuksen vaativat laitteet, kuten esimerkiksi vuonna 2022 lijoella Luken toimesta testatut karkottimet (ASR-US3). Hyljekarkottimet asennettiin linjaan joen poikki lähellä jokisuuta. Tarkoituksena oli tällä tapaa muodostaa sulkulinja estämään hylkeiden nousu ylemmäksi jokeen, jossa siikojen emokalapyynti tapahtuu.

2. Menetelmät

2.1. Hyljekarkottimien toimintaperiaate ja niiden mahdolliset haittavaikutukset

Hyljekarkottimien toimintaperiaatteena on se, että ne lähettävät korkeataajuuksisia ääniä, joiden tarkoitus on aiheuttaa liian lähelle pyrkivälle hylkeelle fyysistä epämukavuutta tai jopa kipua, jotta hylkeet eivät tule karkottimien läheisyyteen. Hyljekarkottimia on myynnissä useita malleja, jotka eroavat toisistaan rakenteeltaan ja karkotusääniltään. Karkottimien tärkein ääni-alue on hylkeiden erityisen hyvin kuulema noin 10 kHz, mutta niiden äänet voivat kattaa myös muita taajuusalueita (Graham ym. 2009, Veneranta ym. 2023). Äänenpaine karkottimen välittömässä läheisyydessä on tyypillisesti lähes 200 dB 1re μPa , josta se sitten vesiympäristössä vaimenee nopeasti etäisyyden myötä (Veneranta ym. 2023, 2024). Tässä yhteydessä on hyvä huomata, että vedessä ja ilmassa käytettävät äänen paineen vertailutasot ovat erilaiset ja niinpä äänen voimakkuuden desibeliarvot vedessä ja ilmassa eivät ole suoraan verrannollisia. Etenkin uudemmissa malleissa ääni myös lähetetään vaihtelevalla tauotuksella ja syklisti kasvavalla intensiteetillä (ns. pehmokäynnistys, 'soft start function'). Tällöin lähistön hylkeillä on periaatteessa mahdollisuus siirtyä kauemmaksi karkottimesta jo ennen kuin ääni saavuttaa täyden intensiteetin. Karkottimille ilmoitetaan tavanomaisesti tehokkaaksi toiminta-alueeksi noin 45–50 m, mikä vastaakin tehtyjä havaintoja (Jacobs & Terhune 2002, Harris ym. 2014, Veneranta ym. 2023, 2024). Hylkeiden mahdollisesta totumisesta karkotinäniin ei toistaiseksi ole kattavaa tutkimusnäyttöä, mutta etenkin vanhemmat tutkimukset (jotka ovat siten tehty vanhemman tekniikan karkotinmalleja käyttäen) ovat raportoineet karkottimien tehon hiipumisesta ajan myötä (Götz & Janik 2013, Schakner & Blumstein 2013, Tixier ym. 2021).

Voimakkaat ja äkilliset äänet voivat aiheuttaa hylkeille kuulovammoja (Hastie ym. 2015, Russell ym. 2016). Karkottimien mahdollisesti aiheuttamat kuulovauriot (Götz & Janik 2010) ovat ongelmallisia paitsi eläinsuojelun näkökulmasta myös karkottimien pidemmän aikavälin toiminnan kannalta, jos kuuloltaan heikentyneet yksilöt eivät enää välttä karkottimia (Götz & Janik 2013). Kattava tutkimustieto aiheesta kuitenkin puuttuu etenkin uudempien karkotinmallien suhteen, jotka eivät lähetä yhtäjaksoista voimakasta ääntä. Nykyisin tyypillisesti käytössä oleva syklinen äänentoisto on suunniteltu antamaan hylkeille riittäviä varoituksia jo ennen kuin ne ovat uineet lähelle karkotinta.

Tutkijoiden parissa on esitetty huolia myös hyljekarkotinäniä vaikoituksista muihin merinisäkkäisiin, kuten delfiineihin ja pyöriäisiin, joiden kuulo on hylkeitä herkempi (Johnston 2002, Morton & Symonds 2002, Olesiuk ym. 2002, Brandt ym. 2013, Mikkelsen ym. 2017). Pyöriäinen on ainoa valaslaji, joka elää pysyvästi Itämerellä ja jonka yksilöitä havaitaan Suomenkin aluevesiltä vuosittain (Viquerat 2014). Perämerellä ja varsinkin siihen laskevissa joissa pyöriäistä ei kuitenkaan ole tavattu useisiin vuosikymmeniin (Ympäristöministeriö 2006), joten hyljekarkottimien käytöstä ei näillä alueilla pitäisi koitua pyöriäisille minkäänlaista haittaa.

Kalojen kuuloalue kattaa ainoastaan matalampia taajuuksia kuin hyljekarkottimien tuottamat äänet. Niinpä kalojen ei ole tähänastisissa tutkimuksissa todettu reagoivan näihin ääniin tai muutoin muuttavan käyttäytymistään karkottimien läheisyydessä (Amoser & Ladich 2005, Kastelein ym. 2008, Götz & Janik 2013). Kalalajit kuitenkin eroavat aistiominaisuuksiltaan (Kastelein ym. 2008, Mann ym. 2007, Popper & Hawkins 2019) ja kalojen aistimuksissa riittää vielä

tutkittavaa. Perustuen tietoihin lintujen kuulosta on niin ikään epätodennäköistä, että karkottimet vaikuttaisivat haitallisesti kalojen perässä sukeltaviin lintuihin, joskin lintujen kuulosta niiden sukeltaessa tiedetään melko vähän. Saukot (*Lutra lutra*) voivat sen sijaan, hylkeiden tapaan, häiriintyä karkottimien välittömässä läheisyydessä (Stepien ym. 2024). Karkottimen ääni veden pinnan yläpuolella on selkeästi vaimeampi kuin pinnan alapuolella ja tehokas vaikutusikäisyys on lyhyt, korkeintaan kymmeniä metrejä. Ihminenkin pystyy riittävän lähellä ollessaan kuulemaan vedessä toimivien karkottimien ääniä myös veden päällä. Vedessä sukeltajan kuuloaistimukset ovat heikompia kuin ilmassa. Turvallisuuden takaamiseksi karkottimien välittömässä läheisyydessä ei kuitenkaan tule sukeltaa tai uida.

2.2. Otaq-mobiilikarkottimet

Useisiin muihin karkottimiin verrattuna tässä hankkeessa käytettyä Arwell-Tekniikka Oy:n 'Otaq Sealfence Portable' karkotinta (Kuva 2) on helpompi siirrellä paikasta toiseen ja siten siitä käytetäänkin nimeä 'mobiilikarkotin'. Vedessä tämä karkotinmalli kelluu siten, että vain sen yläosa näkyy pinnalla (Kuva 3). Karkotinta voidaan käyttää akkukäyttöisenä, jolloin akkujen vaihto tapahtuu, kun karkotin on ensin nostettu veneeseen tai sen laidalle. Tässä hankkeessa sähkövirta kuitenkin saatiin kiinteällä yhteydellä rannasta ns. runkokaapelilla ja karkottimen akut turvasivat toimintaa mahdollisten sähkökatkojen aikana. Karkottimen toimintasäde on laitevalmistajan mukaan noin 45 m. Osuuskunta Team Kala hankki karkottimet ja Luonnonvarakeskuksen rooli hankkeessa oli tekninen konsultaatio, kalastus- ja hyljehavaintojen kirjanpidon järjestäminen sekä datan käsittely.



Kuva 2. (a) Betonipaino, johon kuhunkin ankkuroitiin yksi karkotin siirtymisen estämiseksi. (b) Otaq-mobiilikarkotin ennen asennusta lijoelle. Karkotintrunگون alaosassa, joka on myös kuvassa alimpana, näkyy lähetinyksikkö, runгон ylimmän osan kelluessa veden pinnalla. Keski-osassa näkyvät akut, jotka tässä kokeilussa olivat asennettuina ainoastaan verkkovirran katkoksien varalle. Valokuvat: Esa Lehtonen.



Kuva 3. Osa Otaq-mobiilikarkottimien linjasta lijoen poikki asennusvaiheessa elokuussa 2023. Etualalla näkyy kuinka karkottimen yläosa on vedenpinnan yläpuolella yksikön kelluessa pystysuunnassa siten, että siitä suurin osa on vedenpinnan alla. Valokuva: Esa Lehtonen.

2.3. Karkottimien asennus

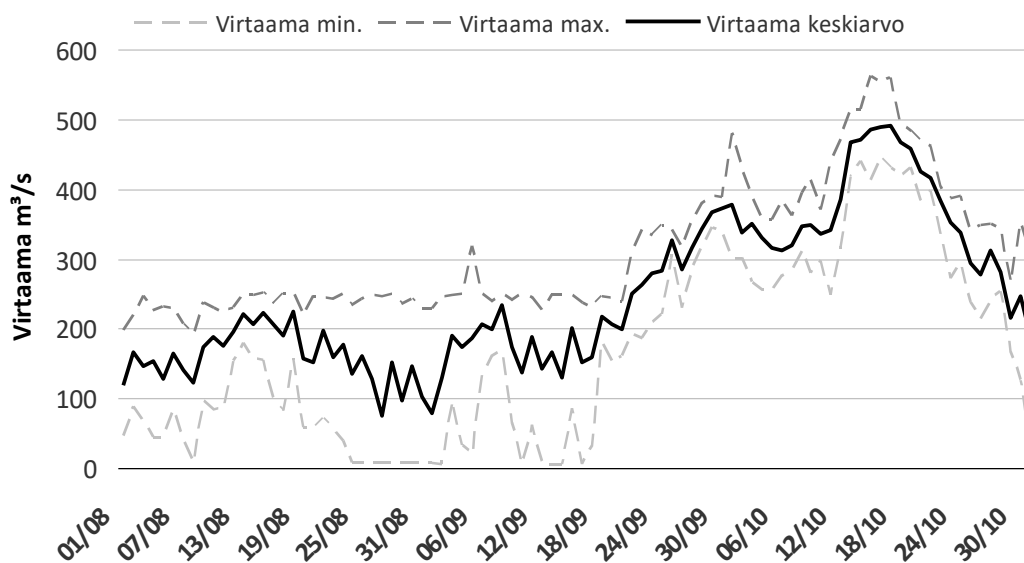
Karkottimia asennettiin (Kuvat 2 ja 3) yhteistyössä Osuuskunta Team Kalan kanssa elokuussa 2023 lijoen alaosalle linjaan (Kuva 3) yhteensä 5 kpl. Lisäksi käyttövalmiina oli yksi varakarkottin. Tarkoituksena oli muodostaa sulkulinja, jota hylkeet eivät karkotinaänien takia ohittaisi ja näin nousisi ylemmäs joelle, jossa siian kalastus tapahtuu. Joen pohjaan asennettiin ensin vahvat ja painavat betonialustat, joihin kelluvat karkottimet sitten kiinnitettiin ketjuilla. Laitteisiin saatiin sähkövirtaa rannalta joen pohjaan asennettua runkovirtakaapelia pitkin. Karkottimien asennuspaikka valittiin siten, että joki oli siinä kohtaa melko kapea, verkkovirtaa oli saatavilla rannalta ja veden syvyys (n. 2–5 m) oli riittävä laitteiden asennukseen. Asennuskohdalla joen profiilissa ei ollut äkkinäisiä syvyyden muutoksia ja pohja oli muutoinkin melko tasainen, koostuen etupäässä sorasta ja kivistä. Sijoituspaikan valinnassa huomioitiin myös lijoen voimakas virtaamasäätely sekä pinnankorkeuden vaihtelu.

2.4. Kalastus ja sen tietojen kirjaaminen

Karkottimien toimintaa joessa arvioitiin kalastajien pitämän saaliskirjanpidon perusteella. Hanketta varten lijoella saaliitaan kirjasi syksyllä neljä kalastajaa, jotka olivat kirjanneet saaliitaan myös syksyllä 2022 ASR-US3 karkottimia kokeiltaessa (Veneranta ym. 2023, 2024). Lijoen kalastajat käyttivät 3–5 m korkeita ja 13–60 m pitkiä verkkoja, joiden solmuväli oli 45–50 mm. Kukin verkko oli kiinnitetty pyyntipadon päähän, jolloin pato toimi kaloja ohjaavana aitana. Kalastajat merkitsivät verkon kokemiskertojen välisen pyyntiajan tunteina, verkossa havaitut uudet hylkeen tekemiksi arvioidut reiät, saalissiikojen kokonaislukumäärän sekä vaurioituneiden siikojen lukumäärän pyyntikertaa kohden. Kalastajat kirjasivat myös muut saaliiksi saadut kalalajit sekä halli- ja norppahavainnot. Mikäli havaittua eläintä ei tunnustettu varmasti, se merkittiin hylkeeksi. Verkon likaantuessa tai rikkoutuessa se vaihdettiin uuteen. Kalastajien kirjaama pyynti tapahtui 14.8.–25.10.2023 välisenä aikana. Lijoen kalastajista kolme oli vuonna 2022 kalastanut karkottimilla suojatun alueen sisäpuolella ja yksi alueen ulkopuolella. Tässä hankkeessa karkotinlinjan paikkaa oli vuoteen 2022 verrattuna siirretty siten, että kaikki neljä kalastajaa olivat suojatulla alueella eli ylävirtaan karkotinlinjasta. Kauden loppupuolella (syys-lokakuun vaihteessa) kalastajat purkivat alkuperäisen karkotinlinjan siten, että osa karkottimista tuotiin samalle paikalle kuin vuonna 2022, minkä jälkeen karkottimilla pyrittiin loppukausi suojamaan yksittäisiä kalastuspaikkoja koko alueen kattavan yhden karkotinlinjan sijaan.

Kemijoella pyynti tapahtuu pitkiä (jopa useita satoja metrejä) verkkojatoja käyttäen ja ainoastaan lokakuun aikana. Kemijoelta saatiin vertailuaineistoa 12:sta eri kohdassa kalastaneelta venekunnalta, jotka kirjasivat samoja tietoja kuin lijoen kalastajat. Näistä vaurioituneiden siikojen osuus sekä hyljehavainnot katsottiin riittävässä määrin vertailukelpoisiksi jokien välillä.

Poikkeuksellisen hankalat olosuhteet, etenkin tulvat, korkeat virtaamat (Kuva 4) ja aikaiset pakkaset, haittasivat kalastusta molemmilla joilla. Kalastusta saatiin kuitenkin suoritettua riittävästi tarvittavien tietojen keräämiseksi.



Kuva 4. Virtaamavaihtelu lijoen tutkimusalueesta ylävirtaan Raasakan voimalaitoksella syksyllä 2023. Kuvaaja näyttää päiväkohtaisen virtaaman minimi- ja maksimiavot sekä keskiarvon. Syksyllä 2022 päiväkohtaiset virtaamat olivat alhaisempia: korkeimmillaan noin 200 m³/s ja tyyppillisesti noin 100 m³/s (Veneranta ym. 2023). Aineisto: PVO-Vesivoima Oy.

2.5. Data-analyysit

Hanke ei sisältänyt varsinaista koejärjestelyä. Kalastuksessa kertynyttä tietoa voitiin kuitenkin verrata lijoen edellisen vuoden vastaaviin tuloksiin (Veneranta ym. 2023, 2024) sekä syksyllä 2023 Kemijoella kerättyihin siian mätipyyntikalastustietoihin. Verrattaessa lijoen vuosia 2022 ja 2023 tehtiin tilastoanalyyskejä R tilasto-ohjelman versiota 4.2.2 (<https://www.r-project.org/>) ja glmmTMB analyysipakettia käyttäen. Nämä analyysit tehtiin niille kolmelle kalastajalle, jotka olivat kalastaneet karkottimien piirissä molempina vuosina.

Kyseisen kolmen kalastajan ilmoittamia hyljehavaintoja suhteessa vuoteen sekä pyynnin määrään selvitettiin binomiaalista jakaumaa noudattavalla sekamallilla (GLMM) siten, että vastemuuttujana toimi se, tehtiinkö pyynnin yhteydessä hyljehavaintoja päivän mittaan (hylkeitä havaittu / ei havaittu) ja selittävinä tekijöinä olivat vuosi (2022 / 2023) sekä verkkokoentojen lukumäärä kyseisenä päivänä. Otimme huomioon kalastajien (ja samalla heidän kalastuspaikkojensa) aiheuttamaa vaihtelua sisällyttämällä kalastajan satunnaistekijänä.

Verkkovaurioiden syntymisen todennäköisyyttä selvitettäessä käytimme niin ikään binääristä jaottelua (ainakin yksi uusi verkkovaurio pyyntipäivänä / ei uusia verkkovaurioita). Tässä mallissa (GLMM) selittävänä muuttujina olivat vuosi (2022 / 2023), pyynnin kesto kyseisen päivän mittaan (tunteja), käytetyn verkon pituus (metrejä) sekä verkkoon jääneiden kalojen lukumäärä kyseisenä päivänä. Jotta kalastajasta ja hänen pyyntipaikastaan johtuva vaihtelu saatiin huomioitua, lisäsimme tämän satunnaistekijäksi.

Selvitimme siikasaaliiseen vaikuttavia tekijöitä GLMM mallilla, jossa vastemuuttujana oli vuorokauden aikana saatujen siikojen lukumäärää. Aineiston rakenteen vuoksi analyysien oletusjakaumana oli negatiivinen binomiaalijakauma. Selittävänä muuttujina olivat vuosi (2022 / 2023), vuorokauden aikana suoritetun pyynnin kesto (tunteja) sekä käytetyn verkon pituus (metrejä). Kalastaja/kalastuspaikka otettiin huomioon satunnaistekijänä.

Selvitimme vauriosiiikojen esiintymistodennäköisyyttä saaliissa binomiallisella mallilla. Kyseessä oli GLMM malli, jossa vastemuuttujana oli se, havaittiinko vaurioituneita siikoja vuorokauden mittaan (havaittiin / ei havaittu). Selittävät muuttujat tässä tapauksessa olivat vuosi (2022 / 2023), aika jonka verkko oli päivän mittaan pyynnissä (tunteja) sekä kyseisenä päivänä saatujen siikojen lukumäärä. Otimme jälleen kalastajan/kalastuspaikan huomioon lisäämällä sen satunnaistekijäksi.

Vertasimme lijoella suojatun alueen ulkopuolella syksyllä 2022 toimineen kalastajan aineistoa saman kalastajan vuoden 2023 aineistoon ainoastaan tuloskuvien perusteella tämän aineiston pienuuden takia. Samoin teimme lijoen ja Kemijoen välisen vertailun yhteydessä, sillä siian kalastus li- ja Kemijoella on varsin erilaista ja siten hankalasti vertailtavissa. Tutkimistamme tekijöistä parhaiten vertautunevat kalastajien tekemät hyljehavainnot sekä vaurioituneiden siikojen osuus.

3. Tulokset

3.1. Kalastajien lijoella tekemät havainnot

Ijoen kalastajien kanssa käydyissä keskusteluissa ilmeni, että kaikki kalastajat kokivat vuoden 2023 pyynnin erittäin haastavana. Hylkeistä oli enemmän haittaa kuin edellisellä vuonna (2022) ja etenkin poikkeuksellisen kova virtaus (Kuva 4) aiheutti ongelmia. Lisäksi joen varhainen jäätyminen heti kovimpien virtausten jälkeen katkaisi kalastuskauden odotettua aikaisemmin. Kausi myös alkoi tavallista myöhemmin, koska lämpimien vesien vuoksi siikojen nousu jokeen viivästyi.

Kalastajat kokivat karkottimet yleisesti hyödyllisiksi, mutta vuoden 2023 osalta linjan koettiin pettäneen ja hylkeistä oli merkittävää haittaa kalastukselle suoja-alueella. Varmaa syytä linjan pettämiselle kalastajat eivät tiedäneet, mutta osa heistä epäili mm. hylkeiden nousua pientä Tangonhaaraa pitkin (mitä osa muista kalastajista kuitenkin piti mahdottomana), hylkeiden siirtymistä alueelle jo ennen karkotinten asennusta, hylkeiden uimista pää pinnan yllä linjan läpi tai kuuroja hylkeitä. Keskusteluissa tuli esille epäilyjä myös siitä, olivatko vuonna 2023 käytetyt Otaq-mobiilikarkottimet yhtä tehokkaita kuin vuonna 2022 käytetyt Ace Aquatec ASR-US3 karkottimet. Kalastajien eniten ehdottama ratkaisu oli asentaa karkotinlinja jo heinäkuussa, jotta se olisi toiminnassa jo ennen kuin hylkeitä on todennäköisesti noussut jokeen.

3.2. Ijoen kalastusaineistojen vertailu vuosien välillä

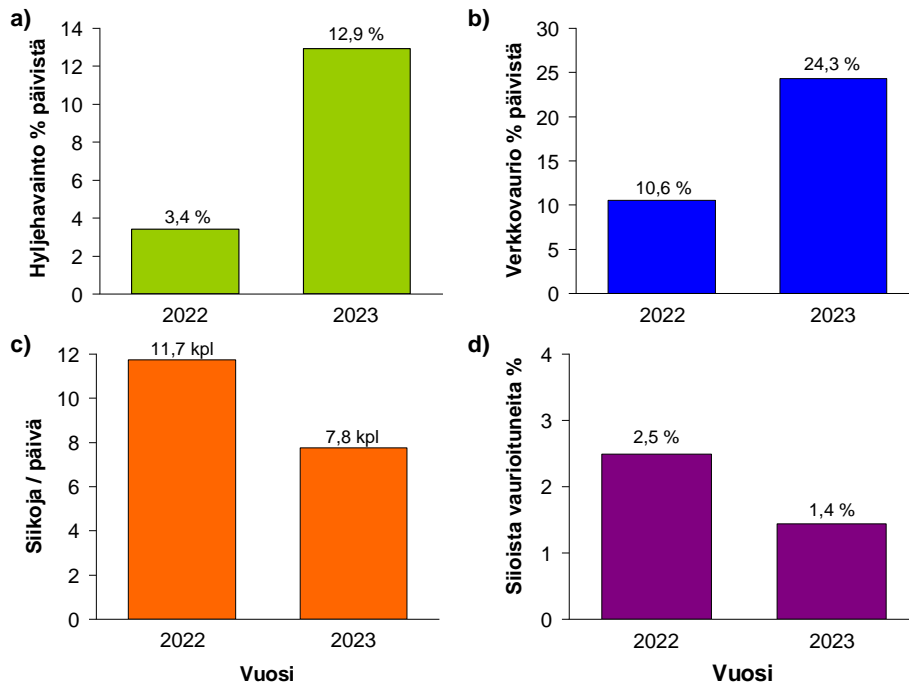
Kolme kalastajaa, jotka pyydystivät siikoja karkotinlinjan suojaamalla alueella sekä 2022 että 2023, kalastivat kukin 58–62 päivänä elo-lokakuussa 2022 ja 31–55 päivänä elo-lokakuussa 2023. Ero johtuu huomattavan haastavista olosuhteista vuonna 2023 (Kuva 4).

Kalastajat havaitsivat hylkeitä useampina päivinä vuonna 2023 kuin 2022 (GLMM, estimaatti (β) \pm keskihajonta (SD)) = $1,4605 \pm 0,5009$; $z = 2,916$, $p = 0,0036$) (Kuva 5a). Myös verkon kokemiskertojen lukumäärä vaikutti positiivisesti todennäköisyyteen havainta ainakin yksi hylje ($\beta = 0,3714 \pm 0,1151$, $z = 3,226$, $p = 0,0013$).

Todennäköisyys verkkovaurioille oli suurempi 2023 kuin 2022 (GLMM, $\beta = 0,8605 \pm 0,3328$, $z = 2,586$, $p = 0,0097$) (Kuva 5b). Sen sijaan pyyntiaika vuorokauden mittaan ($\beta = -0,0430 \pm 0,0349$, $z = -1,233$, $p = 0,22$), verkon pituus ($\beta = -0,0411 \pm 0,0211$, $z = -1,944$, $p = 0,052$) tai verkkoon jääneiden kalojen lukumäärä ($\beta = -0,01664 \pm 0,0167$, $z = -0,998$, $p = 0,32$) eivät merkitsevästi vaikuttaneet verkkovaurioiden ilmaantumisen todennäköisyyteen.

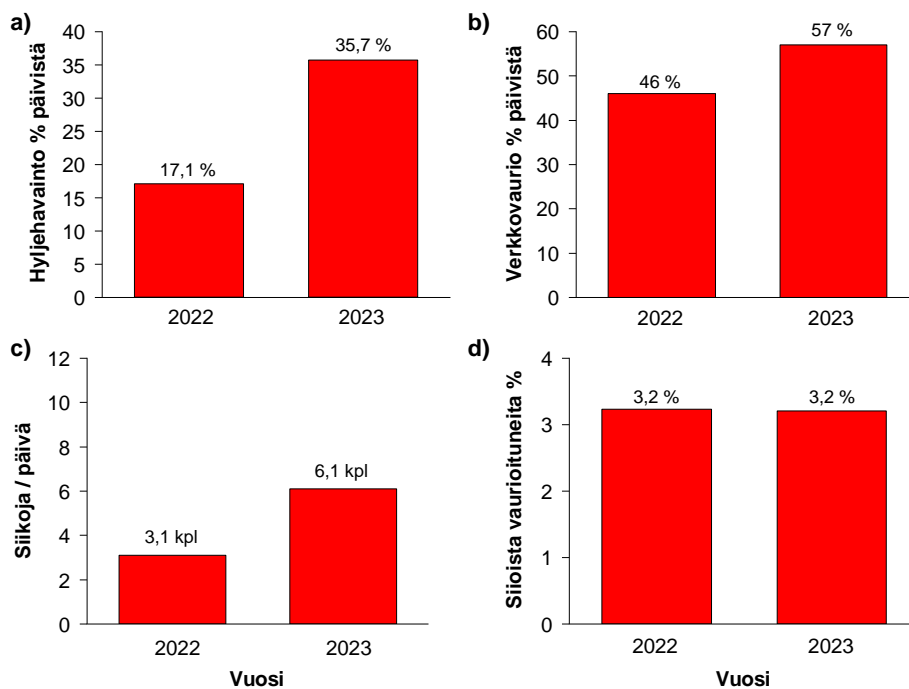
Kalastajat saivat vähemmän siikoja 2023 kuin 2022 (GLMM, $\beta = -0,8747 \pm 0,1650$, $z = -5,300$, $p < 0,0001$) (Kuva 5c). Siikojen lukumäärä kasvoi pyyntiajan ($\beta = 0,0485 \pm 0,0227$, $z = 2,135$, $p = 0,033$) ja käytetyn verkon pituuden myötä ($\beta = 0,0307 \pm 0,113$, $z = 2,712$, $p = 0,0067$).

Verkkoon jääneiden siikojen hyljevaurioiden esiintyvyys oli absoluuttiselta tasoltaan alhaisempi vuonna 2023 (Kuva 5d), mutta ero vuosien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää (GLMM, $\beta = 0,2032 \pm 0,4289$, $z = 0,474$, $p = 0,64$) (Kuva 5d). Siikavaurioita esiintyi todennäköisemmin silloin kun verkossa oli enemmän siikoja ($\beta = 0,0537 \pm 0,0132$, $z = 4,068$, $p < 0,0001$). Pyyntiajan pituudella päivän mittaan ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta ($\beta = 0,0677 \pm 0,0649$, $z = 1,043$, $p = 0,30$).



Kuva 5. Iijoen hylkeisiin liittyviä kalastushavaintoja syksyiltä 2022 ja 2023 kalastajilla, jotka olivat hylkeiden karkotusalueen sisäpuolella. (a) Hyljehavainnon päiväkohtainen todennäköisyys, (b) hylkeen tekemän verkkovaurion päiväkohtainen todennäköisyys, (c) keskimääräinen päivittäinen siikasaalis, (d) hylkeen vaurioittamien siikojen osuus saaliista.

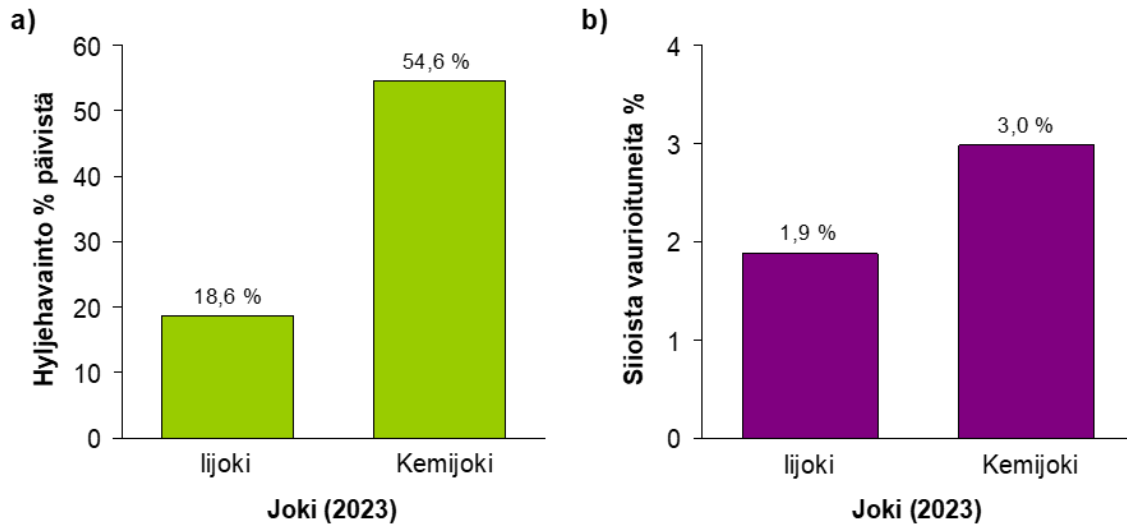
Tarkasteltaessa kalastuspaikkaa, joka vuonna 2022 oli hyljekarkottimilla suojatun alueen ulkopuolella, erot vuosien välillä vaikuttavat yllä kuvatun kaltaisilta, mutta pienemmiltä (Kuva 6).



Kuva 6. Iijoen hylkeisiin liittyviä kalastushavaintoja vuonna 2022 ja 2023 kalastajalla, joka oli karkottimilla hylkeiltä suojatun alueen ulkopuolella vuonna 2022. (a) Hyljehavainnon päiväkohtainen todennäköisyys, (b) verkkovaurioiden todennäköisyys per päivä, (c) keskimääräinen päivittäinen siikasaalis, (d) hylkeen vaurioittamien siikojen osuus saaliista.

3.3. Vertailu kalastukseen Kemijoella

Kemijoella hyljehavaintoja tehtiin useammin kuin Iijoenalla (Kuva 7a) ja myös hylkeiden vaurioittamien siikojen osuus vaikutti olevan korkeampi Kemi- kuin Iijoenalla (Kuva 7b).



Kuva 7. Kalastajien tekemiä hylkeisiin liittyviä havaintoja Iijoenalla ja Kemijoella vuonna 2023. (a) Hyljehavainnon päiväkohtainen todennäköisyys ja (b) hylkeen vaurioittamien siikojen osuus saaliista.

4. Tulosten tarkastelu

Otaq-mobiilikarkottimien ollessa käytössä syksyllä 2023 lijoen kalastajat tekivät enemmän hyljehavaintoja, raportoivat enemmän verkkovaurioita ja saivat keskimäärin vähemmän siikoja kalastuspäivää kohden kuin vuonna 2022, jolloin joella käytettiin pohjaan asennettavia (ASR-US3) karkottimia. Nämä tulokset saattavat kertoa siitä, että mobiilikarkottimet eivät soveltuisi yhtä hyvin estämään hylkeiden nousua karkotinlinjan yläpuoliselle jokiosuudelle kuin pohjaan asennettavat karkottimet. Johtopäätösten tekemiseen vuosien väliseen vertailuun pohjautuen liittyy kuitenkin useita ongelmia. Aineistoa kerätessä (syksyllä 2023) vallitsivat poikkeukselliset tulva- ja virtaamaolosuhteet (Kuva 4) sekä epäsuotuisat säät, jotka huomattavasti haittasivat kalastusta. Lisäksi hylkeistä tehtiin runsaasti havaintoja karkotinlinjan yläpuoliselta osuudelta jo heti karkottimien käynnistämisen jälkeen ja jopa juuri ennen asennusta eli niitä oli todennäköisesti siellä jo valmiiksi. Hylkeiden kalastukselle aiheuttama haitta vuonna 2023 oli siis ainakin osittain riippumaton karkottimien toimivuudesta. On myös syytä huomata, että hylkeiden vaurioittamien siikojen osuus ei merkittävästi muuttunut vuosien välillä ja kalastajien tekemien havaintojen mukaan Otaq-laitteet karkottivat hylkeitä lähistöltään. Lisäksi hyljehavaintojen määrä ja hylkeen vaurioittamien siikojen osuus olivat lijoella pienempiä kuin Kemi-joella, jossa karkottimia ei ollut käytössä.

Mobiilikarkotinlinjan mahdollisen alhaisemman tehokkuuden sekä karkotinlinjan yläpuoliselle alueelle jo ennen karkotinten asennusta uineiden hallien ja norppien lisäksi myös muut tekijät ovat voineet vaikuttaa hyljehavaintojen suurempaan määrään syksyllä 2023 kuin 2022. Hylkeitä on voinut yksinkertaisesti pyrkiä joelle aiempaa enemmän. Säännöllisiä hyljehavaintoja on tehty lijoella vasta vuodesta 2017 lähtien ja niiden määrä alueella on ilmeisesti ollut edelleen kasvussa (kalastajien tekemät havainnot; Veneranta ym. 2023, 2024). On myös mahdollista, että hylkeet ovat oppineet ohittamaan karkottimia tehokkaammin kuin vielä vuotta aikaisemmin. Karkottimien ajan mittaan heikentyvästä tehosta on aiemmin esitetty paljon epäilyksiä (Götz & Janik 2013, Schakner & Blumstein 2013, Tixier ym. 2021), joskin etenkin uudempien mallien kohdalla pitkäaikaisseuranta tehokkuuden säilymisestä toistaiseksi puuttuu (Veneranta ym. 2024). Karkotinten on tarkoitus tuottaa liian lähelle tulevalle hylkeelle siinä määrin epämukavia tuntemuksia, että hylje poistuu paikalta, mutta kuitenkin siten, että eläimen kuulo ja muu hyvinvointi eivät vaarannu. On kuitenkin epäselvää, onko hylkeiden jossain määrin mahdollista tottua ääniin, oppivatko ne käyttäytymismalleja, jotka mahdollistavat karkottimien ohittamisen pienellä äänialistuksella (esim. pää vedenpinnan yläpuolella uiden) tai kerääntykö suojatulle alueelle ajan mittaan erityisen huonokuuloisia hylkeitä, joihin karkotinäänet vaikuttavat vähemmän. Lisäksi toistaiseksi ei ole varmuutta hylkeiden kyvystä käyttää pieniä sivu-uomia karkotinten ohittamiseen.

Verkkovaurioiden todennäköisyys lijoella oli suurempi vuonna 2023 kuin 2022. Tämä tulos tukee näkemystä, että hylkeitä oli, havaintojen mukaisesti, kalastuspaikoilla edellisvuotta enemmän. Vastoin kuin edellisenä vuonna (Veneranta ym. 2023) pyyntituntien määrä vuorokaudessa ei merkittävästi vaikuttanut verkkovaurioiden ilmaantuvuuteen. Kalastajia pyydettiin huomioimaan nimenomaan hylkeiden tekemiä verkkovaurioita, jotka ilmenevät suurehkoina reikinä tai verkon repeämisinä. Hylkeiden ohella siikaverkkoja voivat vaurioittaa myös esimerkiksi voimakkaasti rimpuilevat lohet, veden mukana kulkevat puunrungot, oksat tai muut kapaleet, sekä varomattomat vesilläliikkujat. Syksyn 2023 mittaan esiintyneet poikkeukselliset tulvat ja kovat virtaamat voinevat siten osin selittää vuosien välisiä eroja verkkovaurioissa.

Kaikkiaan siihen, että siikoja saatiin vähemmän per päivä syksyllä 2023 kuin 2022, todennäköisesti eniten vaikuttivat erityisen hankalat luonnonolosuhteet mutta myös hylkeet, molempien haitatessa kalastusta. Siian pyynnin onnistuminen on tärkeää etenkin loppukaudesta, sillä se vaikuttaa hautomolle toimitetun hedelmöitetyn mädin määrään. Paitsi että rakennetuissa joissa vaellussiikojen elinkierto on luonnonlisääntymisen estymisen takia kalastuksella kerättyjen sukusolujen varassa, niin lijoen siiankalastuksella voidaan katsoa olevan myös muuta sosiaalista ja taloudellista arvoa. Hautomolle toimitettavat emokalat ja mäti edustavatkin vain osaa pyyntikauden mittaan pyydetyistä siioista ja niiden mädistä. Erityisesti siian mädin hinta on korkea. Poikkeusluvalla tapahtuva siian pyynti lijoella alkaa jo elo-syyskuussa, kun taas haudottavan mädin luovuttavia emokaloja voidaan pyytää vasta myöhemmin syksyllä kudun aikaan tai hieman sitä ennen. Niinpä kun tehdään laskelmia karkotinten hankkimisen kannattavuudesta, on syytä huomioida hylkeiden vaikutukset sekä saaliin kokonaismäärään että mädin haudontaan. Vastaavasti on syytä ottaa huomioon myös asennuksen, ylläpidon ja käytön kustannukset sekä näiden mahdolliset erot eri karkotinmallien välillä.

Muista mittaamistamme hylkeiden vaikutuksia arvioivista tekijöistä poiketen siioissa havaittujen hyljevaurioiden määrä ei kasvanut vuonna 2023 vuoteen 2022 verrattuna. Vaurioiden suhteellinen määrä oli lijoella myös alhaisempi kuin Kemijoella sekä alhaisempi kuin esimerkiksi merialueen kaupallisten kalastajien raportoimat saalisvauriot (Salmi ym. 2022). On mahdollista, että osa sekä II- että Kemijoella havaituista siikojen vaurioista on tapahtunut jo aiemmin merialueella tai jokisuussa siikojen lähestyessä jokea, jos puremahaava ei ole heikentänyt siikaa niin paljon, että nousun jatkuminen on kokonaan estynyt. Niinpä joessa havaittavat vauriot eivät välttämättä kerro pelkästään joella tapahtuvasta hylkeiden ravinnonhankinnasta. Toisaalta merkittävää osaa hylkeiden verkosta tekemää saalistusta ei ilmeisesti havaita vaurioituneina kaloina vaan hylkeet onnistuvat syömään kaloja verkosta helposti havaittavia jälkiä jättämättä (Königsson ym. 2007, 2009).

Kalastajien kertoman mukaan karkotinlinja purettiin ennen pyynnin loppumista ja karkottimet siirrettiin suojaamaan yksittäisiä verkotuspaikkoja. Näin kalastajat pyrkivät varmistamaan mädinhankinnan tärkeimmillä alueilla. Keskusteluissa ilmeni, että tämä koettiin pääosin toimivaksi, mutta ei kuitenkaan toivottavaksi ratkaisuksi. Karkottimia oli käytössä vain 6 kpl, joten siirron jälkeen huomattava osa kalastuksesta tapahtui suojaamatta, vaikkakin kalastajat kertoivat, että ainakin osaa karkottimista siirrettiin verkolta toiselle. Siirtojen mahdollista vaikutusta ei ole huomioitu tulosten tarkastelussa, sillä ne tapahtuivat vasta loppukaudesta ja tiedot uusista asemoinneista (esimerkiksi sen suhteen, mitkä verkot olivat milläkin etäisyydellä lähimmästä karkottimesta) eivät ole riittävän tarkkoja arviointia varten.

Mobiilikarkottimien eduksi voidaan laskea helppous tehdä muutoksia niiden asennukseen. Vielä ei ole riittävästi tietoa siitä, missä määrin asennuspaikka, esimerkiksi suhteessa syvyyteen, virtaamaan ja pohjanmuotoihin, vaikuttaa äänen kantautumiseen ja siten karkottimien toimintasäteeseen ja karkottamisvasteeseen (Veneranta ym. 2023). Siten emme voi poissulkea sitäkään mahdollisuutta, että asennuspaikka oli karkotinvaikutuksen kannalta parempi vuonna 2022 kuin 2023, mikä on osaltaan voinut vaikuttaa tuloksiin. Erilaisten asennusratkaisuvaihtoehtoja puntaroidessa on syytä huomioida paitsi karkottimien toimivuus myös kunkin vaihtoehdon vaatiman työn määrä sekä ylläpidon haasteet. Sijoituspaikan valinnassa ovat oleellisia myös maanomistajien suostumus ja mahdollisen verkkovirran järjestäminen, jotta ei jouduta turvautumaan yksinomaan akkujen käyttöön. Muiden jokirannan käyttäjien ja lähistön asukkaiden näkemykset tulee niin ikään huomioida; karkottimien läheisyydessä niiden ääni on ihmisten kuultavissa myös rannalta käsin. Tilapäinen oleskelu karkottimien

läheisyydessä ei liene haitallista, mutta niiden välittömässä läheisyydessä ei tule uida eikä etenäkään sukeltaa.

Vuonna 2023 lijoella kokeiltiin karkottimia toisena peräkkäisenä syksynä. Toistaiseksi on epäselvää, kuinka hyvin karkottimien vaikutus säilyy, jos niitä käytetään samalla alueella pidempiaikaisesti tai useampana perättäisenä vuotena. Erot vuosien 2023 ja 2022 välillä voivat siis johtua paitsi vuoden 2023 haastavista olosuhteista, mobiilikarkottimien mahdollisesta huonommasta soveltuvuudesta laajan alueen suojaamiseen (karkotinlinjan avulla), erilaisista asennusratkaisuista ja hylkeiden todennäköisesti suuremmasta lukumäärästä joella jo heti koekulun alkaessa, niin myös muutoksista hylkeiden käyttäytymisessä. Jos samat hyljeyksilöt nousevat jokeen peräkkäisinä vuosina, ne voivat ajan mittaan oppia ohittamaan karkottimia paremmin. On myös mahdollista, että alueelle kerääntyy vähitellen hyljeyksilöitä, jotka heikon kuulon vuoksi eivät reagoi toivotulla tavalla karkotintään. Niinpä tarvitaan enemmän tutkimustietoa karkottimien tehokkuudesta pitkäaikaiskäytössä. Tällaisten tutkimusten tulisi myös sisältää varsinainen tutkimusasetelma kontrollikäsitteilyineen, joka tämän hankkeen osalta puuttui, mikä jätti tuloksiin vaikuttaneiden tekijöiden roolit valistuneiden arvailujen varaan.

4.1. Suositukset ja johtopäätökset

Siikoja saatiin lijoella vähemmän vuonna 2023 kuin 2022 samalla kun hyljehavainnot ja verkovauriot lisääntyivät. Niinpä on mahdollista, että Otaq-mobiilikarkottimet soveltuvat huonommin karkotinlinjan muodostamiseen kuin 2022 lijoessa käytössä olleet ASR-US3 karkottimet. Toisaalta kalastajien tekemien havaintojen mukaan myös Otaq-laitteet karkottivat hylkeitä läheisyydestään. Lisäksi luonnonolosuhteet olivat syksyllä 2023 poikkeuksellisen haasteelliset etenkin tulvien ja loppukaudesta myös aikaisin tulleiden pakkasten takia. Ilmeisesti useampia hylkeitä oli myös ehtinyt karkottimien ohi ennen niiden käynnistämistä. Näin ollen on vaikea sanoa, missä määrin melko vähäisiksi jääneet saaliit olivat hylkeiden ja missä määrin olosuhdehaasteiden tulosta. Mikäli karkottimia jatkossa käytetään siian jokikalastuksen ja mädinhankinnan suojaamisessa, voi paikallinen suojaaminen toimia karkotinlinjaa paremmin, ainakin mobiilikarkottimia käytettäessä. Jos karkotinlinjaratkaisua kuitenkin käytetään myös jatkossa, on tärkeää joko aloittaa karkottimien käyttö aikaisemmassa vaiheessa tai muutoin huolehtia siitä, että hylkeitä ei ole jo valmiiksi linjan suojaamalla alueella. Myös hylkeiden mahdollisuus käyttää sivu-uomia suojatulle alueelle nousemiseen tulee ottaa huomioon. Riippumatta siitä onko päämääränä karkotinlinjan suojaama alue vai paikallisen kalapaikan suojaus, sijoituspaikan valinta on tärkeässä roolissa minimoitaessa karkottimista mahdollisesti aiheutuvia haittoja sekä optimoitaessa niiden karkotusvaikutusta.

Karkottimien pidemmän aikavälin tehokkuuden selvittäminen tarvitsee tilastointia sekä kontrolloituja tutkimuksia. Näiden avulla on mahdollisuus tehdä tietopohjaisia päätöksiä karkottimien käytön mahdollisesta laajentamisesta jokiympäristössä. Tämän hankkeen perusteella karkottimilla on potentiaalia hylkeiden kalastukselle aiheuttamien vahinkojen torjumisessa myös jokialueilla, mutta linjaratkaisu suojatun alueen luomiseksi on erityisen herkkä valitsemille olosuhteille. Siten kunkin kalastuspaikan suojaaminen erikseen on karkotusvarmuuden kannalta todennäköisesti toimivampi, joskin kustannuksiltaan kallis, ratkaisu.

Kiitokset

Osuuskunta Team Kala hankki karkottimet Arwell-Tekniikka Oy:ltä ja toteutti hankkeen Luken toimiessa asennusvaiheessa teknisenä tukena ja kerätessä tiedot kalastajilta. Kiitokset kalastajille avustajineen ja (Kemijoella) venekuntineen, mukaan lukien Teuvo Aalto, Sami Alanissi, Pekka Heinonen, Pentti Hulkkonen, Erkki Jauhola, Jyrki Javanainen, Jari Kaikkonen, Virpi Kaikkonen, Juha Kaleva, Paavo Kanniainen, Risto Kivilahti, Risto Kuninkaanniemi, Timo Lassila, Paula Rantapörhölä, Markku Sotisaari, Sakari Sotisaari, Raimo Suutari, Timo Tasala, Petri Tomminen, Aulis Vasama ja Markku Veijola. JP Juntunen oli suurena apuna Kemijoen kalastustietokeruun organisoinnissa. PVO-Vesivoima Oy ystävällisesti luovutti tietoja Iijoen virtaamasta (Kuva 4). Kiitämme myös Timo Myllylää ja Lari Venerantaa avusta ja tiedoista hankkeen käynnistämisen vaiheessa. Hanke oli Maa- ja metsätalousministeriön rahoittama.

Viitteet

- Eurola, M.H., Ekholm, P.I., Ylinen, M.E., Koivistoinen, P.E. & Varo, P.T. 1991. Selenium in Finnish foods after beginning the use of selenate-supplemented fertilizers. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 56: 57–70. DOI: 10.1002/jsfa.2740560107
- 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.
- 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* 23: 222–232.
- Götz, T. & Janik, V.M. 2010. Aversiveness of sounds in phocid seals: psycho-physiological factors, learning processes and motivation. *Journal of Experimental Biology* 213: 1536–1548.
- 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.
- 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: 860–864.
- 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: 1913–1920.
- Hastie, G.D., Russell, D.J., McConnell, B., Moss, S., Thompson, D. & Janik, V.M. 2015. Sound exposure in harbour seals during the installation of an offshore wind farm: predictions of auditory damage. *Journal of Applied Ecology* 52: 631–640.
- Jacobs, S.R. & Terhune, J. 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.
- 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.
- Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 2014. The large-scale stocking of young anadromous whitefish (*Coregonus lavaretus*) and corresponding catches of returning spawners in the River Tornionjoki, northern Baltic Sea. *Fisheries Management and Ecology* 21: 250–258.
- Jokikokko, E., Leskelä, A. & Huhmarniemi, A. 2002. The effect of stocking size on the first winter survival of whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.), in the Gulf of Bothnia, Baltic Sea. *Fisheries Management and Ecology* 9: 79–85.
- 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.

- 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 damages. *Fisheries Research* 73: 99–109.
- Königson, S., Fjälling, A., & Lunneryd, S. G. 2007. Grey seal induced catch losses in the herring gillnet fisheries in the northern Baltic. *NAMMCO Scientific Publications* 6: 203–213.
- Königson, S., Stridh, S.G.L.H. & Sundqvist, F. 2009. Grey seal predation in cod gillnet fisheries in the central Baltic Sea. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 42: 41–47.
- Lehtonen, E. & Suuronen, P. 2004. Mitigation of seal-damages in salmon and whitefish trap-net fishery by modification of the fish bag. *ICES Journal of Marine Science* 61: 1195–1200.
- Lehtonen, E., Lehmonen, R., Kostensalo, J., Kurkilahti, M. & Suuronen, P. 2022. Feasibility and effectiveness of seal deterrent in coastal trap-net fishing - development of a novel mobile deterrent. *Fisheries Research* 252: 106328.
- Leskelä, A., Jokikokko, E. & Huhmarniemi A. 2002. Sea migration patterns of stocked anadromous European whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) fingerlings. *Advances in Limnology* 57: 119–128.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Popper, A.N. & Hawkins, A.D. 2019. An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. *Journal of Fish Biology* 94: 692–713.
- Russell, D.J., Hastie, G.D., Thompson, D., Janik, V.M., Hammond, P.S., Scott-Hayward, L.A.S., Matthiopoulos, J., Jones, E.L. & McConnell, B.J. 2016. Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of Applied Ecology* 53: 1642–1652.
- Salmi, P., Suuronen, P., Svells, K., Lehtonen, E. & Veneranta, L. 2022. Hylkeiden ja kalatalouden välisten konfliktien lieventämiskeinot. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 81/2022*. Luonnonvarakeskus. 51 s.
- Schakner, Z.A. & Blumstein, D.T. 2013. Behavioral biology of marine mammal deterrents: a review and prospectus. *Biological Conservation* 167: 380–389.

- Söderkultalahti, P. & Rahikainen, M. 2022. Kaupallisten kalastajien ilmoittamat hylkeiden ja merimetsojen aiheuttamat saalisvahingot 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 28/2023. Luonnonvarakeskus. 17 s.
- Stepien, E.N., Galatius, A., Hansen, K.A., Nabe-Nielsen, J., Teilmann, J. & Wahlberg, M. 2024. Response of Eurasian otters (*Lutra lutra*) to underwater acoustic harassment device sounds. *Scientific Reports* 14: 4988.
- 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.
- Suuronen, P., Lunneryd, S-G., Königson, S., Coelho, N.F., Waldo, Å., Eriksson, V., Svells, K., Lehtonen, E., Psuty, I. & Vetemaa, M. 2023. Reassessing the management criteria of the growing seal populations: The case of Baltic grey seal and coastal fishery. *Marine Policy* 155: 105684.
- 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.
- Veneranta, L., Lehtonen, E., Lehtonen, T. & Suuronen, P. 2023. Hyljekarkotin vaellussiian mädinhankinnan suojaamisessa lijoella. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 88/2023. Luonnonvarakeskus. 43 s.
- Veneranta L., Lehtonen, T.K., Lehtonen, E. & Suuronen, P. 2024. Acoustic seal deterrents in mitigation of human–wildlife conflicts in the whitefish fishery of the River Iijoki in the northern Baltic Sea area. *Fisheries Management and Ecology* 31: e12680.
- 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.
- Ympäristöministeriö 2006. Pyöriäinen Suomessa - Ehdotus toimenpiteistä pyöriäisen suojelemiseksi Suomessa. *Suomen Ympäristö* 40. 62 s.



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi

