

# Kuhan rysäpyynti talvella



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



Pekka Hyvärinen, Laura Härkönen, Timo Ruukonen ja Petri Suuronen  
Luonnonvarakeskus

## TIIVISTELMÄ

Kuha on sisävesialueen kaupallisen kalastuksen taloudellisesti tärkein kalalaji. Vuonna 2020 sisävesien kaupallisen kalastuksen kuhasaaliin arvo oli 5,7 miljoonaa euroa eli noin 40 % kokonaissaaliin arvosta. Huomattava osa sisävesien kuhasaaliista kalastetaan talviverkoilla. Ammattikalastajilla olisi kuitenkin suurta kiinnostusta kehittää rysällä tapahtuvaa kuhan talvipyyntiä verkkojen vaihtoehtona. Rysän etuja ovat muun muassa se, että kalat säilyvät siinä pidempään hyväkuntoisina kuin verkoissa. Lisäksi alamittaisten kalojen vapauttaminen rysistä onnistuu helpommin ja oleellisesti vähäisemmin vaurioin kuin verkoista. On kuitenkin laajasti tiedossa, että kuhaa ei saada nykyisin käytössä olevilla rysillä kylmän veden aikana, vaikka tarve sellaisille rysille olisi suuri. Syyt tähän eivät ole selviä ja järvimittakaavan testien suunnittelu on siksi vaikeaa. Tieto kuhien käyttäytymisestä kylmän veden koelosuhteissa auttaisi talvirysien kehittämistä.

Tässä hankkeessa tutkittiin erilaisten rysärakenteiden (nielun koko ja sijainti) sekä valon ja virtauksen houkutusvaikutusta kontrolloiduilla testeillä kuhien käyttäytymiseen talviolosuhteissa. Tutkimus suunniteltiin yhteistyössä kalastajien kanssa ja se toteutettiin Luonnonvarakeskuksen Kainuun kalantutkimusaseman koealtaissa Paltamossa. Testeissä käytettiin Oulujärvestä pyydystettyjä kuhia, joiden käyttäytymistä seurattiin PIT-merkintöjen ja testialueelle asennettujen antennien avulla. Varsinaiset syksyn ja talven testit ajoittuivat syyskuun alun ja huhtikuun puolivälin väliselle ajalle.

Tulosten perusteella kuhat olivat aktiivisimmillaan joulutammikuussa sekä huhtikuussa tehdyissä testeissä. Kuhayksilöiden välinen vaihtelu oli kuitenkin suurta eivätkä havaitut erot mitatuissa muuttujissa olleet tilastollisesti merkitseviä eri testeissä.

Testatuista rysän rakenteista selkeimmin vaikutti nielun nousun alkamiskohta. Nopeimmin (keskimäärin 73 min) kalat löysivät rysän nielun sisäänmenoaukolle niiden vapauttamisen jälkeen, jos nielun nousu alkoi suoraan altaan pohjalta. Mikäli nielun nousu alkoi 40 cm korkeudelta pohjasta kuhat löysivät sisäänmenoaukon vasta selkeästi pidemmän ajan kuluttua (keskimäärin 124 min).

Nielun sisäänmenoaukon halkaisija (normaali 25 cm vs. kiristetty 13 cm) ei vaikuttanut rysän sisälle uimiseen käytetyn ajan pituuteen. Nielun rakenne ei myöskään vaikuttanut kuhien karkaamiseen rysästä, sillä vain yksi kuha tuli pois rysästä nielun läpi mentyään.

Tulosten perusteella oli selvää, että käytetyllä vihreällä LED-valolla ei ollut houkuttelevaa vaikutusta kuhille. Tutkimuksessa havaittiin lisäksi, että mikäli koeympäristöön ohjautui heikko veden virtaus rysärakenteiden sisältä kuhien vapautusalueelle, kuhat löysivät rysän nielulle nopeammin kuin koeympäristössä, jossa ei ollut vastaavaa virtausta. Siten rysän sisältä nielun läpi tulevalla pienellä veden virtauksella voi olla kuhia houkutteleva tai ohjaava vaikutus.

Tulosten perusteella kuhat olivat suhteellisen aktiivisia koko talvitestijakson ajan, minkä perusteella kuhia olisi mahdollista pyydystää rysillä myös kylmän veden aikana, mikäli kalat saadaan ohjattua tai houkutelua rysään. Rysän nielun läpi tulevan houkutusvirtauksen testaaminen luonnon ympäristössä voisi edistää kuhan talvirysäkalastuksen kehittämistä. Testiin voisi kytkeä talvirysän rakenteen, jossa nielun nousu alkaisi suoraan pohjan tuntumasta, jolloin rysän perä makaisi järven pohjalla. Tämä voisi edistää aivan pohjan tuntumassa liikkuvien kuhien ohjautumista rysään. Suuliina puolestaan ohjaisi pohjan yläpuolella liikkuvia kaloja alempana olevaan rysään.

## 1. JOHDANTO

Kuha on Oulujärven ja koko sisävesialueen kaupallisen kalastuksen taloudellisesti tärkein kalalaji. Vuonna 2020 sisävesien kaupallisen kalastuksen kuhasaaliin arvo oli 5,7 milj. euroa eli noin 40 % kokonaissaaliin arvosta. Huomattava osa sisävesien kuhasaaliista kalastetaan talviverkoilla. Oulujärvellä talvipyyntiin osuus on ollut joinakin vuosina yli puolet koko vuoden kuhasaaliista. Avovesikautena kuhan rysäkalastuksen merkitys on ollut kasvussa, myös Oulujärvellä. Kuhan kalastus talvella tapahtuu pääosin verkoilla. Ammattikalastajilla olisi kuitenkin suurta kiinnostusta kehittää rysällä tapahtuvaa kuhan talvipyyntiä verkkojen vaihtoehtona.

Luonnonvarakeskuksen koordinoiman Tutkimuksen ja kalastajien välisen kumppanuus-ohjelman (Tukala) aloitteesta pidettiin elokuussa 2020 Jyväskylässä sisävesikalastajien rysätyöpaja, jossa lähes kaikki mukana olleet kalastajat olivat sitä mieltä, että kuhan talvikalastus rysällä on erittäin tärkeä kehittämiskohde. Rysän etuja ovat mm. se, että kalat säilyvät siinä pidempään hyväkuntoisina kuin verkoissa ja alamittaisten kalojen vapauttaminen rysistä onnistuu helpommin ja oleellisesti vähäisemmin vaurioin kuin verkoista. Verkot on koettava kesällä päivittäin ja talvellakin usein parin päivän välein. Kalastajien mukaan rysässä kuhat säilyvät hyväkuntoisina talvella jopa viikkoja. Rysäpyynti säästäisi kalastajien työaikaa ja varmistaisi myytävien kalojen hyvän laadun.

Kesällä ja alkusyksyllä rysä on tärkeä kaupallisen kuhankalastuksen pyyntimuoto. On kuitenkin laajasti tiedossa, että kuhaa ei saada nykyisin käytössä olevilla rysillä kylmän veden aikana, vaikka tarve sellaisille rysille olisi suuri. Syyt tähän eivät ole selviä ja siksi on vaikea suunnitella suoraan järviolosuhteisiin sovellettavaa erilaisten rysätekniikoiden testiä. Ennen järvimittakaavan testejä on järkevää hankkia tietoa kuhien käyttäytymisestä kylmässä vedessä koeolosuhteissa. Kontrolloiduissa testeissä on huomattavasti helpompi ja nopeampi testata, miten kuhat käyttäytyvät lähestyessään erilaisia rysien rakenteita sekä mitkä asiat ovat kriittisiä pyydyksen ja pyynnin kehittämisen kannalta.

Elokuussa 2021 Paltamossa järjestettiin rysäkalastajien ja tutkijoiden välinen työpaja, jossa pohdittiin erityisesti, miten kuhan rysäkalastus saataisiin kannattavaksi kylmän veden aikaan. Keskusteluissa nousi esiin mm. seuraavia seikkoja:

1. Miten kuha liikkuu ja mikä sitä liikuttaa?
2. Rysän aitaverkko kerää pikkukaloja, joita kuhat tulevat syömään, mutta miksi kuhat eivät mene kuitenkaan rysään sisälle?
3. Vaikka käytössä on korkeat rysät, miksi pyytävyyks heikkenee syksyllä useilla järvillä, mutta joillakin järvillä saadaan kuitenkin suurimmat saaliit syksyllä?
4. Nielun ja tilan suhde sekä nielun kulma ovat tärkeitä kesällä, mutta miten kesän ratkaisut toimivat talvella?
5. Mikä on valon vaikutus kuhan liikkeisiin?

Työpajassa nousseita kysymyksiä otettiin huomioon hankkeen kokeellisten testien suunnittelussa. Erityisesti painotettiin, että kuhan käyttäytymisen tunteminen on ensiarvoisen tärkeää.

Hanke toteutettiin 15.3.2021 – 30.4.2022. Hanke oli alun perin suunniteltu päättyväksi 31.12.2021 mennessä, mutta koska varsinaiset talvitestit saatiin käynnistettyä vasta 15.12.2021, hankkeelle haettiin jatkoaikaa 30.4.2022 saakka. Tutkimus toteutettiin

kokeellisena tutkimuksena Luonnonvarakeskuksen Kainuun kalantutkimusaseman koealtaissa Paltamossa. Tutkimusaseman vesitys otettiin yläpuolisesta Kivesjärvestä, joten koeympäristön testien lämpötilat vastaavat Suomen sisävesillä jään alta tapatuvan kuhan kalastuksen aikaisia lämpötiloja.

Hankkeen tavoitteena oli selvittää:

1. Kuhan aktiivisuutta ja käyttäytymistä rysärakenteiden läheisyydessä erityisesti kylmän veden olosuhteissa,
2. Voiko valo houkutella kuhia rysään, ja
3. Rysän nielun koon ja etäisyyden pohjasta (kynnysvaikutus) vaikutusta rysän pyytävyyteen kuhalla.

Tulosten perusteella arvioitiin mahdollisuuksia kehittää kuhan talvirysäkalastusta sekä sitä, mitä mahdollisia lisäselvityksiä hankkeessa syntyneen uuden tietämyksen valossa suositellaan jatkossa tehtäväksi.

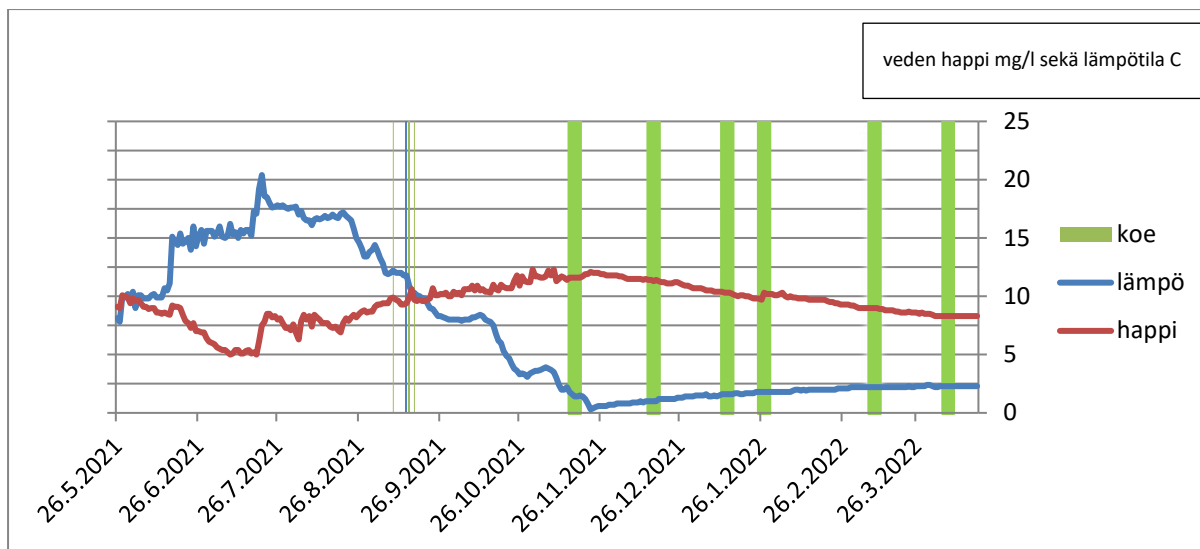
## **2. AINEISTO JA MENETELMÄT**

### **2.1. TUTKIMUKSISSA KÄYTETYT KUHA**

Kokeissa käytetyt kuhat olivat alkujaan peräisin Oulujärvestä. Kuhat oli siirretty Luken Kainuun kalantutkimusasemalle touko-kesäkuun vaihteessa vuonna 2018, minkä jälkeen niitä oli säilytetty pinta-alaltaan 400 m<sup>2</sup> kokoisissa ja 2 m syvissä sorapohjaisissa maa-altaassa ([www.kfrs.fi](http://www.kfrs.fi)). Ylläpidon aikana kaloja oli ruokittu kuoreella ja muikulla. Kuhien ikä tässä kuvattujen kokeiden aikana oli 8–17 vuotta (syntyneet 2004–2013). Pituudeltaan koe kuhat olivat 48–72 cm, ja ne painoivat 900–3060 grammaa. Kuhien ympärysmitta selän korkeimmassa kohtaa oli 21,5–37,5 cm. Asemalle tuonnin yhteydessä kuhat oli merkitty yksilöllisellä 32 mm PIT-merkillä pyrstön tyveen. PIT-merkkien toimintaperiaate vastaa esimerkiksi koirien merkinnässä yleisesti käytetyn mikrosirun toimintaa. Kuhien liikkumisen seuranta toteutettiin koeympäristöön asennettujen antennien avulla. Kalan yksilötieto ja havaintohetki eri antenneilla tallentui automaattisesti tietokoneen muistiin.

### **2.2. TUTKIMUKSEN TOTEUTUS**

Testit suunniteltiin toteutettavaksi kolmessa vaiheessa, jolloin voitiin arvioida kuhien käyttäytymistä erilaisten rysärakenteiden läheisyydessä eri lämpötiloissa. Ensimmäisen vaiheen kokeissa koeolosuhteet vastasivat kevään, toisessa vaiheessa alkusyksyn ja kolmannessa vaiheessa talviaikaisia kuhajärvien lämpötiloja. Pohjoisessa huhtikuu ja marras-joulukuu ovat kuhan talviaikaisessa verkkokalastuksessa tuottoisimpia pyyntiajankohtia. Etelä-Suomessa järvet sulavat aiemmin ja jäätyvät myöhemmin, mikä lyhentää talvikalastuskautta. Huhtikuussa 2021 tehdyillä esitesteillä selvitettiin kuhan käyttäytymistä kevättalven lämpötilojen aikana koeympäristössä. Tästä saatiin varsinaisten testien suunnittelua varten tarvittavaa tietoa. Varsinaiset testit toteutettiin syyskuun 2021 alussa sekä eri vaiheissa talven 2021–2022 aikana.



**Kuva 1.** Toteutettujen koeajojen aloitus suhteessa veden lämpötilaan ja happipitoisuuteen.

### *Ensimmäinen vaihe: Kuhien liikkumisen testaus PIT-antennien avulla*

Huhtikuun lopulla 2021 koeareena rakennettiin 400 m<sup>2</sup> kokoiseen sorapohjaiseen altaaseen (syvyys 2 m, Kuva 1). Koeympäristö koostui yksinkertaisesta suorasta aitaverkosta, jonka keskelle jätettiin n. 20 cm leveä pystyrako kuvaamaan nielua. Kuhien liikkumista aitaverkon vieressä sekä nielun läpi seurattiin aitaverkon viereen ja nielun kohdalle asennettujen antennien avulla. Aitaverkon toiselle puolelle ohjattiin tulovirtaamaa (n. 0,5 l/s), jonka oletettiin saavan aikaan sen, että aitaverkon toiselle puolelle vapautetut kuhat lähtevät tutkimaan koeympäristöä. Vesi poistui siltä puolelta allasta, johon kuhat vapautettiin.



**Kuva 2.** Huhti-Toukokuun vaihteessa toteutetun esikokeen koeareena, josta vedet lähes kokonaan tyhjennettynä (laitteiden asennuksen helpottamiseksi). Mustat vanteet valkoisilla varsilla (4 kpl) ovat PIT-antenneja ja punaisella osoitettu suorakulmio osoittaa nielua kuvaavan pystyraon sijainnin.

### ***Toinen vaihe: Kuhien aktiivisuus rysärakenteiden läheisyydessä ja valohoukutustesti alkusyksyllä***

Hankkeen toisessa vaiheessa tavoitteena oli seurata yksittäisten kuhien käyttäytymistä erilaisissa rysärakenteissa. Kyseiset kokeet toteutettiin vielä suhteellisen lämpimän veden aikaan syyskuussa (8.9.-17.9.2021), jolloin veden lämpötila oli 10–12 C°.

Tutkimusta varten valmisteltiin kahdeksan 50 m<sup>2</sup> kokoista koeallasta (Kuva 3). Kalojen pääsy suvantoa kiertävälle virtaosuudelle estettiin, ja virtaosuuden kumpaankin päähän rakennettiin testialue (n. 2,5 m<sup>2</sup>), josta tässä raportissa käytetään nimitystä ”rysä”. Kuhan kulku suvannosta testialueelle oli mahdollinen ainoastaan 36 cm leveän ja 26 cm kapean pystyrakoportin läpi (kuva 3). Veden korkeus altaassa oli kokeen aikana noin 95 cm.

Kuhien aktiivisuuden ja liikkeiden seuraamiseksi (rysän sisälle meno ja sieltä pois tulo sekä liike rysien välillä) jokaiseen altaaseen rakennetun testialueen keskelle sijoitettiin PIT-antenni (halkaisija 100 cm, Kuva 4). Antenni sijoitettiin niin, että sen keräämien paikannushavaintojen avulla voitiin seurata kuhan liikkeitä rysään sisälle ja sieltä pois. Antennien testauksen yhteydessä varmistettiin, että antennit eivät lukeneet merkkejä rysän ulkopuolelta. ns. suvantoalueelta. Antenni sijoitettiin jokaisessa rysässä niin, että sen lukuetaisyys havaitsi kalan heti sen tullessa nieluportista rysän sisäpuolelle. Kertyneiden paikannushavaintojen avulla voitiin seurata kuhan liikkeitä rysään sisälle ja sen viipymistä antennin lukualueella.



**Kuva 3.** Kokeessa käytetty virta-suvanto-allas (8 kpl samanlaisia) täyttövaiheessa. Suvannon takareunaa kiertävän virtaosuuden kumpaankin päähän rakennettiin katiskaverkolla rajattuna testialueet (”rysät”). Muutoin kuhien pääsy virtaosuudelle estettiin verkkoaidalla. Kokeessa olleet kuhat vapautettiin rysien välissä olleen suvantoaltaan keskelle takaseinän läheisyyteen.

### *Valohoukutustestit*

Syyskuun alussa tehdyissä testissä tutkittiin myös rysään asennetun valon houkuttelevaa vaikutusta kuhan liikkumiseen. Muualla valoja on käytetty kalojen houkuttelemiseksi pyydyksiin menestyksekkäästi jo pitkään (Ben-Yami & Pichovich 1988; Nguyen & Winger 2019), mutta Suomessa esiintyvien kalalajien osalta tietoa ei vielä juuri ole.

Ennen varsinaista koetta suoritettiin esikoe, jossa altaan toiselle koealueella asetettiin vihreä LED-valo ja toiselle koealueelle punainen LED-valo. Jokaiseen altaaseen laitettiin vuorokauden ajaksi yksi kuha. Kuhan liikkeiden perusteella selvitettiin, kummalle koealueelle se hakeutui ensin ja kuinka nopeasti. Esikokeen perusteella valon värillä ei havaittu eroja kuhien liikkumiseen. Niinpä varsinaisessa kokeessa arvottiin käytettäväksi vihreää LED-valoa.

Varsinaisia valohoukutustestejä varten jokaisen altaan toisen testialueen takaseinustalle ripustettiin palava vihreä LED-valo (Kuva 4). Altaan toisen testialueen takaosaan ripustettiin samanlainen LED-lamppu, joka ei ollut päällä. Kokeen aikana tulovesitys suljettiin, mutta tästä huolimatta vesityksen puolella syntyi noin 0,01 l/s virtaus. Tästä johtuen valollisen testialueen paikkaa vuoroteltiin jokaisen koekierroksen välillä. Koe alkoi noin kello kuusi illalla. Kokeessa testattiin yhteensä 28 kuhaa, joista aina 7 kalaa kerrallaan.



**Kuva 4.** Testialue, jonka keskellä näkyy PIT-antenni, vasemmalla ilman vettä ja oikealla vesitettynä. Syyskuussa toteutetussa valotestissä tutkittiin vihreän LED-valon vaikutusta kuhan liikkeisiin ja ”rysän” (testialueen) houkuttelevuuteen.

### *Kolmas vaihe: Talviaikainen aktiivisuus ja rysän nielun rakenteiden vaikutus*

Kolmannessa vaiheessa tarkoitus oli selvittää kuhien aktiivisuutta rysärakenteen läheisyydessä talviolosuhteissa, sekä kalojen pysymistä testirysässä sen sisään uittuaan. Syksyisen testin perusteella LED-valo ei houkutellut kuhia, joten valoa ei enää käytetty talvitesteissä. Pystyrako ei myöskään estänyt kuhien liikkumista rysän ja kalojen vapautusalueen välillä.

Esikoe kuhien liikkumisesta kylmän veden aikana toteutettiin 16.11.- 31.11.2021. Tuolloin koeareenalla ei ollut vielä uusia testattavia rakenteita. Varsinainen talviaikainen testaus aloitettiin jääkannen muodostuttua 16.12.2021. Marraskuisen esikokeen perusteella kuhat liikkuvat edelleen aktiivisesti altaissa ”rysästä” toiseen. Varsinaisissa testeissä haluttiin testata tarkemmin rysän nielurakenteita, eli miten todennäköisesti kuha kulkee ahtaamman nielurakenteen läpi, kulkeeko se edelleen edestakaisin nielurakanteen läpi, ja millainen rysärakenne voisi estää kuhan poistumisen rysästä (eli testialueelta).

Testejä varten jokaisen koealtaan (8 kpl) toinen nieluportti suljettiin katiskaverkolla, johon leikattiin halkaisijaltaan n. 40 cm kulkuaukko joko pohjalle tai n. 40 cm korkeudelle pohjasta (ns. kynnys, Kuva 4). Kynnyksellä tai sen poissaololla haluttiin selvittää, menevätkö kuhat helpommin rysään, jos nielun nousu alkaa suoraan pohjalta. Kaupallisen kalastuksen kuharysässä suuliina ohjaa pohjalla uivia kaloja nousemaan pohjalta useita metrejä ennen rysään johtavaa nielua.

Kulkuaukkoon ommeltiin 10 mm havaksesta 40 cm:n pituinen nielu. Suuaukon ollessa avoimena sisäänmenoaukon halkaisija oli noin 25 cm. Kun nielu kiristettiin lisälängalla, sisäänmenoaukon halkaisija oli noin 13 cm (ks. kuva 6). Jokaisessa koealtaassa oli siten yksi avoin pystyrakonielu, jonka läpi kuhien oli aiemmin havaittu liikkuvan helposti edestakaisin sisään ja ulos. Toisella puolella allasta oli yksi vaihtoehto edellä kuvatuista neljästä nielu-kynnys-yhdistelmästä: 1. nielun halkaisija 25 cm + ei kynnystä, 2. nielun halkaisija 25 cm + 40 cm korkea kynnys, 3. nielun halkaisija 13 cm + ei kynnystä, 4. nielun halkaisija 13 cm + 40 cm korkea kynnys.

Kokeen alussa kuhat vapautettiin omaan altaaseensa keskelle suvanto-osaa. Koe kesti 1–3 viikkoa, jonka aikana kuhia ruokittiin kerran viikossa sekä rysien sisälle että niiden väliselle alueelle, koska kuhien tarkka sijainti niiden ruokintahetkellä ei ollut tiedossa. Kuhien liikkeitä tarkasteltiin ensimmäisinä antennihavaintoina sekä varsinaisella koealueella (nielurakenteet) että kontrollialueella (ei lisärakenteita). Altaan testipuolella kuha tuli ensimmäisen kerran luetuksi, kun sen PIT-merkki tuli rysärakennelman sisäpuolen suuaukolle, josta kuha pystyi palaamaan vielä takaisin suvantopuolelle helposti. Jatkuva rekisteröinti antennille osoitti kuhan olevan rysän sisällä.

Kokeen lopussa altaista tyhjennettiin vesi, ja kuhien sijainti tarkastettiin (rysässä vai suvannossa), ja kuhat poistettiin altaista. Tutkimuksen päätteeksi kuhat mitattiin, punnittiin ja niiden sukupuoli määritettiin.

Talvikokeessa testattiin uudelleen 27 syyskuun testeissä ollutta kuhayksilöä. Niiden lisäksi testattiin 13 uutta yksilöä, jotka niin ikään oli pyydetty Oulujärvestä samaan aikaan keväällä 2018. Kaikkiaan testikierroksia tehtiin 5, eli yhteensä testattiin 40 kuhaa.



**Kuva 5.** Talviaikaiset olosuhteet koelaitaissa. Testialue (ns. rysä) jääkannen alla. Kokeen aikana veden virtaus altaisiin minimoitiin, jolloin myös suvanto-osaan muodostui nopeasti jääkansi.





**Kuva 6.** Yllä nielurakenne kynnyksellä ylhäältäpäin kuvattuna. Alla nielurakenne kynnyksettömänä ja kiristettynä, 13 cm (vasen) ja kynnyksen kanssa avoimena 25 cm (oikea). Taustalla näkyy rysän sisälle asennettu PIT- antenni.

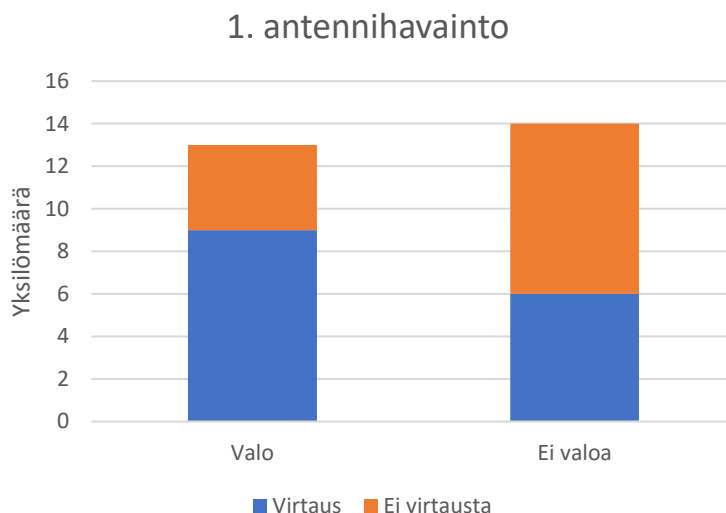
### 3. TULOKSET

#### *Ensimmäinen vaihe: Kuhien liikkumisen testaus PIT-antennien avulla*

Huhti-toukokuun vaihteessa 2021 tehdyssä esikokeessa havaittiin, että kaikki testissä olleet kymmenen koekuhaa liikkuivat aktiivisesti koalueen molemmilla puolilla edestakaisin läpi 20 cm rakonielun. PIT-merkit ja antennit todettiin toimivaksi menetelmäksi kuhien liikkumisen seuraamisessa.

#### *Toinen vaihe: Kuhien aktiivisuus rysärakenteiden läheisyydessä ja valohoukutustesti alkusyksyllä*

Valotestissä testattiin yhteensä 28 kuhaa. Yksi kaloista ei käynyt kokeen aikana kertaakaan kummallakaan testialueella (ei antennihavaintoja). Kokeen alun jälkeen 13 kuhaa hakeutui ensin valon puoleiselle antennille ja 14 kuhaa pimeälle puolelle. Valo kuitenkin houkutteli kaksi kertaa enemmän kuhia, mikäli se sijaitsi virtauksen puolella (Kuva 7). Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkittäviä (Likelihood ratio-testi,  $X^2 = 1,092$ ,  $p=0,296$ ). Yksilömäärissä arvioituna valo ei näin ollen vaikuttanut lisäävän testialueen houkuttelevuutta, eli kuhien todennäköisyyttä hakeutua ensimmäisenä valon tai virtauksen puoleiselle testialueelle.



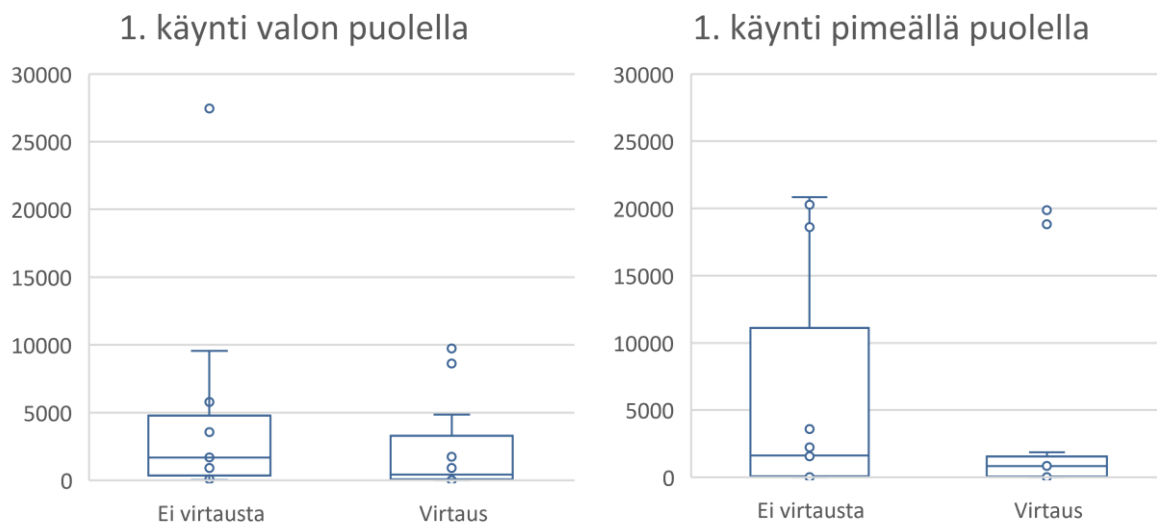
**Kuva 7.** Niiden kuhayksilöiden määrä, jotka havaittiin ensimmäisen kerran joko valon tai valottoman testialueen puolella eriteltynä sen mukaan, sijaitsiko palava valo virtauksen puolella vai ei.

Testialueiden houkuttelevuutta arvioitiin lisäksi kuhien liikeaktiivisuuden perusteella, eli miten nopeasti kokeen alusta laskettuna yksilöt vierailivat ensimmäistä kertaa kummallakin testialueella. Keskimäärin kuhat vierailivat ensimmäisen kerran valon puoleisella testialueella

55 minuuttia kokeen aloittamisen jälkeen (vaihteluväli <1–457 minuuttia), ja pimeällä puolella 75 minuuttia kokeen alusta (vaihteluväli <1–347 minuuttia). Vaihtelu yksittäisten kalojen aktiivisuudessa oli huomattavan suurta vertailuluokkien sisällä ja ei-normaalisti jakautunutta (ks. Kuva 8). Parittaisen vertailun perusteella valolla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta siihen, vierailiko kuhat nopeammin valollisella tai valottomalla puolella (parittainen t-testi,  $t=0.613$ ,  $df=26$ ,  $p=0,545$ ).

Kun valon houkuttelevuudessa otettiin huomioon mahdollinen pieni virtaus (ks. kuva 8), havaittiin, että kuhat vierailivat ensimmäistä kertaa valoalueella 36 minuuttia kokeen alkamisesta (vaihteluväli <1 min – 162 min mikäli se sijaitsi virtauksen puolella. Virtauksettomalla valon puolella kuhat vierailivat ensimmäistä kertaa keskimäärin 73 minuuttia kokeen alkamisesta (vaihteluväli <1 min – 457 min). Tilastollisen testin perusteella ero virtauksen suhteen ei kuitenkaan ollut merkitsevä (t-testi,  $t=0,363$ ,  $df=26$ ,  $p=0,530$ ).

Vastaavasti ensimmäinen käynti pimeällä puolella tapahtui keskimäärin 58 minuuttia kokeen alusta (vaihteluväli <1 – 331 min), mikäli valottomalla puolella oli pieni virtaus. Mikäli valon lisäksi myös virtaus puuttui, kalat vierailivat testialueella ensimmäistä kertaa keskimäärin 92 minuuttia kokeen alusta (vaihteluväli <1–347 minuuttia). Tilastollisen testin perusteella ero virtauksen suhteen ei kuitenkaan ollut merkitsevä (t-testi,  $t=0,980$ ,  $df=24$ ,  $p=0,337$ ).

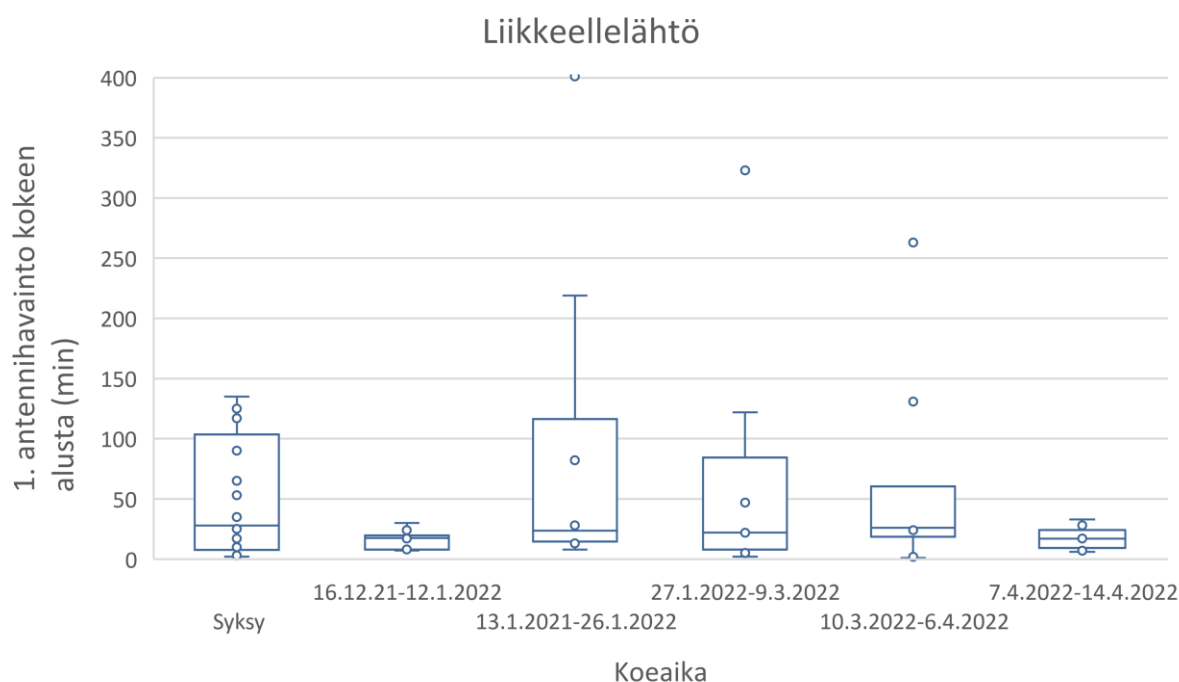


**Kuva 8.** Testikuhien liikeaktiivisuus mitattuna aikana, jolloin ne ensimmäisen kerran vierailivat joko valon tai valottoman puolella eriteltyinä sen mukaan, sijaitsiko palava valo virtauksen puolella vai ei.

### *Kolmas vaihe: Talviaikainen aktiivisuus ja rysän nielun rakenteiden vaikutus*

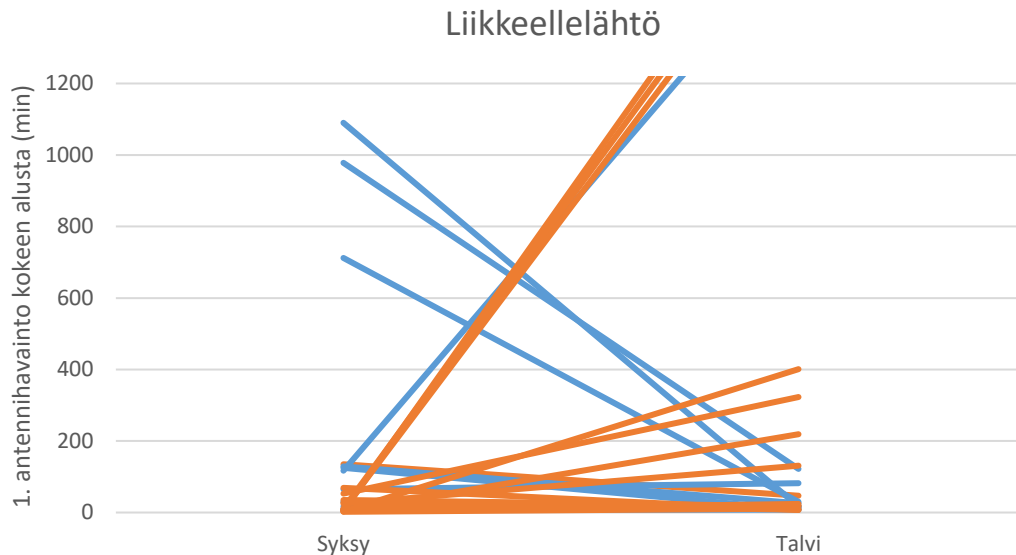
#### *Ajankohdan vaikutus kuhien aktiivisuuteen*

Suurin osa kuhista testattiin kaksi kertaa. Ensimmäisen kerran kokeet tehtiin lämpimämmän veden aikaan syksyllä, ja toisen kerran talvella kylmän veden aikaan. Näin ollen voitiin vertailla yksilötasolla aktiivisuuseroja suhteessa veden lämpötilaan (lämmin vs. kylmä). Syksyllä ja talvella testattujen kalojen aktiivisuutta mitattiin ensimmäisenä havaintona antennilla. Syksyaikainen aineisto kattaa 27 kuhan liiketiedot, ja talven aineisto yhteensä 39 kuhan liiketiedot. Talvitestit ajoittuivat syksyn valotestejä huomattavasti pidemmälle ajanjaksolle. Ajankohdittain erikseen tarkasteltuna kuhien havaittiin liikkuvan antennille ensimmäistä kertaa nopeimmin ensimmäisen (joulu-tammikuu) ja viimeisen (huhtikuu) talvitestien aikana (kuva 9).



**Kuva 9.** Yksilöiden välinen vaihtelu ajassa (minuutteina), jolloin kustakin yksilöstä saatiin ensimmäinen antennihavainto altaan kahden ”rysän” välillä. Kuvassa on esitetty erikseen viiden talvitestijakson välinen vaihtelu, sekä syksyn valotesteissä havaittu vaihtelu.

Syksyn ja talven testit eivät kuitenkaan ole suoraan vertailukelpoisia, sillä talvella altaissa oli erilaisia rysärakenteita, joiden odotettiin hidastavan kuhien saapumista varsinaiselle testialueelle (ks. tarkemmat nielutestien tulokset alempana).



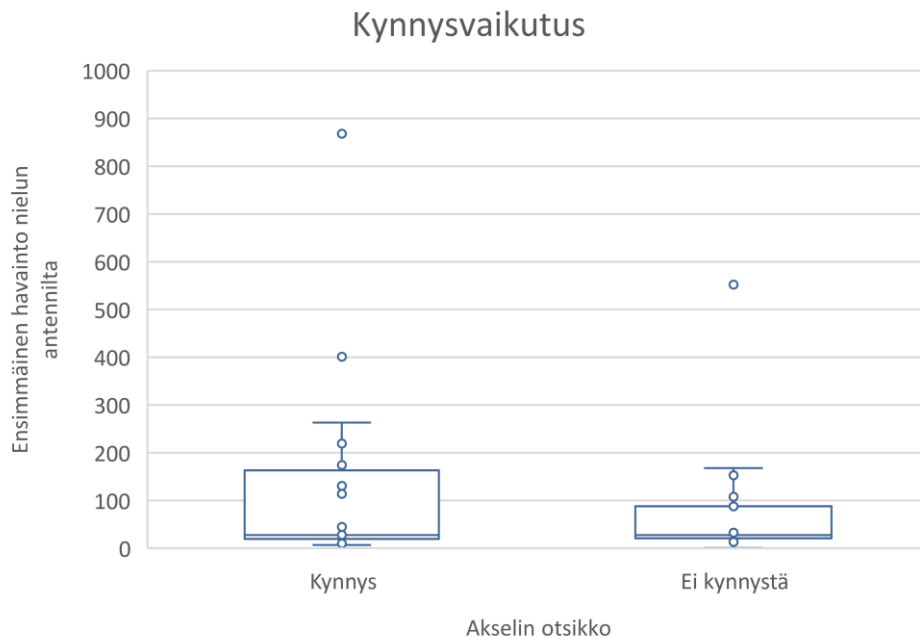
**Kuva 10.** Kuhayksilöiden aktiivisuuden muutos syksystä talveen kuvattuna ensimmäisenä antennihavaintona. Oranssit viivat kuvaavat yksilöitä, jotka talvella olivat testialtaissa, jossa toisen koalueen sisäänkäynnin (nielun suuaukon) eteen oli tehty 40 cm korkea kynnyks. Siniset yksilöt testattiin talvella altaissa, joissa toisen nielun suuaukko oli pohjan tasossa. Syksystä talveen nousevat oranssit viivat osoittavat siten, että kynnyks todennäköisesti hidasti kyseisten kuhien löytämistä rysän nielulle. Vastaavasti siniset syksystä talveen pääosin laskevat viivat kuvaavat kuhien rysään menon nopeutumista syksyn ja talven kokeiden välillä silloin, kun talvirysän nielu alkoi talvikokeessa pohjalta.

### **Nielutestit**

Yhteensä 22 kuhaa (56,5 % kaikista kuhista) havaittiin ensimmäistä kertaa kontrollialueen antennilta, ja 17 kuhaa (43,5 %) havaittiin ensimmäisen kerran nielutestipuolen antennilla. Vain yhdestä kuhasta ei saatu havaintoja kummaltakaan antennilta. Tämän perusteella pääosa kuhista oli kokeessa aktiivisia ja kuhien liikkuminen altaassa niiden vapauttamisen jälkeen oli melko satunnaista sen suhteen kumpaa puolta altaasta ne liikkuivat ensin.

Kun verrattiin kuhien liikkeitä nielutestialueen antennilta, havaittiin, että altaissa, joissa nielun suu oli pohjanmyötäinen ts. rakenteissa ei ollut kynnyksiä eli nielun nousu alkoi suoraan pohjalta (Kuva 11), kuhat kävivät testialueella ensimmäistä kertaa keskimäärin 73 minuuttia kokeen alusta (vaihteluväli 1–552 minuuttia). Vastaavasti mikäli nielun suu oli n. 40 senttimetriä pohjan yläpuolella, kuhat kävivät antennilla keskimäärin 124 minuutin jälkeen (vaihteluväli 7–868 minuuttia). Keskiarvoissa havaittu suuri ero viittaisi siihen, että nielun sijainnilla olisi merkitystä, mutta yksilöiden välisen suuren vaihtelun takia erot eivät kuitenkaan olleet

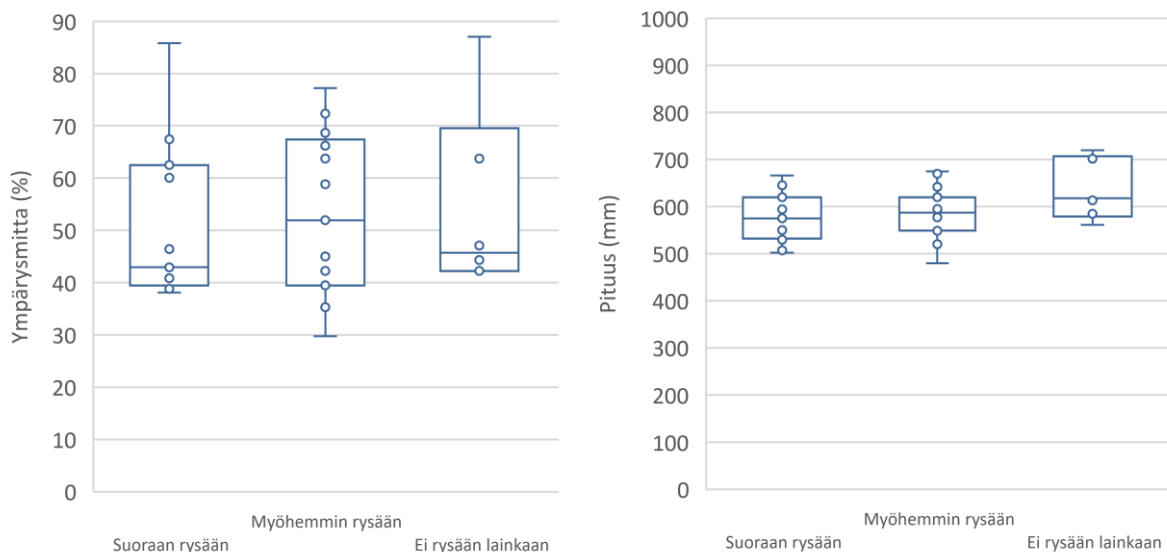
tilastollisesti merkitseviä (t-testi,  $t=0,936$ ,  $df = 37$ ,  $P = 0,355$ ). Myös yksilöiden syksyiseen aktiivisuuteen verrattuna kynnys vaikuttaisi hidastaneen kaloista saatuja ensimmäisiä antennihavaintoja (Kuva 10).



**Kuva 11.** Kynnyksen, eli pohjasta nostetun nielun, vaikutus kuhista saatuun ensimmäiseen havaintoon varsinaiselta testialueelta.

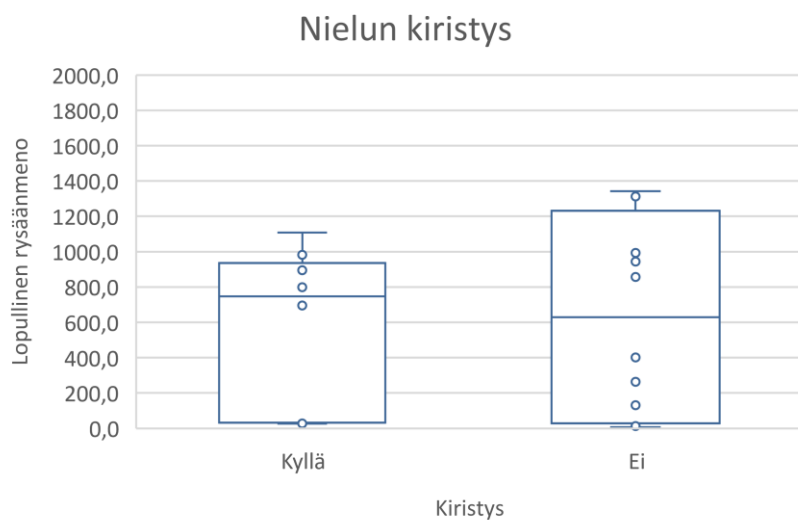
Kaikkiaan 15 kuhaa jäi ”rysään” kokeen loppuajaksi heti ensimmäisellä käynnillään nielun alueella. Liikeaineiston perusteella 34 kuhaa kävi nielupussissa sisällä (antennin kuuluvuusalueella), mutta ei mennyt ensimmäisellä käynnillä sen suuaukon läpi ”rysään” asti (ts. kala liikkui myöhemmin edestakaisin kahdella eri ”rysän” antennilla). Vain yksi kuha meni selkeästi nielun läpi rysään, mutta poistui sieltä vielä myöhemmin (useita kertoja) eli onnistui karkaamaan ”rysästä”. Muut kuhat pysyivät ”rysässä” sinne mentyään. Aineiston perusteella 6 kuhaa (15 %, neljä kuhaa 25 cm:n nielun ja kaksi kuhaa 13 cm:n nielun testissä) ei mennyt nielun läpi rysään lainkaan. Näistä liikeaineiston perusteella vain yksi kuha ei käynyt kummallakaan antennilla eli nielulla kokeen aikana.

Yksilöiden koko ei vaikuttanut rysään menemiseen, sillä kuhat, jotka menivät rysään ensimmäisellä kerralla, myöhemmin tai ei lainkaan eivät eronneet ympärysmitaltaan (ANOVA:  $F_{1,38} = 0,978$ ,  $p = 0,329$ , Kuva 12a) tai pituudeltaan ( $F_{1,38} = 0,436$ ,  $p = 0,513$ , Kuva 12b).



**Kuva 12.** Rysään meno suhteessa kuhien a) suhteelliseen ympäräsmittaan (% nielusta) ja b) pituuteen.

Myöskään nielun sisäänmenoaukon halkaisija (normaali 25 cm vs. kiristetty 13 cm) ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi lopulliseen rysään menoaikaan (t- testi:  $t = 0,872$ ,  $df = 32$ ,  $p = 0,390$ , Kuva 13).



**Kuva 13.** Kuhien rysään menoaika normaalilla (25 cm) ja kiristetyllä (13 cm) nielulla.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELU JA VAIKUTTAVUUS

Tämän hankkeen tulokset osoittivat, että kuhat olivat suhteellisen aktiivisia koko talvitestijakson ajan. Tämän perusteella voidaan todeta, että kuhia olisi mahdollista pyydystää rysillä myös kylmän veden aikana, mikäli kalat vain saadaan ohjattua tai houkuteltua rysään. Kuhien käyttäytymisen tutkiminen kokeellisissa kontrolloiduissa olosuhteissa oli hyödyllistä, kun yksittäisiä tai muutamia vaikuttavia tekijöitä pystyttiin testaamaan kerrallaan. Tämän

kaltaisen testauksen toteuttaminen luonnonvesissä olisi erittäin vaikeaa. Kuhayksilöiden välinen suuri vaihtelu aiheutti kuitenkin sen, että tilastollisesti merkitseviä tuloksia ei todettu, vaikka joillakin testatuilla tekijöillä havaittiin keskiarvoissa huomattavia eroja. Sen sijaan joitakin ennakkoon oletettuja vaikutuksia pystyttiin poissulkemaan, ja joitakin uusia kiinnostavia kysymyksiä nousi myös esiin.

Tulosten perusteella kuhat olivat aktiivisimmillaan joulu-tammikuussa sekä huhtikuussa tehdyissä testeissä. Vaikka tilastollisesti merkitseviä eroja ei löytynytäkään, testatuista rysän rakenteista selkeimmin näytti vaikuttavan nielun nousun alkamiskohta (kynnysvaikutus). Nopeimmin (keskimäärin 73 minuuttia) kalat löysivät rysän nielun sisäänmenoaukolle niiden vapauttamisen jälkeen, jos nielun nousu alkoi suoraan altaan pohjalta. Mikäli nielun nousu alkoi 40 cm korkeudelta pohjasta, kuhat löysivät sisäänmenoaukon vasta selkeästi pidemmän ajan kuluttua (keskimäärin 124 minuuttia). Nielun sisäänmenoaukon halkaisija (25 cm tai 13 cm) ei vaikuttanut lopulliseen rysään menoaikaan eikä myöskään kuhan pituus tai kalan ympärysmitta suhteessa nielun ympärysmittaan vaikuttanut. Nielun rakenne ei vaikuttanut kuhien karkaamiseen rysästä, sillä vain yksi kuha tuli pois rysästä nielun läpi mentyään. Näissä testeissä käytetyn kokoisille kuhille (pituus 48–72 cm, paino 900–3060 g) voitaisiin tulosten perusteella käyttää yhtäläisesti joko 25 cm:n tai 13 cm:n halkaisijaa nielun suuaukossa. Kuhan kalastuksessa ei ilmeisesti myöskään välttämättä tarvitsisi asentaa varsinaisia nielulankoja kuhien rysässä pysymisen varmistamiseksi. Tässä hankkeessa testatuissa nielurakenteissa käytettiin pelkästään nielun aukaisevia lankoja (8 kpl). Varsinaisten nielulankojen vaikutusta ei kuitenkaan testattu.

Tulosten perusteella oli yksiselitteistä, että käytetyllä vihreällä LED-valolla ei ollut selkeää houkuttelevaa vaikutusta kuhille. Tulos oli samankaltainen ahvenen ja särjen katiskapyynnissä tehtyjen testien kanssa, joissa valoilla ei havaittu houkutusvaikutusta (Ruokonen ym. 2021). Tässä tutkimuksessa kuitenkin havaittiin, että mikäli koeympäristöön ohjautui heikko veden virtaus (ei alkuperäinen tutkimuskysymys) rysärakenteiden sisältä kuhien vapautusalueelle, kuhat löysivät rysän nielulle nopeammin kuin koeympäristössä, jossa ei ollut vastaavaa virtausta. Siten rysän sisältä nielun läpi tulevalla pienellä veden virtauksella voi olla kuhia houkutteleva tai ohjaava vaikutus. Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä.

Tulosten perusteella kuhat olivat suhteellisen aktiivisia koko talvitestijakson ajan, minkä perusteella kuhia olisi mahdollista pyydystää rysillä myös kylmän veden aikana, mikäli kalat saadaan ohjattua tai houkuteltua rysään. Rysän nielun läpi tuleva heikko virtaus voi houkutellessa kuhia ja sen testaaminen luonnon ympäristössä voisi edistää kuhan talvirysäkalastuksen kehittämistä. Testiin voisi kytkeä talvirysän rakenteen, jossa nielun nousu alkaisi suoraan pohjan tuntumasta, jolloin rysän perä makaisi järven pohjalla. Tämä voisi edistää aivan pohjan tuntumassa liikkuvien kuhien ohjautumista rysään. Normaalista kesärysästä käänteisenä suuliina puolestaan ohjaisi pohjan yläpuolella liikkuvia kaloja alempana olevaan rysään. Tulosten perusteella houkutusvirtauksen sekä järven pohjalta alkavan nielurakenteen vaikutusten testaaminen rysien pyytävyyteen todellisissa talvikalastusolosuhteissa olisivat seuraava suositeltava askel kuhien talvirysäkalastuksen kehittämisessä.



## LÄHDELUETTELO

Ben-Yami, M., and Pichovich, A. 1988. Attracting fish with light. FAO training series. FAO, Italia, 72 s.

Ruokonen, T. J., Keskinen, T., Luoma, M., Leskelä, A., and Suuronen, P. 2021. The effect of LED lights on trap catches in Finnish inland fisheries. *Fisheries Management and Ecology*, 28: 211–218.

Nguyen, K. Q., and Winger, P. D. 2019. Artificial Light in Commercial Industrialized Fishing Applications: A Review. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 27: 106–126. Taylor & Francis.