

**Pro gradu -tutkielma**

**Hauen (*Esox lucius*) ja ahvenen (*Perca fluviatilis*)  
lisääntyminen sekä poikasten esiintyminen, kasvu ja  
ulosvaellus kahdessa Merenkurkun rannikon  
pienvesistössä**

**Riku Palo**



**Jyväskylän yliopisto**

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Akvaattiset tieteet

07.04.2020

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta  
Bio- ja ympäristötieteiden laitos  
Akvaattiset tieteet

Riku Palo: Hauen (*Esox lucius*) ja ahvenen (*Perca fluviatilis*) lisääntyminen sekä poikasten esiintyminen, kasvu ja ulosvaellus kahdessa Merenkurkun rannikon pienvesistöissä  
Pro gradu -tutkielma: 71 s.  
Työn ohjaajat: Dos. Timo J. Marjomäki, tutkija Lari Veneranta  
Tarkastajat: Dos. Timo J. Marjomäki, Prof. Juha Karjalainen  
Huhtikuu 2020

---

Hakusanat: ajehaavi, flada, kalalaskuri, kluuvi, kutualue, kutuvaellus, poikasnuotta, rysä

Erityisesti karussa ja kivisessä Merenkurkussa pienetkin lisääntymiseen soveltuvat alueet, kuten fladat ja kluuvit, voivat olla merkittäviä kevätkutuisten kalojen, kuten Hauen (*Esox lucius*) ja ahvenen (*Perca fluviatilis*) poikastuotannon kannalta. Täten niihin kohdistuvilla rakentamis- tai muokkaustoimenpiteillä saattaa olla vaikutusta alueen kalakantoihin. Tutkimuksessa tarkasteltiin kahta erityyppistä pienvesimuodostumaa etenkin hauen ja ahvenen lisääntymis- ja poikastuotantoalueina. Lisäksi toisella kohteista selvitettiin VAKI-kalalaskurin soveltuvuutta kevätkutuisten kalalajien kutuvaelluksen seurantaan. Tutkimuskohteiden kutukalaston rakennetta hauen ja ahvenen osalta selvitettiin nousukalapyynnin saalisotoksista. VAKI-kalalaskurin aineistoa verrattiin nousukalapyynnin saaliisiin, jotta pystyttiin päättelemään laskurimenetelmän soveltuvuutta nousukalamäärien arviointiin. Poikasten esiintymistä, kasvua ja ulosvaellusta seurattiin erityisesti pienpoikasten pyyntiin kehitettyjen havaspyydysmenetelmien avulla. Kohteiden kutukalastojen rakenteessa havaittiin eroja ikä-, laji- ja sukupuolijakaumissa, joiden pääteltiin johtuvan mm. sisäänvaellusuoimien rakenteellisista eroista sekä haulle soveltuvien lisääntymisalueiden puutteesta. Tämä näkyi myös selkeänä erona hauen poikastiheyksissä kohteiden välillä. VAKI-laskuriaineiston perusteella kutukalojen vaellusaktiivisuuteen vaikuttivat valon määrä sekä veden lämpötila. Laskurin todettiin kuitenkin olevan soveltumaton kevätkutuisten kalojen tarkkojen nousumäärien arviointiin. Vastakuoriutuneiden ahvenenpoikasten määrät kohteiden avovesialueilla olivat suurimmillaan toukokuun jälkimmäisellä puoliskolla ja ahvenenpoikasten ulosvaellus oli kiivaimmillaan kesäkuun lopussa. Jotta kohteiden kalanpoikastuotannon määrää sekä ulosvaelluksen dynamiikkaa voitaisiin arvioida tarkemmin, tulisi etenkin ajehaavipyynnin määrää ja intensiteettiä lisätä mahdollisissa jatkotutkimuksissa. Tutkitut vesistöt soveltuvat pääsääntöisesti hyvin kevätkutuisten kalalajien lisääntymisalueiksi, mutta tietyt erot kohteiden fysikaalisissa ominaisuuksissa näyttävät vaikuttavan osaltaan siihen, millaiseksi kalaston rakenne alueella lopulta muodostuu.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Mathematics and Science

Department of Biological and Environmental Science  
Aquatic Sciences

Riku Palo:                      Reproduction of northern pike (*Esox lucius*) and European perch (*Perca fluviatilis*) and occurrence, growth and outmigration of larvae on two coastal small water bodies in Kvarken

MSc thesis:                    71 p.

Supervisors:                 Doc. Timo J. Marjomäki, researcher Lari Veneranta

Inspectors:                  Doc. Timo J. Marjomäki, Prof. Juha Karjalainen

April 2020

---

Key Words: drift net, fish counter, flad, fyke net, glo, juvenile seine, spawning area, spawning migration

In barren and rocky Kvarken archipelago, even small spawning areas, such as flads and glos, can be important for the reproduction of spring-spawning fish such as Northern pike (*Esox lucius*) and European perch (*Perca fluviatilis*). Thus, strong alterations e.g. dredging of these water bodies may affect the fish stocks in the area. In this thesis, two different types of small water bodies were compared, especially as a reproduction area for pike and perch. In addition, in one of the sites we examined the suitability of the VAKI fish counter for monitoring spawning migration of spring-spawning fish species. The structure of the spawning stock of pike and perch in the two water bodies was examined from catch samples of migrating fish. The data from the VAKI fish counter was compared with catches to determine the suitability of the counter for estimating the numbers of migrating fish. The occurrence, growth and outmigration of the fish larvae and fry were monitored with the use of different kinds of mesh traps. Differences were found in the structure of the spawning stocks in terms of age, species and sex distribution between the two water bodies. It was concluded that the structural differences in the outflow channels and the lack of suitable spawning areas for pike were the key factors for these differences. This also resulted as a big difference in pike larval densities between the sites. According to the VAKI fish counter data, the migration activity of spawning fish was regulated by water temperature changes and light rhythm. However, the counter was found to be unsuitable for estimating the amounts of migrating spring-spawning fish. The number of newly hatched perch larvae in the open water areas of the sites was highest in the second half of May and the outmigration of perch fry peaked at the end of June. In any further study, the intensity of monitoring outmigrating fish should be increased for more accurate assessments of juvenile fish production and the dynamics of outmigration in such sites. In conclusion, the studied water bodies are well suited as spawning areas for spring-spawning fish. However, certain differences in the physical characteristics of the sites appear to have influence to the structure of the fish stocks in the area.

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 TUTKIMUKSEN TAUSTA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Hauen ja ahvenen elinympäristövaatimukset, lisääntyminen sekä kasvu .....	3
2.1.1 Hauki .....	3
2.1.2 Ahven .....	6
<b>3 AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>8</b>
3.1 Tutkimusvesistöt.....	8
3.2 Aineiston keruu ja pyyntimenetelmät .....	12
3.2.1 VAKI Riverwatcher -kalalaskuri .....	12
3.2.2 Katiska- ja rysäpyynti.....	12
3.2.3 Käsihaavipyynti .....	14
3.2.4 Vetohaavipyynti.....	15
3.2.5 Poikasnuottaus .....	16
3.2.6 Ajehaavipyynti .....	18
3.3 Vedenlaatu .....	19
3.3.1 Vesinäytteet .....	19
3.3.2 Lämpötila- ja sähkönjohtavuusmittaukset.....	19
3.4 Kalanäytteiden käsittely ja näytteistä tehdyt määritykset.....	20
3.4.1 Nousukalanäytteet.....	20
3.4.2 Poikasnäytteet .....	21
3.5 Tilastomenetelmät.....	21
<b>4 TULOKSET .....</b>	<b>22</b>
4.1 Vedenlaatu .....	22

4.1.1 Vesinäytteet .....	22
4.1.2 Lämpötila- ja sähkönjohtavuusmittaukset.....	23
4.2 Nousukalapyynnin saalis ja kalojen kutunousun ajoittuminen .....	26
4.3 Kutemaan nousseiden haukien ja ahventen koko, ikä ja sukupuoli .....	31
4.4 Poikasten esiintyminen, kasvu ja ulosvaellus.....	35
4.4.1 Käsihaavipyynti .....	36
4.4.2 Vetohaavipyynti.....	38
4.4.3 Poikasnuottaus .....	39
4.4.4 Ajehaavipyynti .....	40
4.4.5 Poikasten kasvu.....	42
<b>5 TULOSTEN TARKASTELU .....</b>	<b>44</b>
5.1 Nousukalapyynnin saalis ja kalojen kutunousun ajoittuminen .....	44
5.2 Kutemaan nousseiden haukien ja ahventen koko, ikä ja sukupuoli .....	47
5.3 Poikasten esiintyminen, kasvu ja ulosvaellus.....	49
5.3.1 Käsihaavipyynti .....	49
5.3.2 Vetohaavipyynti.....	50
5.3.3 Poikasnuottaus .....	52
5.3.4 Ajehaavipyynti.....	53
5.3.5 Poikasten kasvu.....	55
<b>6 PÄÄTELMÄT .....</b>	<b>56</b>
<b>KIITOKSET.....</b>	<b>59</b>
<b>KIRJALLISUUS.....</b>	<b>60</b>

# 1 JOHDANTO

Merenkurkun Suomen puoleista rannikkovyöhykettä hallitsevat matalat ja rikkonaiset ranta-alueet lukuisine karikoineen sekä mataline lahtineen. Viimeisimmän jääkauden aikana alueelle syntyneet moreeniharjanteet luovat alueelle oman leimallisen ilmeensä. Lisäksi Merenkurkussa voimakkaana maisemanmuokkaajana toimiva maankohoaminen muuttaa alueen ympäristöolosuhteita jatkuvasti. Vuotuinen maankohoaminen Merenkurkun alueella on n. 8–9 mm (Rinkineva ja Bader 1998, Hietikko-Hautala 2010). Maankohoamisen ansiosta matalat lahdet kuroutuvat hiljalleen erilleen meren vaikutuspiiristä. Tämän eriytymisprosessin vaihetta, jossa entinen merenlahti on vielä jatkuvassa yhteydessä mereen, kutsutaan fladaksi (Airaksinen ja Karttunen 2001, Sydänoja 2008, Laamanen 2016). Fladan suualueella on selkeästi erotettava vedenalainen kynnyksen, joka rajoittaa veden vaihtumista meren ja fladan välillä (Airaksinen ja Karttunen 2001, Sydänoja 2008). Ajan kuluessa yhteys mereen katkeaa lähes kokonaan, jolloin fladasta kehittyy kluuvi. Kluuvi on yhteydessä mereen ainoastaan korkealla vedellä mm. syys- ja talvimyrskyjen aikana (Rinkineva & Bader 1998, Sydänoja 2008, Laamanen 2016). Kun yhteys mereen on menetetty kokonaan, vesimuodostumaa kutsutaan kluuvijärveksi (Laamanen 2016). Fladojen ja kluuvien suolapitoisuus voi vaihdella huomattavasti sademääristä ja haihdunnasta sekä altaisiin tulvivasta merivedestä johtuen. Edellä mainituista tekijöistä johtuen fladoissa ja kluuveissa on omalaatuinen, vaihteleviin olosuhteisiin sopeutunut kasvillisuus ja eläimistö (Airaksinen ja Karttunen 2001, Hietikko-Hautala 2010). Monet näistä rannikon läheisistä pienvesistä ovat talvella myös käytännössä hapettomia eikä eri eliöiden talvehtimiselle ole täten kohteissa juuri edellytyksiä.

Kevätkutuisten kalakantojen kannalta fladat ja kluuvit ovat erittäin tärkeitä poikastuotantoalueita (Airaksinen ja Karttunen 2001, Anonyymi 2004, Snickars ym. 2009, Kallasvuo ym. 2016). Suojaisuuden, runsaan ja monipuolisen kasvillisuuden, avointa merialuetta lämpimämmän veden sekä näistä tekijöistä johtuvan monipuolisen pieneliöstön ansiosta olosuhteet kalojen lisääntymiselle ja poikasten kasvulle ovat usein optimaaliset (Rinkineva ja Bader 1998, Karås 1999, Anonyymi 2004, Snickars ym. 2009, Hietikko-Hautala 2010, Yli-Renko 2013). Suhteellisen pienet kalojen lisääntymiseen soveltuvat alueet voivatkin olla erityisen merkittäviä kevätkutuisten kalojen, kuten ahvenen (*Perca fluviatilis*) lisääntymisen kannalta (Kallasvuo ym. 2016). Ahvenen lisäksi kevätkutuisista kalalajeistamme hauki (*Esox lucius*) on vesistöjemme yleisimpiä kalalajeja niin sisä- kuin rannikkovesissäkin. Molemmat lajit ovat myös erityisen tärkeitä pyyntikohteita sosiaalisesti ja taloudellisesti sekä vapaa-ajan- että kaupallisen kalastuksen kannalta koko maassa. Vuonna 2016 vapaa-ajankalastuksen kokonaissaaliista lähes puolet koostui ahvenesta ja hausta (Suomen virallinen tilasto 2018 a). Rannikon ammattikalastajille ahven oli vuonna 2017 saalismäärissä mitattuna neljänneksi tärkein ja hauki kymmenenneksi tärkein saalislaji (Suomen virallinen tilasto 2018 b).

Fladoihin ja kluuveihin kohdistuu runsaasti erilaisia ihmistoiminnasta johtuvia paineita, jotka muuttavat niiden luonnollista kehitystä sekä ympäristöolosuhteita ratkaisevasti. Erilaiset veneilyyn ja loma-asumiseen liittyvät ruoppaukset, ranta-alueiden käyttömuodot sekä valuma-alueilla tapahtuneet muutokset vaikuttavat mm. näiden rannikon pienvesien hydrologisiin ominaisuuksiin (Anonyymi 2004, Yli-Renko 2013).

Tämä pro gradu -tutkielma toteutettiin osana EU-osarahoitteista Kvarken Flada -hanketta, jossa kartoitettiin Interreg BA -ohjelma-alueelta maantieteellisen arvioinnin perusteella erilaisia fladoja ja umpinaisia merenlahtia.

Merenkurkun Suomen puoleisen rannikkoalueen pienvesien suuresta lukumäärästä ja ilmeisestä kalataloudellisesta merkityksestä huolimatta niiden optimaalisia ominaisuuksia kalojen lisääntymisen kannalta ei juurikaan ole määritelty (Kallasvuo ym. 2016). Tämän työn tavoitteena on hauen ja ahvenen osalta 1) tarkastella eroja kahden eri eriytymisvaiheessa olevan vesimuodostuman kutukalaston vaelluskäyttäytymisessä sekä kutukalaston rakenteessa, 2) selvittää kohteiden vastakuoriutuneiden kalanpoikasten määrää, kasvua ja ulosvaellusajankohtaa ja 3) tarkastella VAKI-kalalaskurin soveltuvuutta kevätkutuisten kalalajien kutuvaelluksen seurantaan. Työ tuottaa tietoa rannikon pienvesien merkityksestä nimenomaan kevätkutuisten kalojen lisääntymis- ja poikasalueina. Lisäksi työn tulosten avulla voidaan jatkossa paremmin tarkastella, kuinka poikastuotantoedellytykset tulisi ottaa huomioon esimerkiksi fladojen käytön suunnittelussa ja vesirakentamisessa.

## **2 TUTKIMUKSEN TAUSTA**

### **2.1 Hauen ja ahvenen elinympäristövaatimukset, lisääntyminen sekä kasvu**

#### **2.1.1 Hauki**

Itämeren alueella hauet ja ahvenet lisääntyvät joko rannikkoalueiden vähäsuolaisessa murtovedessä tai murtoveteen laskevissa makeavetisissä virtavesissä ja erilaisissa murtoveteen yhteydessä olevissa altaissa (Müller 1986, Westin ja Limburg 2002). Merenkurkun alueella em. rannikkovesiltä makeavetisille altaille suuntautuva anadrominen vaelluskäyttäytyminen on molemmilla lajeilla yleistä (Veneranta ym. 2020).



Hauki viihtyy käytännössä koko elinikänsä suojaisella litoraalivyöhykkeellä. Sen ravinnonhankinta perustuu pitkälti saaliin väijymiseen vesikasvien suojasta (Diana ym. 1977, Diana 1979, Voellestad ym. 1986, Casselman ja Lewis 1996, Schultze ym. 2006, Lehtonen ym. 2018). Suuret haukiyksilöt vaeltavat toisinaan saaliin sekä viileämmän ja hapekkaamman veden perässä myös syvemmille selkävesille (Diana ym. 1977, Chapman ja Mackay 1984, Voellestad ym. 1986, Casselman ja Lewis 1996). Veden lämpötilan on todettu korreloivan positiivisesti hauen kasvun kanssa pienillä (< 304 mm) yksilöillä (Jacobson 1992). Vastakuoriutuneiden poikasten kasvun on havaittu olevan nopeinta 26 °C lämpötilassa (Hokanson ym. 1973), ja vanhemmilla poikasilla kasvun optimi on 22–23 °C välissä (Casselman ja Lewis 1996). Optimaalinen kasvulämpötila aikuisella hauella on todettu olevan 19 °C massalle ja 21 °C pituudelle letaalirajan ollessa 29 °C (Casselman 1978). Hauen on todettu kestävän hyvin alhaisiakin veden happipitoisuuksia niin mäti ja poikasvaiheessa kuin aikuisenakin (Siefert ym. 1973, Casselman 1978, Casselman 1996). Hauki sietää erityisen hyvin happamia vesiä. Aikuisten haukien on todettu selviävän vesissä, joiden pH-arvot laskevat jopa lähelle neljää (Magnuson ym. 1984, Leuven ja Oyen 1987, Raitaniemi ym. 1988, Rask ja Tuunainen 1990, Lehtonen ym. 2018). Myös hauen mäti sekä poikasvaiheet ovat varsin sietokykyisiä alhaisen pH:n suhteen (Raitaniemi 1995, Le Louarn ja Webb 1998, Duis ja Oberemm 2000). Hauki pystyy myös elämään viikkoja emäksisessä vedessä, jonka pH on jopa 9,8 (Lehtonen ym. 2018). Aikuisten yksilöiden on raportoitu selviävän vesissä, joiden suolapitoisuus on 1,2–1,5 ‰ (Raat 1988). Pienpoikasten kohdalla ongelmia selviytymiselle alkaa ilmetä yli 1,3 ‰ suolapitoisuuksissa (Jacobsen ym. 2007, Jørgensen ym. 2010). Hauen suolapitoisuustoleranssi on kuitenkin varsin laaja, ja muut tekijät kuin suolapitoisuus määrittävätkin enemmän poikasalueiden soveltuvuutta haulle pohjoisella Itämerellä (Sundblad ym. 2009).

Hauen kasvussa on suurta vaihtelua niin saman vesistön sisällä kuin eri vesistöjenkin välillä. Rypel (2012) ei kuitenkaan havainnut tutkimuksessaan

systemaattista eroa eri ikäisten haukien kasvussa seisovan tai virtaavan veden habitaattien välillä. Naaraat ovat nopeakasvuisempia kuin koiraat. Ensimmäisen kesän jälkeen hauki on vesissämme keskimäärin 10–14 cm mittainen ja 5-vuotiaana yleensä 45–55 cm (Lehtonen ym. 2018). Metrin pituus rikkoutuu tavallisesti 10–15-vuotiaana.

Erityisen tärkeitä ympäristöjä hauen lisääntymiselle ovat erilaiset matalat kasvillisuusrannat, jotka tarjoavat sopivan kiinnittymisalustan mädille ja riittävää suojaa sekä ravintoa kuoriutuneille poikasille (Bry 1996, Casselman ja Lewis 1996, Lehtonen ym. 2018). Hauki suosii kutualueenaan erityisesti kevään tulvavesien alleen peittämiä, matalaprofiilisia (syvyys 10–70 cm), suojaisia rantoja, joilla kasvaa järviruokoa (*Phragmites australis*), saroja (*Carex* spp.) tai erilaisia heinäkasveja (*Poaceae* sp.) (Bry 1996, Casselman ja Lewis 1996, Grimm ja Klinge 1996, Nilsson ym. 2014). Itämeren pohjoisilla rannikkoalueilla etenkin laajat järviruokovyöhykkeet tarjoavat haulle sen tärkeimmän kutu- ja poikasympäristön (Lehtonen 1986, Urho ym. 1990, Lappalainen ym. 2008, Kallasvuo ym. 2011). Kuteminen on kiivaimmillaan veden lämmentyä n. 8–12 °C (Casselman 1996, Nilsson 2006, Nilsson ym. 2014). Kutemistapahtuma voi yksittäisen naarashauen kohdalla kestää useampia päiviä ja tapahtua useassa erässä, useiden eri koiraiden kanssa. Näin mätijyvät (8000–100000 kpl per naaras) levittäytyvät pienissä erissä laajalle alueelle kalojen vaihtaessa paikkaa kudun edetessä (Nilsson ym. 2014). Haukikoiraat tulevat sukukypsiksi yleensä 2–4-vuotiaina ja naaraat 3–4-vuotiaina (Lehtonen ym. 2018). Kuoriuduttuaan 8–9 mm pitkä hauenpoikanen kiinnittyy vesikasveihin erityisellä tartuntaelimellä ja kasvaa ruskuaispussin tarjoaman ravinnon turvin noin viikon ajan (Franklin ja Smith 1963, Kennedy 1969). 11–13 mm mittaisena hauki siirtyy saalistamaan eläinplanktonia sekä erilaisia selkärangattomia ja hyvin pian myös kalaravintoa kuten mm. samoilla alueilla kasvavia lajitovereitaan (Frost 1954, Franklin ja Smith 1963, Wright ja Giles 1987, Raat 1988, Diana 1996). Hauenpoikaset pysyttelevät lähellä kutupaikkoja joidenkin

viikkojen ajan ennen kuin ne leviävät laajemmalle, valtaosan vaeltaessa lopulta mereen ensimmäisen kesän aikana (Raat 1988, Müller 1986).

### 2.1.2 Ahven

Lämpöä suosivana kalana ahven viettää suuren osan elämästään suhteellisen matalissa vesissä. Keväällä ja kesällä lämminvetisen litoraalivyöhykkeen merkitys elinalueena korostuu, ja myöhään syksyllä sekä talvella ahvenet liikkuvat enemmän määrin myös syvempiin vesiin siellä olevan lämpimämmän veden perässä (Lehtonen ym. 2018). Ahvenen kasvu on vahvasti lämpötilariippuvaista (Karås ja Neuman 1981, Karås 1990, Karås ja Thoresson 1992, Tolonen ym. 2003). Myös ravinnon laatu sekä määrä vaikuttavat ahvenen kasvuun (Popova ja Sytina 1977, Kjellman ym. 1996), ja käytetyn ravinnon koostumus muuttuu yksilön koon kasvaessa (Persson ym. 1991, Mustamäki ym. 2014, Grzybkowska ym. 2018). Ahven käyttää poikasvaiheessa ravintonaan eläinplanktonia ja kasvaessaan siirtyy pikkuhiljaa hyödyntämään selkärangattomia (Lehtonen ym. 2018). Mitä suuremmaksi ahven kasvaa, sitä suurempi osuus ravinnosta koostuu pikkukaloista (Persson ym. 1991, Karhunen 2011), mutta jo ensimmäisenä kesänä ahvenenpoikaset voivat ruokailla muilla saman kesän kalanpoikasilla. Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi ahvenen kasvu on vahvasti tiheysriippuvaista. Erittäin tiheissä populaatioissa kilpailu sopivasta ravinnosta rajoittaa ahvenen kasvua, jolloin se voi olla huomattavan hidasta (Persson 1997, Byström ym. 1998, Holmgren ja Appelberg 2001). Ahven kasvaa pituutta parhaiten yli 10 °C lämpötiloissa. Kasvatusoloissa kasvun on havaittu olevan nopeinta vedenlämmön ollessa 23 °C (Karås 1990, Melard ym. 1996, Yrjölä ym. 2015). Yli 30 °C lämpötilat alkavat olla ahvenen selviämisen kannalta kriittisiä (Lehtonen ym. 2018). Vastakuoriutuneiden poikasten kuolleisuus lisääntyy selvästi vedenlämpöjen laskiessa alle 10–12 °C (Karås 1987). Ahven sietää hyvin vähähappisia ja happamia olosuhteita. Sen mainitaan kestävän jopa vesissä, joiden happipitoisuus on

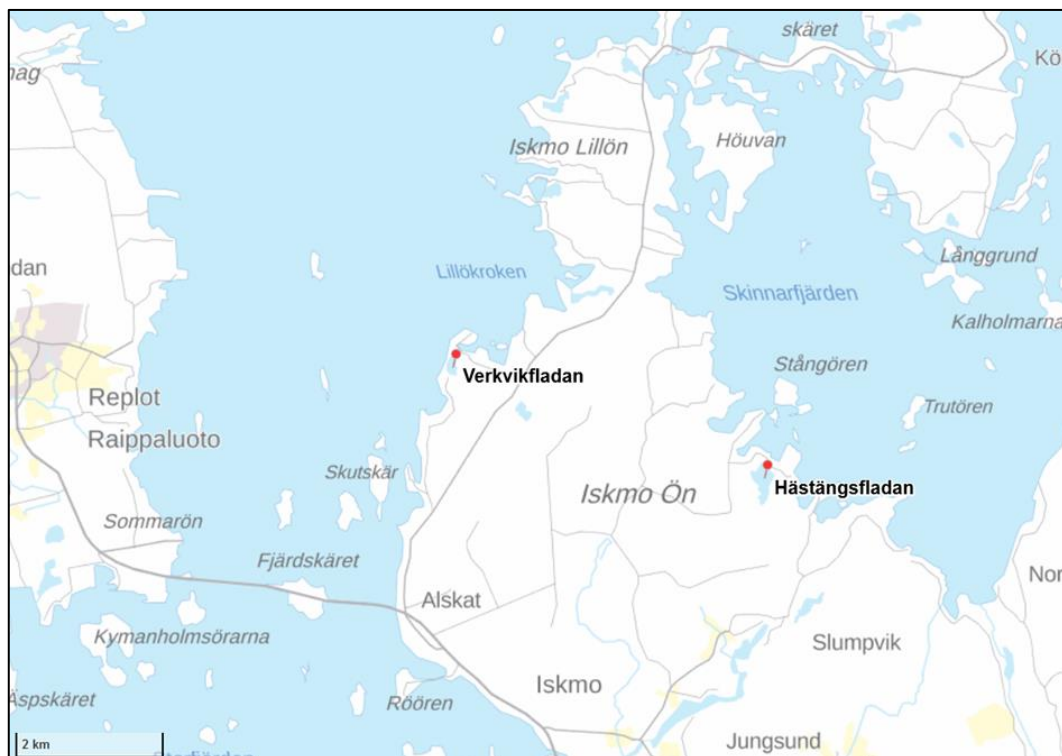
pudonnut lähes yhteen milligrammaan litrassa (Rougeot ym. 2008, Yrjölä ym. 2015). Aikuinen ahven selviää jonkin aikaa veden pH-arvon laskiessa 3,5 tietämille (Koli 1998). Tutkimustulosten mukaan mädin kuolleisuus pH-arvon ollessa yli 5 oli alle 10 % ja pH-arvon laskiessa neljään n. 59 % (Rask 1983). Hetkellisesti mäti kestää vielä tätäkin alhaisempia pH-arvoja.

Myös ahvenelle otollisinta lisääntymishabitaattia ovat suhteellisen matalat kasvillisuusrannat (Kraufvelin ym. 2018). Ahven laskee löyhän, nauhamaisen mätinsä joko vesikasvien, veteen päätyneiden puiden, risujen tai muiden vastaavien pintojen ympärille (Urho 1996, Čech ym. 2009, Lehtonen ym. 2018). Kuteminen tapahtuu pääosin alle kolmen metrin syvyysvyöhykkeellä, mutta ahventen on havaittu kutevan avolouhoksissa jopa 26 m syvyyteen (Dalimier ym. 1982, Urho 1996, Čech ym. 2012). Kututapahtuman kerrotaan käynnistyvän lähteestä riippuen veden lämmön ollessa 5–8 °C tai yli 10 °C (Koli 1998, Gillet ja Dubois 2007, Yrjölä ym. 2015). Koiraat lisääntyvät yleensä ensimmäisen kerran 2–3-vuotiaana ja naaraat 3–5-vuotiaana (Lehtonen ym. 2018). Pian kuoriutumisen jälkeen, n. 5–7 mm mittaisina, ahvenenpoikaset jättävät matalat ranta-alueet ja siirtyvät litoraalityöhykkeeltä pelagiseen ympäristöön (Urho 1996). Kun poikasten pituus saavuttaa n. 8 mm ne alkavat hiljalleen siirtyä takaisin rantojen kasvillisuusvyöhykkeelle. Lämpötilaerojen, ravintokilpailun sekä predaation on arveltu olevan syynä mainitulle käytökselle. Jotta ahven selviää hengissä ensimmäisestä talvestaan eteläisellä Pohjanlahdella, tulisi sen olla syksyllä n. gramman painoinen ja 5 cm mittainen (Karås 1987). Tvärminnestä, itäiseltä Saaristomereltä pyydettyjen ahventen takautuvasti laskettujen keskipituuksien mukaan ahven oli 2-vuotiaana n. 10 cm mittainen ja saavutti 20 cm pituuden n. 7-vuotiaana (Lappalainen ym. 2001).

### 3 AINEISTO JA MENETELMÄT

#### 3.1 Tutkimusvesistöt

Tutkimuskohteina olevat vesimuodostumat sijaitsevat Merenkurkun saaristossa Mustasaaren kunnan alueella, noin 15 km Vaasasta pohjoiseen, ja ne kuuluvat samaan rannikkovyöhykealueeseen (Kuva 1). Tutkimukseen valittiin maankohoamisen seurauksena eri eriytymisvaiheessa olevat kohteet, joihin tiedettiin nousevan keväisin kalaa kudulle. Näin mahdollisia eroja kutukalaston rakenteessa sekä poikastuotannossa ja niihin vaikuttavia tekijöitä kohteiden välillä pystyttäisiin vertailemaan. Nousukalapyyntin ja ulosvaeltavien poikasten määrän seuraamisen vuoksi kohteissa tuli olla selkeä, pyydyksin tukittavissa oleva lasku-uoma mereen.



Kuva 1. Tutkimuskohteiden sijainti Merenkurkun saaristossa (Maanmittauslaitos).

Pinta-alaltaan n. 3,7 ha Verkvikfladan sijaitsee Iskmo Ön -niemen luoteiskulmassa, ja se laskee vetensä pohjoispäästään Raippaluodonselälle n. 25 m pitkää laskupuroa pitkin (Kuva 2). Verkvikfladan on tällä hetkellä eriytymisvaiheessa, jossa se voidaan luokitella kluuviksi, koska sen jatkuva yhteys suolaiseen murtoveteen on katkennut. Kuitenkin meriveden ollessa korkealla, lähinnä syysmyrskyjen aikaan, siihen virtaa Itämerestä suolapitoista vettä. Verkvikfladanin syvyys on pääasiassa alle 1,5 m ja syvin kohta n. 2 m. Kluuvia kirjoavat suuret kivilohkareet, ja sen pohja on pääasiassa pehmeää liejua ja mutaa. Ranta-alueilla on monin paikoin vahva vyöhyke järviruokoa ja ulompana kasvaa mm. hapsivitaa (*Potamogeton pectinatus*). Verkvikfladanin luonnontilaisuuteen vaikuttavia ihmistoimia ovat sen rannoilla sijaitsevat kaksi vapaa-ajanasuntoa sekä laskupuron suulla, meren puolella oleva kolmas vapaa-ajanasunto, jonka ranta-alueita on muokattu mm. ruoppaamalla ja rakentamalla. Lisäksi laskupuro alittaa mökkien n. kolmen metrin mittaista rumpuputkea pitkin.



Kuva 2. Karttakuva Verkvikfladanista (Maanmittauslaitos). Karttaan lisätty laskupuron sijainti.

Pinta-alaltaan n. 9,7 ha Hästängsfladan sijaitsee Iskmo Ön -niemen länsirannalla ja se laskee vetensä pohjoispäästään n. 100 m puroa pitkin Kaukaluodon eteläpuoleisen Skinnarfjärden-sisäselän alueelle (Kuva 3). Hästängsfladan on eriytymisessään vaiheessa, jossa se voidaan luokitella jo täysin suolaisen murtoveden vaikutuksen ulkopuoliseksi kluuvijärveksi. Hästängsfladanin syvyys on pääasiassa alle 1,5 m ja syvin kohta 2–3 m. Pohja on pehmeää liejua ja mutaa. Rannat ovat kivikkoisia ja syvenevät nopeasti. Järven eteläpäässä on myös turverantainen soistunut alue, joka rajautuu osin hakkuuaukeaan. Järviruokovyöhykkeitä ei rannoilla juuri ole, mutta monin paikoin ympäri järveä kasvaa lummetta (*Nymphaea alba*). Järveä tai sen välittömiä ranta-alueita ihminen ei

ole muokannut lainkaan. Valuma-alueella on kuitenkin tehty metsänhoitotoimenpiteitä, jotka vaikuttavat mahdollisesti järven vedenlaatuun. Lisäksi laskupuro alittaa metsätien rumpuputkea pitkin ja puron merenpuoleisen suualueen järviruokovyöhykkeelle on asennettu halkaistu muovinen rumpuputki, jotta on saatu aikaiseksi uoma, jossa veden virtausolot parantuvat ja kalojen liikkuminen helpottuu.

Hästängsfladanin laskupuron pudotuskorkeus on huomattavasti suurempi kuin Verkvikfladanilla, ja se virtaa yläosallaan laajassa kivikossa. Kivikkoiselle osuudelle muodostuu useita pieniä ja ahtaita kivien välisiä könkäitä, joiden suora pudotuskorkeus on suurimmillaan n. 20 cm.



Kuva 3. Karttakuva Hästängsfladanista (Maanmittauslaitos). Karttaan lisätty laskupuron sijainti.



## 3.2 Aineiston keruu ja pyyntimenetelmät

### 3.2.1 VAKI Riverwatcher -kalalaskuri

Verkvikfladanin laskupuroon asennettiin 11.4.2017 VAKI-kalalaskuri (Riverwatcher Fish Counter, VAKI Aquaculture Systems LTD., Akralind 4, Iceland), jonka avulla kerätyllä aineistolla pyrittiin arvioimaan fladaan nousevien kutukalojen lukumäärää, kokoa, lajikoostumusta sekä kalojen nousu- ja ulosvaellusajankohtaa. Laskuri poistettiin uomasta 6.7.2017. Kalalaskuri koostuu veden alla toimivasta havainnointiyksiköstä sekä pinnan yläpuolelle sijoitettavasta ohjausyksiköstä. Havainnointiyksikön läpi uivista kaloista laskuri rekisteröi kalan korkeuden, uintinopeuden, sijainnin havaintoyksikössä, kellonajan ja uintisuunnan. Lisäksi laite piirtää havainnointiyksikön läpi uineesta kalayksilöstä siluettikuvan, jonka avulla voidaan auttavasti määrittää läpi uinutta kalalajia (VAKI Aquaculture Systems LTD). Kalan korkeuden ja kalalajikohtaisen muuntokertoimen avulla voidaan määrittää kunkin laskurin läpi uineen kalayksilön kokonaispituus. Lisäksi laskuri seuraa reaaliaikaisesti veden lämpötilaa. Laskurin tallentama aineisto käytiin läpi Winari 5.01 -ohjelmistolla. VAKI-laskurin soveltuvuutta kevätkutuisten kalojen kutuvaelluksen seurantaan on aiemmin kokeiltu vuonna 2013 Ruotsissa, mutta nousukalamääriä ei onnistuttu laitteen avulla määrittämään (Anonyymi 2017). Ennakko-oletuksena oli, että mikäli kalat nousevat suurina ja tiheinä parvina läpi laskurista, yksittäisten kalojen havainnointi on käytännössä mahdotonta (Baumgartner ym. 2010).

### 3.2.2 Katiska- ja rysäpyynti

Laskupurojen sulkupyynti aloitettiin pitämällä katiskoja pyynnissä lasku-uomissa 5.4.–13.4.2017 (4 kokukertaa) sekä 18.4.–24.4.2017 (3 kokukertaa), kunnes voitiin todeta kalojen kutuvaelluksen kunnolla käynnistyneen. 24.4.2017 molemmissa kohteissa katiskan tilalle vaihdettiin luokkirysä. Kutemaan nousevien kalojen

pyynti toteutettiin molemmissa kohteissa kaksinieluisella 8,5 m luokkirysällä, jonka havaksen silmäkoko oli 30 mm (valmistaja Kivikangas Oy). Rysästä poistettiin ohjainaita, ja rysä aseteltiin kohteen laskupuron yläosaan siten, että se tukki koko uoman ja pyysi tiettyä kokoa suuremmat kalat. Pyydysten sijoittamisella laskupurojen yläosalle pyrittiin varmistamaan, että kaikki nousevat kalayksilöt todella olivat hakeutumassa sisälle kohteisiin. Rysän kalapesän pituus oli 3,5 m ja vanteiden (5 kpl) halkaisijat 55–65 cm. Kiivaimman kutunousun aikaan 24.4.–24.5.2017 pyyntikertoja luokkirysällä kertyi Verkvikfladanissa 10 ja Hästängsfladanissa 11. Pyyntiaika pyyntikertaa kohden vaihteli Verkvikfladanissa 7–24 h välillä ja Hästängsfladanissa 11–49 h välillä (Taulukko 1). Saadusta saaliista määritettiin lajikohtainen kokonaismassa sekä yksilömäärä jokaista pyyntikertaa kohden. Kalat nostettiin rysän perästä haavilla 50 l saaviin, josta ne lajiteltiin lajeittain pienempiin astioihin punnitusta varten. Kalat punnittiin vaa’alla, jonka mittaustarkkuus oli 20 g. Punnituksen jälkeen kalojen lukumäärä laskettiin. Koska särkiä (*Rutilus rutilus*) kertyi saaliiseen ajoittain erityisen runsaasti, vähintään 300 särkiyksilön satunnaisotos punnittiin keskipainon määrittämiseksi ja loppusaalis punnittiin saavissa. Näin saatiin arvioitua kokonaisyksilömäärä myös särjeltä jokaiselle pyyntikerralle. Saaduista ahvenista ja hauista otettiin satunnaisotokset ikä-, sukupuoli- ja kokomäärityksiä varten. Hästängsfladanin rysäsaaliissa oli lopulta vain 10 haukea, jotka laskettiin jatkamaan vaellustaan, joten haukinäytteitä ei kohteelta kerätty. Kalanäytteet pakastettiin myöhempää käsittelyä varten muovipusseissa, joihin kirjattiin pyyntipaikka sekä päivämäärä.

Taulukko 1. Rysien kokemispäivämäärät sekä pyyntiaika tunteina.

Pvm	Verkvikfladan	Hästängsfladan
25.4.2017	24	24
26.4.2017	9	24
27.4.2017	14	24
28.4.2017	-	24
30.4.2017	7	49
2.5.2017	14	48
4.5.2017	14,5	-
5.5.2017	-	15
9.5.2017	22	11
11.5.2017	22,5	24
16.5.2017	24	25
24.5.2017	24	24

### 3.2.3 Käsihaavipyynti

Hauenpoikasten esiintymisen tarkkailuun käytettiin haavimenetelmää, jossa tiheäsilmäisen, jatkovarrellisen poikashaavin avulla haavittiin näytevetoja kasvillisuusrannoilta (Kuvat 4 ja 5). Kartoitettaviksi alueiksi valittiin ilmakuvien ja maastotarkastelun perusteella ennalta parhaiksi poikasalueiksi otaksutut rantakaistat. Kvantitatiivista tietoa menetelmän avulla ei saada, mutta poikasten kasvua ja esiintymistä alueella pystytään seuraamaan. Haukinäytteenotossa käytettiin "esiintyy/ei esiinny" -luokittelua aineiston käsittelyn perustana. Poikashaavimenetelmää on käytetty 2000-luvulla Luonnonvarakeskuksen pyynneissä siian, hauen sekä särkikalojen vastakuoriutuneiden poikasten esiintymisen kartoittamisessa (L. Veneranta ja H. Harjunpää julkaisematon). Se on kehitetty erityisesti tiheäkasvustoisille ruovikkorannoille, joilla muut menetelmät eivät toimi. Haukia on aiemmissa tutkimuksissa kartoitettu ns. skuuppamenetelmällä (Lappalainen ym. 2008, Borg ym. 2012), mutta haavilla

saadaan myös vastakuoriutuneita suurempia ja nopeampia hauenpoikasia (tutkimuksen havaintoaineiston perusteella arviolta n. 100 mm kokoon asti) paremmin kiinni. Haavin lasikuituisen teleskooppivarren pituus oli 180 cm ja alumiinisen havasosan halkaisija oli 43 cm. Haavissa ei ollut varsinaista pussia, vaan tasainen nailonverkko (Sefar Nitex 06-1000/57, silmäkoko 1 mm, langan vahvuus 0,33 mm) pingotettuna kehälle. Tasainen verkko helpotti poikasten poimimista talteen ja vähensi veden vastusta haavittaessa. Hauenpoikasten pyynnit suoritettiin kohteiden kasvillisuusrannoilta kerran viikossa 11.5.-30.6.2017 välisenä aikana. 11.5. ja 24.5. pyydettiin ainoastaan Verkvikfladanilla ja viikolla 22 pyydettiin molemmilla kohteilla kahdesti. Muutoin molemmilla kohteilla pyynnit suoritettiin viikoittain. Tutkittavalla rannalla kahlattiin rannan suuntaisesti kasvillisuusvyöhykkeessä ja n. 2 m välein haavilla kauhaistiin nopea veto kasvien joukosta. Jokaisen haavinvedon koordinaatit, pyyntipaikan syvyys ja kasvillisuus kirjattiin ylös. Lisäksi veden lämpötila, pilvisuus sekä tuulen nopeus tallennettiin lomakkeisiin. Pyynti kohdennettiin joka viikko pääasiassa samoille rannoille. Saadut hauet laskettiin ja osa poikasista säilöttiin formaliiniin tarkempia jatkomittauksia varten.

### 3.2.4 Vetohaavipyynti

Ahvenenpoikasten esiintymistä ja kasvua tutkimuskohteissa seurattiin vetohaavipyyntin avulla (Kuvat 4 ja 5). Vetohaavi on Luonnonvarakeskuksen kalanpoikaspyynneissään käyttämä menetelmä, joka soveltuu erityisesti ahvenenpoikasten pyydystämiseen avovedestä alueilla, joihin veneellä ei pääse (Kallasvuo ym. 2016). Vetohaavi koostuu 440 mm halkaisijaltaan olevasta kehyksestä, tiheäsilmaisestä valoverhokangaspussista (300 µm) ja vetonarusta. Pyydys vietiin kauko-ohjattavan veneen avulla kaartuen vetolinjan ohi 30 m etäisyydelle rannasta, nykäistiin vetonarusta napakasti veneen kyydistä veteen ja vedettiin käsivoimin takaisin lähtöpisteeseen. Vedon pituus vetohaavinarun

venymä huomioiden oli 32,8 m. Viiden vedon kokonaistilavuus oli täten n. 25 m<sup>3</sup>. Menetelmää on aiemmin käytetty mm. Luonnonvarakeskuksen poikaspyynneissä vastaavilla kohteilla vuonna 2014 (Kallasvuo ym. 2016). Kasvillisuuden seassa käytettäväksi menetelmä ei sovellu, ja vetohaavimenetelmän teho heikkenee ahvenenpoikasten kasvaessa yli 8–9 mm pituisiksi, jolloin niiden uintikyky on kasvanut niin suureksi, että ne pystyvät väistämään haavia ja alkavat siirtyä takaisin kasvillisuusvyöhykkeen tuntumaan (L. Veneranta, suullinen kommentti). Vetohaavipyynnejä tehtiin poikasten kuoriuduttua kerran viikossa molemmilla kohteilla seitsemän peräkkäisen viikon aikana 11.5.2017–22.6.2017. Ensimmäisellä viikolla pyydettiin vain Verkvikfladanilla. Molemmista kohteista pyydettiin viisi vetoa/kerta. Täten näytevetoja kertyi Verkvikfladanilta 35 kpl ja Hästängsfladanilta 30 kpl. Vetohaavialueiden valintaan vaikuttivat vahvasti ajankäytölliset ja logistiset tekijät. Tästä syystä pyyntialueiksi valittiin helpoiten saavutettavissa olevat alueet, joilla pyynti toteutettiin jokaisella pyyntikerralla. Ensisijainen kartoituslaji oli ahven, ja sen oletettiin aiempien tietojen perusteella levittäytyvän kuoriutumisen jälkeen avoimeen vesialueeseen melko tasaisesti (Urho 1996, Kallasvuo ym. 2016). Siten pyyntipaikan valinnalla ei arveltu olevan huomattavaa merkitystä, kun tarkoitus oli arvioida poikastuotannon tasossa karkeasti esiintyviä eroja. Vedon aikana pussin perälle keräilyastiaan päätyneet poikaset säilöttiin 4 % formaliiniliuoksessa näytepurkkiin. Vetohaavinäytteet toimitettiin Luonnonvarakeskukselle poikasten laskentaa ja lajinmäärittystä varten.

### 3.2.5 Poikasnuottaus

Vetohaavipyynnin tehon heikettyä poikasten kasvun kehitystä sekä esiintymistä alueella seurattiin nuottauksen avulla (Kuvat 4 ja 5). Pyynneissä käytetyn nuotan korkeus oli 1,8 m ja reisien pituus 10 m. Nuotan reisien solmuväli oli 5 mm ja perä oli valmistettu tiheäsilmäisestä (300 µm) valoverhokankaasta. Kummassakin kohteessa nuotattiin kolme vetoa päivässä 29.6., 5.7. ja 20.7.2017. Myös

poikasnuottausalueiden valintaan vaikuttivat vahvasti ajankäytölliset ja logistiset tekijät. Pyyntialueiksi valittiin helpoiten saavutettavissa olevat alueet, joilla pyynti toteutettiin jokaisella pyyntikerralla. Nuottasaaliin perusteella ei ollut tarkoitus tehdä tiheysarvioita, vaan seurata lähinnä poikasten kasvun kehittymistä. Täten pyyntipaikkojen satunnaistamiseen ei myöskään nähty olevan tarvetta. Nuotta levitettiin veteen kahlaamalla. Jokaisen vedon yhteydessä kirjattiin ylös vetopaikan syvyys, kasvillisuus ja kasvillisuuden peittävyys. Saaliista poistettiin yli vuoden ikäiset yksilöt. Saadut poikaset säilöttiin 70 % etanoliin, koska nuottanäytteet käsiteltiin tilassa, jossa formaliinin käyttö koettiin ongelmalliseksi.



Kuva 4. Ilmakuvassa Verkvikfladanin poikaspyyntipaikat. Yhtenäinen viiva = vetohaavipyynti, pisteviiva = poikasnuottaus, katkoviiva = käsihaavipyynti.



Kuva 5. Ilmakuvassa Hästängsfladanin poikaspyyntipaikat. Yhtenäinen viiva = vetohaavipyynti, pisteviiva = poikasnuottaus, katkoviiva = käsihaavipyynti.

### 3.2.6 Ajehaavipyynti

Molempien tutkimuskohteiden laskupuroista pyydettiin ulosvaeltavia poikasia ns. drift- eli ajehaavin avulla. Ajehaavia pidettiin pyynnissä Verkvikfladanin laskupurossa kuusi kertaa pyyntiajan vaihdellessa 30–345 minuutin välillä ja Hästängsfladanin laskupurossa 11 kertaa pyyntiajan vaihdellessa 20–345 minuutin välillä. Ensimmäinen pyyntikerta oli molemmissa kohteissa 24.5.2017. Verkvikfladanilla pyynti lopetettiin jo kesäkuun lopussa veden vähyydestä johtuen. Hästängsfladanissa ajehaavin pyyntipaikka jouduttiin kerran vaihtamaan vähäisen

virtaaman vuoksi. Ajehaavi asetettiin puroon siten, että se ei tukkisi koko uomaa, mutta ns. päävirtaus ajaisi alas valuvat poikaset pyydykseen. Pyynnin avulla pyrittiin määrittämään karkeasti kalanpoikasten ulosvaellusajankohtaa. Ajehaavi koostui pyöreästä kehyksestä ( $\varnothing$  33 cm), tiheäsilmäisestä (300  $\mu$ m) 100 cm pitkstä suppilomaisesta valoverhokangaspussista ja pussin perällä olevasta keräilyastiasta. Haavi ankkuroitiin uoman pohjaan harjateräksestä muotoillun pannan avulla. Pyynnin aikana keräilyastiaan päätyneet poikaset säilöttiin 70 % etanoliin, koska ajehaavinäytteet käsiteltiin tilassa, jossa formaliinin käyttö koettiin ongelmalliseksi.

### 3.3 Vedenlaatu

#### 3.3.1 Vesinäytteet

Tutkimuskohteiden vedenlaatua seurattiin neljään otteeseen kerättyjen vesinäytteiden avulla. Vesinäytteet otettiin Limnos-noutimella metrin syvyydestä, ja mikäli näytepaikan vesisyvyys oli yli kaksi metriä, myös metri pohjan yläpuolelta. Eurofins Environment Testing Finland Oy määrittä laboratorioissa näytteistä happipitoisuuden, hapen kyllästysasteen, sähkönjohtavuuden, pH:n, väriluvun, kokonaistyyppipitoisuuden, nitriitti-nitraattipitoisuuden typpinä, kokonaisfosforipitoisuuden, fosfaattipitoisuuden fosforina, rautapitoisuuden, liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuuden sekä suolaisuuden eli saliniteetin. Avovesiaikaan määritettiin myös klorofyllipitoisuus sekä talvella ammoniumpitoisuus typpinä. Näytteenoton yhteydessä määritettiin lisäksi veden lämpötila sekä näkösyvyys.

#### 3.3.2 Lämpötila- ja sähkönjohtavuusmittaukset

Veden lämpötilan kehitystä seurattiin molemmissa kohteissa jatkuvatoimisten lämpötilatallentimien (HOBO Pendant Temperature/Light Data Logger UA-002, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, U.S.A) avulla. Myös meren puolella



veden lämpötilaa seurattiin vastaavien tallentimien avulla. Verkvikfladanilla meren puolelle asetettu tallennin sijaitsi laskupuron suusta n. 250 m pohjoiseen avoimen selän laidalla ja Hästängsfladanilla meren puolelle asetettu tallennin sijaitsi laskupuron suusta n. 1 km päässä, Skinnarfjärdenin sisäselän etelälaidalla. Tallentimet kiinnitettiin polystyreenikoholla merkattuun reikätiileen, jonka avulla ne saatiin laskettua pohjaan n. 1 m syvyyteen. Lisäksi Verkvikfladaniin asennettiin puupaalun avulla sähkönjohtavuustallennin (HOBO U24 Conductivity Logger U24-001, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, U.S.A) n. metrin syvyyteen seuraamaan mahdollista meriveden vaikutusta kohteen veden suolapitoisuuteen. Lämpötilatallentimet asennettiin 23.3.2017 ja kerättiin pois 28.9.2017. Johtavuustallennin tallensi aineistoa 11.4.-7.11.2017 välisen ajan. Sekä lämpötilatallentimien että sähkönjohtavuustallentimen tallennusväli oli 2 h. Tallentimien datan käsittelyyn käytettiin laitevalmistajan omaa HOBOWare Pro - ohjelmistoa sekä Excel-taulukkolaskentaohjelmaa.

### **3.4 Kalanäytteiden käsittely ja näytteistä tehdyt määritykset**

#### **3.4.1 Nousukalanäytteet**

Verkvikfladanin rysäsaaliista otettiin näytteeksi yhteensä 120 ahventa ja 29 haukea ja Hästängsfladanin rysäsaaliista 138 ahventa. Näytehauet kerättiin 24.4., 9.5., 25.5. ja 30.5. koetuista rysäpyynneistä. Laskupurossa havaittiin 18.5. matalaan juuttunut ja pahoin vahingoittunut suuri naarashauki, joka päätettiin ottaa mukaan näytekaloihin. Verkvikfladanin näyteahvenet kerättiin 25.4., 2.5., 4.5. ja 9.5. koetuista rysäpyynneistä ja Hästängsfladanin näyteahvenet kerättiin 2.5., 5.5., 9.5., 16.5. ja 24.5. koetuista rysäpyynneistä. Näytekalat käsiteltiin talven 2017–2018 aikana. Pakastetut kalat sulatettiin ja niistä määritettiin sukupuoli sekä mitattiin kokonaispituus 1 mm tarkkuudella ja punnittiin tuoremassa 1 g tarkkuudella. Kalojen pituusluokat on esitetty tuloksissa siten, että esim. 14,0–14,9 cm kalat ovat

pituusluokkaa 14. Ikämääritystä varten ahvenilta otettiin talteen puhdistetut kiduskannenluut ja hauilta hartianlukkoluut, jotka säilöttiin numeroituihin suomupusseihin. Kalojen iänmääritys tehtiin luista vuosirenkaiden perusteella. Luita tarkasteltiin mikroskoopin ja lisäkuituvalojen avulla tummaa alustaa vasten. Vuosirenkaiden erottuvuutta parannettiin tarkastelemalla luuta 70 % etanolia sisältävällä petrimaljalla.

### 3.4.2 Poikasnäytteet

Formaliiniin säilötyt poikasnäytteet siirrettiin laboratoriossa 70 % etanoliin ennen niiden tarkempaa läpikäymistä. Vetohaavipyyntisaalis käytiin läpi mikroskoopin avulla, ja saaliiksi saatujen poikasten laji määritettiin sekä laskettiin lajikohtaiset yksilömäärät. Särkikalat määritettiin vain heimotasolle. Poikasten pituus mitattiin 1 mm tarkkuudella.

Poikasnuotta- sekä ajehaavisaalis käsiteltiin rengasvalaisimella varustetun suurennuslasin alla. Tilavuudeltaan yli 2 dl näytteistä laskettiin lajeittain yksilöiden lukumäärät 2 dl otoksesta. Enintään 2 dl näytteistä laskettiin kaikkien yksilöiden lukumäärät. Kaikkien näytteiden tilavuudet kirjattiin ylös. Ositetun näytteen kokonaisyksilömäärät arvioitiin lajeittain kertomalla otoksessa olleet yksilömäärät näytteen kokonaistilavuudella. Poikasten pituudet mitattiin 1 mm tarkkuudella lajeittain 50 satunnaiselta yksilöltä jokaisesta näytteestä. Ajehaavipyyntien saaliista laskettiin yksikkösaalis (kpl/60 min) jokaiselta pyyntikerralta.

### 3.5 Tilastomenetelmät

Aineisto analysoitiin käyttäen IBM SPSS Statistics (versio 26) sekä Microsoft Office Excel 2016 -ohjelmistoja ja tilastollisen merkitsevyyden raja-arvona oli 0,05.

Kohteiden nousukalapyynnin pyyntipäiväkohtaisten yksikkösaaliiden välisiä eroja tutkittiin ei parametrisen merkkitestin avulla. VAKI-kalalaskurin tallentamien

vuorokaudensisäisten "UP"-havaintojen jakauman eron merkitsevyyttä suhteessa tasajakaumaan testattiin Khiin neliö -testillä. Myös kohteiden nousukala-aineistojen lajikohtaisten sukupuoli- ja ikäjakaumien välisiä eroja tarkasteltiin Khiin neliö -testin avulla. Katiska- ja rysäpyynnin pyyntikertakohtaisten yksikkösaaliiden ja VAKI-laskuriaineiston avulla määritetyn kutunousuaktiivisuusindeksin ("UP"-merkinnät) välistä korrelaatiota tarkasteltiin visuaalisesti sekä korrelaatioanalyysien avulla.

Nousukalapyyntien näytteistä määritetyille pituusaineistoille tehtiin logaritmuunnokset ennen analyysien toteuttamista, mikäli perusjoukkojen pituusjakaumien ei oletettu noudattavan normaalijakaumaa. Sukupuolten välisiä pituuseroja sekä lajikohtaisia pituuseroja kohteiden välillä tarkasteltiin riippumattomien otosten *t*-testin avulla.

Hauenpoikasten käsihaavipyyntien yksikkösaaliiden erojen merkitsevyyttä eri syvyysvyöhykkeiden välillä tarkasteltiin riippumattomien otosten Kruskal-Wallis-testin avulla.

## **4 TULOKSET**

### **4.1 Vedenlaatu**

#### **4.1.1 Vesinäytteet**

Määrittystulosten perusteella sekä Verkvikfladan että Hästängsfladan ovat vedenlaadultaan eutrofisia ja humuspitoisia (Taulukko 2). Pintaveden kokonaisfosforipitoisuus ylitti molemmissa kohteissa 50 µg/l, joka on erittäin rehevän veden raja-arvo (Oravainen 1999). Hästängsfladanissa vesi on silminnähdyn erittäin tummaa, jota myös korkea väriluku osoittaa. Molempien

kohteiden happiolot ovat talviaikaan heikot ja happikatoa esiintyy etenkin loppupalvesta. Veden pH-arvojen suhteen seurantajaksolla ei esiintynyt ongelmia kummassakaan kohteessa.

Taulukko 2. Tutkimuskohteiden keskeisimmät vedenlaatutiedot neljältä näytteenotokerralta.

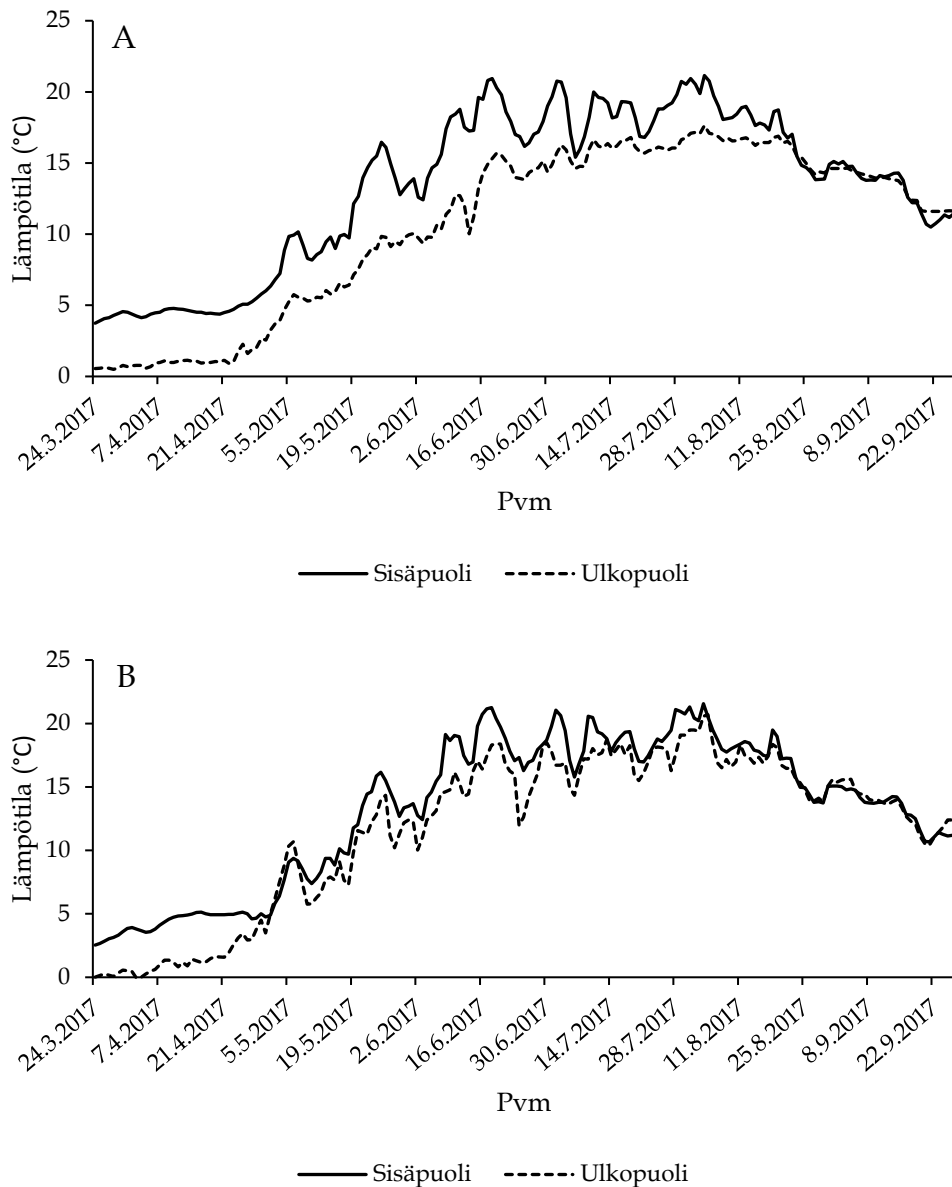
Verkvikfladan	Kokonaisfosfori (µg/l)	Kokonaistyyppi (µg/l)	Väriluku (mg Pt/l)	Happipitoisuus (mg/l)	pH
11.4.2017	66	580	60	12,2	7,3
17.5.2017	65	700	90	10,5	7,2
17.10.2017	35	690	80	9,6	7,2
14.3.2018	46	1000	55	0,2	6,8

Hästängsfladan	Kokonaisfosfori (µg/l)	Kokonaistyyppi (µg/l)	Väriluku (mg Pt/l)	Happipitoisuus (mg/l)	pH
11.4.2017	100	1400	450	1,1	6,0
17.5.2017	100	1300	400	9,7	6,7
17.10.2017	96	1100	400	10,1	6,6
14.3.2018	54	1200	510	0,2	5,8

#### 4.1.2 Lämpötila- ja sähkönjohtavuusmittaukset

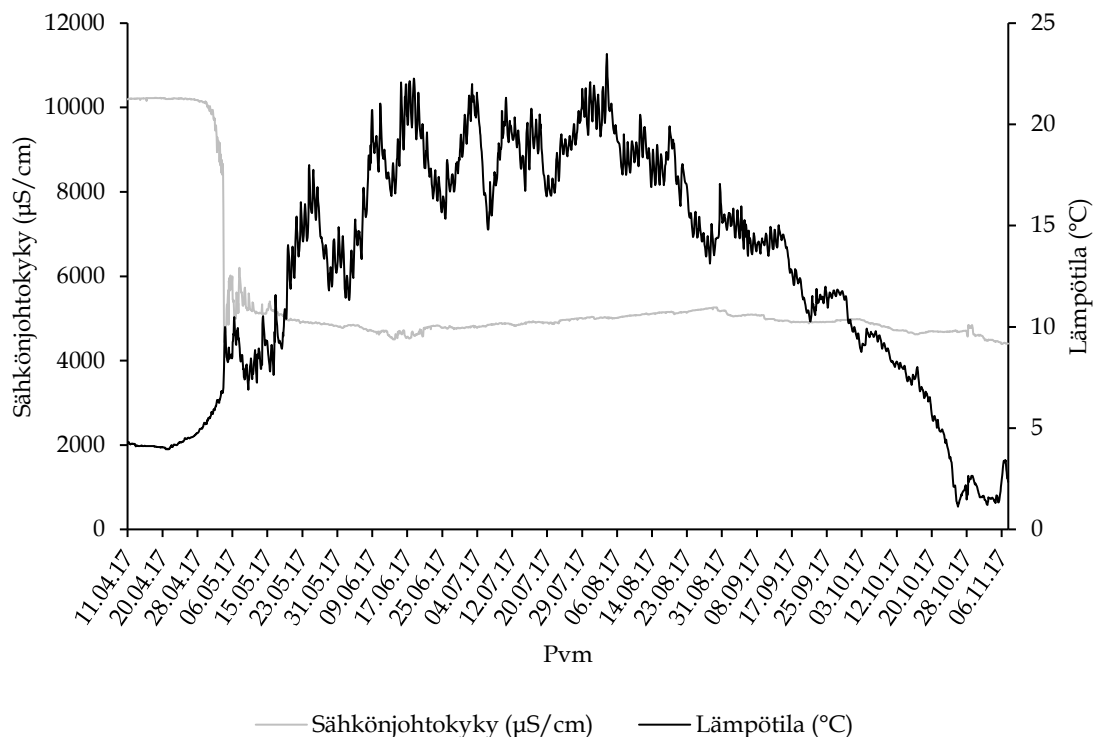
Veden lämpötila oli lähes koko seurantajakson korkeampi kohteiden sisäpuolella kuin ulkopuolella (Kuva 6.) Korkeimmat vuorokausittaiset lämpötilat kohteissa mitattiin iltapäivän tunteina klo 16–18. Verkvikfladanilla ero sisäpuolen ja ulkopuolen välillä oli suurempi kuin Hästängsfladanilla, mikä selittyy kohteiden sijainnilla. Skinnarfjärden, johon Hästängsfladan purkaa vetensä, on huomattavasti suojaisempi ja matalampi kuin Raippaluodonsalmi, johon Verkvikfladanin vedet valuvat. Kohteiden sisällä veden lämpötilan vuorokausivaihtelu oli useita asteita, kun taas meren puolella vuorokausittaiset veden lämpötilan vaihtelut jäivät huomattavasti maltillisemmiksi.



Kuva 6. Lämpötilatallentimien lämpötilahavainnot seurantajaksolla kohteiden sisä- ja ulkopuolelta Verkvikfladanilla (A) ja Hästängsfladanilla (B).

Sähkönjohtavuus säilyi tallentimen mukaan Verkvikfladanilla melko tasaisena koko seurantajakson ajan (Kuva 7). Ainoastaan keväällä, huhti-toukokuun vaihteessa sähkönjohtavuus puolittui, ilmeisesti ns. talviveden laimennuttua ja valuttua ulos kohteesta jäiden ja lumen sulamisen seurauksena. Tallentimen mitaamat arvot ovat myös hyvin erilaisia verrattuna saman jakson vesinäytteistä

(2 kpl) tehtyihin määrittelyksiin. Sama puolittuminen sähkönjohtavuudessa voidaan kuitenkin havaita myös vesinäytteistä. Vesinäytteiden sähkönjohtavuudet olivat 11.4.2017 6000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ja 17.5.2017 3100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Syksyllä paikan päällä tehtyjen havaintojen perusteella mereltä sisään kluuviin virrannut suolainen merivesi ei näy millään tavalla mittarin tallentamissa havainnoissa. Tallennin oli kerännyt kesän mittaan pintaansa melko runsaan perifytonkasvuston, jonka voidaan olettaa vaikuttaneen tallentimen tekemiin havaintoihin. Tästä syystä tallentimen havaintoihin loppukesän osalta tulee suhtautua varauksella. Sähkönjohtavuustallentimen mittaama suurin lämpötila-arvo Verkvikfladanilta metrin syvyydestä oli 4. elokuuta 23,5 °C ja pienin lämpötila-arvo 26. lokakuuta 1,1 °C.



Kuva 7. Verkvikfladanin sähkönjohtavuustallentimen tallentamat sähkönjohtavuus- ja lämpötila-arvot seurantajaksolla.

## 4.2 Nousukalapyynnin saalis ja kalojen kutunousun ajoittuminen

Nousukalapyynnin (katiska ja rysä) kokonaissaalis oli Verkvikfladanilla 911 kg ja 7592 yksilöä ja Hästängsfladanilla 690 kg ja 8225 yksilöä (Taulukko 3). Suurin osa saalista oli molemmilla kohteilla särkeä.

Taulukko 3. Verkvikfladanin (A) ja Hästängsfladanin (B) katiska- ja rysäpyynnin kokonaissaalis lajeittain 10.4.-24.5.2017. Verkvikfladanilla pyyntiaika oli yhteensä 415 h ja Hästängsfladanilla 532 h. Suluissa lajikohtaiset osuudet kokonaissaalista yksilömäärälle ja massalle.

A

	Hauki	Ahven	Särki
N (%)	135 (2)	780 (10)	6677 (88)
kg (%)	181 (20)	80 (9)	650 (71)

B

	Hauki	Ahven	Särki
N (%)	10 (0,1)	244 (3)	7971 (96,9)
kg (%)	5 (0,7)	17 (2,5)	668 (96,8)

Nousukalapyynnin pyyntikertakohtaiset yksikkösaaliit (kpl/h) olivat hauen ja ahvenen osalta merkitsevästi suurempia Verkvikfladanilla kuin Hästängsfladanilla (Merkkitestit: hauki,  $p = 0,003$ , 2-suuntainen; ahven,  $p = 0,035$ , 2-suuntainen; särki,  $p = 0,791$ , 2-suuntainen). Nousukalapyynnin keskimääräiset yksikkösaaliit olivat

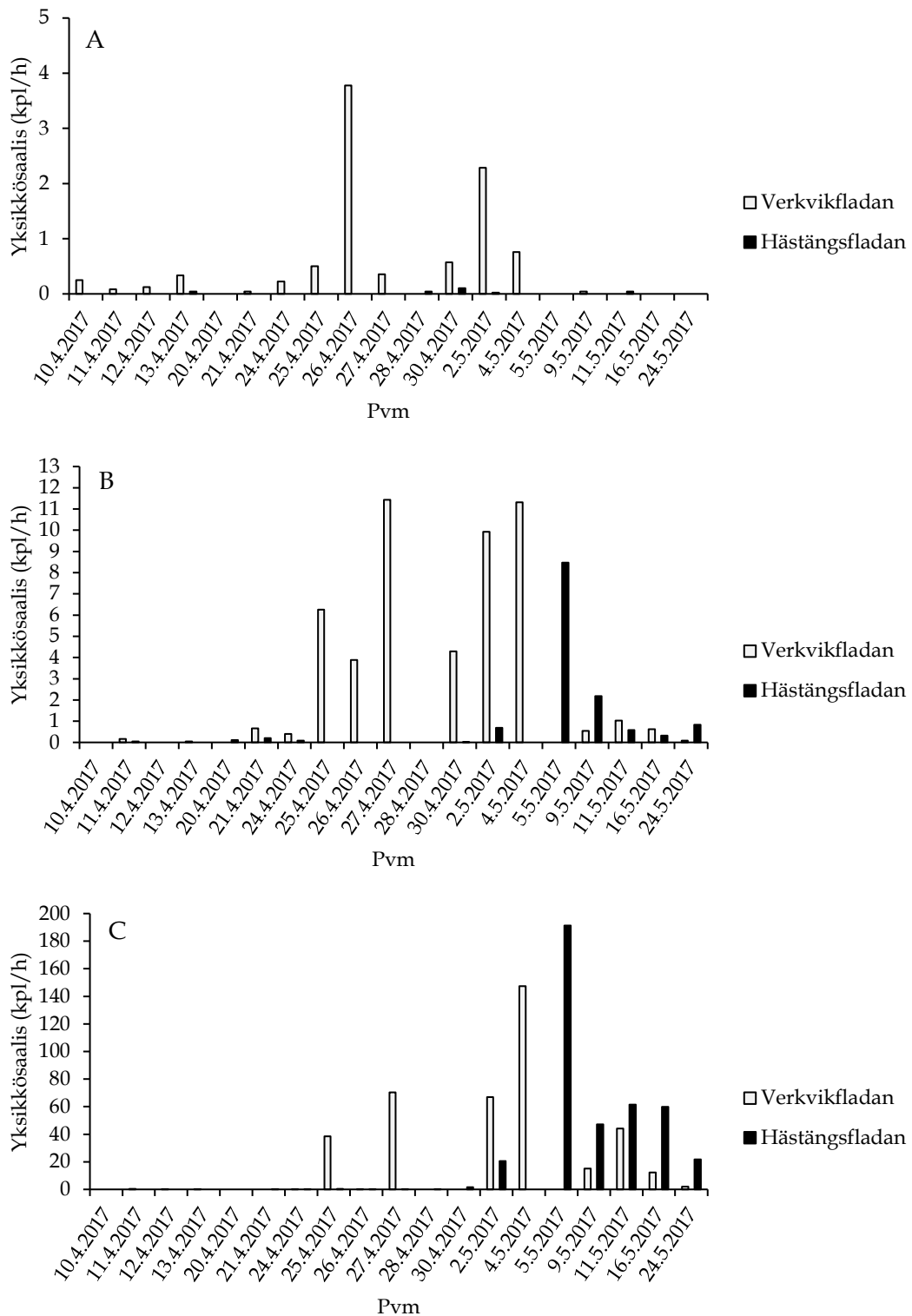
kaikkien lajien osalta suurempia Verkvikfladanilla kuin Hästängsfladanilla (Taulukko 4).

Taulukko 4. Tutkimuskohteiden katiska- ja rysäpyynnin keskimääräinen yksikkösaalis (kpl/h) lajeittain 10.4.-24.5.2017.

	Hauki	Ahven	Särki	Yhteensä
Verkvikfladan	0,3	1,9	16,1	18,3
Hästängsfladan	0,02	0,46	14,98	15,46

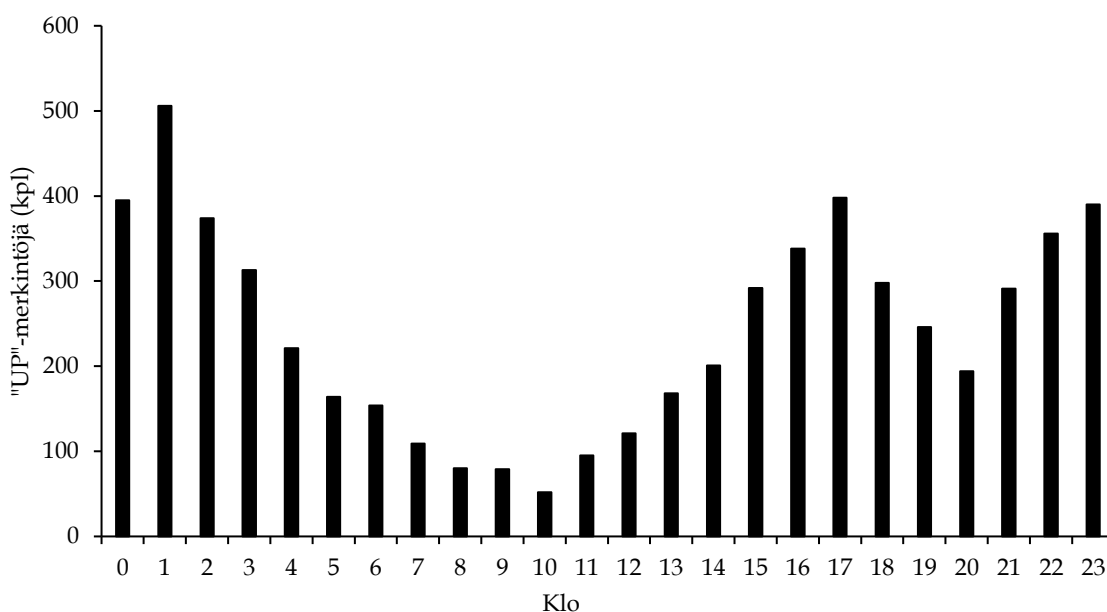
Käytännössä kaikki nousevat kalat uivat sisään kohteisiin lisääntymistarkoituksessa, sillä kaikki pyynneistä näytteeksi otetut kalayksilöt olivat sukukypsiä. Tällöin kutunousun alkamisajankohta on helppo määrittää kalojen sisäänvaelluksen perusteella. Nousukalapyynnin sekä paikan päällä tehtyjen havaintojen perusteella kalojen kutunousu alkoi Verkvikfladanilla 10.4.2017 ja Hästängsfladanilla 11.4.2017 ensimmäisten kalayksilöiden jäätyä saaliiksi (Kuva 8). Suurin pyyntikertakohtainen saalismäärä saatiin Verkvikfladanilta 4.5. ja Hästängsfladanilta 5.5. Kyseisenä ajankohtana, toukokuun alkupäivinä, veden lämpötila alkoi nousta jyrkästi aiempaan verrattuna molemmissa kohteissa (Kuva 6). Ahvenien ja särkien päänousu tapahtui Hästängsfladanilla hieman myöhemmin kuin Verkvikfladanilla (Kuva 8.)





Kuva 8. Tutkimuskohteiden katiska- ja rysäpyynnin kokemispäiväkohtaiset yksikkösaaliit (kpl/h) hauen (A), ahvenen (B) ja särjen (C) osalta.

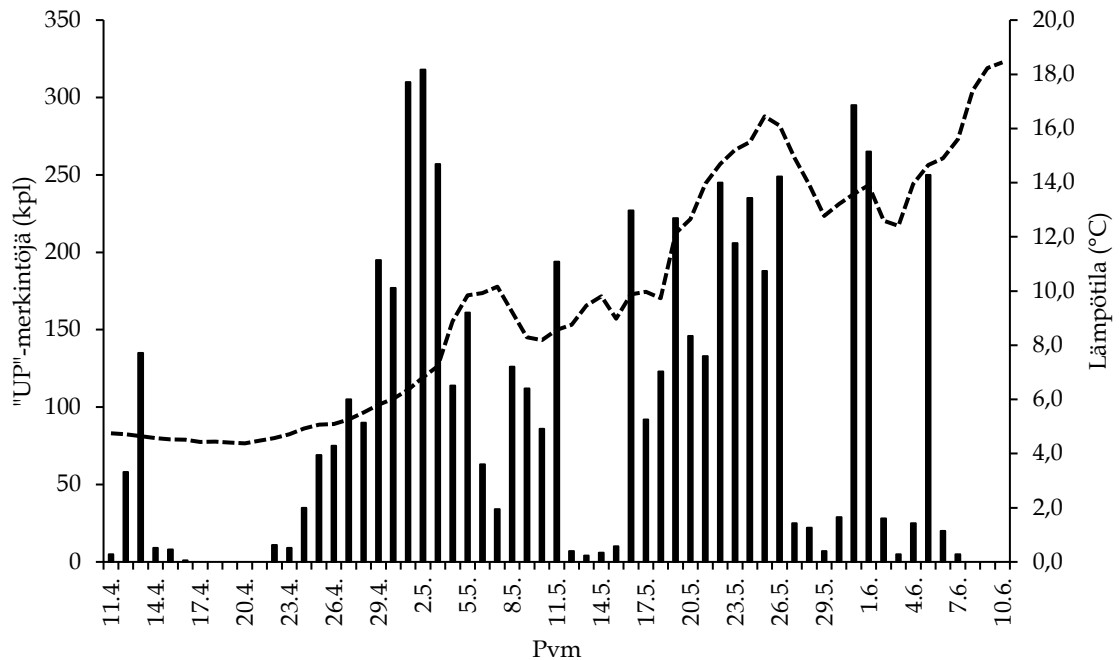
Verkvikfladanin VAKI-laskurin tallentaman datan perusteella kalat nousivat kudulle pääasiassa yöllä hämärän turvin laskurin tallentaessa eniten merkintöjä nousevista kaloista klo 21–04 (Kuva 9). Lisäksi iltapäivällä klo 15–19 voitiin aineiston perusteella havaita toinen selkeä nousupiikki. Laskurin tallentamien havaintojen jakauma erosi tilastollisesti merkitsevästi oletetusta tasajakaumasta ( $X^2 = 794$ ,  $df = 23$ ,  $p = <0,001$ ).



Kuva 9. Kalojen kutunousun ajoittuminen vuorokaudenajan mukaan Verkvikfladanilla 11.4.-6.7.2017 VAKI-laskurin aineiston perusteella.

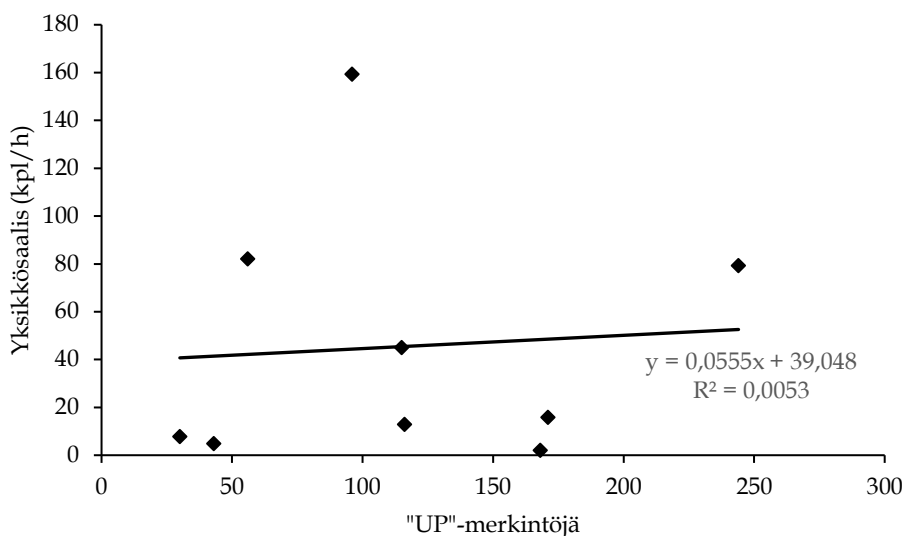
Laskurin merkintöjen perusteella kalojen kutunousun huippu ajoittui huhtikuun viimeisten ja kesäkuun ensimmäisten vuorokausien ajalle, mikä tukee hyvin rysäpyynnistä saatuja tuloksia (Kuva 10). Suurimmat vuorokausikohtaiset "UP"-merkintömäärät ovat tallentuneet laskuriin huhti-toukokuun taitteessa, jolloin myös rysäpyynnissä saatiin runsaita saaliita. 12.-15.5.2017 välisenä aikana laskurin tallentamia merkintöjä oli huomattavan vähän, vaikka kutunousu oli vahvasti

käynnissä. Laskupurolla oleili ko. ajanjaksolla aineiston perusteella jokin eläin, joka häiritsi kalojen nousua.



Kuva 10. Verkvikfladanin kutunousuaktiivisuusindeksin ("UP"-merkintöjä) vuorokausittainen ajoittuminen sekä veden lämpötila 11.4.-10.6.2017 VAKI-laskurin aineiston perusteella.

Verkvikfladanin katiska- ja rysäpyynnin yksikkösaaliin ja VAKI-laskurin tallentamien ylöspäin suuntautuneiden merkintöjen välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää lineaarista korrelaatiota ( $r = 0,07$ ,  $p = 0,858$ ,  $n = 9$ ) (Kuva 11). VAKI-laskuri ei siis pysty antamaan luotettavaa kuvaa Verkvikfladaniin nousseiden kalojen lukumäärästä.



Kuva 11. VAKI-laskurin nousukalamerkintöjen sekä katiska- ja rysäpyynnin yksikkösaaliin välinen suhde.

#### 4.3 Kutemaan nousseiden haukien ja ahventen koko, ikä ja sukupuoli

Verkvikfladanin nousukalapyynnin saaliista näytteeksi otetuista hauista n. puolet oli koiraita ja puolet naaraita (Taulukko 5). Kaikki näytehauet olivat sukukypsiä. Naarashauet olivat koirashaukia suurempia, sillä näytteeksi otettujen naaras- ja koirashaukien keskipituuksien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero (riippumattomien otosten  $t$ -testi:  $t(19) = -2,269$ ,  $p = 0,035$ , 2-suuntainen). Näytehaukien ikä vaihteli 4–13 vuoden välillä yleisimmän ikäryhmän ollessa 6 vuotta (Kuva 12). Kaikissa ikäryhmissä molemmat sukupuolet olivat lähes yhtä usein edustettuina.

Kohteiden ahvenpopulaatioiden sukupuolijakaumissa on havaittavissa selkeä ero ( $\chi^2 = 16,79$ ,  $df = 1$ ,  $p = <0,001$ ). Verkvikfladanin nousukalapyynnin näyteahvenista n. puolet olivat koiraita ja puolet naaraita, kun taas Hästängsfladanin näyteahventen sukupuolijakauma oli vahvasti koiraspainotteinen (Taulukko 5). Verkvikfladanin näytteessä naaraita esiintyi eniten ikäryhmissä 6–8 ja koiraita

ikäryhmissä 7–9. Sukupuolten välistä eroa kutunousun ajankohdassa ei havaittu, sillä sekä koiraita että naaraita vaelsi kudulle Verkvikfladaniin samaan tahtiin koko tarkastelujakson ajan.

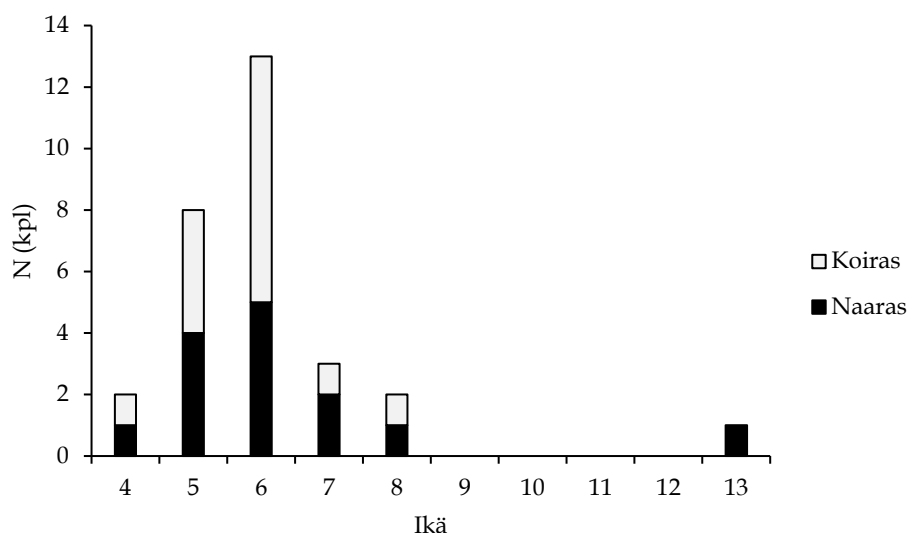
Koiraat aloittivat Hästängsfladanilla kutunousunsa ennen naaraita ( $X^2 = 39,87$ ,  $df = 4$ ,  $p = <0,001$ ). Ensimmäisen, 2.5. pyydetyn, näytekalaerän joukossa ei esiintynyt lainkaan naaraita ja toisen 5.5. pyydetyn näyte-erän naaraiden osuus oli vain 9,5 %. Myöhemmin kerätyissä näytteissä molempia sukupuolia esiintyi lähes yhtä paljon. Koiraita esiintyi näyteahventen joukossa eniten ikäryhmässä 4 ja naaraita ikäryhmässä 5.

Molemmissa kohteissa kaikki näyteahvenet olivat sukukypsiä ja naaraat olivat koiraita suurempia, sillä näytteeksi otettujen naaras- ja koirasahventen keskipituuksien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero (riippumattomien otosten  $t$ -testi: Verkvikfladan  $t(117) = -2,480$ ,  $p = 0,014$ , 2-suuntainen; Hästängsfladan  $t(48) = -3,559$ ,  $p = <0,001$ , 2-suuntainen). Koko näytejoukon vallitsevin pituusluokka ahvenilla oli molemmissa kohteissa 17 cm (Kuva 13). Hästängsfladaniin nousi kudulle pienempiä ahvenia kuin Verkvikfladaniin, sillä Verkvikfladanin ja Hästängsfladanin näyteahventen keskipituuksien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero (riippumattomien otosten  $t$ -testi:  $t(210) = 5,871$ ,  $p = < 0,001$ , 2-suuntainen). Sekä koiraiden että naaraiden keskipituus oli Hästängsfladanilla n. 2 cm pienempi kuin Verkvikfladanilla (Taulukko 5). Verkvikfladanin näyteahventen ikäjakauma erosi tilastollisesti merkitsevästi Hästängsfladanin näyteahventen ikäjakaumasta ( $X^2 = 153,12$ ,  $df = 9$ ,  $p = < 0,001$ ). Näyteahventen ikä Verkvikfladanilla vaihteli 4–13 vuoden välillä yleisimmän ikäryhmän ollessa 7-vuotiaat ja Hästängsfladanilla ahventen ikä vaihteli 4–9 vuoden välillä yleisimmän ikäryhmän ollessa 4-vuotiaat (Kuva 14). Yli 6-vuotiaiden yksilöiden osuus Hästängsfladanin saaliissa on silmiinpistävän vähäinen. Verkvikfladanilla juuri ikäryhmät 7–9 muodostivat suurimman osan saaliista.

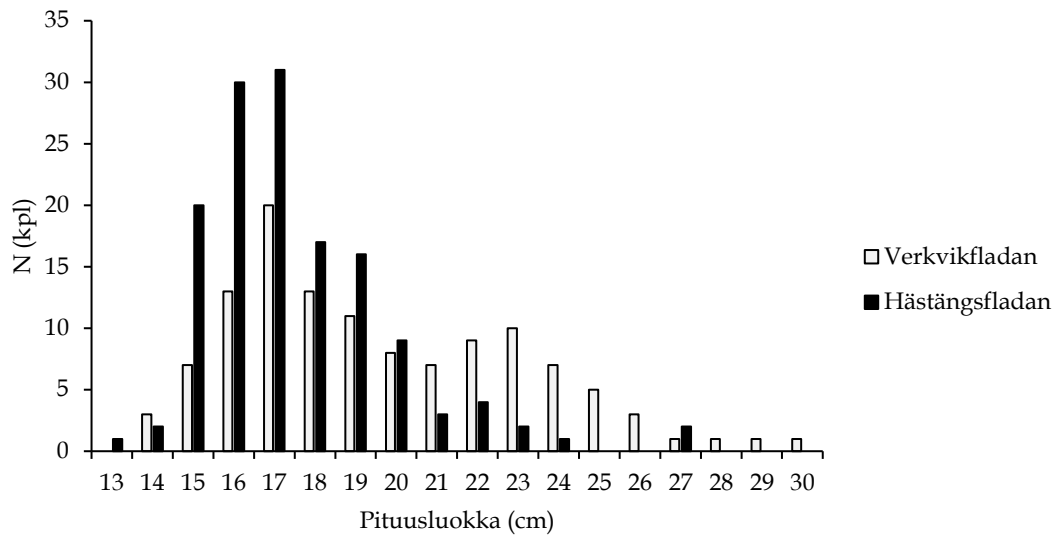
Rysäsaalin perusteella koirasahvenet nousevat Verkvikfladaniin kudulle aikaisintaan 4-vuotiaina ja n. 14 cm mittaisina. Nuorimmat kutunaaraat olivat 5-vuotiaita ja n. 15–16 cm mittaisia, joten kovin suurta eroa sukupuolten välillä ei ensimmäisen kutukerran ajoituksessa näyttäisi olevan. Vanhin kudulle nousut ahven oli näytteiden perusteella 13-vuotias koiras.

Taulukko 5. Molempien kohteiden katiska- ja rysäpyynnin näytekalojen sukupuolijakauma, keskipituudet ja -painot sekä niiden keskihajonnat. Suluissa pituuksien ja painojen vaihteluvälit.

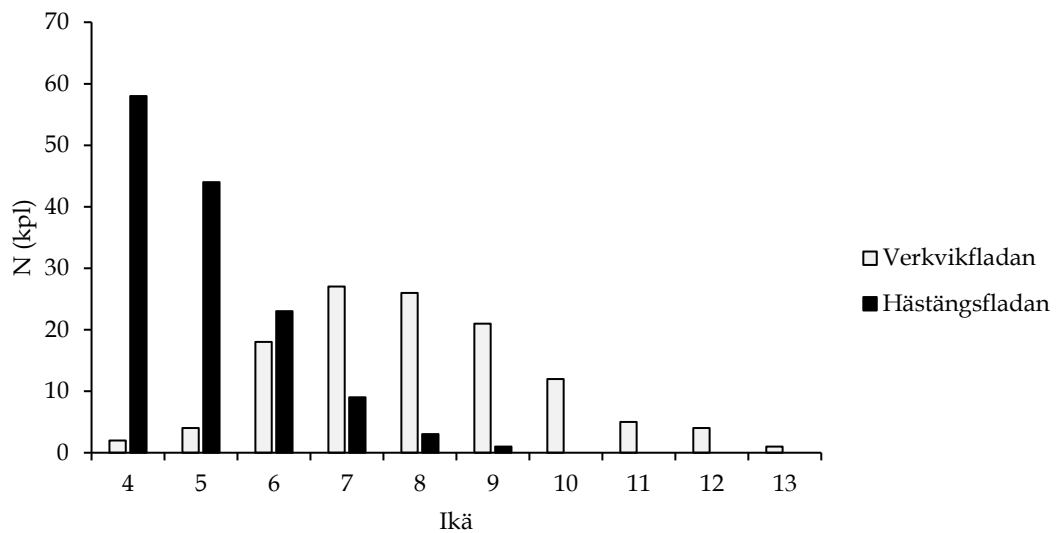
		Sukupuoli	Keskipituus (mm)	SD	Keskipaino (g)	SD	N
Verkvikfladan	Ahven	♀	209 (154–304)	35	120 (38–357)	67	57
		♂	194 (142–286)	34	87 (30–277)	56	63
	Hauki	♀	593 (435–860)	109	1616 (547–5060)	1118	14
		♂	519 (424–584)	44	865 (460–1159)	206	15
Hästängsfladan	Ahven	♀	191 (163–274)	25	80 (39–252)	42	32
		♂	175 (139–271)	21	60 (30–244)	29	106



Kuva 12. Kevään 2017 katiska- ja rysäpyynnin näytehaukien sukupuolikohtainen ikäjakauma Verkvikfladanilla.



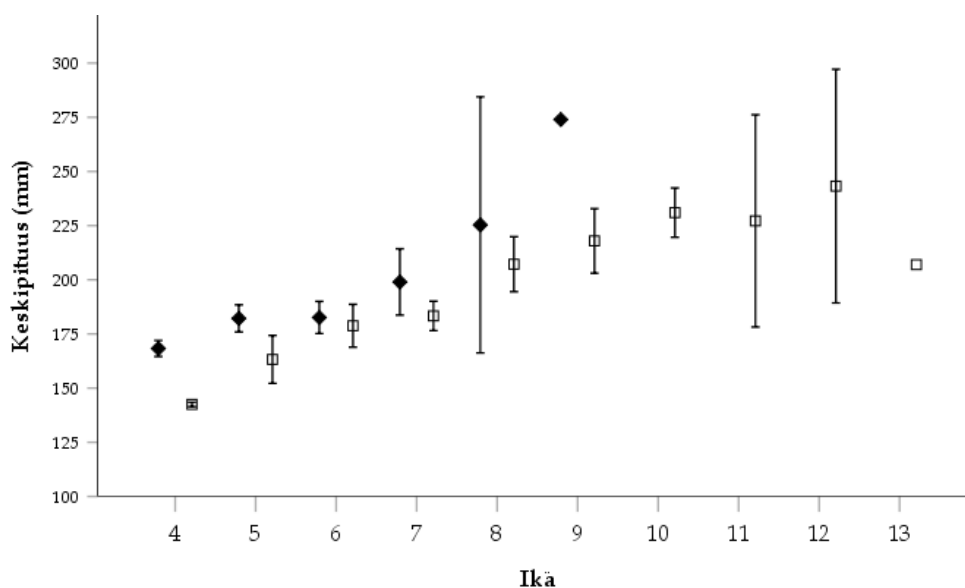
Kuva 13. Kevään 2017 katiska- ja rysäpyynnin näyteahventen pituusjakauma Verkvikfladanilla ja Hästängsfladanilla.



Kuva 14. Kevään 2017 katiska- ja rysäpyynnin näyteahventen ikäjakauma Verkvikfladanilla ja Hästängsfladanilla.

Kohteiden ahvenyksilöiden kasvunopeus on melko samankaltaista. Hästängsfladanin kutuahvenet vaikuttaisivat kasvavan hieman Verkvikfladanin

ahvenia nopeammin. Molemmista kohteista oli vähintään neljä havaintoa ainoastaan ikäryhmissä 5–7. 5-vuotiaiden ikäryhmässä kohteiden näyteahventen keskipituuksien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero (riippumattomien otosten  $t$ -testi:  $t(5) = -2,976$ ,  $p = 0,030$ , 2-suuntainen), mutta kohteiden 6- ja 7-vuotiaiden näyteahventen keskipituuksien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa (6-vuotiaat: riippumattomien otosten  $t$ -testi:  $t(33) = -0,619$ ,  $p = 0,540$ , 2-suuntainen; 7-vuotiaat: riippumattomien otosten  $t$ -testi:  $t(11) = -1,869$ ,  $p = 0,088$ , 2-suuntainen). Näytteiden perusteella kohteisiin kudulle nousevat ahvenet saavuttavat 20 cm pituuden keskimäärin n. 7–8-vuotiaina (Kuva 15).



Kuva 15. Kevään 2017 katiska- ja rysäpyynnin näyteahventen ikäryhmäkohtainen keskipituus sekä keskipituuden keskivirhe Verkvikfladanilla (□) ja Hästängsfladanilla (◆).

#### 4.4 Poikasten esiintyminen, kasvu ja ulosvaellus

Mädin esiintymistä kohteilla ei seurattu systemaattisesti, mutta ensimmäiset havainnot ahvenenmädistä tehtiin muun pyynnin ohessa molemmilla kohteilla



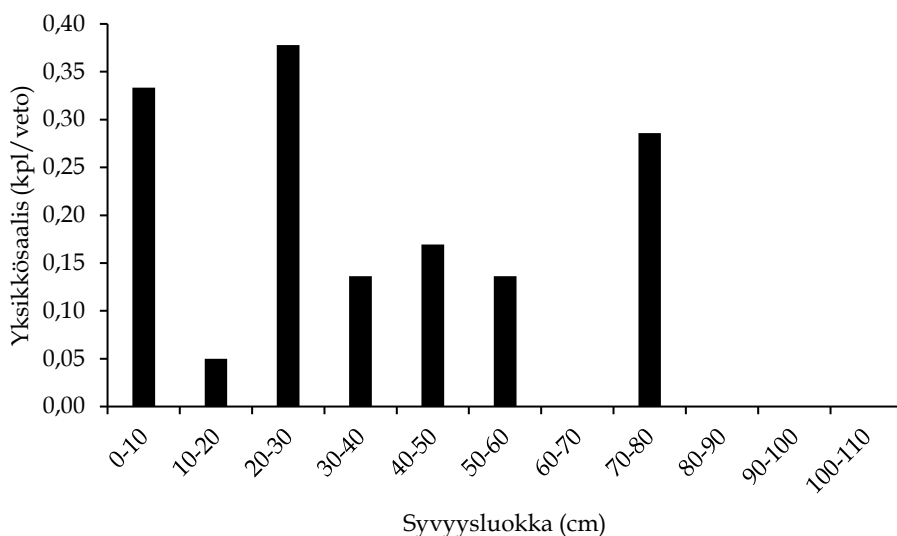
toukokuun alkupäivinä. Kuoriutuneista ahvenenpoikasista saatiin ensihavainto vetohaavipyynnissä Verkvikfladanilta 18.5. ja Hästängsfladanilta 22.5. Särjen mätiä kohteissa havaittiin ensi kerran 18.5. ja ensimmäiset kuoriutuneet poikaset jäivät saaliiksi käsihaavipyynnissä Verkvikfladanilla 22.5. ja ajehaavipyynnissä Hästängsfladanilla 30.5. Ensimmäiset hauenpoikaset saatiin saaliiksi käsihaavipyynnissä Verkvikfladanilla 18.5. ja Hästängsfladanilla 31.5.

#### 4.4.1 Käsihaavipyynti

Hauenpoikasten käsihaavipyynnissä Verkvikfladanin yksikkösaalis oli n. kymmenkertainen Hästängsfladaniin verrattuna, joten on hyvin todennäköistä, että Verkvikfladanilla myös poikastiheys oli korkeampi, vaikka aineisto ei aikasarjaluonteensa ja mahdollisten kehitysnopeuksien erojen vuoksi sallikaan erojen tilastollista testausta (Taulukko 6). Poikasista yhteensä 37 yksilöä otettiin näytteiksi. Ensimmäiset hauet saatiin Verkvikfladanilta 18.5. ja Hästängsfladanilta 31.5. Verkvikfladanilta saatiin keskimäärin 0,26 haukea per haavin veto ja Hästängsfladanilta 0,02 haukea per haavin veto. Verkvikfladanilla hauenpoikaspyynnin yksikkösaalis (kpl/veto) oli suurin 20–30 cm syvyysvyöhykkeellä (Kuva 16), mutta erot yksikkösaalissa eri syvyysvyöhykkeiden välillä eivät olleet merkitseviä (riippumattomien otosten Kruskal-Wallis-testi: Kruskal-Wallis  $H = 9,249$ ,  $df = 10$ ,  $p = 0,509$ ). Eniten haukia löytyi kasvillisuusrannoilta, joiden valtalajina oli järviruoko. Seuraavaksi eniten haukien esiintymisalueilla esiintyi sara- ja heinäkasveja, joita hauen tiedetään myös suosivan kutualustanaan (Engstedt 2011). Hästängsfladanin käsihaavipyöntien hauet (4 yksilöä) saatiin saaliiksi 30–40 cm ja 40–50 cm syvyysvyöhykkeiltä pääosin sarakasvillisuuden joukosta.

Taulukko 6. Käsahaavipyyntien vetomäärät, haukisaalis, yksikkösaalis sekä näytemäärät Verkvikfladanilta (V) ja Hästängsfladanilta (H). Suluissa kokonaisyksikkösaaliin keskihajonta.

Pvm	Vetoja		Poikasia (kpl)		Haukia (kpl)/veto		Näytteeksi (kpl)	
	V	H	V	H	V	H	V	H
11.5.2017	20		0		0,00		0	
18.5.2017	30	30	6	0	0,20	0	6	0
22.5.2017	30	30	13	0	0,43	0	12	0
24.5.2017	60		32		0,53		0	
31.5.2017	70	55	19	2	0,27	0,04	0	0
2.6.2017	30	30	11	1	0,37	0,03	6	1
8.6.2017	30	30	8	0	0,27	0	8	0
15.6.2017	30	30	0	1	0,00	0,03	0	1
20.6.2017	30		2		0,07		2	
22.6.2017		30		0		0		0
30.6.2017	30	30	1	0	0,03	0	1	0
<b>yht.</b>	<b>360</b>	<b>265</b>	<b>92</b>	<b>4</b>	<b>0,26 (0,19)</b>	<b>0,02 (0,02)</b>	<b>35</b>	<b>2</b>



Kuva 16. Verkvikfladanin käsahaavipyynnin yksikkösaalis syvyysluokittain vuonna 2017. Kuvaajasta on jätetty pois kahden pyyntikerran (24.5. & 31.5.) tulokset, jolloin tyhjen haavinvetojen syvyysluokkaa ei oltu merkattu. Alle 10 cm ja yli 70 cm syvyysluokkien tuloksissa on huomioitava syvyysluokkakohtaisten vetojen alhainen määrä (1–7 kpl).

#### 4.4.2 Vetohaavipyynti

Verkvikfladanin vetohaavipyynnissä ensimmäinen pyyntikerta 11.5. ei tuottanut saalista (Taulukko 7). Myös Hästängsfladanin vetohaavipyynnissä ensimmäisellä pyyntikerralla 18.5. kaikki vedot olivat tyhjiä. Ensimmäiset ahvenenpoikaset saatiin Verkvikfladanilla saaliiksi 18.5., ja suurimmat ahvenen yksikkösaalit (kpl/veto) saatiin 22.5. Kyseisenä ajankohtana ahvenen pienpoikasten tiheys on ollut pyynnin perusteella n. 80 kpl/m<sup>3</sup>. Verkvikfladanin avovesialueen karkeasti arvioitu tilavuus on n. 25 000 m<sup>3</sup>, joten suurimmillaan ahvenen pienpoikasten kokonaismäärä kohteen avovesialueella on ollut arviolta n. 2 miljoonaa poikasta. Hästängsfladanilla ensimmäiset ahvenet saatiin saaliiksi 22.5. ja suurimmat ahvenen yksikkösaalit saatiin 2.6. Kyseisenä ajankohtana ahvenen pienpoikasten tiheys on ollut pyynnin perusteella n. 54 kpl/m<sup>3</sup>. Hästängsfladanin avovesialueen karkeasti arvioitu tilavuus on n. 110 000 m<sup>3</sup>, joten suurimmillaan ahvenen pienpoikasten määrä kohteen avovesialueella on ollut arviolta n. 6 miljoonaa poikasta. Tuloksissa tulee kuitenkin huomioida, että pyynnin aikaisilla tuuli- ja virtausolosuhteilla voi olla suuri vaikutus poikasten alueelliseen esiintymistiheyteen. Ensimmäiset särkikalanpoikaset saatiin molemmilla kohteilla 2.6. ja suurimmat yksikkösaaliit Verkvikfladanilla 8.6. ja Hästängsfladanilla 15.6. Ahvenen- ja särkikalanpoikasten lisäksi saaliiksi saatiin Verkvikfladanilla yksi hauki ja Hästängsfladanilla yksi kiiski.

Taulukko 7. Verkvikfladanin (V) ja Hästängsfladanin (H) vetoaavipyyntien lajikohtaiset yksikkösaaliit (kpl/veto) pyyntikerroittain. Suluissa yksikkösaaliiden keskihajonnat. Jokainen pyyntikerta sisälsi viisi vetoa.

Pvm	Ahven		Särkikala		Hauki		Kiiski	
	V	H	V	H	V	H	V	H
11.5.2017	0,0 (-)	-	0,0 (-)	-	0,0 (-)	-	0,0 (-)	-
18.5.2017	1,4 (1,7)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)
22.5.2017	400,6 (332,8)	2,8 (3,6)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)
2.6.2017	181,2 (171,0)	269,0 (100,7)	94,8 (109,3)	137,2 (123,7)	0,2 (0,4)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,2 (0,4)
8.6.2017	76,8 (35,1)	54,8 (15,9)	198,2 (207,8)	205,4 (294,8)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)
15.6.2017	2,6 (2,4)	5,2 (1,8)	81,4 (93,5)	236,6 (127,2)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)	0,0 (-)
20.6.2017	0,2 (0,4)	-	2,0 (4,5)	-	0,0 (-)	-	0,0 (-)	-
22.6.2017	-	0,4 (0,5)	-	84,8 (88,5)	-	0,0 (-)	-	0,0 (-)

#### 4.4.3 Poikasnuottaus

Verkvikfladanin poikasnuottauksessa saaliiksi saatiin ahventa, särkeä, haukea sekä kolmipiikkiä. Hästängsfladanilla nuottasaalis koostui ahvenesta ja särjestä. Poikasnuottauksen kokonaisyksikkösaalis Verkvikfladanilla oli suurempi kuin Hästängsfladanilla (Taulukko 8). Verkvikfladanin saaliista valtaosa oli särkeä (98 %) ja Hästängsfladanilla saalis koostui pääosin ahvenesta (81 %). Verkvikfladanilla nuottauksen yksikkösaaliit ahvenen osalta jäivät kokonaisuutena alhaisiksi verrattuna Hästängsfladaniin. Nuottauksen suurimmat yksikkösaaliit ahvenen osalta saatiin molemmilla kohteilla 29.6.2017. Hästängsfladanin huomattavan korkea yksikkösaalis selittynee samaan ajankohtaan osuneella poikasten ulosvaelluksella, jolloin ahvenenpoikasten havaittiin kerääntyvän kiertämään laajoina, tiiviinä parvina pitkin järven rantavyöhykettä, etsien ulosvaellusväylää. Nuottaukset toteutettiin hyvin lähellä laskupuron suuta, missä poikasten tiheys kyseisenä ajankohtana on ollut todennäköisesti suurin. Särkeä oli molemmilla kohteilla saaliissa eniten viimeisellä pyyntikerralla.

Taulukko 8. Poikasnuottauksen yksikkösaaliit ja lajikohtaiset yksikkösaaliit (kpl/veto) pyyntikerroittain sekä kokonaisyksikkösaalis ja lajikohtaiset kokonaisyksikkösaaliit (A) Verkvikfladanilla ja (B) Hästängsfladanilla. Suluissa yksikkösaaliiden keskihajonnat. Jokainen pyyntikerta sisälsi kolme vetoa.

A

Pvm	Ahven	Särki	Kolmipiikki	Hauki	Yhteensä
29.6.2017	32 (42)	527 (504)	0,7 (1)	0 (-)	560 (547)
5.7.2017	28 (47)	1064 (1534)	0 (-)	0,3 (0,6)	1092 (1581)
20.7.2017	2 (3)	1165 (1873)	0 (-)	0 (-)	1168 (1876)
Kokonaisyksikkösaalis	21 (34)	919 (1272)	0,2 (1)	0,1 (0,3)	940 (1289)

B

Pvm	Ahven	Särki	Yhteensä
29.6.2017	1646 (1820)	104 (101)	1749 (1779)
5.7.2017	27 (9)	40 (27)	68 (34)
20.7.2017	66 (46)	269 (364)	334 (409)
Kokonaisyksikkösaalis	580 (1212)	138 (215)	718 (1202)

#### 4.4.4 Ajehaavipyynti

Verkvikfladanin ajehaavipyynnissä saaliiksi saatiin ahvenen, hauen, särjen ja kolmipiikin poikasia. Pieniä määriä poikasia valui ulos merelle heti pyynnin alettua toukokuun lopulla. Pynnin kokonaissaalis Verkvikfladanilla oli 190 yksilöä ja 60 minuutin pyyntiä vastaavaksi muutettuna kokonaisyksikkösaalis oli 113 yksilöä (Taulukko 9). Saaliista valtaosa oli kolmipiikkiä (50 %, n = 94) ja särkeä (43 %, n = 82). Ajehaavipyynti epäonnistui kohteessa heikon vesitilanteen ja pienten virtaamien vuoksi, joten ulosvaeltavien poikasten kokonaismäärää ei pystytty arvioimaan.

Taulukko 9. Verkkvikfladanin ajehaavipyynnin lajikohtaiset kokonais- ja yksikkösaalismäärät, poikasten keskipituus sekä pyyntiaika pyyntikerroittain. A = ahven, S = särki, H = hauki ja K = kolmipiikki. Suluissa keskipituuksien keskihajonta. Kaikki pyynnit toteutettiin päiväaikaan.

Pvm	Saalis (kpl)				Keskipituus (mm)				Pyyntiaika (min)	Yksikkösaalis (kpl/60 min)			
	A	S	H	K	A	S	H	K		A	S	H	K
24.5.2017			1				12 (-)		345			0,2	
30.5.2017	3	77	1		7 (1,53)	7 (0,45)	15 (-)		120	1,5	38,5	0,5	
31.5.2017		2				7 (-)			60		2		
8.6.2017	7		1		9 (1,27)		15 (-)		120	3,5		0,5	
15.6.2017	1			92	7 (-)			7 (0,74)	100	0,6			55,2
30.6.2017		3		2	13 (1,15)			13 (1,41)	30		6		4
<b>Yhteensä</b>	<b>11</b>	<b>82</b>	<b>3</b>	<b>94</b>						<b>5,6</b>	<b>46,5</b>	<b>1,2</b>	<b>59,2</b>

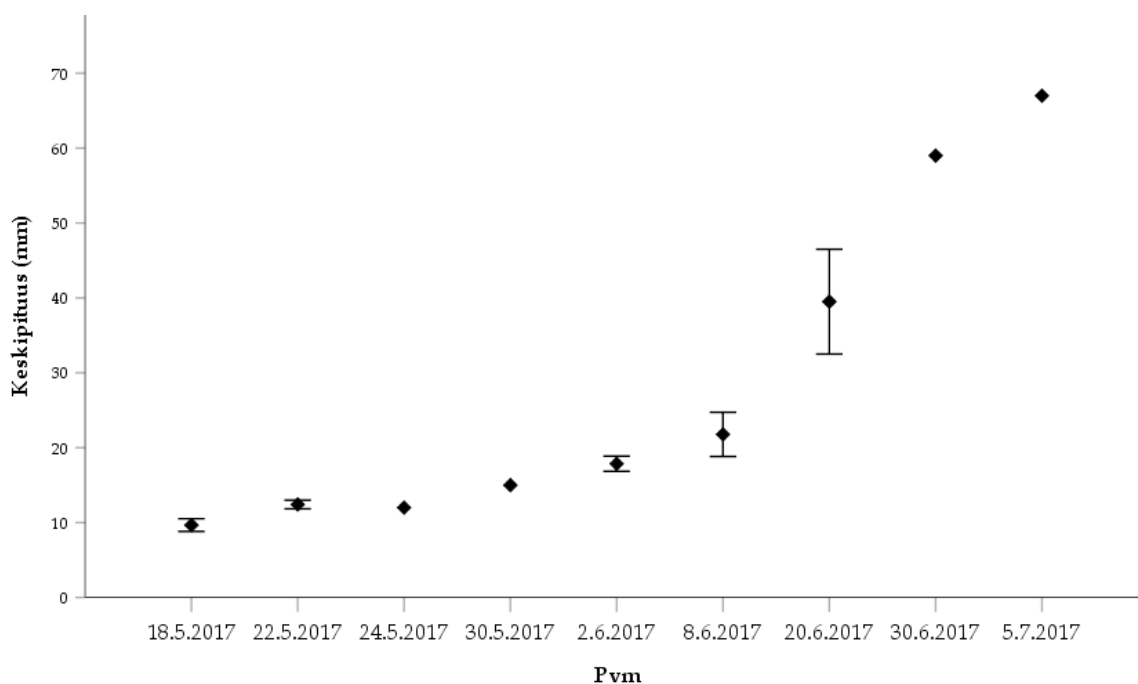
Hästängsfladanin ajehaavipyynnissä saaliiksi saatiin ahvenen- ja särjenpoikasia. Särjenpoikasia kulkeutui ulos merelle huomattava määrä heti pyynnin alettua toukokuun lopulla, kun taas ahvenenpoikasia siirtyi meren puolelle enemmässä määrin vasta kuukautta myöhemmin (Taulukko 10). Pyynnin kokonaissaalis Hästängsfladanilla oli 38 301 yksilöä ja 60 minuutin pyyntiä vastaavaksi muutettuna kokonaisyksikkösaalis oli 24 384 yksilöä. Pääosa saaliista oli ahventa (94 %). Suurin pyyntikertakohtainen saalis saatiin 29.6., jolloin 60 minuutissa ajehaaviin päätyi lähes 20 000 ahvenenpoikasta. Tuolloin ahvenenpoikaset olivat keskimäärin n. 2 cm mittaisia. Myös poikasnuottauksessa saatiin samana päivänä suuria ahvensaaliita ja pyynnin yhteydessä havaittiin järven rantavesissä kiertävän suuria poikaslauttoja. Vielä seuraavana päivänä suoritetun ajehaavipyynnin saalis oli n. 2 600 ahvenenpoikasta 60 minuutissa. Neljä päivää myöhemmin saalis oli pudonnut 162 yksilöön 60 minuutissa.

Taulukko 10. Hästängsfladanin ajehaavipyynnin lajikohtaiset kokonais- ja yksikkösaalismäärät, poikasten keskipituus sekä pyyntiaika pyyntikerroittain. A = ahven ja S = särki. Suluissa keskipituuksien keskihajonta. Kaikki pyynnit toteutettiin päiväaikaan.

Pvm	Saalis (kpl)		Keskipituus (mm)		Pyyntiaika (min)	Yksikkösaalis (kpl/60 min)	
	A	S	A	S		A	S
30.5.2017	6	1 615	8 (1,05)	7 (0,50)	120	3	808
31.5.2017	2	260	7 (0,71)	7 (0,63)	60	2	260
8.6.2017	0	4		5 (1,73)	105	0	2
15.6.2017	0	1		7 (-)	120	0	0
22.6.2017	12	487	19 (1,76)	13 (0,85)	80	9	365
29.6.2017	34 875	7	21 (1,97)	14 (0,71)	105	19 929	4
30.6.2017	878	63	22 (2,42)	14 (0,99)	20	2 634	189
4.7.2017	81	1	24 (3,50)	14 (-)	30	162	2
5.7.2017	15	0	24 (1,91)	0 (-)	60	15	0
<b>Yhteensä</b>	<b>35 869</b>	<b>2438</b>				<b>22 754</b>	<b>1 630</b>

#### 4.4.5 Poikasten kasvu

Ensimmäiset Verkvikfladanilta 18.5. saaliiksi saadut hauenpoikaset olivat keskimäärin 10 mm pitkiä (Kuva 17). Kesäkuun alussa saatujen hauenpoikasten keskipituuspituus oli jo n. 20 mm. Suurin mitattu yksilö oli 5.7.2017 pyydetty 67 mm mittainen hauki. Koko aineiston pienimmän ja suurimman mitatun yksilön pituuksien perusteella hauenpoikasten pituuskasvu jaksolla 18.5.-5.7. oli 58 mm. Hästängsfladanin poikaspyyntien saaliista mitattiin ainoastaan kaksi hauenpoikasta (2.6. ja 15.6.), joiden pituudet olivat 19 ja 46 mm.

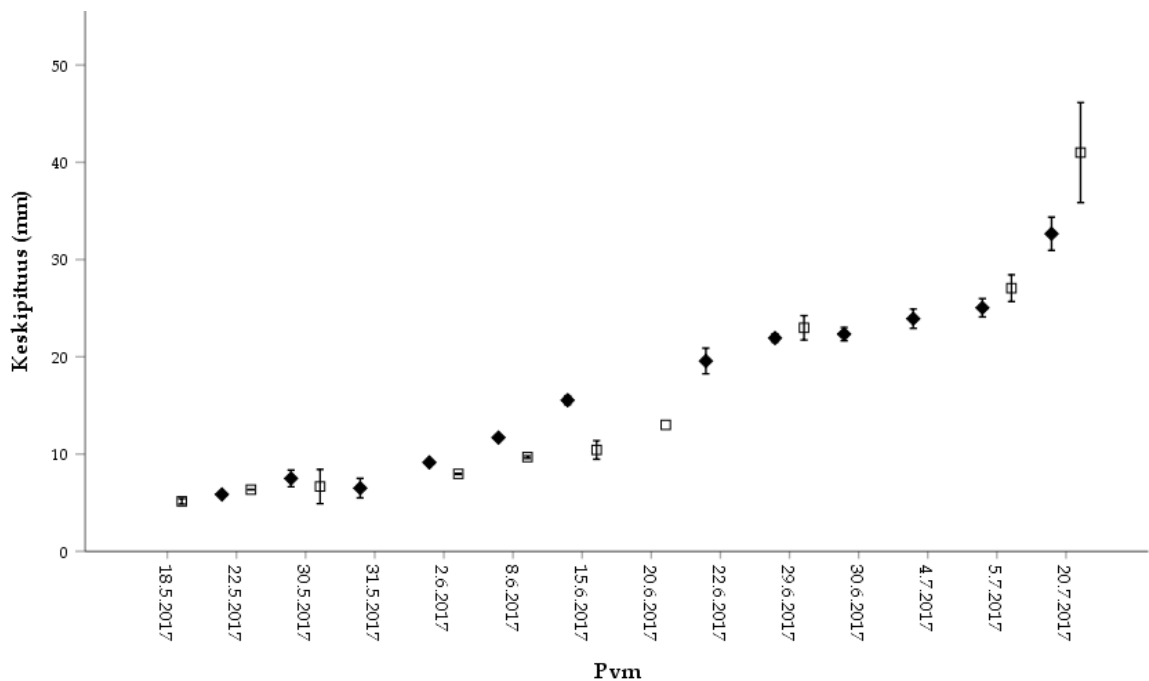


Kuva 17. Verkvikfladanin poikaspyynneistä (käsihaavi, vetohaavi, nuotta ja ajehaavi) kerättyjen näytehaukien keskipituudet sekä keskipituuksien keskivirhepyyntikerroittain.

Ensimmäiset Verkvikfladanilta 18.5. saaliiksi saadut ahvenenpoikaset olivat keskipituudeltaan 5 mm mittaisia ja kesäkuun alkuun tultaessa ahventen keskipituus oli 8 mm (Kuva 18). Heinäkuun alussa ahvenenpoikasten keskipituus oli saavuttanut jo 27 mm ja viimeisellä pyyntikerralla 20.7. poikasnuotalla saadut ahvenet olivat keskimäärin 41 mm pitkiä. Hästängsfladanin poikaspyynneissä ensimmäiset ahvenyksilöt saatiin saaliiksi 22.5., ja niiden keskipituus oli 6 mm (Kuva 18). Kesäkuun puolivälissä ahvenenpoikasten keskipituus oli jo yli kaksinkertaistunut 16 mm:iin. Heinäkuun alkuun mennessä poikaset olivat kasvaneet n. 25 mm mittaisiksi ja viimeisessä poikaspyynnissä 20.7. saadut ahvenenpoikaset olivat keskimäärin 33 mm pitkiä. Hästängsfladanilla ahvenenpoikasten kasvu näyttää olleen alkuun nopeampaa kuin Verkvikfladanilla,



mutta kesän edetessä Verkvikfladanin ahvenenpoikasten kasvu on ollut kiivaampaa.



Kuva 18. Vuoden 2017 poikaspyynneistä (vetohaavi, nuotta ja ajehaavi) kerättyjen näyteahventen keskipituudet sekä keskipituuksien keskivirhe pyyntikerroittain Verkvikfladanilla (□) ja Hästängsfladanilla (◆).

## 5 TULOSTEN TARKASTELU

### 5.1 Nousukalapyyntin saalis ja kalojen kutunousun ajoittuminen

Molemmissa kohteissa nousukalapyyntin saaliista suurin osa oli särkeä ja erityisesti Hästängsfladanilla särkien osuus saaliista oli huomattavan suuri. Hauen ja ahvenen osalta Hästängsfladanin yksikkösaaliit jäivät pieneksi verrattuna Verkvikfladanin yksikkösaaliisiin. Eräänä merkittävänä syynä tähän voidaan pitää mm. eroja kohteiden laskupurojen sekä vesialtaan profiilissa. Erilaisten

ohitusuomien ja luonnonmukaisten kalateiden rakentamisessa suositellaan maksimissaan 2 % uomakaltevuutta, jotta ne toimisivat parhaalla mahdollisella tavalla useimmille lajeille (Anonyymi 2017). Ahvenen on havaittu kuitenkin nousevan onnistuneesti ylävirtaan puroissa, joiden uoman kaltevuus lyhyellä matkalla on jopa 5 % edellyttäen, että uomassa on runsaasti virrannopeutta hidastavia ja vesisyvyyttä lisääviä rakenteita (Anonyymi 2017). Hästängsfladanin laskupurossa on paikoin hyvin matalia ja kiivasvirtaisia kohtia sekä joitakin putouksia, joissa etenkin ahvenen nousun havaittiin olevan hankalaa. Varsinkin virtaaman laskiessa näiden ahtaiden kynnyspaikkojen todettiin muodostuvan hauelle ja ahvenelle nousuesteiksi. Parempina uimareina särkien onnistui vielä ponnistaa putouksista yli alemmillakin vedenkorkeuksilla. Voidaan olettaa, että mitä pidemmälle rannikonläheisen pienveden eriyminen merialtaasta on edennyt, sitä hankalammaksi kalojen nousu sisään kohteisiin muodostuu, koska esim. uomakaltevuus sekä virrannopeus lasku-uomassa kasvavat. Lisäksi jyrkkärantaisena Hästängsfladanilta puuttuvat hauen kudulle sopivat matalat kasvillisuuden peittämät tulvarannat lähes kokonaan. Hauki on hyvin kutupaikkauskollinen laji eli samat yksilöt hakeutuvat vuodesta toiseen samoille alueille lisääntymään (Engstedt 2011). Voidaankin olettaa, että soveliaiden lisääntymisalueiden puute rajoittaa osaltaan merkittävästi kohteen haukipopulaation kokoa ja näin ollen kudulle nousevien haukien määrää.

Kalojen kutunousu alkoi veden lämpötilan ollessa molemmilla kohteilla hieman alle 5 °C ja meren puolella n. 1 °C. Saalismääriä tarkasteltaessa huomataan, että Verkvikfladanilla kalojen kiivain kutuvaellus alkoi n. viikkoa aiemmin, kuin Hästängsfladanilla. Ensimmäiset saaliiksi jääneet kalat olivat Verkvikfladanilla haukia ja Hästängsfladanilla ahvenia. Hauet vaeltavat yleensä kevätkutuisista kalalajeista ensimmäisinä kutualueille ja Verkvikfladanilla haukien nousu käynnistyykin ensimmäisenä ja loppui ennen muiden lajien vaelluksen päättymistä. Kiivaimmillaan hauen kutuvaellus oli Verkvikfladanilla huhti-toukokuun taitteessa

veden lämpötilan ollessa n. 5–10 °C välillä ja meren puolella n. 1,5–5,5 °C. Hauen kudun on mainittu tapahtuvan 8–12 °C-asteen lämpötiloissa (Casselman 1996, Nilsson 2006, Nilsson ym. 2014), joten Verkvikfladanilla hauet näyttivät hakeutuvan kutualueille ajoissa odottelemaan optimaalisten lämpötilojen saavuttamista. Hästängsfladanin haukisaaliin jäätyä vain kymmeneen yksilöön on vaikea arvella hauen vaelluksen ajoittumista kohteessa kovin tarkasti, mutta muutamat saaliissa olleet hauet saatiin pääasiassa ennen muiden lajien kutunousun huippuajankohdan alkua.

Molemmilla kohteilla ahvenet ja särjet alkoivat nousta puroon lähes yhtä aikaa. Verkvikfladanilla ahvenen kutunousu tapahtui pääasiassa kahden viikon jaksolla huhti–toukokuun taitteessa, kun taas Hästängsfladanilla ahvenen kiivain kutunousu ajoittui toukokuun kolmelle ensimmäiselle viikolle. Kohteiden vedenlämpöjen kiihtyvä nousu vaikutti aktivoivan kalojen vaellusta. Molemmilla kohteilla sekä ahvenen että särjen suurimmat kappalekohtaiset saalismäärät saatiin samalla pyyntikerralla. Tämän perusteella molempien lajien kiivain kutunousu tutkimuskohteilla ajoittuu vahvasti päällekkäin. Särjen kutuvaellus kesti molemmissa kohteissa selvästi pisimpään alkaen huhtikuun lopulla ja jatkuen aina toukokuun lopulle. Hästängsfladanilla särjen yksikkösaalismäärät olivat vielä viimeisellä pyyntikerralla 24.5. melko suuria, joten särjen nousu on voinut jatkua suhteellisen voimakkaana vielä kesäkuun puolellakin.

Verkvikfladanin VAKI-laskurista saatu nousukaladata oli hankalasti tulkittavaa. Etenkin suurten kalaparvien noustessa läpi havainnointiyksiköstä laskurin piirtämää dataa on mahdotonta tulkita (Fiskevårdsteknik AB, 2018). Laskurin piirtämien ylävirtaan suuntautuneiden merkintöjen perusteella voitiin kuitenkin arvioida kalojen vuorokauden sisäistä nousuajankohtaa sekä nousun ajoittumista tarkastelujaksolla.

Kalat nousivat puroon enimmäkseen yöaikaan, mutta myös klo 15–19 oli havaittavissa selkeä nousupiikki. Kevätkutuisten kalojen on havaittu käyttävän kutunousun ajoituksessa hyödykseen hämärän tuomaa turvaa. Jyväskylän Äijälänsalmessa toteutetussa kaikuluotaukseen perustuvassa tutkimuksessa ahventen ja särkikalojen vaellusaktiivisuus oli korkeimmillaan aamu- ja iltahämärän aikaan (Lilja ym. 2003). Myös Ruotsissa, Kalmarsundin alueen haukipopulaatioissa kutukalojen nousuaktiivisuus oli korkeinta aamulla ja illalla (Engstedt 2011). Etenkin matalissa puroissa voidaan olettaa pinnan yläpuolisen saalistuspaineen lintujen ja nisäkkäiden osalta olevan korkeimmillaan valoisaan aikaan. Kohteissa, joissa laskupuro on profiililtaan syvempi ja suojaisampi, kaloja liikkuu mahdollisesti enemmän myös päiväsaikaan. Iltapäivään osuva nousupiikki johtuu mitä todennäköisimmin matalilla alueilla päivän mittaan auringossa lämmenteestä vedestä, joka ulos viileämpään meriveteen virratessaan houkuttelee kaloja nousemaan sisälle fladoihin. Etenkin alkukaudesta lämpötilaerojen ollessa suurimmillaan voidaan fladojen lämpimän veden houkutusvaikutuksella olettaa olevan suuri merkitys kalojen vaellusaktiivisuuteen. Myös Lilja ym. (2003) havaitsivat, että kalojen vaellusaktiivisuutta säätelevät valonmäärän lisäksi vahvasti veden lämpötilavaihtelut.

## **5.2 Kutemaan nousseiden haukien ja ahventen koko, ikä ja sukupuoli**

Näytemäärän ollessa varsin pieni ei Verkvikfladanin rysäsaaliin haukien osalta voida tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Näytteiden perusteella hauet nousevat kudulle ensimmäistä kertaa 4-vuotiaina ja yli 40 cm mittaisina. Näyteaineistosta 5-vuotiaiksi määritettyjen haukien keskipituus oli 51 cm ja 6-vuotiaiksi määritettyjen 56 cm. Lehtonen ym. (2018) toteaa 5-vuotiaiden haukiyksilöiden olevan vesissämme keskimäärin yleensä 45–55 cm mittaisia. Verkvikfladanin haukien kasvu näyttäisi täten olevan vesillemme tyypillisellä tasolla. Nousukalapyynnissä näytteeksi otettujen naarashaukien keskipituus oli n.

7 cm koirashaukia suurempi. Naaraiden koiraita suurempi koko on haukipopulaatioissa yleistä naaraiden kasvun nopeutuessa koiraisiin verrattuna 3–4 ikävuoden kohdalla (Lehtonen ym. 2018).

Laskupuron profiili sekä kalojen nousuajankohdan vesitilanne vaikuttaisivat rajoittavan kutemaan nousevien kalojen pääsyä pienvesien lisääntymisalueille. Myös eriytymisvaiheella on täten mahdollisesti vaikutusta pienvesien kutukalaston koostumukseen, sillä olosuhteet laskupurossa hankaloituvat ja nousumatka pitenee, mitä pidemmälle pienveden eriytyminen merestä on edennyt. Eroja on havaittavissa nousukala-aineistojen perusteella myös tutkittujen kohteiden välillä. Etenkin suurempien hauki ja ahvenyksilöiden puuttuminen molempien kohteiden nousukala-aineistosta sekä Hästängsfladanin ahventen sukupuolijakauman koiraspainotteisuus sekä kutukannan koostuminen pienemmistä yksilöistä kuin Verkvikfladanilla näyttäisivät tukevan tätä havaintoa. Mahdollisesti suurten kalayksilöiden sekä erityisesti mädin täyttämien ja hieman suuremmiksi kasvavien naaraiden on hankalaa nousta suuria korkeuseroja sisältäviä ja matalia laskupuroja pitkin sisälle kohteisiin. Verkvikfladanin kohdalla suurempien kalayksilöiden puuttuminen aineistosta voi myös osaltaan selittyä edustan merialueelle kohdistuvasta kovasta pyyntipaineesta (Veneranta ym. 2020). Suurikokoisten yksilöiden nousun hankaluus todettiin myös paikan päällä tehdyin havainnoin. Näytejoukon suurin haukiyksilö, 86 cm pitkä ja 5060 g painava naarashauki oli juuttunut Verkvikfladanilla matalassa vedessä puroon vatsastaan, eikä ollut päässyt kääntymään enää takaisin mereen. Löydettäessä kalayksilö oli vielä hengissä, mutta linnut olivat nokkineet siltä kyljen auki vatsaonteloon asti. Lisäksi suurikokoisimmilla ahvenyksilöillä havaittiin olevan vaikeuksia nousta puroa pitkin ylös Verkvikfladaniin. Eräs ahvenyksilö tavattiin matalaan puroon jumittuneena ja punnittiin paikan päällä 660 g painoiseksi ennen vapauttamistaan takaisin puroon.

Hästängsfladaniin kudulle nousseiden ahventen kasvu vaikuttaisi olevan hieman nopeampaa kuin Verkvikfladanilla. Rysäsaaliin perusteella molemmissa tutkimuskohteissa ensikutijat olivat samaa ikäluokkaa, sillä nuorimmat kudulle nousseet koiraat olivat kohteissa 4-vuotiaita ja n. 14–15 cm pituisia ja naaraat 4-vuotiaita ja n. 16 cm pituisia. Hästängsfladanilla ensimmäistä kertaa kudulle nousevat 4-vuotiaat ahvenyksilöt näyttävät muodostavan pääosan kohteen kutukannasta, kun Verkvikfladanilla 4-vuotiaita ahvenia oli näytteessä vain 2 kpl. Verkvikfladanilla ahvenen kutukanta koostuu pääosin hieman suuremmista yksilöistä kuin Hästängsfladanilla. Kohteisiin kudulle nousevien ahvenyksilöiden kasvunopeus vaikuttaa olevan alhaisempi kuin joissakin Merenkurkun alueen kohteissa on havaittu (Böhling 1988). Mahdollisesti kohteiden heikko puroyhteys suosii pienikokoisia ahvenia, jolloin nopeakasvuiset sekä vanhemmat yksilöt karsiutuvat etenkin Hästängsfladanin kutukannasta pois. Tämä saattaa näkyä alueellisesti merialueen ahvenkannan kalayksilöiden verrattain alhaisena keskikokona ja varhaisempana sukukypsyytinä.

### **5.3 Poikasten esiintyminen, kasvu ja ulosvaellus**

#### **5.3.1 Käsihaavipyynynti**

Ensimmäiset havainnot hauenpoikasista saatiin Verkvikfladanin käsihaavipyynneissä 18.5., jolloin hauenpoikasten keskipituus oli 10 mm. Kuoriutuessaan hauki on n. 8–9 mm mittainen, joten Verkvikfladanilla ensimmäiset hauenpoikaset kuoriutuivat vuonna 2017 toukokuun ensimmäisten viikkojen aikana. Hauenpoikasten tiheys tutkitulla alueella oli suurimmillaan 22.5.–8.6. välisenä aikana, jonka jälkeen tiheys laski huomattavan alhaiseksi. Predaatio sekä lajin sisäinen kannibalismi ovat eräitä voimakkaimmin hauen poikastiheyksiin vaikuttavista tekijöistä rajatuilla lisääntymisalueilla (Giles ym. 1986). Tämä on selkeästi havaittavissa myös Verkvikfladanin tuloksissa. Hauenpoikasia saatiin

saaliiksi eniten rantavyöhykkeiltä, joiden vesisyvyys oli 20–30 cm. Aiemmissa tutkimuksissa hauenpoikasten on myös havaittu suosivan edellä mainittuja syvyysvyöhykkeitä (Larsson ym. 2015). Tulosten tulkinnessa on kuitenkin huomioitava alle 10 cm ja yli 70 cm syvyysluokkakohdista vetojen alhainen määrä (1–7 kpl). Hauenpoikasia esiintyi eniten kasvillisuusalueilla, joiden valtalaji oli järviruoko. Mm. Lehtonen (1986) ja Urho ym. (1990) mainitsevatkin järviruokovyöhykkeiden muodostavan hauen tärkeimmän kutu- ja poikasympäristön Itämeren pohjoisilla rannikkoalueilla. On kuitenkin otettava huomioon, että Verkvikfladanin rantavyöhykkeillä järviruoko oli myös yleisimmin esiintyvä kasvilaji.

Hästängsfladanin käsihaavipynttien haukisaalis jäi vain neljään yksilöön ja ulosvaeltavia poikasia ei havaittu lainkaan. Haukia ei saatu merkittävästi saaliiksi myöskään kutemaan nousevien kalojen katiska- ja rysäpyynnissä, joten Hästängsfladanin merkitys hauen lisääntymisalueena vaikuttaa olevan vähäinen. Kohteen laskupuron profiilin aiheuttamat hankaluudet aikuisten kalojen kutuvaelluksen onnistumiselle yhdessä rantavyöhykkeiden syvyyden sekä hauen lisääntymiselle sopivan kasvillisuuden puutteen kanssa ovat todennäköisesti rajanneet kutupopulaation hyvin pieneksi.

### 5.3.2 Vetohaavipyntti

Ahventen kutu alkoi molemmissa kohteissa huhti-toukokuun taitteessa, ja mädin kypsyminen vei n. kaksi viikkoa. Veden lämpötila oli kyseisenä ajankohtana n. 7-8 °C. Verkvikfladanilla ahvenenpoikaset olivat siirtyneet pääosin avoveteen vain muutaman vuorokauden aikana, sillä ahvenenpoikasten tiheydet rantavyöhykkeen ulkopuolella olivat suurimmillaan vetohaavipyynnissä 22.5., jolloin poikaset olivat keskipituudeltaan 6 mm. Kesäkuun alussa ahvenenpoikasten tiheys avovesialueella oli jo pudonnut alle puoleen ja poikasten keskipituus saavuttanut 8 mm rajan, jolloin ne alkavat jälleen siirtyä takaisin ranta-alueille (Urho 1996). Poikasten

uimakyvyn paranemisen myötä ne joutuvat myös vetohaavin saaliiksi aiempaa harvemmin. Lisäksi vastakuoriutuneiden poikasten kuolevuus on todennäköisesti varsin suurta, jolloin tiheydet senkin vuoksi laskevat. Kesäkuun puolessa välissä vetohaavipyynnin yksikkösaalis oli enää 2,6 yksilöä per veto, joten käytännössä kaikki poikaset löytyivät nyt litoraalivevyöhykkeeltä tai onnistuvat kasvettuaan pakenemaan pyydyksen edestä.

Hästängsfladanilla ahvenenpoikasten siirtyminen pelagiselle vyöhykkeelle tapahtui hieman myöhemmin ja suurempina kuin Verkvikfladanilla, sillä 22.5. saalista ei vetohaavipyynnissä juurikaan saatu. Hästängsfladanilla yksilötiheydet avovesialueella olivat suurimmillaan 2.6., jolloin poikaset olivat keskimäärin 10 mm mittaisia. Myös Hästängsfladanilla ahvenenpoikaset olivat kesäkuun puoleen väliin mennessä siirtyneet pääosin takaisin litoraalivevyöhykkeelle tai kasvaneet niin suuriksi, että eivät enää jääneet vetohaaviin saaliksi.

Vetoaavipyynnin saaliiden perusteella kyseisten kohteiden avovesialueella esiintyvien vastakuoriutuneiden ahvenenpoikasten määrä voi parhaimmillaan nousta useisiin miljooniin yksilöihin. Vuonna 2018 Merenkurkun alueen 32 pienvedestä vetoaavilla kerätyssä aineistossa ahvenen pienpoikastiheydet vaihtelivat 0–203 yksilöä/m<sup>3</sup> välillä, ollen keskimäärin 57 yksilöä/m<sup>3</sup> niissä kohteissa, joilla poikasia havaittiin (Hynninen 2019). Verkvikfladanilla ahvenen poikastiheys oli vuonna 2018 yli 90 yksilöä/m<sup>3</sup>. Verkvikfladanin ja Hästängsfladanin ahvenen pienpoikastiheydet vuonna 2017 ovat olleet em. tutkimuksen koko aineistoon verrattuna keskimääräisiä tai hieman keskimääräistä korkeampia. Verkvikfladanilla vuoden 2017 ahvenen poikastiheys jäi kuitenkin yli 10 yksilöä/m<sup>3</sup> pienemmäksi kuin vuonna 2018. Ilman keskilämpötilat huhtitoukokuussa vuonna 2017 olivat 0,5–1,7 °C vuosien 1981–2010 vastaavan ajankohdan keskilämpötiloja alhaisemmat (Ilmatieteen laitos 2020). Vertailuvuonna 2018 kyseisen ajankohdan ilman keskilämpötilat taas ovat olleet 0,1–4,6 °C pitkän



ajan keskiarvoja korkeammat (Ilmatieteen laitos 2020). Korkeampien lämpötilojen positiivinen vaikutus ahvenenpoikasten selviämiseen ensimmäisistä elinviikoistaan näkyy siis myös kyseisten tutkimusten aineistoja verrattaessa. Vastakuoriutuneiden poikasten määrästä ei kuitenkaan voida vetää suoraa johtopäätöksiä ulosvaeltavien tai kesänvanhoiksi poikasiksi selviävien ahventen osuudesta, sillä esimerkiksi ravinnon loppuessa poikasten kuolevuus voi olla suurta, jopa yli 10 % lukumäärästä päivittäin (Černý ja Pivnička 1973).

### 5.3.3 Poikasnuottaus

Nuottasaaliin avulla seurattiin lähinnä poikasten kasvun kehittymistä. Luonnollinen kuolevuus sekä poikasten siirtyminen meren puolelle näkyivät poikasnuottajakson edetessä saaliin alenemana. Yksikkösaaliin lasku seurantakauden aikana onkin yleistä ahvenen poikasnuottauksessa (Hudd ym. 1997). Tiheysarvioita nuottasaaliin perusteella ei tehty, mutta Verkvikfladanilla nuottauksen yksikkösaaliit ahvenen osalta jäivät kokonaisuutena alhaisiksi verrattuna Hästängsfladaniin. Suurin ero oli kesäkuun lopun pyynneissä. Vielä vetoaavipyynneissä Verkvikfladanin kokonaisyksikkösaaliit ahvenen osalta oli ollut lähes kaksinkertainen Hästängsfladaniin verrattuna. Voi olla, että osa ahvenenpoikasista on siirtynyt Verkvikfladanista mereen ennen poikasnuottauksia tai poikasten kuolleisuus on ollut jostakin syystä Verkvikfladanilla suurempaa kuin Hästängsfladanilla. Kyrönjoen suistossa heinäkuun loppupuolella vuosina 2011–2016 toteutettujen poikasnuottausten kokonaisyksikkösaaliit ahvenen osalta vaihtelivat 41,6–364,5 kpl/veto välillä (Tolonen 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 ja 2017). Verkvikfladanin poikasnuottauksissa yksikkösaaliit eivät yltäneet kertaakaan samoihin lukemiin. Hästängsfladanilla kesäkuun lopun nuottauksen yksikkösaaliit oli huomattavan korkea verrattuna Kyrönjoen suiston yksikkösaaliisiin. Tämä johtui ahvenenpoikasten ulosvaelluksen osumisesta samaan ajankohtaan, jolloin

poikasten havaittiin kerääntyvän kiertämään laajoina, tiiviinä parvina pitkin järven rantavyöhykettä, etsien ulosvaellusväylää.

#### 5.3.4 Ajehaavipyynti

Ulosvaelluspyynnissä hauenpoikasia saatiin ainoastaan Verkvikfladanilta, mutta sielläkin ainoastaan kolme yksilöä kolmena eri pyyntikertana 24.5., 30.5. ja 8.6. Poikaset olivat vielä todella pieniä ja todennäköisesti päätyivät laskupuroon sattumalta virtauksen mukaansa tempaamina. Meren puolella veden lämpötilatkin ovat kyseisinä ajankohtina olleet hauenpoikasten kasvulle erittäin epäedulliset (Hokanson ym. 1973, Casselman ja Lewis 1996). Hauenpoikasten on havaittu Ruotsin kaakkoisrannikolla hakeutuvan kasvualueiltaan makeasta vedestä mereen enimmäkseen 20–40 mm mittaisina, mutta kuitenkin viimeistään, kun niiden pituus on n. 60 mm (Larsson ym. 2015). Verkvikfladanilla hauenpoikaset saavuttivat 20–40 mm pituuden kesäkuun aikana. Laskupuron vesimäärän käytyä vähäiseksi kesäkuun aikana mitä todennäköisimmin osa hauenpoikasista vaelsi ulos Verkvikfladanilta vuonna 2017 vasta syksyllä olosuhteiden oltua syksyn sateiden kasvattamien virtaamien ja korkean meriveden myötä suotuisat.

Verkvikfladanin ajehaavipyynnin saalis jäi pieneksi. Koko kesäkuun ajan heikentynyt laskupuron virtaama sekä jatkuvasti alentunut vesipinta haittasivat pyyntiä. Pyydystyyppiä vaihtamalla pyynti olisi todennäköisesti ollut mahdollista, mutta tähän ei ollut kaluston osalta mahdollisuutta. Koko kesäkuussa ajehaavilla kertyi pyyntikertoja olosuhteiden takia ainoastaan kolme, joten poikasia on mahdollisesti valunut merelle suuria määriä pyynnin ulkopuolella heikosta virtaamasta huolimatta. Mikäli poikaset ovat siirtyneet mereen ennen laskupuron kuivumista kesäkuun lopulla tätä ei onnistuttu touko-kesäkuun ajehaavipyynnissä havaitsemaan. Kun lisäksi nuottasaaliitkin putosivat kesän edetessä jatkuvasti, näyttää siltä, että ahvenenpoikaset ovat joko poistuneet Verkvikfladanista huomaamatta tai niiden luonnollinen kuolevuus on jostakin

syystä noussut korkeaksi. Se, että saaliin joukossa on huomattava määrä kolmipiikin poikasia, kertoo lajin nousevan merestä kudulle Verkvikfladaniin. Kolmipiikin onkin havaittu aiemmissa tutkimuksissa aiheuttavan huomattavaa saalistuksesta johtuvaa kuolleisuutta niin hauen kuin ahvenenkin mädille sekä pienpoikasvaiheille (Nilsson 2006). Tulosten perusteella on mahdollista, että kolmipiikin esiintymisellä on negatiivinen vaikutus ahvenen poikastuottoon myös Verkvikfladanilla.

Hästängsfladanilla olosuhteet ajehaavipyynnille olivat paremmat. Saaliiksi saatiin ainoastaan ahventa ja särkeä eikä lainkaan haukia. Hauen puuttuminen saaliista tukee muidenkin pyyntien perusteella tehtyjä johtopäätöksiä Hästängsfladanin soveltumattomuudesta hauen lisääntymisalueeksi. Ulosvaelluksen pääjakso Hästängsfladanilla kesti noin kaksi viikkoa, ja suurimmat saaliit saatiin kesäkuun lopulla. Ruotsin rannikolla vastaavissa kohteissa tehdyssä poikasten ulosvaellusta seuranneessa tutkimuksessa havaittiin myös ahvenenpoikasten ulosvaelluksen ajoittuvan voimakkaimmin kesä-heinäkuun taitteeseen (Anonyymi 2017). Samoissa tutkimuksissa havaittiin myös syksyn sateiden myötä nousseiden virtaamien ansiosta toinen piikki poikasten ulosvaelluksessa lokakuussa. Hästängsfladanin ajehaavipyynti osui kesäkuun lopulla hetkeen, jolloin todennäköisesti suurin osa poikasista siirtyi järvestä meren puolelle. Edeltävien päivien pyyntikertojen puutteesta johtuen ei voida sanoa, oliko ulosvaellus juuri kiivaimmillaan silloin, kun suurimmat saaliit saatiin, vai oliko huippu jo ohitettu. Ajehaavisaaliit kuitenkin laskivat huomattavasti jo seuraavina päivinä, joten mahdollisesti aivan ulosvaelluksen huippuun ei pyynneissä osuttu. Mikäli poikasia valuu merelle useita tunteja vastaavalla tahdilla kuin kyseisenä ajankohtana, puhutaan vähintäänkin kymmenistä tuhansista, ellei jopa sadoista tuhansista poikasista vuorokaudessa, silloin kun poikasten ulosvaellus on kiivaimmillaan. Kesällä 2018 hankkeessa seurattiin ulosvaeltavien poikasten määriä mm. Merenkurkun saariston Valassaarilla (Veneranta 2019). Tuolloin ulosvaelluksen

pääjakso alkoi kesäkuun lopussa ja kesti noin kolme viikkoa. Mereen siirtyvät poikaset olivat pituudeltaan keskimäärin n. 30 mm ja enimmillään poikasia siirtyi kluuvista mereen yli 100 000 yksilöä tunnissa, joka osoittaa huomattavaa poikastuotantoa ja varsin korkeaa alkuvaiheen selviytymistä. Vuonna 2017 Hästängsfladanilla ulosvaeltavat poikaset olivat n. 10 mm pienempiä ja ulosvaellusmäärät tunnissa huomattavasti alhaisempia. Tutkimukset kuitenkin osoittavat, että vuosien välinen vaihtelu kohteiden poikastiheyksissä voi olla suurta (Veneranta 2019). Tulosten perusteella Pohjanlahden rannikkoalueiden pienvesien rooli alueellisesti elinvoimaisten ahvenkantojen ylläpitäjänä on ilmeinen. Jatkossa olisi tärkeää selvittää ulosvaeltavien poikasten määrää eri alueilla ja yhtäjaksoisemmalla pyynnillä, jotta päästäisiin tarkempiin arvioihin erityyppisten kohteiden poikastuotantomääristä.

### 5.3.5 Poikasten kasvu

Aivan optimaalisia olosuhteita hauenpoikasten kasvulle ei mitattujen veden lämpötilojen perusteella kesällä 2017 saavutettu (Håkanson ym. 1973, Casselman ja Lewis 1996). Veden lämpötilat olivat kuitenkin enimmäkseen hauen kasvulle varsin suotuisalla tasolla niiden pysytellessä kyseisellä jaksolla suurimman osan ajasta yli 15 °C.

Ahventen kasvussa on suuria alueellisia eroja, jotka selittyvät pitkälti aiemmin mainituilla tekijöillä. Ahvenenpoikasten keskimääräinen pituus ensimmäisellä viikolla kuoriutumisen jälkeen (24.-28.5.) oli Saarlammella 6,1 mm ja kolme viikkoa kuoriutumisen jälkeen (13.-16.6.) 12,1 mm (Urho 1996). Sekä Verkvikfladanilla että Hästängsfladanilla poikasten kasvu on ollut vuonna 2017 hyvin samankaltaista. Kyrönjoen suistossa heinäkuun loppupuolella vuosina 2011–2016 toteutetuissa poikasnuottauksissa ahvenenpoikasten keskipituudet vaihtelivat 26–35 mm välillä (Tolonen 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 ja 2017). Hästängsfladanilla ahvenenpoikasten keskipituus on ollut heinäkuun lopulla vuonna 2017 samaa luokkaa, mutta

Verkvikfladanilla selvästi korkeampi. Tutkimuskohteiden poikasten kasvu vaikuttaisi täten olleen vuonna 2017 jopa hieman Kyrönjoen suistoalueelle tyypillistä tasoa parempaa. Pohjoisruotsalaisista järvistä vuosien 1999 ja 2000 syyskuussa pyydettyjen yksikesäisten ahventen keskipituus oli 52,2 mm (Magnhagen ja Heibo 2004). Eteläisellä Selkämerellä 50 mm rajan on havaittu olevan edellytyksenä ahvenenpoikasten selviämiseksi ensimmäisestä talvesta (Karås 1987). Viimeisellä näytteenotokerralla heinäkuun loppupuolella poikaset olivat molemmissa kohteissa jo keskimäärin selvästi yli 30 mm mittaisia. Tämän jälkeen kasvukautta on ollut vielä runsaasti jäljellä vedenlämpöjen säilyessä myös meren puolella yli 15 °C aina elo-syyskuun vaihteeseen, joten näytteiden perusteella mahdollisesti molempien kohteiden ahvenenpoikasista ainakin osa saavutti vaadittavan 50 mm:n mitan kasvukauden 2017 loppuun mennessä. Pohjoista kohden siirryttäessä poikasten voi olla kuitenkin tarve kasvaa vielä tätäkin suuremmiksi selvitäkseen pidemmästä talvesta (Karås 1996). Ahvenen kasvulle optimaaliseksi mainittu 23 °C lämpötila saavutettiin molemmissa kohteissa ainoastaan yhtenä iltapäivänä elokuun alussa. Välittömästi poikasten kuoriutumisen jälkeen veden lämpötilat nousivat pysyvästi yli 12 °C, jolloin vastakuoriutuneiden poikasten kuolleisuus vähenee merkittävästi (Karås 1987). Veden lämpötilankin osalta olosuhteet molemmissa kohteissa pysyttelivät siis koko tarkastelujakson pääasiassa ahvenen kasvulle suotuisissa lukemissa.

## **6 PÄÄTELMÄT**

Tutkimuksen tulokset vahvistavat, että erilaisilla Itämereen yhteydessä olevilla pienvesillä on tärkeä rooli rannikkoalueiden hauki- ja ahvenpopulaatioiden elinkierrossa. Lisääntymiselle ja poikasten kasvulle otolliset olosuhteet tuottavat suuria määriä poikasia, joilla vaikuttaa olevan edellytykset kasvaa riittävään

kokoon selvitäkseen seuraavasta talvesta. Lisääntymisalueiden yksilölliset ominaisuudet luovat kuitenkin tietyt rajoitteet sille, kuinka hyvin yksittäinen pienvesistö soveltuu eri kalalajien lisääntymis- ja poikasalueeksi. Nämä jokaiselle kohteelle ominaiset erityispiirteet tulee ottaa tarkasti huomioon suunniteltaessa mahdollisia kunnostustoimia tai muita alueidenkäytöllisiä toimenpiteitä, jotka kohdistuvat rannikkoalueiden pienvesiin tai niiden valuma-alueille. Liaksi muuttuneet olosuhteet lisääntymisalueilla voivat heikentää lyhyelläkin aikavälillä huomattavasti tietyn rannikkoalueen kalakantoja, etenkin mikäli vastaavien lisääntymisalueiden määrä alueella on jo ennestään vähäinen.

Laskupuron sekä vesialtaan ominaisuuksilla vaikuttaisi tulosten perusteella olevan merkitystä kohteiden kutukalaston rakenteeseen. Profiililtaan jyrkkä, matala tai korkeita kynnyksiä sisältävä puro vaikeuttaa etenkin suurempien kalayksilöiden sekä mädin täyttämien naaraiden nousua lisääntymisalueille. Hauen ja ahvenen osalta liian vuolaat ja suuria korkeuseroja sisältävät lasku-uomat voivat oleellisesti rajata kyseisten lajien vaellusmahdollisuuksia sopiville lisääntymisalueille. Jatkossa olisikin tarpeen tutkia tarkemmin rannikonläheisten pienvesien lasku-uomien erilaisten ominaisuuksien, kuten esim. uomakaltevuuden, vesisyvyyden ja virrannopeuden mahdollisia vaikutuksia kohteiden kutukalaston rakenteeseen. Jos vesialtaan ranta-alueilla ei ole riittävästi matalia, kasvillisuuden valtaamia vyöhykkeitä tai tulvarantoja, ei se tuota juurikaan hauenpoikasia eikä täten pysty ylläpitämään kovin suurta haukipopulaatiota. Mikäli taas avoimien vesialueiden osuus on pieni, siitä voi aiheutua ongelmia ahvenenpoikasten selviämiseksi ja kasvulle, koska ahvenen poikasvaiheen elinkierto on olennaisena osana ns. pelaaginen vaihe.

Tutkittujen pienvesien ominaisuudet ja olosuhteet kalanpoikasten lisääntymiselle ja kasvulle vaikuttavat olevan pääsääntöisesti otolliset. Ns. normaalivuosina kohteiden lämpötila- ja ravinto-olosuhteet mahdollistavat nopean

mädinkehityksen sekä poikasten riittävän kasvun ennen ulosvaellusta. Vuotuisilla sääolosuhteilla on kuitenkin suuri vaikutus kalojen lisääntymismahdollisuuksiin sekä poikasten kasvuun. Kuivina kesinä laskupuron vesisyvyys voi laskea hyvinkin alhaiseksi, jolloin kalojen sisään- ja ulosvaellus hankaloituu. Matalien pienvesien happivarannot kuluvat talvella orgaanisen aineksen hajotustoiminnan kautta loppuun, ja jos kutukalat tai poikaset eivät pääse poistumaan vesialtaalta mereen ennen talvea, ne tulevat todennäköisesti menehtymään ennen seuraavaa avovesikautta. Luonnostaan happamilla länsirannikon alunamailla kuivat kesät ja runsassateiset, lauhdat talvet aiheuttavat myös lisääntyviä ongelmia happamien valumavesien muodossa. Ennusteiden mukaan ilmastonmuutoksen mukanaan tuomat poikkeukselliset sääolot eri vuodenaikoina mitä todennäköisemmin vain lisäävät näitä ongelmia tulevaisuudessa.

Tutkimuksen kohteena olleiden pienvesien tarkempien poikastuotantomäärien arvioimiseksi näytteenottoa pitäisi lisätä huomattavasti. Etenkin ahvenenpoikasten ns. pelaagisen vaiheen jälkeisen esiintymistiheyden arvioimiseksi poikasnuottauksen näytteenottomäärien tulisi olla nyt toteutunutta suurempi, ja pyynti tulisi kohdentaa laajemmalle alueelle vesistössä. Myös hauenpoikasten osalta yksittäisen pienvesistön poikastuotantomäärien tarkempi arviointi vaatisi laajempaa pyyntiä. Poikasten ulosvaellusmäärien selvittämiseksi tässä tutkimuksessa toteutunut pyyntiponnistus ei ollut riittävä. Jatkossa tarvittaisiin tiiviimpää seuranta ja mahdollisesti merkintä-takaisinpyyntikoe esim. alitsariinivärjäyksellä, jotta pystyttäisiin määrittämään ulosvaeltavien poikasten tarkempi lukumääräarvio. Erityisesti tarvittaisiin lisää tietoa siitä, kuinka paljon poikasten ulosvaelluksen määrässä on vaihtelua eri päivien ja vuorokaudenaikojen suhteen.

VAKI-laskurin käyttö kevätkutuisten kalojen vaelluksen seurantaan tutkimuskohteiden kaltaisissa vesistöissä ei ole järkevää. Laitetta ei ole ensisijaisesti

suunniteltu massavaelluksen tekevien, pienikokoisten kalalajien tarkkailuun, ja tämä kävi selväksi myös tässä tutkimuksessa. Laitteen avulla saadaan suuntaa antavia tuloksia kalojen vuorokaudensisäisestä nousurytmistä sekä kutunousun kestosta, mutta nousukalamäärien tarkempaan arviointiin laitteesta ei kyseisessä tutkimusasetelmassa ole.

## **KIITOKSET**

Haluan kiittää ohjaajinani toimineita Jyväskylän yliopiston lehtori Timo J. Marjomäkeä sekä Luonnonvarakeskuksen tutkija Lari Venerantaa, jotka asiantuntemuksellaan mahdollistivat osaltaan tämän tutkielman laatimisen ja ohjasivat sen kärsivällisesti ja pitkäjänteisesti loppuun saakka. Lisäksi haluan syvästi kiittää Etelä-Pohjanmaan ELY-keskusta ja Kvarken flada -hanketta tutkielman rahoittamisesta ja erityisesti EPO ELY:n vesienhoitoryhmää sekä sen ryhmäpäällikköä Jyrki Latvalaa työni aiheesta. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskusta sekä Luonnonvarakeskusta tahdon vielä erikseen kiittää tutkimuskaluston sekä -tilojen tarjoamisesta. Kiitokset ansaitsevat myös kaikki tutkimuksen kenttätöihin osallistuneet Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen vesienhoitoryhmän sekä Luonnonvarakeskuksen Vaasan toimipisteen työntekijät avustaan aineiston keräämisessä. Kiitän lisäksi puolisoani Miiaa arvokkaasta avusta työn eri vaiheissa. Kiitän myös kaikkia muita Kvarken flada Interreg-BA -hankkeeseen osallistuneita sekä hankkeen rahoittajina toimineita tahoja.



## KIRJALLISUUS

- Airaksinen O. & Karttunen K. 2001. Natura 2000 -luontotyyppiopas. 2. korjattu painos. *Ympäristöopas* 46. Oy Edita Ab, Helsinki.
- Anonyymi 2004. *Kalataloudellisten kunnostusten kehittämistyöryhmän raportti*. Työryhmämuistio MMM 2004: 9, Helsinki, saatavissa [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160484/trm%202004\\_9\\_Kalataloudellisten%20kunnostusten%20kehitt%C3%A4misty%C3%B6ryhm%C3%A4n%20raportti.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160484/trm%202004_9_Kalataloudellisten%20kunnostusten%20kehitt%C3%A4misty%C3%B6ryhm%C3%A4n%20raportti.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Anonyymi 2017. *Fiskevård för abborre - Åtgärder i sötvatten för mer abborre på kusten*. Sveriges sportfiske- och fiskevårdsförbund, Rapport 2017:1, saatavissa [https://www.sportfiskarna.se/portals/sportfiskarna/PDF/kunskap\\_fakta/ABBORRE%20slutrapport%20final\\_lowres.pdf](https://www.sportfiskarna.se/portals/sportfiskarna/PDF/kunskap_fakta/ABBORRE%20slutrapport%20final_lowres.pdf)
- Baumgartner L., Bettanin M., McPherson J., Jones M., Zampatti B. & Beyer K. 2010. *Assessment of an infrared fish counter (Vaki Riverwatcher) to quantify fish migrations in the Murray-Darling Basin*. Industry & Investment NSW – Fisheries Final Report Series No. 116: 47 pp., saatavissa [https://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/322970/AE\\_2010\\_Output-1629\\_Baumgartner-et-all\\_Vaki-Riverwatcher-report\\_REPORT.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0005/322970/AE_2010_Output-1629_Baumgartner-et-all_Vaki-Riverwatcher-report_REPORT.pdf)
- Borg J., Mitikka V. & Kallasvuo M. 2012. Menetelmäohjeisto rannikon taloudellisesti hyödyntämättömien kalalajien lisääntymis- ja esiintymisalueiden kartoittamiseen. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 4/2012.
- Bry C. 1996. Role of vegetation in the life cycle of pike. Teoksessa: Craig J.F. (toim.), *Pike: biology and exploitation*, Chapman & Hall, London, pp. 45–67.
- Byström P., Persson L. & Wahlström E., 1998. Competing predators and prey: Juvenile bottlenecks in whole-lake experiments. *Ecology* 79: 2153–2167.

- Böhling P. 1988. Ahvenen (*Perca fluviatilis* L.) kasvu ja kasvuun vaikuttavat tekijät Suomen rannikkoalueella. *Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto, Monistettuja julkaisuja No 79.*
- Casselman J.M. 1978. Effects of environmental factors on growth, survival, activity and exploitation of northern pike. *Am. fish. soc.* 11: 114–128.
- Casselman J.M. & Lewis C.A. 1996. Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 161–174.
- Čech M., Peterka J., Říha M., Jůza T. & Kubečka J. 2009. Distribution of egg strands of perch (*Perca fluviatilis* L.) with respect to depth and spawning substrate. *Hydrobiologia* 630: 105–114.
- Čech M., Peterka J., Říha M., Vejřík L., Jůza T., Kratochvíl M., Draštík V., Muška M., Znachor P. & Kubečka J. 2012. Extremely shallow spawning of perch (*Perca fluviatilis* L.): the roles of sheltered bays, dense semi-terrestrial vegetation and low visibility in deeper water. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 406: 1–12.
- Černý K. & Pivnička K. 1973. Abundance and mortality of the perch fry (*Perca fluviatilis*, Linnaeus 1758) in the Kličava Reservoir. *Vest. Česk. Spol. Zool.* 37: 1–13
- Chapman C.A. & Mackay W.C. 1984. Versatility in habitat use by a top aquatic predator, *Esox lucius* L. *J. Fish. Biol.* 25: 109–115
- Dalimier N., Philippart J. C. & Voss J. 1982. An eco-ethological study of the reproduction of *Perca fluviatilis* L. as observed by diving in an inundated quarry pit. *Cahiers d'Ethologie Appliquee* Vol. 2: 37–52.

- Diana J.S., Mackay W.C. & Ehrman M. 1977. Movements and Habitat Preference of Northern Pike (*Esox lucius*) in Lac Ste. Anne, Alberta. *T. Am. Fish. Soc.* 106: 560–565.
- Diana J.S. 1979. The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). *Can. J. Zool.* 57: 2121–2127.
- Diana J.S. 1996. Energetics. Teoksessa: Craig J.F. (toim.), *Pike – Biology and Exploitation*, Chapman & Hall, London, pp. 103–124.
- Duis K. and Oberemm A. 2000. Survival and sublethal responses of early life stages of pike exposed to low pH in artificial postmining lake water. *J. Fish. Biol.* 57: 597–613.
- Engstedt O. 2011. Anadromous pike in the Baltic Sea. *Linnaeus University Dissertations*; 61/2011
- Fiskevårdsteknik AB 2018. Fiskdata.se.  
<http://fiskdata.se/raknare/live/live.php?locationId=115> (luettu: 7.11.2018)
- Franklin D.R. & Smith L.L.Jr. 1963. Early life history of the northern pike, *Esox lucius* L., with special reference to the factors influencing the numerical strength of year classes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 92: 91–110.
- Frost W.E. 1954. The food of pike, *Esox lucius* L., in Windermere. *J. Anim. Ecol.* 23: 339–360.
- Giles N., Wright R.M. & Nord M.E. 1986. Cannibalism in pike fry, *Esox-Lucius* L. - Some experiments with fry densities. *J. Fish. Biol.* 29: 107–113.
- Gillet C. & Dubois J.P. 2007. Effects of water temperature and size of females on the timing of spawning of perch *Perca fluviatilis* L. in Lake Geneva from 1984 to 2003. *J. Fish. Biol.* 70: 1001–1014.

- Grimm M.P. & Klinge M. 1996. Pike and some aspects of its dependence on vegetation. Teoksessa: Craig J.F. (toim.), *Pike: biology and exploitation*, Chapman and Hall, London, pp. 125–156
- Grzybkowska M., Dukowska M., Leszczyńska J., Lik J., Szczerkowska-Majchrzak E. & Przybylski M. 2018. The food resources exploitation by small-sized fish in a riverine macrophyte habitat. *Ecological Indicators* 90: 206–214.
- Hietikko-Hautala T. 2010. *Jääkauden jälkinäytös - Merenkurkun saariston maailmanperintö*. Waasa Graphics, Vaasa.
- Hokanson K.E.F., McCormick J.H. & Jones B.R. 1973. Temperature Requirements for Embryos and Larvae of the Northern Pike, *Esox Lucius* (Linnaeus). *T. Am. Fish. Soc.* 102: 89–100.
- Holmgren K. & Appelberg M. 2001. Effects of environmental factors on size-related growth efficiency of perch, *Perca fluviatilis*. *Ecol. Freshw. Fish.* 10: 247–256.
- Hudd R., Kjellman J. & Leskelä A. 1997. Kyrönjoen suiston poikastuotanto ja kalakannat. *Suomen ympäristö* 83.
- Hynninen M. 2019. Merenkurkun fladojen ja kluuvien morfologia, lämpötilaolosuhteet, sekä muut ahvenen (*Perca fluviatilis* L.) poikastiheyksiin vaikuttavat ympäristötekijät. Akvaattiset tieteiden pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. 44 s.
- Ilmatieteen laitos 2020. Lämpötila- ja sadetilastoja vuodesta 1961. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>. (luettu: 1.4.2020)
- Jacobsen L., Skov C., Koed A. & Berg S. 2007. Short-term salinity tolerance of northern pike, *Esox lucius*, fry, related to temperature and size. *Fisher. Managm. Ecol.* 14: 303–308.

- Jacobson P.C. 1992. *Analysis of factors affecting growth of northern pike in Minnesota*. Minnesota Department of Natural Resources. Investigational Report 424, saatavissa [https://files.dnr.state.mn.us/publications/fisheries/investigational\\_reports/424.pdf](https://files.dnr.state.mn.us/publications/fisheries/investigational_reports/424.pdf)
- Jørgensen A.T., Hansen B.W., Vismann B., Jacobsen L., Skov C., Berg S. & Bekkevold D. 2010. High salinity tolerance in eggs and fry of a brackish *Esox lucius* population. *Fisher. Managm. Ecol.* 17: 554–560.
- Kallasvuo M., Lappalainen A. & Urho L. 2011. Coastal reed belts as important fish reproduction habitats. *Boreal Env. Res.* 16: 1–14.
- Kallasvuo M., Vanhatalo J. & Veneranta L. 2016. Modeling the spatial distribution of larval fish abundance provides essential information for management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 74: 636–649.
- Karhunen T. 2011. Ahvenen ravinnonkäytön vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät pienissä metsäjärvisissä. Akvaattisten tieteiden pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. 61 s.
- Karås P. & Neuman E. 1981. First-year growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) and roach (*Rutilus rutilus* L.) in a heated Baltic bay. *Rep. Inst. Freshwater Res.* 59: 48–63.
- Karås P. 1987. Food consumption, growth and recruitment in perch (*Perca fluviatilis* L.). Ph.D. -thesis. University of Uppsala. 142 p.
- Karås P. 1990. Seasonal changes in growth and standard metabolic rate of juvenile perch, *Perca fluviatilis* L. *J. Fish. Biol.* 37: 913–920.
- Karås P. & Thoresson G. 1992. An application of a bioenergetics model to Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). *J. Fish. Biol.* 41: 217–230.

- Karås P. 1996. Basic abiotic conditions for production of perch (*Perca fluviatilis* L.) young-of-the-year in the Gulf of Bothnia. *Ann. Zool. Fennici* 33: 371–381.
- Karås P. 1999. Rekryteringsmiljöer för kustbeståndet av abborre, gädda och gös. *Fiskeriverket Rapport 6*: 31–65.
- Kennedy M. 1969. Irish pike investigations. 1. Spawning and early life history. *Irish Fisheries Investigation Series A* 5: 4–33.
- Kjellman J., Hudd R. & Urho L. 1996. Monitoring 0+perch (*Perca fluviatilis*) abundance in respect to time and habitat. *Ann. Zool. Fennici* 33: 363–370
- Koli L. 1998. *Suomen kalat*. WSOY – Kirjapainoyksikkö, Porvoo.
- Kraufvelin P., Pekcan-Hekim Z., Bergström U., Florin A-B., Lehikoinen A., Mattila J., Arula T., Briekmane L., Brown E.J., Celmer Z., Dainys J., Jokinen H., Kääriä P., Kallasvuo M., Lappalainen A., Lozys L., Möller P., Orio A., Rohtla M., Saks L., Snickars M., Støttrup J., Sundblad G., Taal I., Ustups D., Verliin A., Vetemaa M., Winkler H., Wozniczka A., & Olsson J. 2018. Essential coastal habitats for fish in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 204: 14–30.
- Laamanen M. 2016. Suomen merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelma 2016–2021. *Ympäristöministeriön raportteja* 5/2016.
- Lappalainen A., Rask M., Koponen H. & Vesala S. 2001. Relative abundance, diet and growth of perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) at Tvärminne, northern Baltic Sea, in 1975 and 1997: responses to eutrophication? *Boreal Env. Res.* 6: 107–118.
- Lappalainen A., Härmä M., Kuningas S. & Urho L. 2008. Reproduction of pike (*Esox lucius*) in reed belt shores of the SW coast of Finland, Baltic Sea: a new survey approach. *Boreal Env. Res.* 13: 370–380.

- Larsson P., Tibblin P., Koch-Schmidt P., Engstedt O., Nilsson J., Nordahl O. & Forsman A. 2015. Ecology, evolution, and management strategies of northern pike populations in the Baltic Sea. *AMBIO* 2015, 44: 451–461.
- Le Louarn H. & Webb D.J. 1998. Negative effects of extreme environmental pH on embryonic and larval development of the Pike *Esox Lucius* L. *Bulletin Francais de la Pêche et de la Pisciculture* 350: 325–336.
- Lehtonen H. 1986. Fluctuations and long-term trends in the pike, *Esox lucius* (L.), population in Nothamn, western Gulf of Finland. *Aqua Fennica* 16: 3–9.
- Lehtonen H., Heikinheimo O., Raitaniemi J. & Rask M. 2018. Ahven. Teoksessa: Salminen M. & Böhling P. (toim.), *Kalavarojen käyttö ja hoito: B*, Luonnonvarakeskus, maa- ja metsätalousministeriö, pp. 405–411, saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-657-5>.
- Lehtonen H., Raitaniemi J. & Salonen E. 2018. Hauki. Teoksessa: Salminen M. & Böhling P. (toim.), *Kalavarojen käyttö ja hoito: B*, Luonnonvarakeskus, maa- ja metsätalousministeriö, pp. 378–389, saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-657-5>.
- Leuven R.S.E.W. & Oyen F.G.F. 1987. Impact of acidification and eutrophication on the distribution of fish species in shallow and lentic soft water of the Netherlands: an historical perspective. *J. Fish. Biol.* 31: 753–774.
- Lilja J., Keskinen T., Marjomäki T.J., Valkeajärvi P. & Karjalainen J. 2003. Upstream migration of cyprinids and percids in a channel, monitored by horizontal split-beam echosounder. *Aquat. Living Resour.* 16: 185–190.
- Magnhagen C. & Heibo E. 2004. Growth in length and in body depth in young-of-the-year perch with different predation risk. *J. Fish. Biol.* 64: 612–624.

- Magnuson J.J., Bowser C.J., & Kratz T.K. 1984. Long-term ecological research on north temperate lakes of the United States. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 22: 533–535.
- Melard C., Kestemont P. & Grignard J.C. 1996. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*P. fluviatilis*): effects of major biotic and abiotic factors on growth. *Journal of Applied Ichthyology* 12: 175–180.
- Mustamäki N., Cederberg T. & Mattila J. 2014. Diet, stable isotopes and morphology of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) in littoral and pelagic habitats in the northern Baltic Proper. *Environ. Biol. Fishes* 97: 675–689.
- Müller K. 1986. Seasonal anadromous migration of the pike (*Esox lucius* L.) in coastal areas of the northern Bothnian Sea. *Archiv für Hydrobiologie* 107: 315–330.
- Nilsson J. 2006. Predation of northern pike (*Esox lucius* L.) eggs: a possible cause of regionally poor recruitment in the Baltic. *Hydrobiologia* 553: 161–169.
- Nilsson J, Engstedt O, Larsson P. 2014. Wetlands for northern pike (*Esox lucius* L.) recruitment in the Baltic Sea. *Hydrobiologia* 721: 145–154.
- Oravainen R. 1999. *Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein varustettuna*. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, saatavissa <https://kvvy.fi/wp-content/uploads/2015/10/opasvihkonen.pdf>
- Persson L., Diehl S., Johansson L., Andersson G. & Hamrin S.F. 1991. Shifts in fish communities along the productivity gradient of temperate lakes patterns and the importance of size-structured interactions. *J. Fish. Biol.* 38: 281–294.
- Persson L. 1997. Competition, predation and environmental factors as structuring forces in freshwater fish communities: Sumari (1971) revisited. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 85–88.



- Popova O.A. & Sytina L.A. 1977. Food and feeding relations of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) and pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in various waters of the USSR. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 1559–1570.
- Raat A.J.P. 1988: Synopsis of biological data on the northern pike *Esox lucius* Linnaeus 1758. *FAO Fish. Syn.* 30: 178 pp.
- Raitaniemi J., Rask M. & Vuorinen P.J. 1988. The growth of perch, *Perca fluviatilis* L., in small Finnish lakes at different stages of acidification. *Ann. Zool. Fenn.* 25: 209–219.
- Raitaniemi J. 1995. The growth of young pike in small Finnish lakes with different acidity-related water properties and fish species composition. *J. Fish. Biol.* 47: 115–125.
- Rask M. 1983. The effect of low pH on perch *Perca fluviatilis* L. Effects of low pH on the development of eggs of perch. *Ann. Zool. Fenn.* 20: 73–76.
- Rask M. & Tuunainen P. 1990. Acid-induced changes in fish populations of small Finnish lakes. Teoksessa: Kauppi P., Anttila P. & Kenttämies K. (toim.), *Acidification in Finland*, Springer, Berlin, pp. 911–927.
- Rinkineva L. & Bader P. 1998. *Merenkurkun luonto*. Gummerus Kirjapaino Oy, Helsinki.
- Rougeot C., Fontaine P. & Mandiki S.M.N. 2008. Perch Description and Biology. Teoksessa: Toner D. & Rougeot C. (toim.), *Aquaculture Explained, Special Publication, Farming of Eurasian Perch, Volume 1 - Juvenile Production*. Aquaculture Development Division, Bord Iascaigh Mhara, Crofton Road, Dun Laoghaire, Co. Dublin, pp. 12–14.

- Rypel A.L. 2012. Meta-analysis of growth rates for a circumpolar fish the northern pike (*Esox lucius*) with emphasis on effects of continent, climate and latitude. *Ecol. Freshw. Fish.* 21: 521–532.
- Siefert R.E., Spoor W.A. & Syrett R.F. 1973. Effects of reduced oxygen concentrations on northern pike (*Esox lucius*) embryos and larvae. *J. Fish. Res. Board Can.* 30: 849–852.
- Snickars M., Sandström A., Lappalainen A., Mattila J., Rosqvist K. & Urho L. 2009. Fish assemblages in coastal lagoons in land-uplift succession: The relative importance of local and regional environmental gradients. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81: 247–256.
- Sundblad G., Härmä M., Lappalainen A., Urho L. & Bergström U. 2009. Transferability of predictive fish distribution models in two coastal systems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 83: 90–96.
- Suomen virallinen tilasto (SVT) 2018 a. Vapaa-ajankalastus. <http://www.stat.fi/til/vakala/index.html> (luettu: 29.11.2018).
- Suomen virallinen tilasto (SVT) 2018 b. Kaupallinen kalastus merellä. <http://www.stat.fi/til/akmer/index.html> (luettu: 29.11.2018).
- Sydänoja A. 2008. Saaristomeren ja Selkämeren fladat. *Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2008*.
- Tolonen A., Lappalainen J. & Pulliainen E. 2003. Seasonal growth and year class strength variations of perch near the northern limits of its distribution range. *J. Fish. Biol.* 63: 176–186.
- Tolonen M. 2012. *Kyrönjoen vesistötyöt. Velvoitetarkkailu vuonna 2011*. Raportteja 44 | 2012, saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-526-5>

- Tolonen M. 2013. *Kyrönjoen vesistötyöt. Kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuonna 2012.* Raportteja 55 | 2013, saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-822-8>
- Tolonen M. 2014. *Kyrönjoen vesistötyöt. Kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuonna 2013.* Raportteja 76 | 2014, saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-526-5>
- Tolonen M. 2015. *Kyrönjoen vesistötyöt. Kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuonna 2014.* Raportteja 44 | 2015, saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-105-6>
- Tolonen M. 2016. *Kalataloudellinen velvoitetarkkailu ja metallien ainevirtaama-arvio pengeralueen kuivausvesissä vuonna 2015.* Raportteja 64 | 2016, saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-471-2>
- Tolonen M. 2017. *Kyrönjoen vesistötyöt. Velvoitetarkkailu vuonna 2016.* Raportteja 47 | 2017, saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-610-5>
- Urho L., Hildén M. & Hudd R. 1990. Fish reproduction and the impact of acidification in the Kyrönjoki River estuary in the Baltic Sea. *Env. Biol. Fish.* 27: 273–283.
- Urho L. 1996. Habitat shifts of perch larvae as survival strategy. *Ann. Zool. Fennici* 33: 329–340.
- VAKI Aquaculture Systems LTD 2019. Features. <http://www.riverwatcher.is/> (luettu: 11.3.2019)
- Veneranta L. 2019. Grov uppskattning av värdet av en enskild fladas fiskpopulation. Teoksessa: Ilvessalo-Lax H. & Mikkola R. (toim.), *Grunda värden – Många nyttor. Kartläggning av ekosystemtjänster producerade av flador i Kvarken.* Delrapport inom Interreg Botnia Atlantica projekt Kvarken Flada. 36 s.

- Veneranta L., Olin M. & Harjunpää H. 2020. Ahventen pyynti- ja syönnösalueet Merenkurkussa T-ankkurimerkinnän perusteella. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 7/2020.
- Voellestad L.A., Skurdal J. & Qvenild T. 1986. Habitat use, growth and feeding of pike (*Esox lucius* L.) in four Norwegian lakes. *Arch. Hydrobiol.* 108: 107–117.
- Westin L. & Limburg K.E. 2002. Newly discovered reproductive isolation reveals sympatric populations of *Esox lucius* in the Baltic. *J. Fish. Biol.* 61: 1647–1652.
- Wright R.M. & Giles N. 1987. The survival, growth and diet of pike fry, *Esox lucius* L., stocked at different densities in experimental ponds. *J. Fish. Biol.* 30: 617–629.
- Yli-Renko M. 2013. Pohjanlahden fladojen matalakuvaukset, syvyys- ja kasvillisuuskartoitukset. *Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen raportteja* 9/2013.
- Yrjölä S., Lehtonen H. & Nyberg K. 2015. *Suomen kalat*. Kustannusosakeyhtiö Nemo, Helsinki.