

# Hauhonselän ulapan kalasto elokuussa 2018 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella

Tommi Malinen ja Mika Vinni

Helsingin yliopisto

Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma

Tutkimusraportti 20.2.2019



*Näkymä Hauhonselältä tutkimuspäivänä 8. elokuuta 2018. Heikkotuulinen sää suosi kaikuluotausta.  
Kuva: Mika Vinni.*

## Tiivistelmä

Hauhonselän tila on heikentynyt viime vuosikymmeninä ja järven kunnostamiseen on etsitty sopivia keinoja. Verkkokoekalastusten perusteella kalasto on särkikalavaltainen mutta hoitokalastusta ei ole tehty, koska järven ravintoverkon toiminnasta ei ole vielä ollut tarkempaa tietoa. Tässä hankkeessa selvitettiin Hauhonselän ulapan kalastoa kaikuluotauksella ja koetroolauksella elokuussa 2018. Kaikuluotausten perusteella arvioitiin myös sulkasääsken toukkien esiintymistä.

Hauhonselän ulapan lukumääräinen valtalaji on kuore ja biomassaltaan runsain laji on ahven. Lisäksi ulapalla esiintyy runsaasti myös melko pienikokoista särkeä, salakkaa ja kuhanpoikasia. Järnessä elää myös harvalukuinen muikkukanta. Ulapan kalastossa vallitsevat varsin pienikokoiset kalat. Runsa kuorekanta on positiivinen asia Hauhonselän tilan kannalta, koska se estää sulkasääsken toukkien runsastumisen ja on hyvää ravintoa petokaloille, erityisesti kuhalle ja ahvenelle. Muutenkin ulapan kalasto tarjoaa petokaloille hyvät ravintovarot.

Hauhonselän kalaston rakenne ei puolla hoitokalastusta. Sen sijaan järven petokalakantoja kannattaa vahvistaa. Etenkin kuhan kalastus tulisi kohdistaa suuriin yksilöihin. Ulapalla tavattiin melko runsaasti luonnonkudusta syntyneitä kuhanpoikasia, eikä kuhaistutuksille olisi ollut vuonna 2018 tarvetta. Istutusten kannattavuus olisi hyvä selvittää jatkossa. Sulkasääsken toukkia esiintyi vesipatissa vain vähän ja pienellä alueella. Järven mataluuden ja runsaan kuorekannan ansiosta sillä tuskin on suurta roolia ravintoverkossa. Tarkemmalle sulkasääskiselvitykselle ei ole tarvetta. Koska käyttökelpoisia, itse Hauhonselkään kohdistuvia kunnostustoimia ei petokalakantojen vahvistamisen lisäksi ole, kannattaa voimavarat suunnata valuma-alueen vesiensuojelun tehostamiseen.

## Sisällysluettelo

|  |    |
|--|----|
| 1. Johdanto.....   | 3  |
| 2. Aineisto ja menetelmät.....                                 | 3  |
| 3. Tulokset.....   | 5  |
| 3.1 Lämpötila, happi, näkösyvyys ja kalojen syvyysjakauma..... | 5  |
| 3.2 Kalatiheys ja –biomassa.....                               | 6  |
| 3.3 Kalalajijakauma.....                                       | 6  |
| 3.4 Kalojen laji- ja kokojakauma eri syvyyksissä.....          | 8  |
| 3.5 Kuore.....   | 10 |
| 3.6 Kuha.....  | 10 |
| 3.7 Ahven.....   | 11 |
| 3.8 Muikku.....  | 12 |
| 3.9 Särkikalat.....  | 12 |
| 3.10 Sulkasääsken toukat.....                                  | 12 |
| 4. Tulosten tarkastelu.....                                    | 13 |
| 5. Johtopäätökset.....   | 14 |
| 6. Kiitokset.....  | 15 |
| Lähdeluettelo.....   | 15 |

## 1. Johdanto

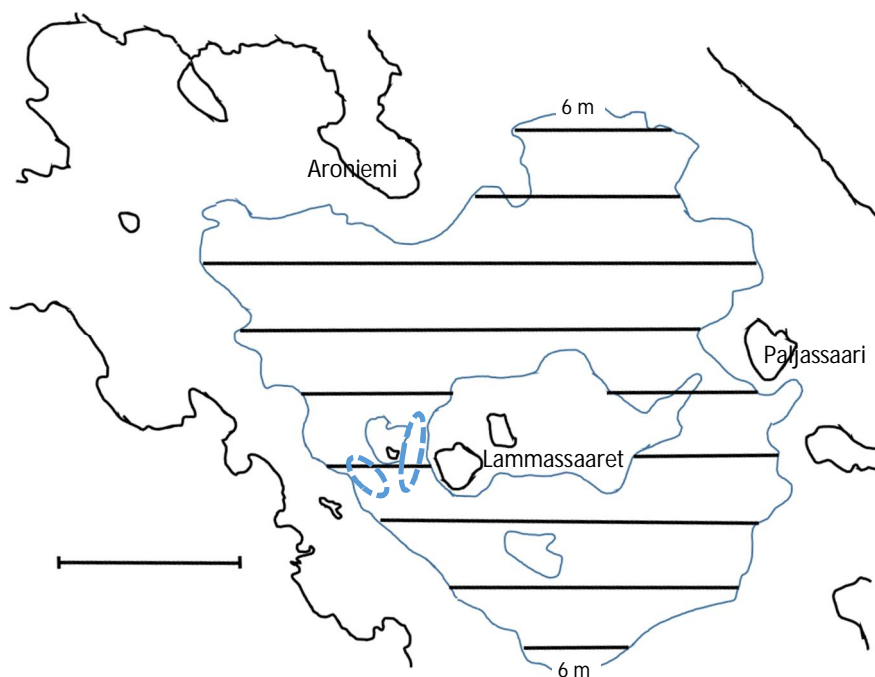
Hauhon kirkonkylän länsipuolella sijaitseva Hauhonselkä on pinta-alaltaan melko suuri (22,1 km<sup>2</sup>), mutta varsin matala (keskisyvyys 3,6 m ja maksimisyvyys n. 10 m) järviallas. Sen vesi on valuma-alueen soista johtuen humuspitoista ja viime vuosikymmeninä tämä humusleima on entisestään voimistunut (Alajoki 2014). Samaan aikaan Hauhonselkä on selvästi rehevöitynyt: syvänteiden happitilanne on heikentynyt, ravinnepitoisuudet ovat kasvaneet ja kasviplanktonbiomassa on kasvanut. Heikentyneen tilanteen syy löytyy pääasiassa ulkoisesta kuormituksesta: järven valuma-alueella on runsaasti sekä maa- että metsätaloutta ja merkittävä turvetuotantoalue. Myös sisäisellä kuormituksella voi olla merkitystä. Järven mataluudesta johtuen tuulen aiheuttama resuspensio eli sedimenttiin sitoutuneen aineksen palautuminen vesipatsaaseen voi olla merkittävää. Myös syvänteiden heikko happitilanne aiheuttaa fosforin liukenemistä sedimentistä ja lisäksi särkikalavaltainen kalasto saattaa vaikuttaa monin tavoin ravinnepitoisuuksiin ja kasviplanktonbiomassaan. Vuosien 2008-2017 verkkokoekalastusten perusteella Hauhonselän kalastossa vallitsevat särki, salakka ja ahven (Luke, julkaisematon aineisto). Ahvenet ovat varsin pienikokoisia ja petoahvenia on vain vähän. Myös muiden petokalojen määrä on pieni. Verkkokoekalastusten perusteella kalaston tila on välttävä. Hoitokalastusta ei Hauhonselällä kuitenkaan ole tehty. Veden laadun paranemiseen tarvittava saalis olisi hyvin suuri ja lisäksi järvessä esiintyy sulkasääsken toukkia, jotka saattavat runsastua kalaston vähetessä. Sulkasääsken toukat ovat tehokkaita eläinplanktonin säätelijöitä (Liljendahl-Nurminen ym. 2003), ja niiden runsastuminen saattaisi tehdä hoitokalastuksen hyödyttömäksi.

Tämän selvityksen tavoitteena oli arvioida Hauhonselän ulapan kalatiheys ja -biomassa sekä lajijakauma kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella. Erytistä huomiota kiinnitettiin kuoreeseen ja muikkuun, koska niiden pyydystettävyyden koeverkoilla on heikko, eikä verkkokoekalastus välttämättä paljasta niiden runsautta. Kaikuluotauksen perusteella selvittiin alustavasti myös sulkasääsken toukkien esiintymistä ja arvioitiin, olisiko tarkempi selvitys niiden runsaudesta tarpeellinen. Lisäksi pohdittiin Hauhonselälle mahdollisesti sopivia kunnostustoimia.

## 2. Aineisto ja menetelmät

Hauhonselän kaikuluotaus ja koetroolaukset tehtiin 8. elokuuta 2018. Tällöin kaikuluodattiin yli 6 m syvät alueet (Vitsiälänselän syväntettä lukuun ottamatta) itä-länsi-suuntaisia, n. 330 m välein sijaitsevia linjoja pitkin (kuva 1) ja tehtiin yhteensä 7 troolivettoa eri syvyyksiltä ja paikoilta. Kaikuluotaukset tehtiin SIMRAD EY-500 -tutkimuskaikuluotaimella, joka oli varustettu lohkoikeilaisella ES120-7C -anturilla. Laitteiston lähettämän äänen taajuus on 120 kHz ja äänikeilan avautumiskulma 7° (-3 dB tasolle). Aineisto analysoitiin EP500- ja Excel -ohjelmilla. Analysointi aloitettiin 2 m syvyydeltä ja lopetettiin 0,5 m ennen pohjaa. Otos- eli havaintoyksikköinä olivat kokonaiset kaikuluotauslinjat. Niiden kalatiheys laskettiin seuraavasti:

- 1) Laskettiin linjan kaikuintegraali ( $S_a$ ) kahdessa vesikerroksessa (2-4 m syvyys ja 4 m syvyys - pohja)
- 2) Laskettiin kunkin kerroksen kalatiheys jakamalla kaikuintegraali keskimääräisellä yhdestä kalasta heijastuvalla integraalilla ( $\sigma$ ), joka laskettiin troolisaaliin pituusjakauman sekä kalan pituuden ja  $\sigma$ :n välisellä riippuvuudella (Peltonen ym. 2006, Malinen 2018).
- 3) Muutettiin kalatiheys lajikohtaiseksi troolisaaliin lajijakauman perusteella.
- 4) Laskettiin koko linjan keskimääräinen kalatiheys vesikerrosten kalatiheyksien summana.



Kuva 1. Kaikuluotauslinjojen (yhtenäiset viivat) sijainti Hauhonselän yli kuusi metriä syvillä alueilla. Yli 10 m syvyistä vesialuetta on ainoastaan Lammassaarten länsipuolella (katkoviivalla merkityt ellipsit).

Linjan lajikohtaiset biomassat laskettiin lajikohtaisten tiheysarvioiden ja kalojen keskipainojen perusteella. Koko tutkimusalueen keskimääräinen kalatiheys ja -biomassa sekä niiden varianssit laskettiin linjojen pituuksilla painotettuna keskiarvona (Shotton & Bazigos 1984). Kalatiheyden ja -biomassan 95 % luottamusvälit laskettiin Poisson -jakaumaan perustuen (Jolly & Hampton 1990).

Koetroolauksen tarkoituksena oli kalalajien runsaussuhteiden ja kokojakauman selvittäminen ulappa-alueella eri vesikerroksissa kaikuluotautulosten laskentaa varten sekä kaikuluotaimen pintakatvealueen kalatiheyden ja -biomassan arviointi. Troolin suuaukon korkeus oli 3 m, leveys 8 m ja perän silmäharvuus 3 mm. Lajikoostumuksen selvittämiseen tähänneet vedot tehtiin runsaskalaisilla paikoilla (syvänteellä Lammassaarten länsipuolella sekä hieman matalammalla alueella Lammassaarten pohjois- ja eteläpuolella). Pintakatveen kalamäärän arviointiin tähänneet vedot tehtiin Lammassaarten länsi- ja pohjoispuolella.

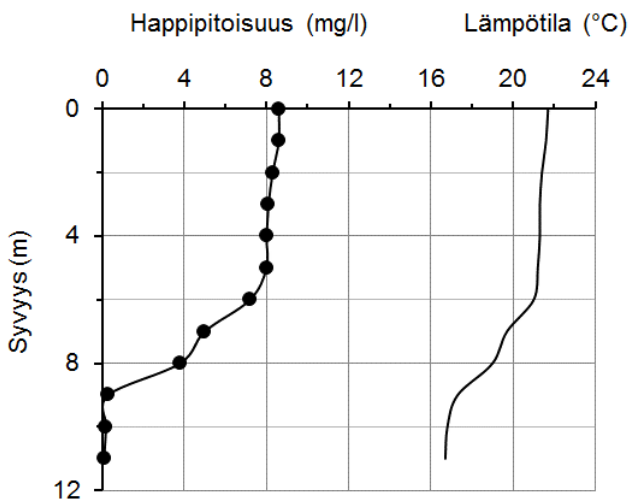
Kunkin troolivedon saalis jaoteltiin lajeihin, joista laskettiin lukumäärät ja punnittiin kokonaispainot. Lisäksi mitattiin lajikohtaiset pituusjakaumat millimetrin tarkkuudella joko kaikista kaloista (harvalukuiset lajit) tai satunnaisotoksesta (runsaat lajit). Kaikkiaan mitattiin 2969 kalaa. Kaikuluotaimen pintakatvealueen lajeittaiset kalatiheydet ja -biomassat hehtaaria kohti laskettiin kahden pinnassa vedetyn troolivedon perusteella ns. pyyhkäisyestimaattina (Olin & Malinen 2003).

Sulkasääsken toukkien esiintymistä arvioitiin silmämääräisesti kaikuluotauskuvista. Tiheet sulkasääskikeskittymät erottuvat yleensä tiheänä, verhomaisena kerroksena tietyn syvyyden alapuolella, tyypillisesti joko vähähappisessa tai pimeässä vesikerroksessa. Harvemmissä sulkasääskiesiintymissä voidaan havaita yksittäisiä kohteita, joiden kohdevoimakkuus on paljon kaloja pienempi.

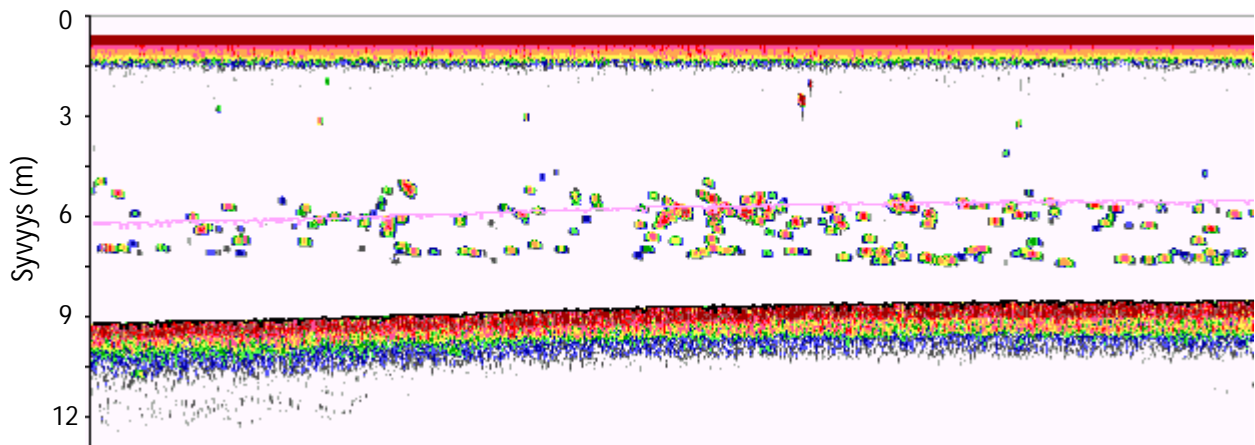
### 3. Tulokset

#### 3.1 Lämpötila, happi, näkösyvyys ja kalojen syvyydjakauma

Tutkimuspäivänä 8. elokuuta 2018 Hauhonselän pääsyvänteellä vallitsi voimakas lämpötilakerrostuneisuus (kuva 2). Päälyysvesi ulottui 6 m syvyydelle asti ja sen lämpötila oli 21-22°C. Harppauskerroksessa, 6-9 m syvyydessä, lämpötila laski muutamalla asteella ja alusvedessä, yli 9 m syvyydellä, se oli alle 17°C. Happipitoisuus alkoi laskea jyrkästi harppauskerroksessa ja oli 9 m syvyydessä enää 0,3 mg/l. Kalojen esiintymisen alarajana oli n. 7,5 m syvyys (kuva 3), joskin tätä syvemmillä havaittiin joitakin yksittäisiä kaloja. Eniten kaloja oli 5-7 m syvyydellä. Näkösyvyys oli 90 cm Secchi-levyllä mitattuna.



Kuva 2. Hauhonselän syvänteen (Lammassaarten länsipuoli) happi- ja lämpötilaprofiilit kaikuluotauspäivänä 8. elokuuta 2018.



Kuva 3. Kaikuluotauskuva Hauhonselän syvänteeltä iltapäivällä 8.8.2018. Kuvassa on n. 90 metrin pituinen osa toiseksi eteläisimmältä linjalta (kuva 1). Kalojen esiintyminen loppuu n. 7,5 m syvyyteen.

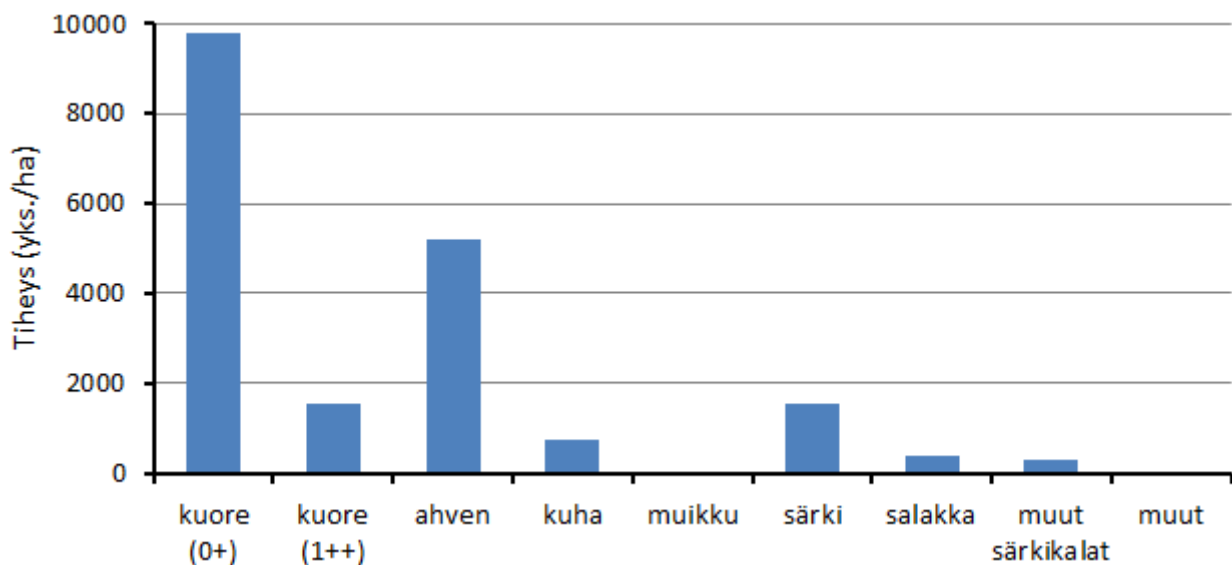
### 3.2 Kalatiheys ja -biomassa

Hauhonselän yli 6 m syvien alueiden (poislukien Vitsiälänselkä) kalatiheysarvio oli kaikuluotauksen perusteella n. 18 800 yks./ha. Arvion 95 %:n luottamusvälit olivat 12 100 - 27 000 yks./ha. Vastaava kalabiomassa-arvio oli 62 kg/ha luottamusvälien ollessa 40-89 kg/ha. Kaikuluotaimen pintakatveen (0-2 m syvyys) kalatiheysarvio oli koetoolauksen perusteella n. 800 yks./ha ja biomassa n. 4 kg/ha. Näin ollen koko vesipatsaan kattavat runsausarviot olivat 19 600 yks./ha ja 66 kg/ha. Hauhonselän kalatiheys- ja biomassa-arviot ovat varsin keskimääräisiä järven rehevyytason nähden. Koska suuremman epävarmuuden sisältävä pintakatveen kalamääräarvio oli troolin perusteella pieni ja vähähappinen alusvesi rajoitti suurella alueella kalojen esiintymistä pohjakatveessa (0,5 m vesikerros pohjan yläpuolella), olivat tutkimuspäivän olosuhteet poikkeuksellisen hyvät kaikuluotaukseen.

### 3.3 Kalalajijakauma

Lukumääräisesti Hauhonselän ulapan selvä valtalaji oli kuore (kuva 4 ja taulukko 1). Sen tiheys oli n. 11 300 yks./ha ja osuus yksilömäärästä 58 %. Yksikesäisten (0+) kuoreiden osuus oli kuorekannasta peräti 86 %. Ahven oli toiseksi runsain laji. Sen tiheys oli n. 5 200 yks./ha ja lukumääräosuus 27 %. Kolmanneksi runsain laji oli särki (1 500 yks./ha ja 8 %). Näiden lisäksi ulapalla esiintyi jonkin verran kuhaa, salakkaa, muikkua, pasuria, lahnaa ja sulkavaa. Lisäksi troolilla saatiin muutama kiiski sekä yksi hauki ja made. Tutkimuspäivänä pinnalla kellui melko runsaasti kuolleita kiiskiä, joten kiiskikanta oli mahdollisesti romahtanut juuri ennen kaikuluotausarvion tekemistä.

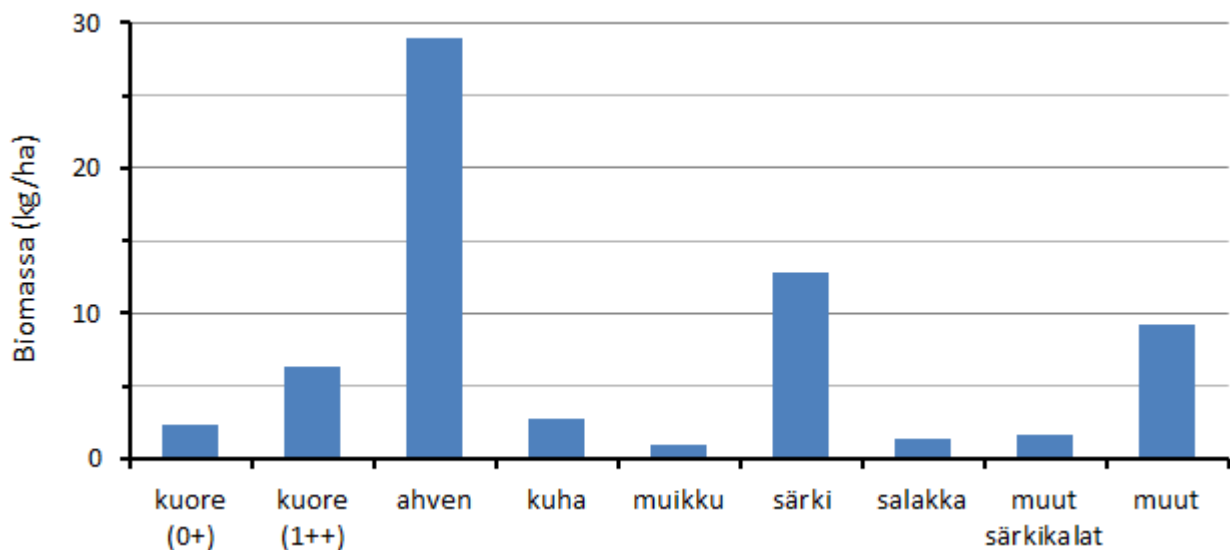
Biomassaltaan Hauhonselän ulapan valtalaji oli ahven, jonka biomassa oli 29 kg/ha ja osuus 44 % (kuva 5 ja taulukko 2). Toiseksi suurin biomassa havaittiin särjellä, 13 kg/ha ja osuus 19 %. Lukumääräisen valtalajin, kuoreen, biomassa oli kalojen pienestä koosta johtuen vasta kolmanneksi suurin: 9 kg/ha ja 13 %. Luokan "muut lajit" korkea biomassa-arvio johtuu trooliin osuneista, suurikokoisista hauesta ja mateesta. Koska yksittäisillä suurilla kaloilla on näinkin suuri vaikutus biomassa-arvioon, tulee etenkin harvalukuisten lajien biomassa-arvioihin suhtautua suurella varauksella.



Kuva 4. Hauhonselän yli 6 m syvien alueiden lajikohtaiset kalatiheysarviot kaikuluotauksen ja troolauksen perusteella. Kuoreet on jaettu kahteen luokkaan, yksikesäisiin (0+) ja vanhempiin (1++) kaloihin. Luokka "muut särkikalat" sisältää pasurit, lahnat ja sulkavat.

Taulukko 1. Hauhonselän yli 6 m syvien alueiden lajikohtaiset kalatiheysarviot kaikuluotauksen perusteella (2 m syvyydeltä alaspäin) ja pintatroulauksen perusteella (0-2 m syvyydessä). Lisäksi on ilmoitettu kunkin luokan osuus kalatiheydestä.

|                 | Kalatiheys<br>kaikuluotauksen<br>perusteella<br>(yks./ha) | Pintakatveen (0-2 m)<br>kalatiheys<br>troulin perusteella<br>(yks./ha) | Yhteensä<br>(yks./ha) | lkm % |
|-----------------|---|--|-----------------------|-------|
| Kuore (0+)      | 9774  | 0  | 9774                  | 50,0  |
| Kuore (1++)     | 1537  | 0  | 1537                  | 7,9   |
| Ahven           | 5136  | 82   | 5218                  | 26,7  |
| Kuha            | 752   | 0  | 752                   | 3,8   |
| Muikku          | 30  | 0  | 30                    | 0,2   |
| Särki           | 1213  | 325  | 1538                  | 7,9   |
| Salakka         | 41  | 360  | 401                   | 2,1   |
| Muut särkikalat | 280   | 0  | 280                   | 1,4   |
| Muut            | 33  | 1  | 34                    | 0,2   |
| Yhteensä        | 18795   | 767  | 19564                 |       |



Kuva 5. Hauhonselän yli 6 m syvien alueiden lajikohtaiset kalabiomassa-arviot kaikuluotauksen ja troulauksen perusteella. Kuoreet on jaettu kahteen luokkaan, yksikesäisiin (0+) ja vanhempiin (1++) kaloihin. Luokka "muut särkikalat" sisältää pasurit, lahnat ja sulkavat. Luokka "muut" sisältää kiisket, hauet ja mateet.

Taulukko 2. Hauhonselän yli 6 m syvien alueiden lajikohtaiset kalabiomassa-arviot kaikuluotauksen perusteella (2 m syvyydeltä alaspäin) ja pintatroulauksen perusteella (0-2 m syvyydessä). Lisäksi on ilmoitettu kunkin luokan osuus kalabiomassasta.

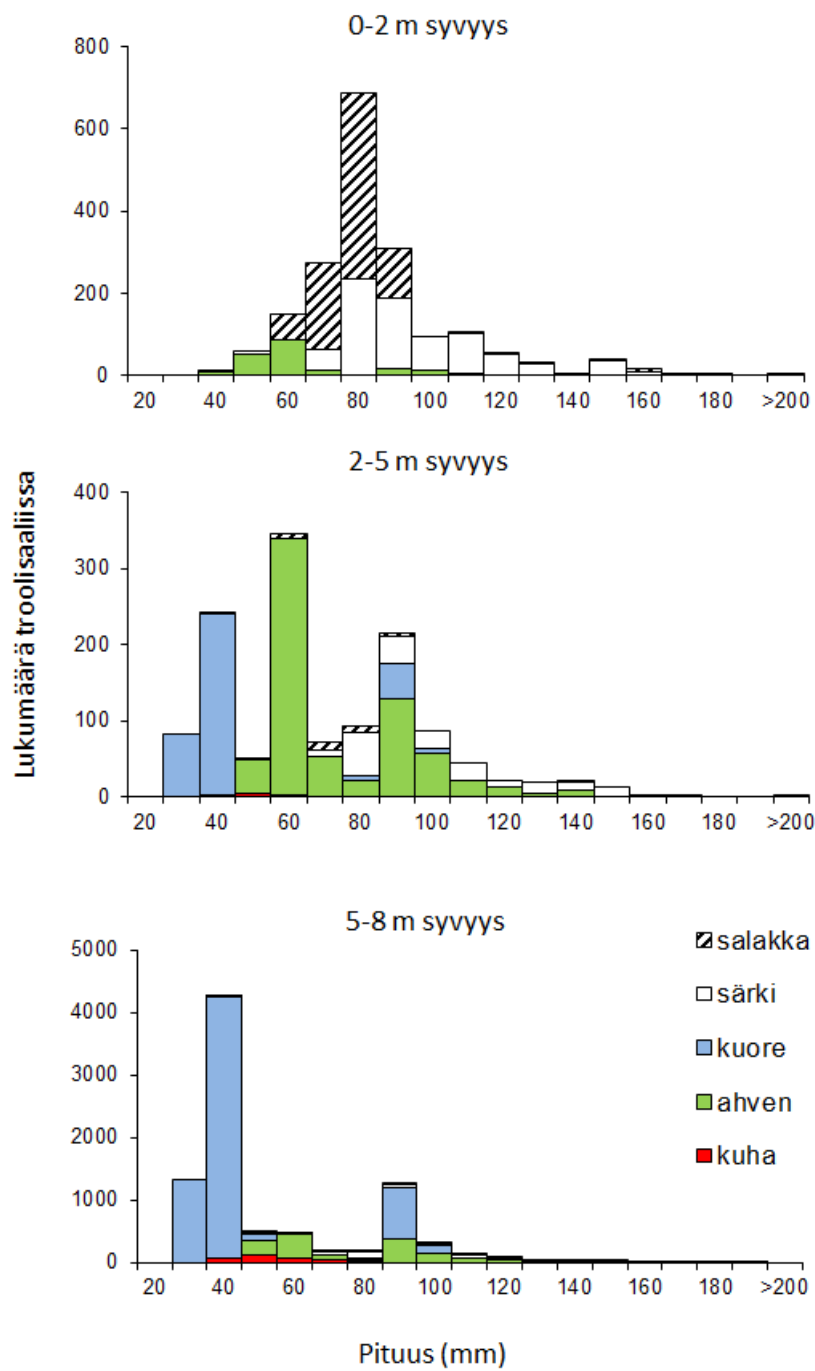
|                 | Kalabiomassa<br>kaikuluotauksen<br>perusteella<br>(kg/ha) | Pintakatveen (0-2 m)<br>kalabiomassa<br>troulin perusteella<br>(kg/ha) | Yhteensä<br>(kg/ha) | kg % |
|-----------------|---|--|---------------------|------|
| Kuore (0+)      | 2,3   | 0  | 2,3                 | 3,5  |
| Kuore (1++)     | 6,3   | 0  | 6,3                 | 9,5  |
| Ahven           | 28,6  | 0,3  | 28,9                | 43,7 |
| Kuha            | 2,8   | 0  | 2,8                 | 4,1  |
| Muikku          | 1,0   | 0  | 1,0                 | 1,5  |
| Särki           | 9,8   | 2,9  | 12,7                | 19,2 |
| Salakka         | 0,2   | 1,2  | 1,4                 | 2,1  |
| Muut särkikalat | 1,7   | 0  | 1,7                 | 2,5  |
| Muut            | 9,2   | 0  | 9,2                 | 13,8 |
| Yhteensä        | 61,9  | 4,4  | 66,3                |      |

### 3.4 Kalojen laji- ja kokojakauma eri syvyyksissä

Kalojen laji- ja kokojakaumassa oli huomattavia eroja vesikerrosten välillä (kuva 6). Pintakerroksessa (0-2 m syvyys) vallitsivat 6-10 cm pituiset salakat ja 7-15 cm pituiset särjet. Lisäksi esiintyi jonkin verran pieniä ahvenia. Hieman syvemmällä, 2-5 m syvyydessä ahven oli selvä valtalaji. Pituusjakaumassa oli selvästi erotettavissa yksikesäiset poikaset (5-7 cm) ja vanhemmat ahvenet (9-14 cm). Lisäksi tässä vesikerroksessa esiintyi yksikesäisiä (pituus 3-5,5 cm) ja vanhempia (pituus 9-11 cm) kuoreita sekä samankokoisia särkiä kuin pintakerroksessa. Runsaimmin kalaa sisältävässä kerroksessa (5-8 m syvyys) valtalajina oli kuore. Sen lisäksi esiintyi pieniä ahvenia ja pituudeltaan 4-12 cm kuhanpoikasia.

Yhteenvedonalojen syvyydjakaumista voidaan todeta, että ahventa esiintyi melko runsaasti kaikissa vesikerroksissa, mutta kuoreen määrä kasvoi ja särkikalojen (salakka ja särki) määrä väheni syvemmälle mentäessä. Tämä on tyypillistä Etelä-Suomen järvissä kesäkerrostuneisuuskaudella. Kuore hakeutuu viileään veden kalana harppauskerrokseen tai sen alapuolelle viileään veteen, kun taas särkikalat suosivat lämmintä päällysvettä. Tutkimuspäivänä alusveden alhainen happipitoisuus rajoitti selvästi nimenomaan kuoreiden esiintymissyvyyttä. Ne joutuivat pysyttelemään 7,5 m syvyyden yläpuolella n. 19°C lämpötilassa, joka on ainakin poikasvaiheen ohittaneille kuoreelle liian korkea. Lämpimän veden jakso jatkui tutkimuspäivän jälkeen vielä useita viikkoja, jonka aikana kuorekanta todennäköisesti harveni tuntuvasti.





Kuva 6. Hauhonselän koetroolisaaliin lajikohtaiset pituusjakaumat eri vesikerroksissa. Huomaa pystyakselin vaihtuva asteikko.

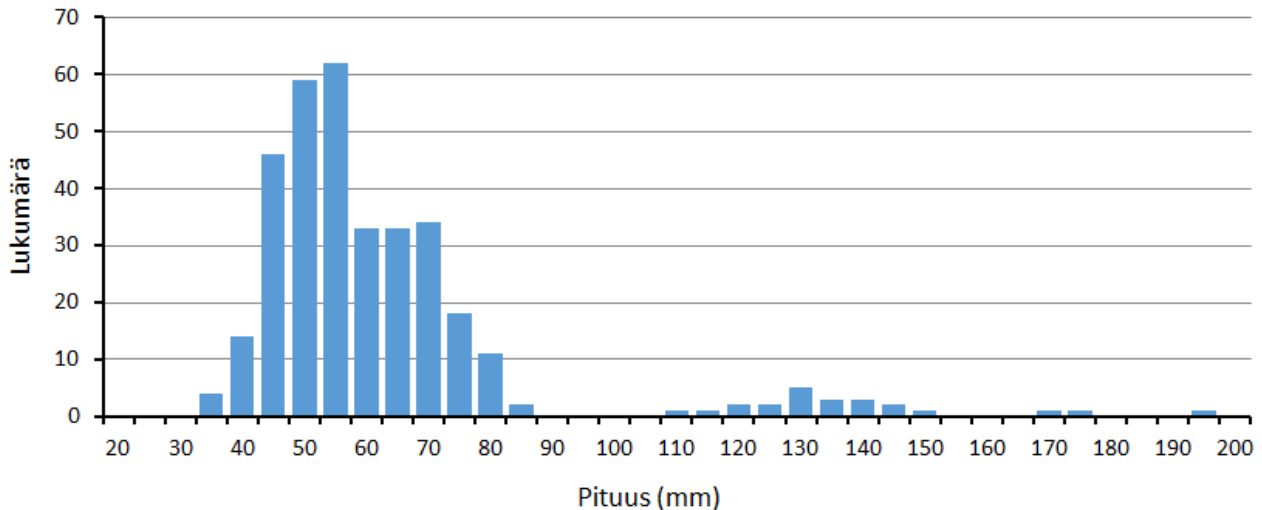
### 3.5 Kuore

Hauhonselän kuoretiheys oli selvästi suurempi kuin verkkokoekalastusten perusteella olisi voinut olettaa. Kuoretiheys on hyvää keskitasoa verrattuna muihin Etelä-Suomen kuorejärviin (Malinen 2012 ja 2017, Malinen & Vinni 2017, 2019a, 2019b). Kuoreen pituusjakaumassa (kuva 6) erottuivat selvästi yksikesäiset poikaset (keskipituus 4,1 cm ja -paino 0,25 g) sekä vanhemmat kuoreet (keskipituus 9,5 cm ja -paino 4,1 g). Suurin saatu kuore oli 11,1 cm pituinen. Kuorevuosiluokka 2018 vaikuttaa yllättävän voimakkaalta ottaen huomioon kesän lämpimyyden. Koska kuoreen kannalta heikot olosuhteet (lämmin vesi, alusveden heikko happitilanne) kuitenkin jatkuivat tutkimuspäivän jälkeen vielä useita viikkoja, saattoi vuosiluokka pienentyä talveen mennessä huomattavasti. Lisäksi kuoreenpoikaset olivat kuitenkin varsin pienikokoisia (ehkäpä liian lämpimästä vedestä johtuen), mikä myös on varmasti lisännyt niiden kuolevuutta.

Vanhempien kuoreiden kohtalaisen suuri määrä saattoi johtua viileän kesän 2017 tuottamasta, keskimääräistä runsaammasta vuosiluokasta. Esimerkiksi rehevällä ja matalalla Tuusulanjärvellä tämä vuosiluokka oli poikkeuksellisen runsas (julkaisematon aineisto). Voi siis olla, että tässä tutkimuksessa esitetyt kuorearviot ovat keskimääräistä suurempia. Joka tapauksessa Hauhonselän kuorekanta vaikuttaa elinvoimaiselta, mikä on positiivinen asia järven tilan ja kalastuksen kannalta. Kuore pystyy ainoana kotimaisena ulappakalana saalistamaan tehokkaasti sulkasääsken toukkia ja on siksi tärkeässä roolissa Hauhonselän ulapan ravintoverkossa. Ilman kuorekanta sulkasääski saattaisi runsastua ja johtaa sinileväkukintojen voimistumiseen. Lisäksi kuore on kuhalle tärkeä ravintokala. Yksikesäiset kuoreet ovat mitä mainiota ravintoa hieman suuremmille, kalaravintoon siirtymässä oleville kuhanpoikasille. Kalaravinto mahdollistaa nopeamman kasvun ja parantaa kuhanpoikasten eloonjääntiä seuraavana talvena. Ilman kuorekanta Hauhonselän kuhatiheys saattaisikin olla nykyistä alhaisempi.

### 3.6 Kuha

Troolilla saatiin melko runsaasti kuhanpoikasia. Pituusjakaumassa erottuvat selvästi 3,5-8,7 cm pituiset poikaset, jotka ovat ilmiselvästi yksikesäisiä (kuva 7). Niiden keskipituus oli 5,9 cm ja keskipaino 1,5 g (n = 316). Seuraavana ryhmänä erottuvat pituudeltaan 11-15,5 cm poikaset, jotka todennäköisesti ovat 1-vuotiaita. Niiden keskipituus oli 13,4 cm ja keskipaino 17,7 g (n = 20). Näiden kokoryhmien lisäksi saatiin troolilla muutamia 17-19,5 cm pituisia kuhia, joiden ikää ei enää pysty päättelemään pituusjakauman perusteella. Myös jako yksikesäisiin ja 1-vuotiaisiin poikasiin on epävarma, koska ikämäärityksiä ei ollut mahdollista tehdä tämän hankkeen puitteissa. Kuhanpoikasista on kuitenkin otettu ikänäytteet mahdollista myöhempää tarvetta varten.



Kuva 7. Kujan pituusjakauma 8. elokuuta 2018 koetroolausten perusteella. Yli 20 cm kuchia saatiin ainoastaan yksi yksilö (56 cm ja 1,4 kg).

Suurempia kuchia (yli 20 cm) ei troolilla juuri tullut, mutta siitä ei voi päätellä paljoakaan niiden runsaudesta. Suurikokoiset kalat pystyvät pakenemaan pikkutroolia paremmin kuin pienet kalat ja ovat siksi aina saaliissa aliedustettuina. Lisäksi suurempien kujen käyttäytyminen voi hyvin olla sellaista, ettei niitä esiinny päiväsaikaan troolattavassa vesikerroksessa. Ne voivat esimerkiksi saalistaa väli-vedessä vain hämärän aikaan ja lepäillä valoisaan aikaan pohjalla (hieman matalammilla alueilla, jossa pohjan läheisessä vesikerroksessa ei ollut hapenvajausta).

### 3.7 Ahven

Ahvenen pituusjakaumassa erottuvat 4-7,6 cm pituiset yksikesäiset poikaset (keskipituus 6,2 cm ja keskipaino 2,2 g, n = 471) ja yli 8,4 cm pituiset vanhemmat ahvenet (keskipituus n. 10 cm ja keskipaino n. 10 g, n = 354). Isoja ahvenia ei troolilla tullut, mutta tämä on hyvin tyypillistä päiväsaikaan tehtäville troolauksille, joissa käytetään pientä troolia. Hauhonselän ulapalla havaittu ahventiheys, yli 5000 yks./ha oli suuri verrattuna vastaaviin tutkimuksiin Etelä-Suomen järvillä. Esimerkiksi Lahden Vesijärvellä ja Hämeenlinnan Alajärvellä ulapan ahventiheydet ovat olleet keskimäärin paljon pienempiä (Malinen & Vinni 2019a ja b). Hauhonselän tuloksia tulkittaessa tulee kuitenkin ottaa huomioon se, että kesä 2018 oli poikkeuksellisen lämmin. Esimerkiksi Tuusulanjärvellä ahventa esiintyy ulapalla erityisen runsaasti juuri lämpiminä kesinä (Malinen 2017). Näin ollen voi olla, että Hauhonselän ahventiheys on keskimäärin alhaisempi kuin tässä esitetty arvio. Hauhonselän ahvenkannan tila vaikuttaa kuitenkin varsin hyvältä.

### 3.8 Muikku

Troolilla saatiin kaikkiaan 19 muikkua, joista kaksi oli yksikesäisiä (pituus 9-10 cm ja paino 4-6 g) ja 17 yksilöä oli vanhempia, todennäköisesti 1-vuotiaita (pituus 17-20,5 cm ja paino 30-60 g). Hauhonselällä on siis säilynyt harvalukuinen muikkukanta. Muikun kasvu näyttää olevan varsin nopeata kuten yleensäkin rehevien järvien harvalukuisilla kannoilla. Vuosiluokka 2018 on erityisen heikko, mikä

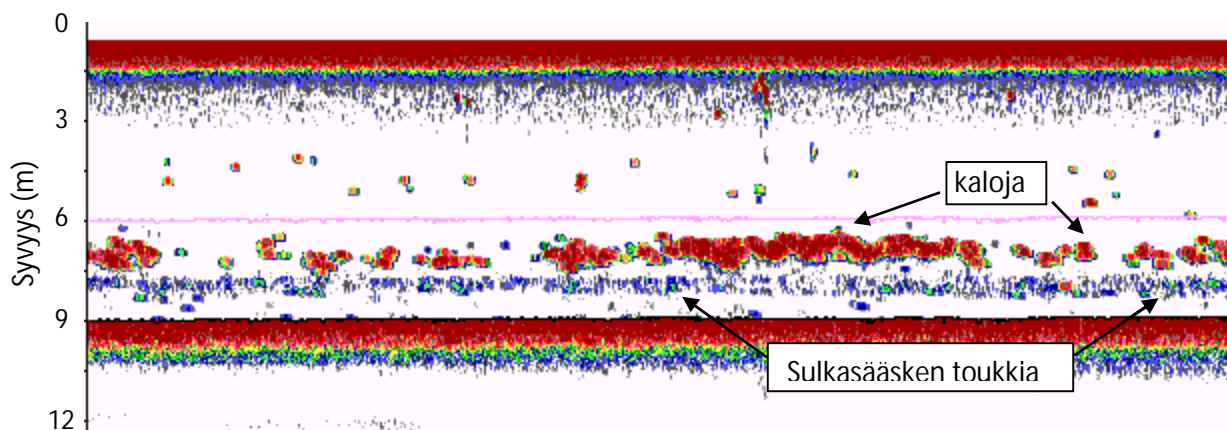
saattaa selittyä poikkeuksellisen lämpimällä kesällä. Harvalukuisuudestaan huolimatta muikku voi tehokkaana lisääntyjänä tuottaa melko runsaita vuosiluokkia sopivien olosuhteiden vallitessa.

### 3.9 Särkikalat

Hauhonselän ulapalla esiintyy melko runsaasti salakkaa ja särkeä. Molemmissa vallitsevat pienikokoiset, salakalla alle 10 cm ja särjellä alle 15 cm kalat, joten petokalat pystyvät varmasti hyödyntämään niitä ravintonaan. Jos petokalakannat (kuha ja suuret ahvenet) ovat voimakkaat, nämä särkikalat tuskin pääsevät runsastumaan. Hauhonselän ulapalla näyttäisi esiintyvän vain vähän pasuria, lahnaa ja sulkavaa. Nämä lajit ovat monessa rehevässä järvessä ongelmallisia, koska ne kasvavat melko suuriksi ja ovat muutenkin korkean ruumiinmuotonsa takia heikosti petokalojen hyödynnettävissä. Särkikalojen suhteen Hauhonselkä ei siis näyttäisi olevan kovin huonossa tilassa niiden melko suuresta määrästä huolimatta.

### 3.10 Sulkasääsken toukat

Kaikuluotauksen perusteella Hauhonselän syvänealueen vähähappisessa vedessä (yli 8 m syvyydessä) esiintyi jokin verran sulkasääsken toukkia (kuva 8). Toukat näkyvät kuvassa sinisinä kohteina. Niiden kohdevoimakkuus on -65 - -60 dB, kun punaisena näkyvien kalojen kohdevoimakkuus on selvästi yli -60 dB. Pelkkä kaikuluotausaineisto ei sovellu toukkien runsauden tarkkaan arviointiin, mutta toukka tiheys oli joka tapauksessa erittäin pieni verrattuna havaittuihin tiheyksiin sulkasääsken vaivaamissa järvissä (Malinen ym. 2008 ja 2014, Malinen & Vinni 2017). Lisäksi toukkia esiintyi vain paikoittain, vaikka alusvesi oli laajalla alueella vähähappista. Esimerkiksi Lammassaarten länsipuolen pikkusyvänteissä niitä ei juuri esiintynyt.



Kuva 8. Kaikuluotaukkuva Hauhonselän syvänteeltä 8. elokuuta 2018 (alhaisempi kynnyksisarvo kuin kuvassa 3, jotta sulkasääsken toukat näkyvät). Kalat erottuvat punaisina kohteina ja sulkasääsken toukat sinisinä.

Tutkimusajankohta ei ollut hyvä sulkasääsken toukkien runsauden arviointiin, koska suuri osa toukista oli mahdollisesti juuri kuoriutunut ja poistunut järvestä. Voi siis olla, että sulkasääsken toukkien todellinen tiheys oli Hauhonselällä selvästikin suurempi. Runsaan kuorekannan, kalojen syvyysjakautuman ja viitteellisten kaikuluotauksien perusteella kuitenkin vaikuttaa siltä, etteivät sul-

kasääsken toukkien elinmahdollisuudet Hauhonselän vesipatsaassa ole kovin hyvät. Vaikka sedimentissä toukkia voi olla suppealla syvänealueella paljonkin, niillä tuskin on kovin merkitystä koko järven mittakaavassa.

#### 4. Tulosten tarkastelu

Elokuussa 2018 Hauhonselän ulapan lukumääräinen valtalaji oli kuore ja biomassaltaan runsain laji oli ahven. Särkikalojen määrä oli selvästi alhaisempi kuin vuosien 2008-2017 verkkokoekalastusten perusteella olisi voinut odottaa. Kuorekanta saattoi olla keskimääräistä runsaampi, jos viileänä kesänä 2017 oli syntynyt runsas vuosiluokka kuten monissa Etelä-Suomen järvissä. Joka tapauksessa Hauhonselän kuorekanta vaikuttaa varsin elinvoimaiselta ja sillä on todennäköisesti tärkeä rooli ulapan ravintoverkossa. Kuorekanta säätelee sulkasääskikantaa ja on arvokas ravintoresurssi järven ulapan petokaloille, kuhille ja suurikokoisille ahvenille.

Hauhonselän ulapan kalasto tarjosi petokaloille hyvät ja monipuoliset ravintovarot ainakin kesällä 2018. Tutkimusajankohtana oli nimittäin tarjolla runsaasti kaikenkokoisille petokaloille sopivia saalistaloja. Yksikesäisiä, 3-5 cm pituisia kuoreita oli runsaasti, ja niiden turvin ahvenet ja kuhat pääsivät siirtymään kalaravintoon jo melko pienikokoisina. Hieman suuremmat petokalat pääsevät saalistamaan yksikesäisiä ahvenenpoikasia (pituus 4-7,5 cm). Ne ovat erityisesti pienten kuhien suosimia ravintokohteita. Hieman suuremmillekin kuhille ja ahvenille oli tarjolla runsaasti ravintoa 6-9 cm pituisten salakoiden ja 8-15 cm pituisten särkien ja ahventen ansiosta. Ulapan laji- ja kokojakauman valossa ei ole ihme, että Hauhonselän kuhan kasvunopeus on todettu hyväksi (Puranen & Ranta 2017).

Kaikuluotaus- ja koetroolaustudkimus antoi Hauhonselän kalastosta selvästi positiivisemmän kuvan kuin verkkokoekalastukset, joiden perusteella järven kalaston tila on välttävä. Koko Hauhonselän kalaston tilaa arvioitaessa tulee ehdottomasti ottaa huomioon molempien menetelmien antamat tulokset. Ulapalla esiintyvä pienikokoinen kuore on tyypillisesti aliedustettuna verkkokoekalastuksissa ja siltä osin tämä tutkimus toi runsaasti uutta tietoa Hauhonselän kalaston tilasta. Tulee kuitenkin muistaa, että kaikuluotaus- ja koetroolaustudkimus kattoi ainoastaan yli 6 metriä syvät alueet. Matalammilla alueilla kuoretta on todennäköisesti paljon vähemmän ja kalasto voi muutenkin olla hyvin erilainen. Esimerkiksi pasurin ja lahnan osuus saattaa olla selvästi suurempi. Verkkokoekalastusten alueellinen kattavuus on paljon parempi, koska se tehdään lähes koko järven alueella aivan matalaa rantavettä lukuun ottamatta. Säännöllisesti toistettuna se antaa arvokasta tietoa eri kalalajien runsauksien kehityksestä sekä esimerkiksi särki- ja ahvenkalojen suhteesta koko järven alueella.

Kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella hoitokalastuksen mahdollisuudet Hauhonselän kunnostuksessa vaikuttavat melko heikoilta. Suurta riskiä sulkasääsken toukkien runsastumiselle ei pitäisi olla järven mataluuden ja runsaan kuorekannan takia, mutta ulapan kalalaji- ja kokojakauma ei puolla hoitokalastusta. Ulapalla runsaana esiintyvät kalat (kuore, ahven, särki ja salakka) ovat niin pienikokoisia, että petokalat kyllä huolehtivat niiden kantojen säätelystä, jos petokalakannat saadaan hyvälle tasolle.

Hoitokalastuksen sijaan Hauhonselän kalastoa kannattaa hoitaa vahvistamalla järven luontaisia petokalakantoja. Kaikkien petokalojen kalastus tulisi keskittää suurikokoisiin yksilöihin. Tällöin järven petokalamäärä kasvaa ja samalla kasvaa myös niiden syömien ravintokalojen määrä. Lisäksi särkikalajien osuus kuhan ja ahvenen ravinnossa lisääntyy kalan koon kasvaessa. Suurikokoisista kuhista ja ahvenista koostuvat kannat pystyvät siis paremmin säätelemään särkikalakantojen runsautta. Tämän takia nykyisin koko Hauhonselällä sovellettava, verkkojen 50 mm:n minimisomuväli on järven tilankin kannalta hyödyllinen rajoitus. Jopa vieläkin korkeampi minimisolmuväli, esimerkiksi 55 mm, olisi kuhan hyvän kasvunopeuden ansiosta suositeltava.

Hauhonselällä verkon solmuvälirajoitus on erityisen tarpeellinen. Järven syvyysuhteet nimittäin saattavat altistaa kuhakannan ylikalastukselle. Järnessä on vain muutama pienialainen syväne, joihin kuhat tyypillisesti kerääntyvät alkutalvella. Jos näissä syvänteissä harjoitetaan tuolloin tehokasta verkkopyyntiä liian tiheän solmuvälin verkoilla, muodostuu kannan kuolevuus helposti suureksi.

Kuhakantoja on Suomessa perinteisesti yritetty vahvistaa poikasistutuksilla. Hauhonselän koetroolisaaliin perusteella kuha lisääntyi Hauhonselällä melko tehokkaasti ainakin kesällä 2018. Kaikki havaitut poikaset olivat luonnonkudusta peräisin, koska kuhanpoikasia istutettiin järven vasta muutama viikko kaikuluotaustutkimuksen jälkeen. Teoriassa poikasistutuksilla voidaan lisätä järven kuhakantaa jos luonnonlisääntyminen ei ole tehokasta. Vuonna 2018 tähän ei kuitenkaan olisi ollut tarvetta. Toisaalta yhden kesän perusteella ei tietenkään voida sanoa ovatko Hauhonselän kuhanpoikasistutukset yleisesti ottaen tarpeettomia. Istutusten kannattavuutta olisi hyvä selvittää pitämällä muutaman vuoden tauko istutuksissa ja seuraamalla vuosiluokkien runsauden kehitystä. Samalla saataisiin muutakin hyödyllistä tietoa kuhakannan tilasta. Lisäksi kaikki kokoluokat kattava kuhan ravintonselvitys antaisi tietoa siitä, minkä kokoisia yksilöitä kannassa tulisi olla, jotta kuhakanta säätelisi tehokkaasti särkikalakantoja.

Myös muilla petokaloilla on suuri merkitys ravintoverkossa. Tällä hetkellä käytössä oleva 50 mm solmuväli suojelee sopivasti petoahvenia, ja nekin varmasti syövät huomattavat määrät pieniä särkiä ja salakoita. Matalilla alueilla hauki on tehokkain särkikalakantojen säätelijä ja myös haukikantaa kannattaa vaalia. Kuhasta ja ahvenesta poiketen jo melko pienetkin hauet syövät särkikalajia. Hauenkalastuksen ohjauksessa voisikin saaliskoon kasvattamisen lisäksi olla hyödyllistä vähentää kalastuskuolevuutta. Hauenkalastukseen voisi ehkä suositella sellaista käytäntöä, että osa saaliskaloista vapautetaan. Muitakin petokaloja, esimerkiksi madetta esiintyy Hauhonselällä, mutta niillä lienee ravintoverkossa vain vähäinen merkitys.

Hauhonselän yhtenä ongelmana on alusveden heikko happipitoisuus kerrostuneisuuskausilla. Hapettomissa oloissa osa sedimenttiin sitoutuneesta fosforista vapautuu alusveteen, josta se lämpötilakerrostuneisuuden purkautuessa voi päätyä myös planktonlevien käyttöön. Koska Hauhonselkä on matala ja tuulille altis, pitkään kestävät kerrostuneisuusjaksot ovat kuitenkin harvinaisia. Koko järven mittakaavassa alusveden hapenvajauksen aiheuttama sisäinen kuormitus lieneekin lähes merkityksetöntä. Tämän vähäpätöisen ongelman poistamiseen tuskin kannattaa uhrata resursseja. Ainakaan sekoitushapetus ei missään nimessä sovellu Hauhonselällä käytettäväksi, koska se poistaisi kuoreen ja muikun vaatiman viileän alusveden. Koska käyttökelpoisia, itse Hauhonselkään kohdistuvia kunnostustoimia ei petokalakantojen vahvistamien lisäksi ole, kannattaa voimavarat suunnata valuma-alueen vesiensuojelun tehostamiseen.

## 5. Johtopäätökset

Hauhonselän ulapan lukumääräinen valtalaji on kuore ja biomassaltaan runsain laji on ahven. Lisäksi ulapalla esiintyy runsaasti myös melko pienikokoista särkeä ja salakkaa. Muita särkikalaja ulapalla näyttäisi esiintyvän vain vähän. Järvessä elää myös harvaluikuinen muikkukanta.

Runsas kuorekanta on positiivinen asia Hauhonselän tilan kannalta, koska se estää sulkasääsken toukkien runsastumisen ja on hyvää ravintoa petokaloille, erityisesti kuhalle ja ahvenelle. Muutenkin Hauhonselän ulapan kalasto tarjoaa petokaloille hyvät ravintovarat.

Hauhonselän kalaston rakenne ei puolla hoitokalastusta. Sen sijaan järven petokalakantoja kannattaa vahvistaa. Etenkin kuhan kalastus kannattaa kohdistaa suuriin yksilöihin. Hauhonselän kuha lisääntyi luontaisesti tehokkaasti ainakin kesällä 2018, eikä kuhanpoikasistutuksille olisi ollut tuona kesänä tarvetta. Istutusten kannattavuus olisi hyvä selvittää jatkossa.

Sulkasääsken toukkia esiintyi vesipatsaassa vain vähän ja pienellä alueella. Järven mataluuden ja runsaan kuorekannan ansiosta sillä tuskin on suurta roolia ravintoverkossa. Tarkemmalle sulkasääskiselvitykselle ei ole tarvetta. Koska Hauhonselälle ei löytynyt muita käyttökelpoisia, järveen kohdistuvia kunnostustoimia kuin petokalakantojen vahvistaminen, tulee voimavarat keskittää valuma-alueen vesiensuojeluun.

## 6. Kiitokset

Kiitämme Hauhonselän osakaskuntia positiivisesta suhtautumisesta hankkeen vaatimiin koekalastuksiin. Tämä selvitys kuuluu Vesistösuunnittelu-PAKKA -hankkeeseen, jonka rahoittaja on Linna-seutu ry Leader-rahoituksella.

## Lähdeluettelo

- Alajoki, H. 2014: Hauhonselän ravinnekuormitus selvitys ja yleiskunnostussuunnitelma. Hankeraportti. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. 68 s. ja 3 liitettä.
- Jolly, G. M. & Hampton, I. 1990: Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to assess fish biomass. Rapp. P.-v Réun. Cons. int. Explor. Mer. 189: 415-420.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Malinen, T., Eloranta, P., Vinni, M., Alajärvi, E., & Valtonen, S. 2003: The supremacy of invertebrate predators over fish – factors behind the unconventional seasonal dynamics of cladocerans in Lake Hiidenvesi. Arch. Hydrobiol. 158: 75-96.
- Malinen, T. 2012: Vanajanselän ulappa-alueen kalatiheys ja -biomassa kesällä 2011 kaikuluotauksen perusteella arvioituna. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 10 s.
- Malinen, T. 2017: Tuusulanjärven ulapan kalasto vuosina 1997-2016 kaikuluotauksen ja koetrollauksen perusteella arvioituna. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 12 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2017: Sulkasääsken toukkien, jäännemassaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2016 ja 2017. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 19 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2019(a): Vesijärven Enonselän ulapan kalayhteisön kehitys vuosina 2017 ja 2018. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma. 14 s.

- Malinen, T. & Vinni, M. 2019(b): Hämeenlinnan Alajärven ravintoverkkoselvitys vuonna 2017. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma. 24 s. + liite.
- Malinen, T., Vinni, M. & Antti-Poika, P. 2008: Kaukjärven kalojen sekä sulkasääsken toukkien ja muiden pohjaeläinten runsaus vuonna 2007. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 17 s.
- Malinen, T., Vinni, M. & Iso-Tuisku, J. 2014: Sulkasääsken toukkien runsaus Vanajanselällä kesällä 2013. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos ja Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. 14 s.
- Olin, M. & Malinen, T. 2003: Comparison of gillnet and trawl in diurnal fish community sampling. *Hydrobiologia* 506-509: 443-449.
- Puranen, M. & Ranta, T. 2017: Kuhan kasvun ja sukukypsyyden selvitys Hauhon- ja Ilmoilanselällä 2017. Hämeen kalatalouskeskuksen raportti nro 13/2017. 13 s.
- Shotton, R. & Bazigos, G. P. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic surveys. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.* 184: 34-57.