

# Sulkasääsken ja jäännemassiaisen runsaus Hiidenvedellä kesällä 2014

Tutkimusraportti 25.2.2015

Tommi Malinen

Mika Vinni

Helsingin yliopisto  
ympäristötieteiden laitos/  
akvaattiset tieteet

## 1. Johdanto

Hiidenveden runsas sulkasääskikanta on merkittävässä roolissa järven ulappa-alueen ravintoverkossa. Sulkasääsken toukat säätelevät eläinplanktonin runsautta ja voivat siten aiheuttaa tai voimistaa sinileväkukintoja. Hiidenveden Kiihkelyksenselällä on sulkasääsken toukilla todettu olevan paljon suurempi vaikutus eläinplanktonyhteisöön kuin kaloilla (Liljendahl-Nurminen ym. 2003), eikä selän tilaa sen vuoksi voida parantaa hoitokalastuksella. Sulkasääsken toukkien runsautta Hiidenvedellä on tutkittu vuosina 1999, 2007, 2009 sekä vuodesta 2011 alkaen vuosittain (Horppila ym. 2003, Malinen ym. 2008, 2010, 2012a, Malinen & Vinni 2013a ja b). Tulosten perusteella sulkasääsken vuotuinen kannanvaihtelu on melko voimakasta: vuosittain toukkien runsaus on vaihdellut 300 ja 2300 yks./m<sup>2</sup> välillä (yli 6 m syvillä alueilla). Kannanvaihtelu johtuu todennäköisesti kesän sääoloista. Kesinä, jolloin vallitsevat lisääntymiselle suotuisat ilmat, syntyy runsaita sukupolvia ja päinvastoin. Esimerkiksi pitkä hellejakso sekä tyynien ja sateettomien öiden runsaus todennäköisesti suosivat sulkasääsken lisääntymistä. Lisääntymistulos näkyy runsausarvioissa seuraavana kesänä, koska kesäkuun tutkimuksen kohteena ovat talvehtineet, edellisenä kesänä syntyneet toukat. Hiidenveden sulkasääsken voimakas kannanvaihtelu tarjoaa hyvän koeasetelman. Jos Hiidenvedellä sulkasääsken toukat todella vaikuttavat sinileväkukintojen muodostumiseen (Liljendahl-Nurminen ym. 2005), pitäisi luontaisen kannanvaihtelun korreloida sinileväkukintojen esiintymisen kanssa. Koska sinilevien runsauteen vaikuttavat kuitenkin hyvin monet tekijät, pitää sulkasääsken vaikutuksen selvittämiseksi kerätä aineistoa useiden vuoden ajalta.

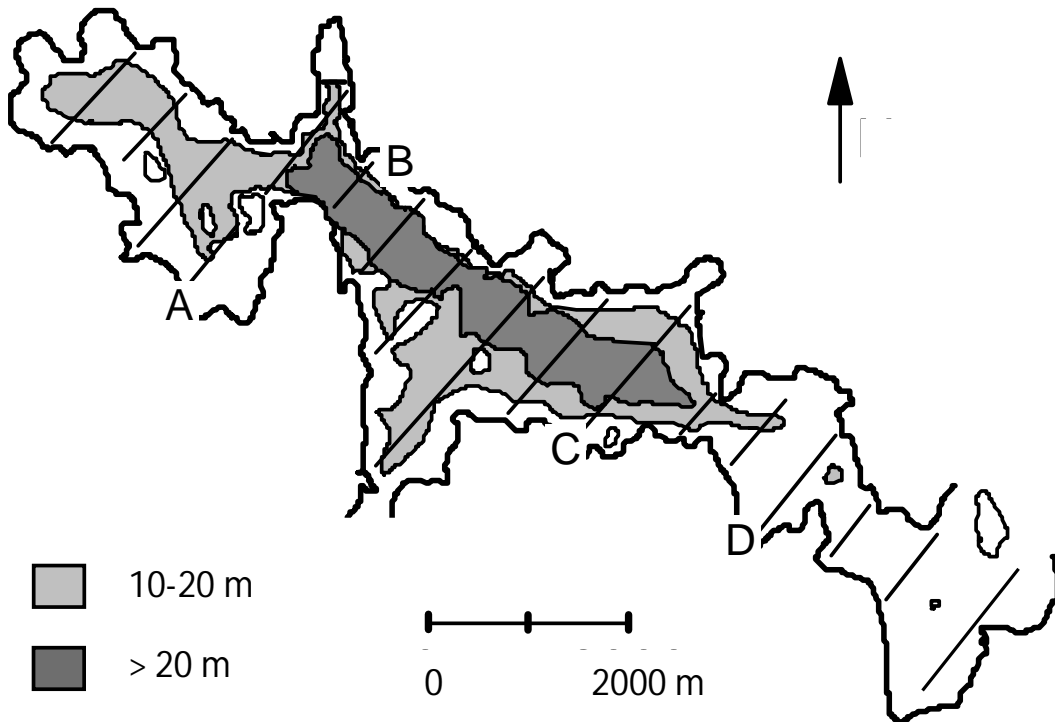
Tämän tutkimuksen tavoitteena oli arvioida sulkasääsken toukkien tiheys Hiidenveden ulappa-alueella kesäkuussa 2014 ja selvittää sulkasääskikannan kehitystä yhdistämällä tulokset vuosien 1999-2013 aineistoon. Hiidenveden nostohaavinäytteissä on joka vuosi esiintynyt myös jäännemassiaisia (*Mysis relicta*) ja tässä raportissa esitetään sillekin runsausarviot vuosille 2011-2014. Lisäksi esitetään sedimenttinäytteiden perusteella tiheysarvio valkokatkalle (*Monoporeia affinis*), jonka kanta on viime vuosina voimakkaasti taantunut Hiidenvedellä (Malinen & Vinni 2013b).

## 2. Aineisto ja menetelmät

Sulkasääsken toukkien runsautta, esiintymisaluetta ja vertikaalijakaumaa arvioitiin Kiihkelyksenselän, Nummelanselän ja Retlahden yli kolme metriä syvät alueet kattavalla kaikuluotauksella sekä planktonhaavi- ja pohjaeläinnoudinnäytteenotolla 5. kesäkuuta 2014. Aluksi tutkimusalue kaikuluodattiin lounas-koillinen-suuntaisia linjoja pitkin toukkien alueellisen esiintymisen ja vertikaalijakauman selvittämiseksi (kuva 1). Linjojen välinen etäisyys toisistaan oli n. 750 metriä. Tämän jälkeen tehtiin haavi- ja sedimenttinäytteenotto. Näytepisteet sijoitettiin kaikuluotauslinjoille siten, että pisteiden välinen etäisyys oli 750 m sekä

lounas-koillinen-suunnassa että kaakko-luode-suunnassa (ensimmäisen pisteen sijainti linjalla arvottiin). Tämä 750m\*750m kehikko tuotti yhteensä 28 näytepistettä. Näistä arvottiin 19 pistettä mukaan lopulliseen otantaan. Lisäksi otettiin näytepisteeksi kehikkoon kuulumaton Retlahden yli 15 m syväne, koska Retlahden kaikki varsinaiset näytepisteet olivat melko matalia ja syvät alueet olisivat tulleet aliedustetuiksi. Alle kolme metriä syvät näytteenottopisteet jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle, koska toukkien esiintyminen on keskittynyt aikaisemmin selvästi syvemmille alueille (Liljendahl-Nurminen ym. 2002). Tutkimus ajoitettiin samaan ajankohtaan ja tehtiin samoilla näytteenottovälineillä kuin aikaisempina tutkimusvuosina, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia.

Kaikuluotaukset tehtiin Simrad EY-500 -tutkimuskaikuluotaimella, joka oli varustettu lohkokeilaisella ES120-7C -anturilla. Anturin lähettämän äänen taajuus on 120 kHz, ja äänikeilan avautumiskulma 7 astetta. Kaikuluotausaineisto tallennettiin kannettavan tietokoneen kovalevylle myöhempää analysointia varten. Kaikilta näytepisteiltä otettiin näytteet nostohaavilla (silmäkoko 183 µm, halkaisija 50 cm) ja Ekman-pohjanoutimella (näyteala 231 cm<sup>2</sup>). Sedimenttinäytteet seulottiin 500 µm:n haavikankaan läpi. Haavi- ja pohjaeläinnäytteet pakastettiin. Lisäksi mitattiin syvänteeltä lämpötila- ja happiprofiilit sekä määritettiin näkösyvyys Secchi-levyllä.



Kuva 1. Hiidenvedellä kaikuluodatut linjat 5. kesäkuuta 2014. Kirjaimilla merkityistä linjoista on esitetty myös kaikuluotauskuvat (kuva 3).

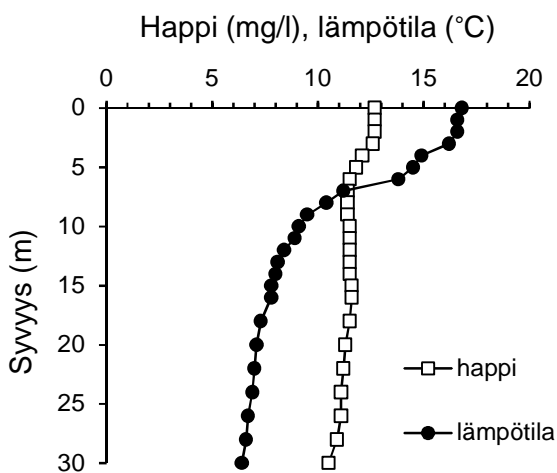
Sulkasääsken toukkien lukumäärä haavi- ja sedimenttinäytteissä laskettiin myöhemmin laboratoriossa. Lukujen perusteella laskettiin sulkasääsken toukkien tiheysarviot Hiidenveden yli 6 m syville ja yli 3 m syville alueille. Laskennassa käytettiin jälkiositusta, jossa ositusperusteena olivat syvyysvyöhykkeet (esim. Pahkinen & Lehtonen 1989, s. 62-63). Arvioille laskettiin myös 95 %:n luottamusvälit Poisson-jakaumaan perustuen (Jolly & Hampton 1990). Lisäksi mitattiin n. 200 yksilön pituus haavinäytteistä ja n. 100 yksilön pituus sedimenttinäytteistä toukkien keskipituuden laskemiseksi ja pituusjakauman määrittämiseksi. Jäänemassiaisen tiheysarviot laskettiin muuten samoilla menetelmillä, mutta arviot laskettiin ainoastaan

yli 10 m syville alueille. Jäänemassaisia ei ole näytteenottopäivinä esiintynyt alle 10 m syvillä alueilla ainakaan vuodesta 2011 alkaen.

### 3. Tulokset

#### 3.1 Lämpötila- ja happiprofiilit

Tutkimusajankohtana 5. kesäkuuta 2014 Kiihkelyksenselän syvänteellä päällysveden lämpötila oli 16-17°C (kuva 2). Päällysveden alapuolella, 3-10 m syvyydellä lämpötila laski melko nopeasti ollen 10 m syvyydellä enää 9°C. Syvimmillä mittausyvytydellä (30 m), lämpötila oli 6,4°C. Happipitoisuus oli korkea koko vesipatsaassa. Näkösyvyys oli 0,95 m Secchi-levyllä mitattuna eli vesi oli hieman kirkaampaa kuin vuosien 2012 ja 2013 kesäkuun alussa (0,8 m).

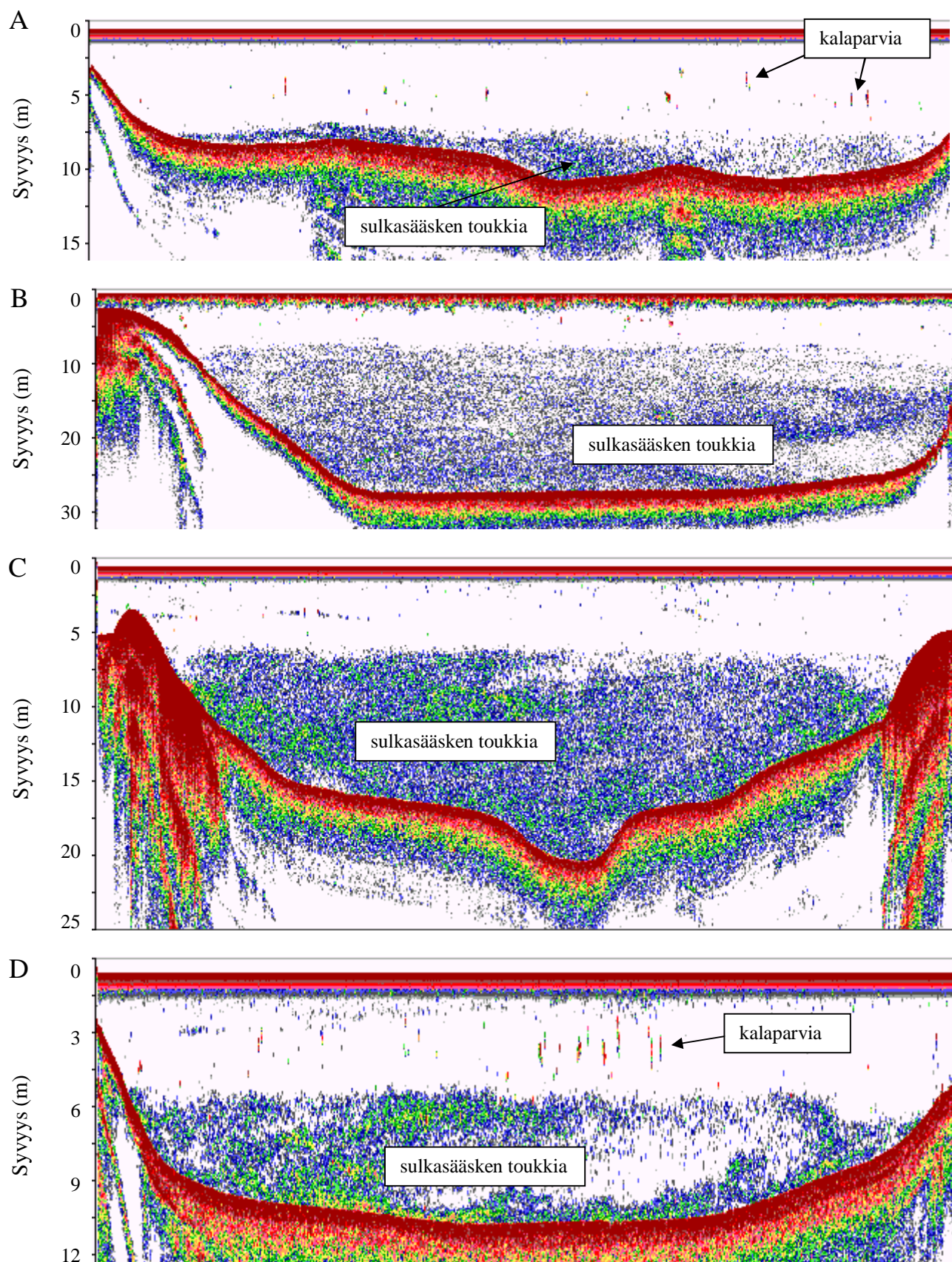


Kuva 2. Lämpötila- ja happiprofiilit Hiidenveden Kiihkelyksenselän syvänteellä 5. kesäkuuta 2014.

#### 3.2 Sulkasääsken toukat

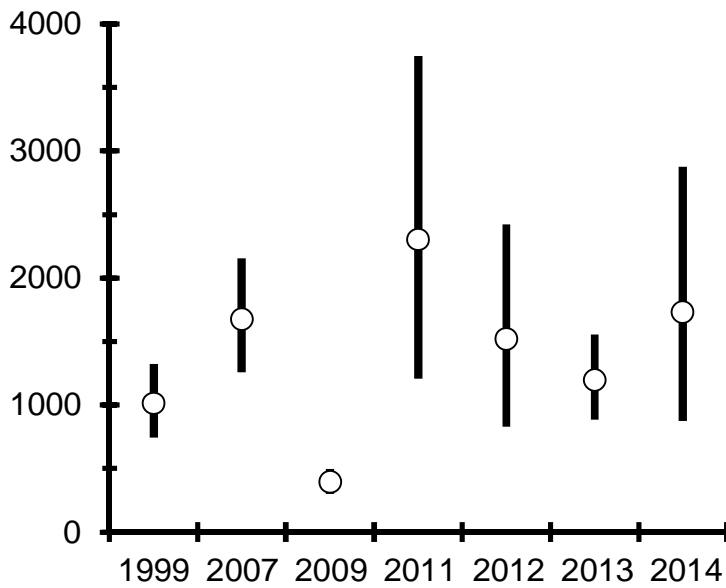
Sulkasääsken toukkien esiintymiskerroksen ylärajassa oli havaittavissa pieni nousu länsi-itä-suunnassa. Retlahden syvänteellä toukkien esiintymisen yläraja oli 7,3 m (linja A, kuvat 1 ja 3), Kiihkelyksenselän syvänteen länsipäässä 7,0 m (linja B), Kiihkelyksenselän syvänteen keskiosassa 6,0 m (linja C) ja Kiihkelyksenselän syvänteen itäpäässä 5,2 m (linja D). Myös vuonna 2013 toukkien esiintymisen yläraja oli Retlahdella syvemmällä kuin Kiihkelyksenselällä. Erot alueiden välillä saattavat johtua veden sameuden vaihtelusta. Ainakin Varikkaan uimarannan laiturin päässä näkösyvyys oli alhaisempi (automaattimitausaseman mukaan 0,7 m) kuin Kiihkelyksenselän syvänteen keskellä (0,95 m). Kiihkelyksenselän keskiosassa sulkasääsken toukkien esiintymisen yläraja on ollut vuosien 2012-2014 näytteenottopäivinä suunnilleen sama, n. 6,0 metriä (Malinen & Vinni 2013 a ja b). Aikaisempien vuosien tapaan sulkasääsken toukat välttivät runsaskalaista päällysvettä. Sulkasääskikerroksessa esiintyi kuitenkin yksittäisiä kaloja. Linjan D itäpuolella toukkia esiintyi vesipatsaassa vain hyvin niukasti.

Kesäkuussa 2014 sulkasääsken toukkien tiheys oli Hiidenveden yli 6 m syvillä alueilla n. 1730 yks./m<sup>2</sup> (95 %:n luottamusvälit 870-2880 yks./m<sup>2</sup>, kuva 4). Tiheysarvio oli hiukan suurempi kuin vuonna 2013, mutta luottamusvälien laajuuden takia sulkasääskikannan runsastumisesta ei voida puhua. Vuosien 2007-2014 tiheysarviot eivät muuten eroa merkitsevästi toisistaan, mutta vuoden 2009 tiheys on merkitsevästi pienempi kuin kaikkina muina vuosina (riskitaso < 0,01). Yli 3 m syviä alueita kohti laskettuna vuoden 2014 tiheysarvio oli 1460 yks./m<sup>2</sup> (95 %:n luottamusvälit 740-2450 yks./m<sup>2</sup>).



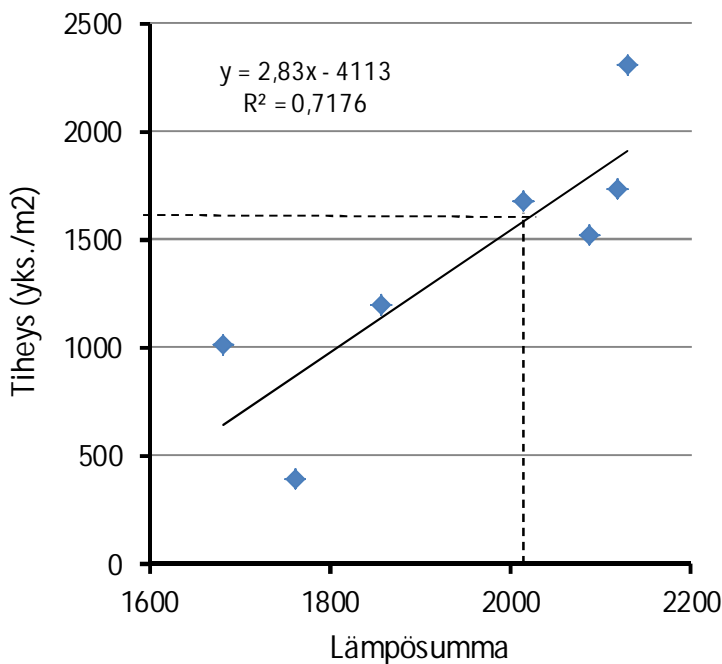
Kuva 3. Kaikuluotaukset neljältä linjalta (linjat A-D kuvassa 1) iltapäivällä 5. kesäkuuta 2014. Huomaa erilaiset syvyysasteikot.

Tiheys (yks./m<sup>2</sup>)



Kuva 4. Sulkasääsken toukkien tiheys Hiidenveden yli 6 m syvillä alueilla vuosina 1999-2014. Arvioissa ovat mukana sekä vesipatsaan että sedimentin toukat. Tutkimus on tehty kaikkina vuosina alkukesällä (3.-10.6.), joten arviot ovat vertailukelpoisia.

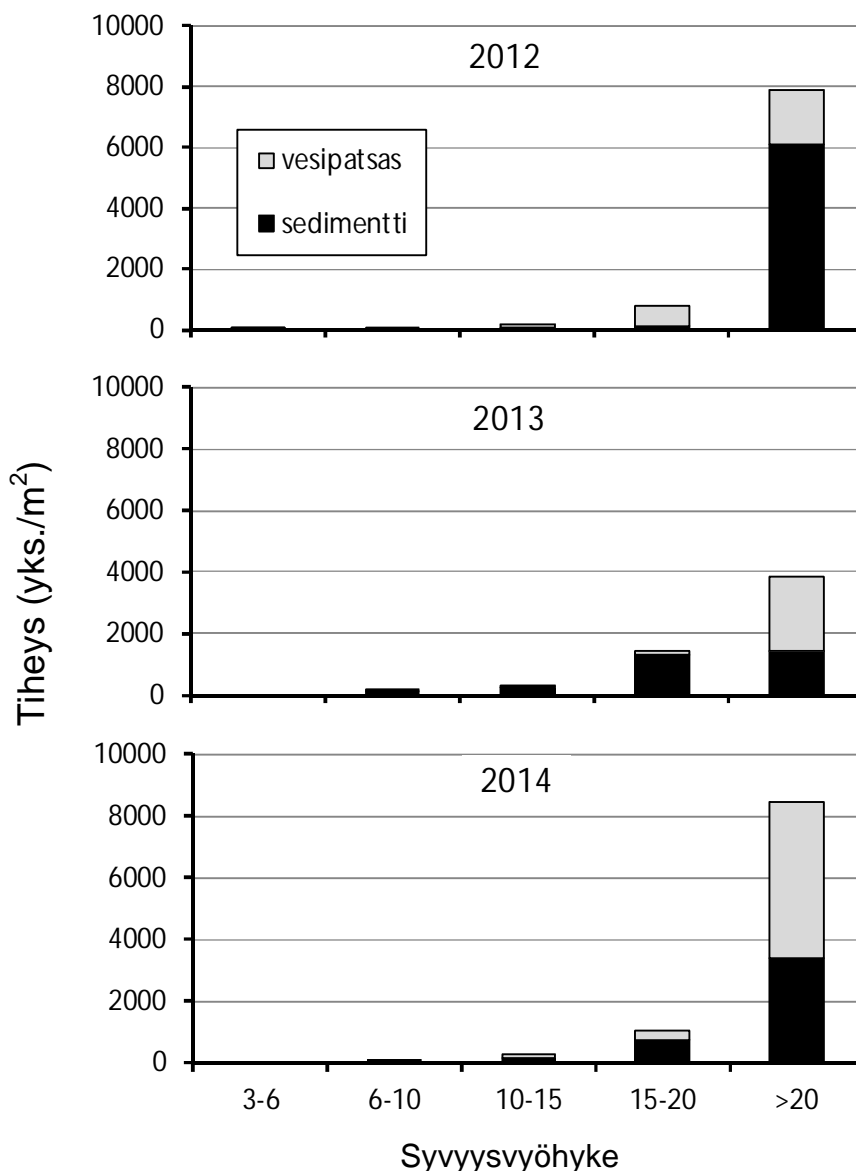
Sulkasääsken toukkien kannanvaihtelu Hiidenvedellä johtunee edellisen kesän lisääntymisoloista. Lämpimänä, vähäsateisena ja vähätuulisena kesänä lisääntyminen onnistuu paremmin kuin kylminä, sateisina ja tuulisina kesinä. Jo pelkästään lämpösunnan vaihtelu selittää suuren osan sulkasääskitiheyden vaihtelusta (kuva 5). Näin ollen edellisen kesän lämpötilan perusteella voidaan suuntaa antavasti ennustaa seuraavan vuoden kesäkuun sulkasääskitiheyttä. Kesän 2014 lämpösunnan perusteella ennuste kesäkuun 2015 sulkasääskitiheydeksi on n. 1600 yks./m<sup>2</sup>.



Kuva 5. Sulkasääsken toukkien tiheys Hiidenveden yli 6 m syvillä alueilla edellisen kesän lämpösunnan (Helsinki-Vantaan lentotaseaman päivittäiset keskilämpötilat 15.5.-14.9.) suhteen esitettyinä. Lämpösunnan ja tiheyden väliselle regressiolle on esitetty yhtälö selitysasteineen ( $R^2$ ). Kesän 2014 lämpösunnan perusteella voidaan suuntaa antavasti ennustaa sulkasääsken toukkien tiheys kesäkuussa 2015 (katkoviivat).

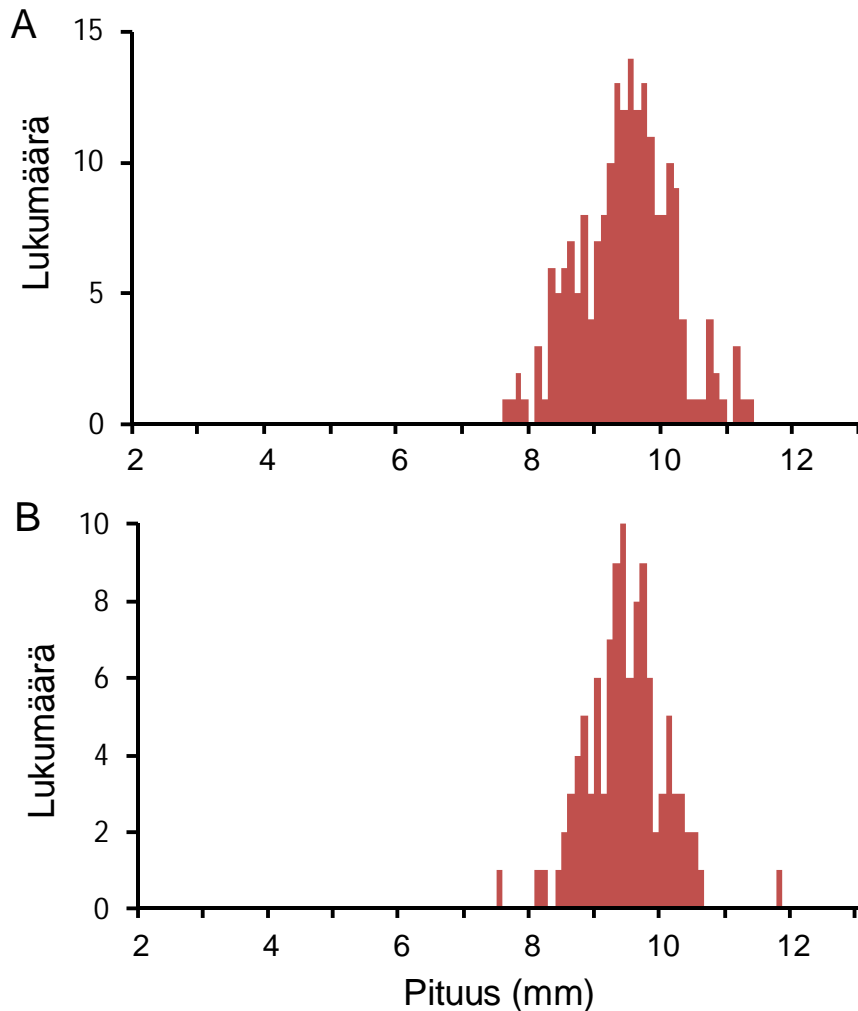
Vuoden 2014 näytteenottopäivänä toukkien esiintyminen eri syvyysvyöhykkeillä muistutti suuresti vuonna 2012 havaittua esiintymistä. Vaikka toukkia esiintyi miltei kaikkialla yli 6 m syvällä alueella, olivat ne kuitenkin varsin voimakkaasti keskittyneet yli 20 m syville alueille (kuva 6). Vuonna 2013 toukkatiheys oli 15-20 m syvällä alueella suurempi kuin vuosina 2012 ja 2014. Ilmeisesti sulkasääkipopulaation vuotuinen kehitys on ollut vuonna 2013 hieman pidemmällä kuin vuosina 2012 ja 2014. Hiidenveden toukkien on havaittu levittäytyvän syimmältä alueelta vähitellen laajemmalle alueelle kesän edetessä (Liljendahl-Nurminen ym. 2002). Myös veden lämpötila viittaa tähän ilmiöön, ainakin päällysveden lämpötila oli vuonna 2013 selvästi korkeampi (yli 20°C) kuin 2012 (14°C) ja 2014 (17°C). Kuvaa 5 tulkittaessa tulee ottaa huomioon, että 15-20 m syvien alueiden pinta-ala on noin kaksinkertainen yli 20 m syvien alueiden pinta-alaan verrattuna. Näin ollen 15-20 m syvillä alueilla on melko alhaisesta tiheydestä huolimatta merkittävä osa toukkapopulaatiosta.

Näytteenottopäivänä 5.6.2014 suunnilleen 47 % toukista oli vesipatsaassa ja 53 % sedimentissä, aivan kuten vuonna 2013. Koteloiden osuus kaikista toukista oli ainoastaan 0,2 %, joten sulkasääskien kuoriutumisaikaan täytyi olla vielä joitakin viikkoja.



Kuva 6. Sulkasääskien toukkien keskimääräinen tiheys Hiidenveden eri syvyisillä alueilla kesäkuun alussa vuosina 2012-2014.

Toukkien keskipituus oli sekä vesipatsaassa että sedimentissä 9,4 mm, mikä on hieman alhaisempi kuin Hiidenvedellä keskimäärin (9,8 mm vuosina 2007-2013). Toukkien pituusjakaumat vesipatsaassa ja sedimentissä vaikuttivat yksihuippuisilta (kuva 7). Näin ollen on todennäköistä, että sulkasääsken toukilla on ollut normaaliin tapaan vain yksi lisääntymisjakso edellisenä kesänä (2013).

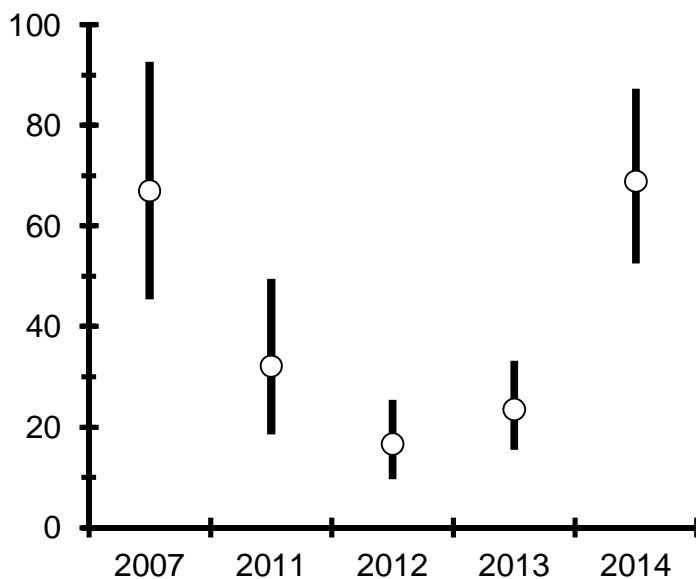


Kuva 7. Sulkasääsken toukkien pituusjakauma Hiidenveden vesipatsaassa (A) ja sedimentissä (B) 5.6.2014. Vesipatsaasta mitattiin 204 ja sedimentistä 107 toukkaa.

### 3.3 Jännemassainen ja valkokatka

Sulkasääsken toukkien lisäksi laskettiin vuoden 2014 näytteistä jännemassiaisten ja valkokatkojen määrät. Haavinäytteistä löytyi yhteensä 181 jännemassiaista. Sedimentinäytteistä niitä ei löytynyt. Jännemassiaisia esiintyi vain yli 10 m syvillä alueilla, jossa tiheys oli haavinäytteiden perusteella n. 69 yks./m<sup>2</sup>. Arvion 95 %:n luottamusvälit olivat 53-87 yks./m<sup>2</sup> (kuva 8). Vuoden 2014 tiheys oli varmuudella suurempi (riskitaso < 0,01) kuin vuosina 2011-2013, jolloin tiheys oli jostain syystä selvästi aikaisempia vuosia alhaisempi. Vuonna 1999 jännemassiaista esiintyi suunnilleen yhtä runsaasti kuin vuonna 2007 (Horppila ym. 2003). Valtaosa kesäkuussa 2014 löydetyistä massiasista oli pienikokoisia, ilmeisesti keväällä syntynyttä sukupolvea. Suurikokoisia, talvehtineita yksilöitä oli n. 4 % kaikista massiasista.

Tiheys (yks./m<sup>2</sup>)

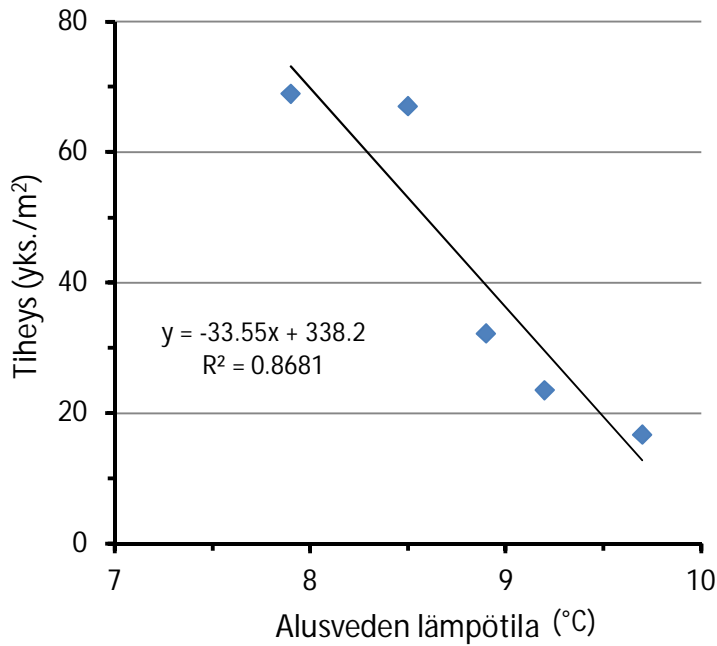


*Kuva 8. Jäänmassiaisen keskimääräinen tiheys 95 %:n luottamusväleinen Hiidenveden Kiihkelyksenselän ja Retlahden yli 10 m syvillä alueilla kesäkuun alussa 2007-2014.*

Jäänmassiainen vaatii viileätä ja hapekasta vettä. Kesällä 1999 havaittiin Hiidenvedellä jäänmassiaisille sopivan vesikerroksen kutistuneen lähes olemattoman kapeaksi elokuussa (Horppila ym. 2003). Ylempänä vesipatsaassa lämpötila oli liian korkea ja alempana happipitoisuus liian alhainen. Seurauksena oli kannan tilapäinen romahdus syksyllä 1999. Vuosien 2007-2014 aineistosta tutkittiin elokuun alusveden (20 m syvyys) lämpötilan ja happipitoisuuden mahdollista vaikutusta seuraavan vuoden massiaistiheyteen. Happipitoisuus ei korreloinut tiheyden kanssa, mutta sen sijaan alusveden lämpötila näytti vaikuttavan seuraavan kesäkuun massiaistiheyteen (kuva 9). Mitä viileämpää vettä 20 m syvyydellä oli, sitä suurempi oli seuraavan vuoden massiaistiheys. Tämä on hivenen yllättävää, koska havaitut lämpötilat eivät ole vielä lähelläkään massiaisen sietorajaa (Rudstam ym. 1999). Toisaalta lämpötila 20 m syvyydellä melko varmasti korreloi massiaiselle käytettävissä olevan vesikerroksen ylärajan kanssa. Mitä syvemmälle korkea lämpötila pakottaa massiaiset, sitä heikompi ravintotilanne niillä on. Massiaiset syövät pääasiassa eläinplanktonia, joka on Hiidenvedellä voimakkaasti keskittynyt ylimpiin vesikerroksiin (Horppila ym. 2000). Elokuun 2014 lämpötila 20 m syvyydessä oli 9,0°C, mikä ennustaisi melko alhaista tiheyttä kesälle 2015. Toisaalta alusveden happipitoisuus oli parempi kuin kertaakaan seurantajaksolla. Tämä saattaa kompensoida korkean lämpötilan vaikutusta. Aineiston pienuuden takia on kuitenkin vältettävä pitkälle meneviä johtopäätöksiä.

Valkokatkoja löytyi vuoden 2014 näytteistä yhteensä 12 yksilöä. Kaikki katkat löytyivät sedimenttinäytteistä. Valkokatkan tiheysarvio oli yli 3 m syvillä alueilla 17 yks./m<sup>2</sup>. Arvion 95 %:n luottamusvälit olivat 5-35 yks./m<sup>2</sup>. Tiheys oli alhainen, mutta kuitenkin suurempi kuin vuosina 2012 ja 2013. Valkokatkaa esiintyi alueella, jossa veden syvyys oli 5,5-10,5 metriä. Valkokatka on aiemminkin Hiidenvedellä karttanut kovin syviä ja matalia alueita (Vinni & Malinen, julkaisematon). Jäänmassiaisen tapaan valkokatka vaatii viileätä vettä ja liian lämmin vesi saattaa säädellä sen kannan kokoa Hiidenvedellä. Ainakin elokuussa 2012 ja 2013 Hiidenveden alusveden lämpötila oli keskimääräistä korkeampi. Tämä yhdistettynä siihen, että valkokatka suosii Hiidenvedellä melko matalia (5-15 m syviä) ja siten helposti lämpeneviä alueita, on saattanut olla yksi syy kannan romahtamisen vuosina 2012-2013. Toisaalta valkokatkalla on havaittu syklistä runsausvaihtelua, jonka syitä ei juuri tunneta (esim. Johnson & Wiederholm 1989).





Kuva 9. Jäänmääräisen tiheys Hiidenveden yli 10 m syvillä alueilla edellisen kesän alusveden lämpötilan (elokuussa 20 m syvyydeltä mitattu) suhteen esitetty. Lämpötilan ja tiheyden väliselle regressiolle on myös esitetty yhtälö selitysteineen ( $R^2$ ).

#### 4. Tulosten tarkastelu

Hiidenveden syvillä alueilla esiintyy runsaasti sulkasääsken toukkia. Poikkeuksena on viileää ja sateista kesää 2008 seurannut kesä 2009, jolloin toukkia oli alle kolmasosa Hiidenveden keskimääräisestä tasosta. Hiidenveden sulkasääskiongelmia ei ole pienentynyt vuosituhaten vaihteen tilanteesta, jolloin sen merkitys ravintoverkossa todettiin erittäin suureksi (Liljendahl-Nurminen ym. 2003 ja 2005). Sulkasääskeä esiintyy runsaasti Kiihkelyksenselän ja Retlahden syvillä alueilla. Näillä selillä hoitokalastus on tehoton ja mahdollisesti jopa haitallinen kunnostusmenetelmä. Kalaston vähentäminen voi johtaa sulkasääsken runsastumiseen ja entistä pahempiin sinileväkukintoihin. Sulkasääskikantaa säätelevän kuoreen esiintymisen puolestaan aiheuttaa sen, että alusveden lämpötilaa nostavaa hapetuskaan ei sovellu kunnostusmenetelmäksi. Viileätä vettä vaativa kuore todennäköisesti taantuisi, kuten on käynyt mm. Tuusulanjärvellä (Malinen & Peltonen 2000) ja Lahden Vesijärvellä (Malinen ym. 2012b). Tämä voisi johtaa sulkasääsken runsastumiseen ja entistä huonompaan järven tilaan. Hiidenveden matalilla selillä sulkasääsken toukkia on niin vähän, että sillä ei ole ravintoverkossa merkitystä. Näin ollen sulkasääskeä ei tarvitse ottaa huomioon näiden alueiden kunnostusta suunniteltaessa. Hoitokalastus ei kuitenkaan nykytilassa sovellu esimerkiksi Kirkkojärven tai Mustionselän kunnostukseen suuren ulkoisen kuormituksen vuoksi.

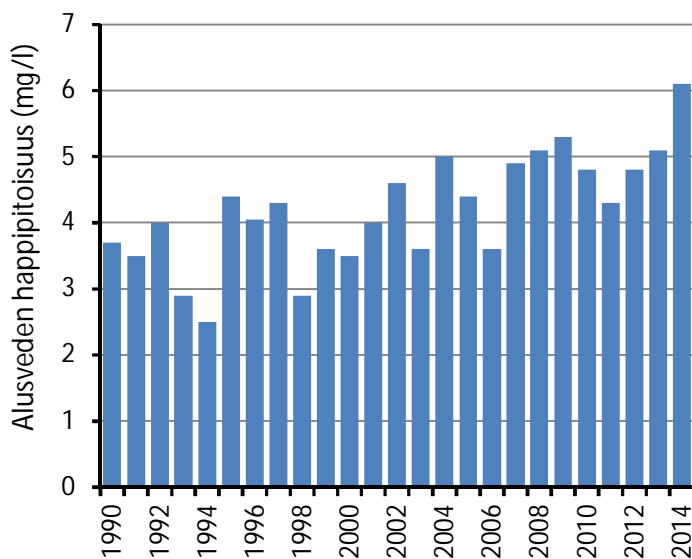
Edellisen kesän sääolojen vaikutus seuraavan vuoden sulkasääskitiheyteen vaikuttaa aineiston perusteella ilmeiseltä. Lämpimänä kesänä lisääntyminen onnistuu hyvin, jonka seurauksena toukkia on keskimääräistä enemmän loppukesästä alkaen seuraavaan keskikesään asti. Mutta näkyykö tämä edelleen sinilevien runsaudessa? Sulkasääskisukupolvi voi vaikuttaa eläinplanktoniin ja sitä kautta sinileväkukintoihin kahdessa vaiheessa: syntymävuotensa elo-syyskuussa sekä seuraavan vuoden kesä-heinäkuussa. Sulkasääsken toukkien ravinnonkulutusarvioiden perusteella (Liljendahl-Nurminen ym. 2003) seuraavan vuoden kesällä tapahtuva vaikutus lienee näistä voimakkaampi. Yleensä järvillä havaitaan pahimmat sinileväkukinnat lämpiminä kesinä, mutta onko Hiidenveden Kiihkelyksenselällä sinilevätilanne pahimmillaan lämpimiä kesä seuraavina kesinä? Toistaiseksi tämän arviointiin ei ole ollut juuri mahdollisuutta sinilevätilojen hajanaisuuden takia. Vuosina 1997-2000 kerätyn kasviplanktonaineiston perusteella pahin sinilevätilanne oli Kiihkelyksenselällä viileänä kesänä 1998, jota edelsi lämmin kesä 1997 (Tallberg & Horppila 2005). Toisaalta kyseessä saattaa olla sattuma, koska sulkasääsken mahdollinen vaikutus sinileviin tapahtuu eläinplanktoniin kautta, mutta eläinplanktonin runsaudessa ei havaittu selvää muutosta (Horppila ym. 2005). Kesällä 2014 käyttöönotettu sinilevä määrän automaattiseuranta saattaa auttaa ilmiön selvittämisessä. Vastauksen saaminen tulee kuitenkin kestämään joitakin vuosia, koska tiettyä sulkasääskiarviota

vastaa yksi sinilevien runsausarvio ja aineistoa tarvitaan sekä hyviltä että heikoilta sulkasääskivuosilta. Parhaiten sulkasääsken vaikutusta sinileväkukintoihin voitaisiin tutkia tiheävälisellä (2-3 viikon välein) tehtävällä näytteenotolla, jolla määritettäisiin sulkasääskitiheys ja eläinplanktonbiomassa. Nämä tiedot yhdessä sinileväseurannan tulosten kanssa mahdollistaisivat ravintoverkon toiminnan ymmärtämisen ja sulkasääsken vaikutuksen arvioinnin parhaassa tapauksessa jo yhden avovesikauden aineistosta.

Veden sameuden on havaittu vaikuttavan sulkasääsken toukkien esiintymissyvyyteen ja esiintymisalueeseen Hiidenvedellä (Malinen & Vinni 2013b). Vuoden 2014 aineisto viittaa siihen, että sameuden alueelliset erot näytteenottopäivänä voivat näkyä toukkien syvyysjakaumassa. Sameuden voimakas vaikutus viittaa vahvasti siihen, että kaikki sameutta vähentävät valuma-alueen vesiensuojelutoimet heikentävät sulkasääsken elinmahdollisuuksia ja ovat siten järven tilan kannalta hyödyllisiä.

Sulkasääsken runsaudenvaihteluun vaikuttavat tekijät tunnetaan huonosti. Edellä mainittujen lisääntymisolojen lisäksi toukkien runsauteen vaikuttaa todennäköisesti petojen saalistus, mikä koostuu Hiidenvedellä pääasiassa kuorekannan saalistuksesta (Horppila ym. 2003, Vinni ym. 2004). Kuore on ulapan selvästi runsain laji (Malinen & Vinni 2013c) ja se pystyy saalistamaan sulkasääsken toukkia tehokkaasti hämärässä (Horppila ym. 2004) toisin kuin useimmat muut kalalajit. Vaikuttaa todennäköiseltä, että sulkasääski runsastuu jos kuorekanta taantuu. Näin ollen kuoreeseen ei tule kohdistaa voimakasta kalastusta. Lisäksi sen kutupaikat tulee säilyttää. Tätä vaikeuttaa se, että Hiidenveden kuoreen nykyiset kutupaikat tunnetaan huonosti. Jääskeläisen (1930) mukaan tärkein kutualue oli sata vuotta sitten Vanjokisuu. Kirkkojärvellä ja Mustionselällä ajoittain havaitut korkeat kuoreenpoikastiheydet (Malinen ym. 2005, Olin ym. 2009) viittaavat siihen, että myös Vihtijoki on merkittävä kutualue.

Jäänmassiaisen ja valkokatkan runsastuminen Hiidenvedellä olisi toivottavaa, koska ne ovat arvokkaita ravintokohteita monille Hiidenveden kaloille, etenkin kuoreille ja kuhanpoikasille (Horppila ym. 2003, Lappalainen ym. 2005, Vinni, julkaisematon). Hiidenveden syvänteen happitilanne näyttäisi olevan kohentumassa (kuva 10), mikä suosii näitä hapekasta vettä vaativia lajeja. Toisaalta lämpimät kesät tulevat todennäköisesti jatkossakin näkymään niiden kantojen väliaikaisena romahduksena. Kaksi peräkkäistä lämmintä kesää aiheuttaisi todennäköisesti kantojen pitempiäaikaisen taantumisen. Mikäli Hiidenveden jäänmassiaisen ja valkokatkan kantojen dynamiikkaa halutaan seurata, kannattaisi kerrostuneisuuskauden loppupuolella lisätä happi- ja lämpötilaprofiilien mittauskertoja. Yksi kerta heinäkuun loppupuolella, kaksi kertaa elokuussa ja yksi kerta syyskuun alkupuolella olisi tähän tarkoitukseen riittävä seuranta. Lisäksi tulisi mitata profiilit mahdollisimman tarkasti - arvot kannattaisi mitata metrin välein. Tällöin voitaisiin arvioida jäänmassiaiselle ja valkokatkalta sopivan ympäristön esiintymistä.



Kuva 10. Alusveden (20 m syvyys) happipitoisuus Kiihkelyksenselän syvänteellä elokuussa 1990-2014 (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry). Tarkempi näytteenottoajankohta vaihtelee jonkin verran, minkä takia nousevaan suuntaukseen tulee suhtautua pienellä varauksella.

## Lähdeluettelo

- Horppila, J., Liljendahl-Nurminen, A. & Malinen, T. 2004: Effects of clay turbidity and light on the predator-prey interaction between smelts and chaoborids. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61: 1862-1870.
- Horppila, J., Liljendahl-Nurminen, A., Malinen, T., Salonen, M., Tuomaala, A., Uusitalo, L. & Vinni, M. 2003: *Mysis relicta* in a eutrophic lake – consequences of obligatory habitat shifts. *Limnology and Oceanography* 48: 1214-1222.
- Horppila, J., Malinen, T., Nurminen, L., Tallberg, P. & Vinni, M. 2000: A metalimnetic oxygen minimum indirectly contributing to the low biomass of cladocerans in Lake Hiidenvesi – a diurnal study on the refuge effect. *Hydrobiologia* 436: 81-90.
- Horppila, J., Tallberg, P., Alajärvi, E., Eloranta, P., Nurminen, L., Uusitalo, L. & Väisänen, A. 2005: Variations in the species composition and seasonal dynamics of pelagic cladocerans among adjacent lake basins. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 59: 67-84.
- Johnson, R. K. & Wiederholm, T. 1989: Long-term growth oscillations of *Pontoporeia affinis* Lindström (Crustacea: Amphipoda) in Lake Mälaren. *Hydrobiologia* 175: 183-194.
- 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.
- Jääskeläinen, V. 1930: Hiidenvesi kalavetenä. Suomen kalatalous 11-14. Kalataloudellinen tutkimustoimisto, Maataloushallituksen tiedonantoja nro 298. Valtioneuvoston kirjapaino, Helsinki. s. 1-38.
- Lappalainen, J., Vinni, M. & Kjellman, J. 2005: Diet, condition and mortality of pikeperch (*Sander lucioperca*) during their first winter. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 59: 207-217.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Eloranta, P., Malinen, T. & Uusitalo, L. 2002: The seasonal dynamics and distribution of *Chaoborus flavicans* larvae in adjacent lake basins of different morphometry and degree of eutrophication. *Freshwater Biology* 47: 1283-1295.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Eloranta, P., Valtonen, S. & Peckan-Hekim, Z. 2005: Searching for the missing peak – an enclosure study on seasonal succession of cladocerans in Lake Hiidenvesi. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 59: 85-103.
- 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., Antti-Poika, P. & Vinni, M. 2010: Sulkasääsken runsaus Hiidenvedellä vuonna 2009. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 6 s.
- Malinen, T. & Peltonen, H. 2000: Tuusulanjärven ulappa-alueen kalatiheys ja -biomassa vuosina 1997-1999 kaikuluotauksella arvioituna. Julkaisussa: Olin, M. ja Rask, M. (toim.): Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999. Kala- ja riistaraportteja 184.
- Malinen, T., Tuomaala, A. & Peltonen, H. 2005: Vertical and horizontal distribution of smelt (*Osmerus eperlanus*) and implications of distribution patterns on stock assessment. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 59: 141-159.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2013(a): Sulkasääsken runsaus Hiidenvedellä vuonna 2012. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 9 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2013(b): Sulkasääsken runsaus Hiidenvedellä vuonna 2013. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 8 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2013(c): Hiidenveden ulappa-alueen kalatiheys, -biomassa lajijakauma elokuussa 2013 kaikuluotauksen ja koetoolauksen perusteella arvioituna. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 12 s.
- Malinen, T., Vinni, M. & Antti-Poika, P. 2012(a): Sulkasääsken runsaus Hiidenvedellä vuonna 2011. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 6 s.
- Malinen, T., Vinni, M., Ruuhijärvi, J. & Ala-Opas, P. 2012(b): Vesijärven Enonselän ravintoverkkotutkimuksen kalatutkimukset vuosina 2009-2012. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos sekä Riistan- ja kalantutkimus, Evo. 27 s.
- Malinen, T., Vinni, M., Tuomaala, A. & Antti-Poika, P. 2008: Kalojen ja sulkasääsken toukkien runsaus Hiidenvedellä vuonna 2007. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 18 s.

- Olin, M., Malinen, T. & Ruuhijärvi, J. 2009: Gillnet catch in estimating the density and structure of fish community – comparison of gillnet and trawl samples in a eutrophic lakes. *Fish. Res.* 96: 88-94.
- Pahkinen, E. & Lehtonen, R. 1989: *Otanta-asetelmat ja tilastollinen analyysi*. Gaudeamus. Helsinki, 1989. 286 s.
- Rudstam, L. G., Hetherington, A. L. & Mohammadian, A. M. 1999: Effect of temperature on feeding and survival of *Mysis Relicta*. *J. Great Lakes Res.* 25: 363-371.
- Tallberg, P. & Horppila, J. 2005: The role of phytoplankton in the gross and net sedimentation in two basins of lake Hiidenvesi. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 59: 51-66.
- Vinni, M., Lappalainen, J., Malinen, T. & Peltonen, H. 2004: Seasonal bottlenecks in diet shifts and growth of smelt in a large eutrophic lake. *J. Fish Biol.* 64: 567-579.