

# Sulkasääsken runsaus Hiidenvedellä vuonna 2013

Tutkimusraportti 8.11.2013

Tommi Malinen  
Mika Vinni

Helsingin yliopisto  
ympäristötieteiden laitos/  
akvaattiset tieteet

## 1. Johdanto

Sulkasääski (*Chaoborus flavicans*) on merkittävä tekijä Hiidenveden ulappa-alueen ravintoverkossa. Sulkasääsken toukat säätelevät tehokkaasti eläinplanktonin runsautta ja voivat siten aiheuttaa tai voimistaa sinileväkukintoja. Hiidenveden suurimmalla selällä, Kiihkelyksenselällä, sulkasääsken toukilla on paljon suurempi vaikutus eläinplanktonyhteisöön kuin kaloilla (Liljendahl-Nurminen ym. 2003), eikä selän tilaa ei voida parantaa hoitokalastuksella. Sulkasääsken toukkien runsautta Hiidenvedellä on tutkittu viisi kertaa alueellisesti kattavalla otannalla (Horppila ym. 2003, Malinen ym. 2008, 2010, 2012a, Malinen & Vinni 2013). Tulosten perusteella sulkasääsken vuotuinen kannanvaihtelu on voimakasta. Seurantajakson aikana toukkien runsaus yli 6 m syvillä alueilla on vaihdellut 300 ja 2300 yks./m<sup>2</sup> välillä. Kannanvaihtelu johtuu todennäköisesti kesän sääoloista. Kesinä, jolloin vallitsevat lisääntymiselle suotuisat ilmat, syntyy runsaita sukupolvia ja päinvastoin. 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 vuonna 2013 ja selvittää sulkasääskikannan kehitystä yhdistämällä tulokset vuosien 1999-2012 aineistoon.

## 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 6. kesäkuuta 2013. Aluksi tutkimusalue kaikuluodattiin lounas-koillinen-suuntaisia linjoja pitkin (välimatka n. 750 m) toukkien alueellisen esiintymisen ja vertikaalijakauman selvittämiseksi. 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 näytteenotopisteet jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle, koska toukkien esiintyminen on keskittynyt aikaisemmin selvästi

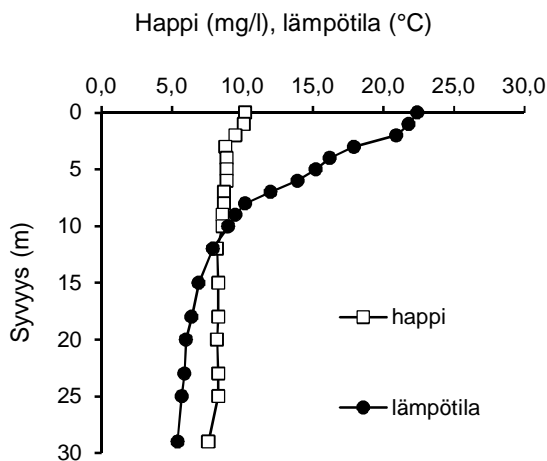
syvemmille alueille (Liljendahl-Nurminen ym. 2002). Tutkimus ajoitettiin samaan ajankohtaan ja tehtiin samoilla näytteenottovälineillä kuin aikaisempina tutkimusvuosina, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia.

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 Sechhi-levyllä.

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.

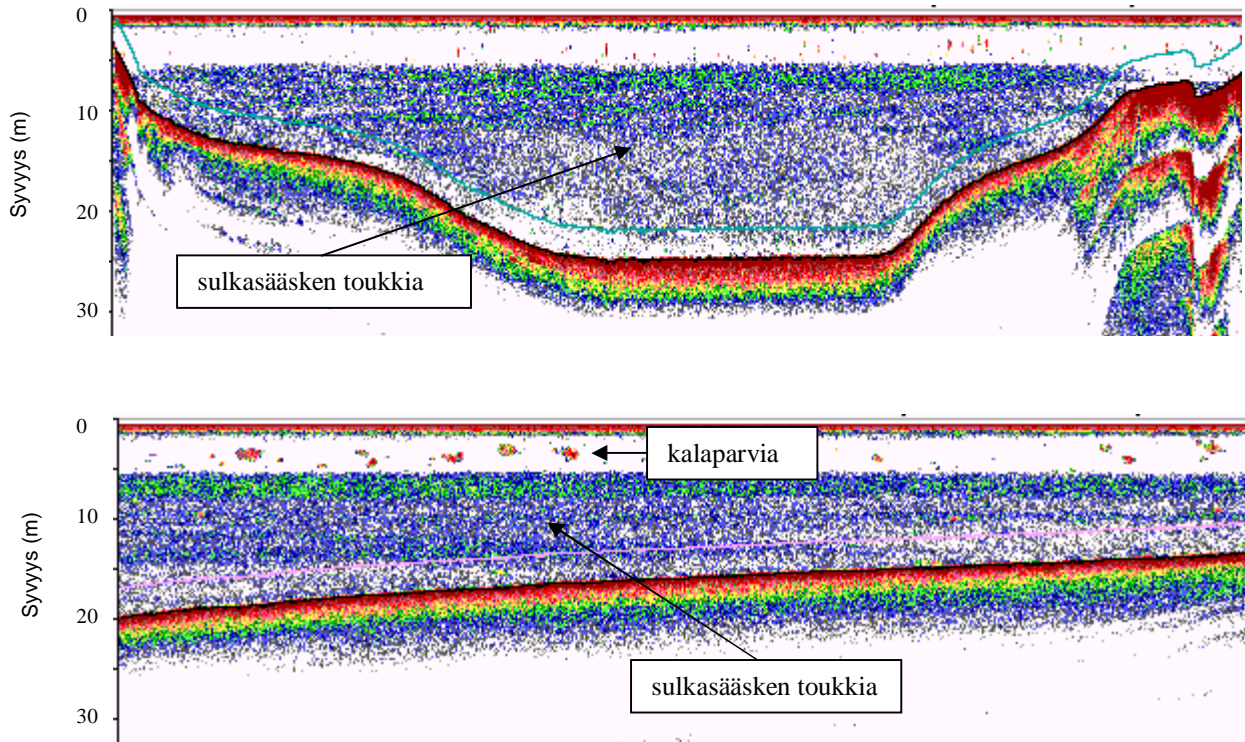
### 3. Tulokset

Tutkimusajankohtana 6. kesäkuuta 2013 pintaveden lämpötila oli 22°C (kuva 1). Lämpötila laski varsin tasaisesti syvemmälle mentäessä, eikä selvää kerrostuneisuutta ollut vielä muodostunut. Pohjan läheisyydessä, 29 m syvyydellä lämpötila oli enää 5,4°C. Happipitoisuus oli korkea koko vesipatsaassa. Näkösyvyys oli 0,8 m Sechhi-levyllä mitattuna.

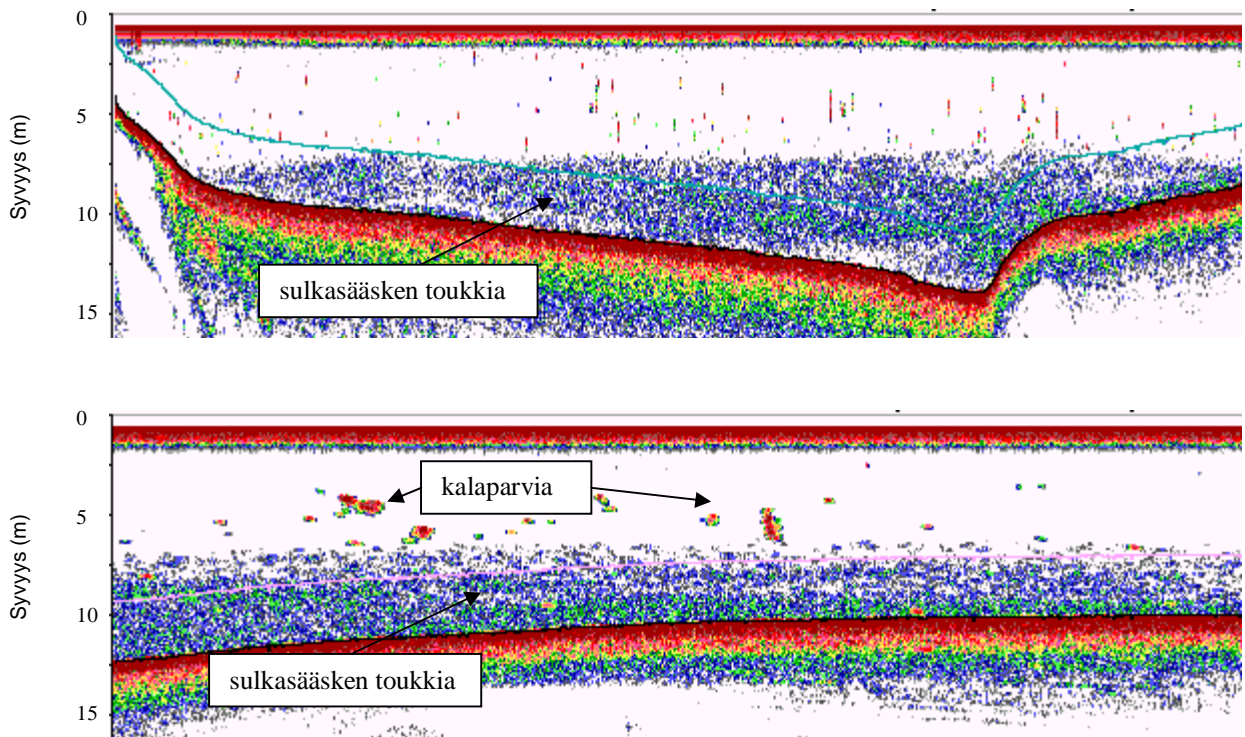


Kuva 1. Lämpötila- ja happiprofiilit Hiidenveden Kiihkelyksenselän syvänteellä 6. kesäkuuta 2013.

Kiihkelyksenselällä sulkasääsken toukkia esiintyi vesipatsaassa noin 6 m syvyydeltä alkaen pohjaan asti (kuva 2). Toukkatiheys oli suurimmillaan heti esiintymiskerroksen yläreunalla, 6-8 m syvyydellä. Kaikuluotauksen suurennoksesta nähdään, että sulkasääsken toukat välttivät runsaskalaista vesikerrosta. Kalaparvet olivat tutkimusajankohtana 3-5 m syvyydellä, ja toukkien esiintyminen alkoi noin metrin tämän kalakerroksen alapuolelta. Retlahden syvänteellä toukkien esiintymisen yläraja oli n. 7,5 m (kuva 3). Selvää tiheysmaksimia esiintymiskerroksen yläreunalla ei esiintynyt toisin kuin Kiihkelyksenselällä. Myös Retlahdella kalaparvet ja sulkasääsket esiintyivät selvästi eri vesikerroksissa.



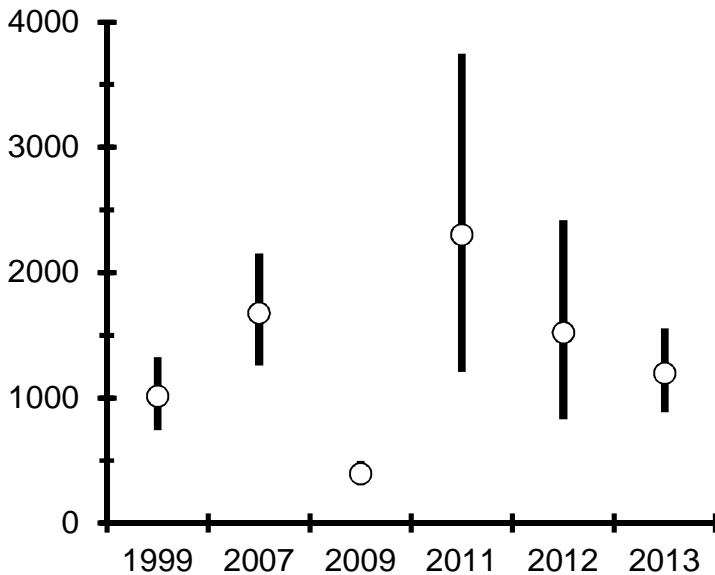
Kuva 2. Kaikuluotauskuva Kiihkelyksenselän pääsyvänteen ylittävältä linjalta (yläkuva) ja suurennos samalta linjalta (alakuva) iltapäivällä 6.6.2013.



Kuva 3. Kaikuluotauskuva Retlahden syvänteen ylittävältä linjalta (yläkuva) ja suurennos samalta linjalta (alakuva) iltapäivällä 6.6.2013.

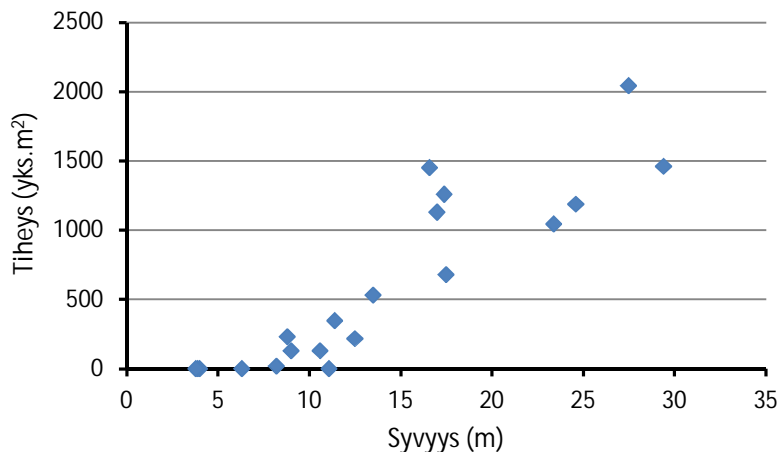
Kesäkuussa 2013 sulkasääsken toukkien tiheysarvio oli Hiidenveden yli 6 m syvillä alueilla 1200 yks./m<sup>2</sup> (95 %:n luottamusvälit 890-1560 yks./m<sup>2</sup>, kuva 4). Tiheys oli hiukan pienempi kuin vuonna 2012, mutta lähes kolminkertainen heikoimpaan sulkasääskivuoteen (2009) verrattuna. Vuoden 2013 tiheys ei eroa merkittävästi vuoden 2012 tiheydestä, mutta on varmuudella suurempi kuin vuonna 2009 (riskitaso < 0,01). Yli 3 m syviä alueita kohti laskettuna vuoden 2013 tiheysarvio oli 1020 yks./m<sup>2</sup> (95 %:n luottamusvälit 750-1320 yks./m<sup>2</sup>).

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



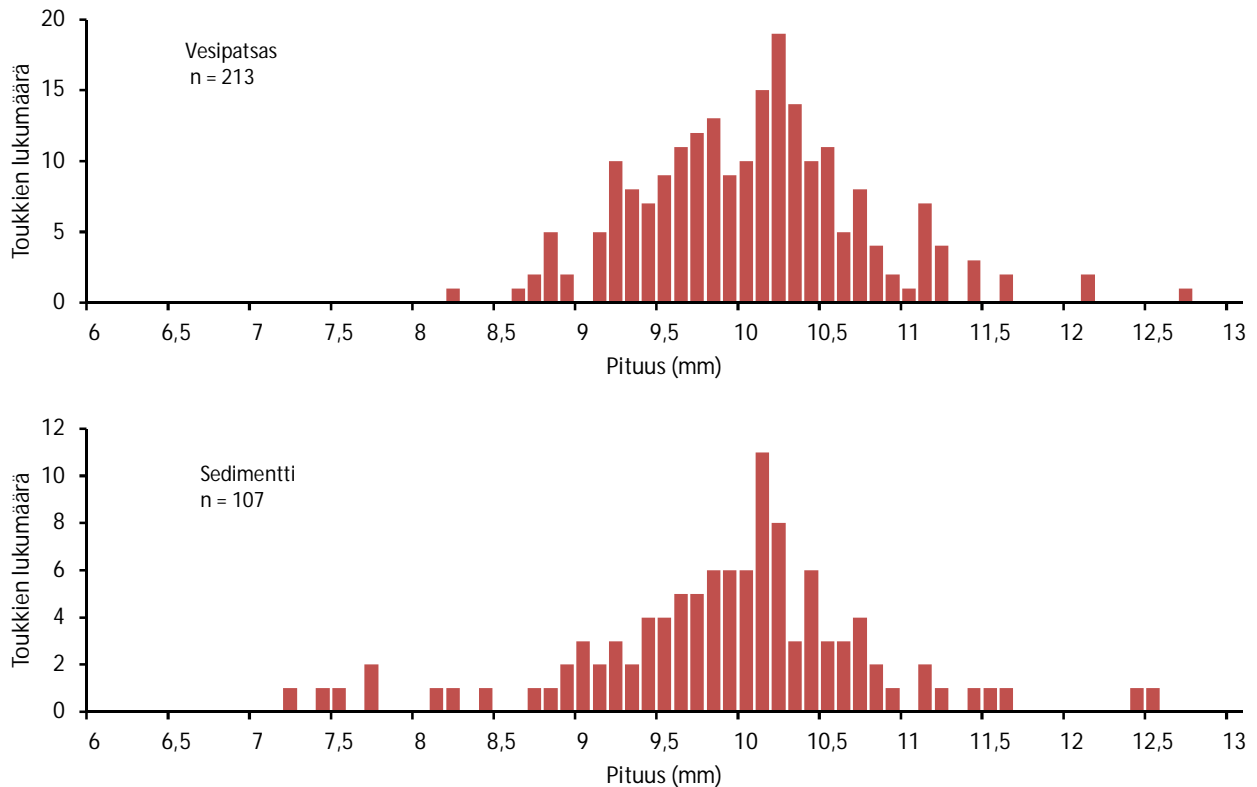
Kuva 4. Sulkasääsken toukkien tiheys Hiidenveden yli 6 m syvillä alueilla vuosina 1999-2013. Arvioissa ovat mukana sekä vesipatsaan että sedimentin toukat. Tutkimus on tehty kaikkina vuosina alkukesällä (3.-10.6.), joten arviot ovat vertailukelpoisia.

Toukkien tiheys kasvoi tasaisesti syvemmälle mentäessä noin 8 m syvyydeltä alkaen (kuva 5). Tässä suhteessa horisontaalijakauma oli varsin erilainen verrattuna vuoteen 2012, jolloin toukkien määrä alkoi voimakkaasti kasvaa vasta syvyyden ylittäessä 23 metriä (Malinen & Vinni 2013). Kesäkuussa 2013 suunnilleen 47 % toukista oli vesipatsaassa ja 53 % sedimentissä. Vuonna 2013 oli selvästi suurempi osa toukkapopulaatiosta vesipatsaassa kuin vuonna 2012. Vuosi 2012 oli tässä suhteessa poikkeava, koska yleensä Hiidenvedellä on toukkia ollut vesipatsaassa enemmän kuin sedimentissä.



Kuva 5. Sulkasääsken toukkien tiheys Hiidenveden eri syvyyksillä näytepisteillä 6. kesäkuuta 2013. Arvoissa ovat mukana sekä vesipatsaan että sedimentin toukat.

Toukkien keskipituus vesipatsaassa oli 10,04 mm ja sedimentissä 9,87 mm. Koteloiden eli pupien määrä oli vain n. 0,1 % vesipatsaan sulkasääskistä. Sedimentissä pupia ei esiintynyt. Toukkien pituusjakaumat olivat yksihiippuisia (kuva 6) ja hyvin tyypillisiä Hiidenvedelle (Malinen & Vinni 2013). Sulkasääsken toukkien lisäksi haavinäytteistä löytyi yhteensä 64 jäännemassiasta (*Mysis relicta*). Niitä esiintyi käytännössä vain yli 10 m syvillä alueilla, jossa tiheys oli haavinäytteiden perusteella n. 26 yks./m<sup>2</sup>. Arvion 95 %:n luottamusvälit olivat 18-35 yks./m<sup>2</sup>. Valtaosa massiasista oli pienikokoisia, ilmeisesti keväällä syntynyttä sukupolvea. Suurikokoisia, talvehtineita yksilöitä oli n. 6 % kaikista massiasista.



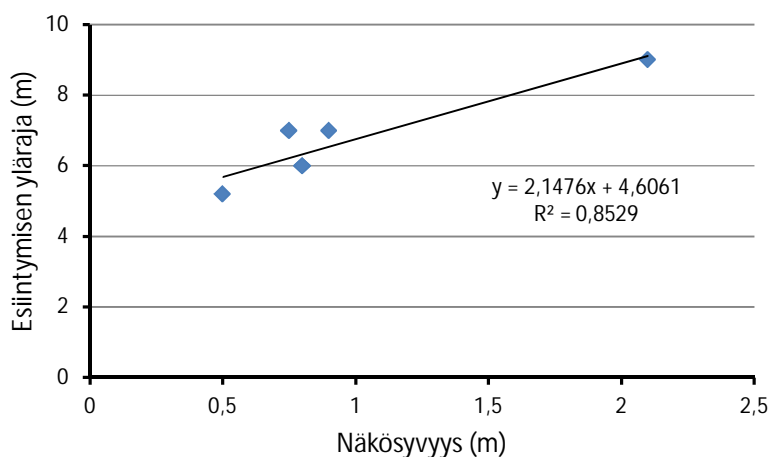
Kuva 6. Sulkasääsken toukkien pituusjakauma Hiidenveden vesipatsaassa (yläkuva) ja sedimentissä (alakuva) 6.6.2013.

Sedimenttinäytteistä on sulkasääsken toukkien lisäksi laskettu vuosittain myös katkojen määrät. Vuoden 2013 näytteissä oli huolestuttavaa se, että aiemmin melko runsaana esiintynyttä valkokatkaa ei löytynyt lainkaan. Viime vuosina valkokatka näyttääkin selvästi vähentyneen. Vuosina 2007-2011 valkokatkojen suuntaa antava tiheys oli 340-620 yks./m<sup>2</sup>, vuonna 2012 enää 17 kpl/m<sup>2</sup> ja vuonna 2013 siis 0 yks./m<sup>2</sup>.

#### 4. Tulosten tarkastelu

Vaikka Hiidenveden sulkasääskitiheys on laskenut vuoden 2011 huippuarvosta, on kanta edelleen varsin runsas. Vuoden 2009 romahdus oli tilapäinen ja johtui ilmeisesti sulkasääsken lisääntymiselle huonosta säätyypistä kesällä 2008. Hiidenveden sulkasääskiongelmia ei ole pienentynyt vuosituhannen vaihteen tilanteesta, jolloin sen merkitys ravintoverkossa todettiin erittäin suureksi (Liljendahl-Nurminen ym. 2003 ja 2005). Tiheän sulkasääskikannan takia hoitokalastus ei sovellu Hiidenveden syvien alueiden kunnostusmenetelmäksi.

Vuonna 2013 sulkasääsken toukkien jakauma oli näytteenoton kannalta parempi kuin vuosina 2011 ja 2012, jolloin toukat olivat voimakkaasti keskittyneet yli 20 m syville alueille. Arvioidut luottamusvälit olivatkin varsin lyhyet ja otantaa voidaan pitää onnistuneena. Kesäkuussa 2013 vesi oli melko sameaa (näkösyvyys 80 cm) ja sulkasääsken toukkien vertikaalijakauma oli Hiidenvedelle tyyppinen. Vuonna 2011 normaalia kirkkaampi vesi (näkösyvyys yli 2 m) vaikutti toukkien vertikaalijakaumaan siten, että toukkakerroksen yläreuna oli selvästi syvemmällä kuin keskimäärin (kuva 7). Tämä näkyi myös horisontaalisuunnassa pienempänä esiintymisalueena kuin yleensä. Sameuden vaikutus sulkasääsken vertikaalijakaumaan ja esiintymisalueeseen viittaa vahvasti siihen, että kaikki sameutta vähentävät valuma-alueen vesiensuojelutoimet ovat järven tilan kannalta hyödyllisiä.



Kuva 7. Näkösyvyyden ja sulkasääsken esiintymiskerroksen ylärajan välinen yhteys Hiidenveden Kiihke-lyksenselällä vuosien 1999-2013 aineistossa. Tutkimus on tehty kaikkina vuosina kesäkuun alussa.

Sulkasääsken runsaudenvaihteluun vaikuttavat tekijät tunnetaan huonosti. Todennäköisesti Hiidenveden sulkasääskikannan runsauteen vaikuttavat lisääntymisolojen lisäksi ravinnon määrä ja petojen saalistus. Ravintotilanne määräytyy pitkälti lämpötilaolosuhteiden mukaan eikä siihen ole mahdollista vaikuttaa. Petojen saalistus koostuu Hiidenvedellä pääasiassa kuorekannan saalistuksesta (Horppila ym. 2003, Vinni ym. 2004). Kuoreen osuus ulapan kalaston yksilömäärästä oli vuonna 2007 yli 90 % (Malinen ym. 2008) ja se pystyy saalistamaan sulkasääsken toukkia tehokkaasti myös hämärässä (Horppila ym. 2004) toisin kuin useimmat muut kalalajit. Vaikuttaa ilmeiseltä, että Hiidenveden sulkasääskikanta olisi vielä runsaampi, jos kuoretta ei järvessä esiintyisi tai sen kanta olisi harva. Näin ollen kuorekannan vaaliminen on ensiarvoisen tärkeää. Sitä ei kannata kalastaa ja sen kutupaikat tulee säilyttää. Vanjokisuu lienee edelleen tärkein Hiidenveden kuoreen kutualue (Jääskeläinen 1930).

Sulkasääskinäytteenotossa tehtiin varsinaisen tutkimuskohteen lisäksi kaksi yllättävää havaintoa: Ensinnäkin jäännemassaisia esiintyi melko runsaasti. Niiden tiheys oli noin kaksinkertainen vuoden 2012 tiheyteen verrattuna (Malinen & Vinni 2013). Lisäksi elokuussa tehdyssä kalatutkimuksessa saatiin troolilla n. 20 m syvyydeltä erittäin runsaasti suurikokoisia massaisia (julkaisematon aineisto). Massiaiset ovat hyvin tärkeitä ravintokohteita monille kaloille, kuten kuoreille ja kuhanpoikasille, joten niiden runsastuminen on positiivinen asia. Toinen havainto olikin sitten harmillinen: valkokatkojen määrä on



jostain syystä romahtanut. Myös ne ovat tärkeitä ravintokohteita monille kaloille, mm. kuhanpoikasille (Lappalainen ym. 2005) ja kuoreelle (Vinni, julkaisematon aineisto). Valkokatkan taantumiselle on vaikea keksiä selitystä, koska ainakaan happitilanteessa ei ole tapahtunut merkittävää muutosta huonompaan suuntaan.

## 5. Sulkasääsken merkitys Hiidenveden kunnostuksen kannalta

Sulkasääskeä esiintyy runsaasti etenkin Kiihkelyksenselän ja Retlahden syvillä alueilla. Ainakin 1990-luvun lopulla sulkasääskeä esiintyi runsaasti myös Sirkkoonselällä. Näillä alueilla hoitokalastus on tehoton ja mahdollisesti jopa haitallinen kunnostusmenetelmä. Kalaston vähentäminen voi johtaa sulkasääsken runsastumiseen ja entistä pahempiin sinileväkukintoihin. Sulkasääskikantaa säätelevän kuoreen esiintyminen puolestaan aiheuttaa sen, että alusveden lämpötilaa nostavaa hapetuskaan ei sovellu kunnostusmenetelmäksi. Viileätä vettä vaativa kuorekanta todennäköisesti taantuisi, kuten on käynyt mm. Tuusulanjärvellä (Malinen & Peltonen 2000) ja Lahden Vesijärvellä (Malinen ym. 2012b), mikä voisi johtaa sulkasääsken runsastumiseen ja entistä huonompaan järven tilaan. Hiidenveden matalilla selillä, Kirkkojärvellä ja Mustionselällä, sulkasääsken toukkia on niin vähän, että sillä ei ole ravintoverkossa suurta merkitystä. Näin ollen sulkasääskeä ei tarvitse ottaa huomioon näiden alueiden kunnostusta suunniteltaessa.

## 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.
- 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., 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.
- 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.
- 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 ravintoketjukurin kunnostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999. Kala- ja riistaraportteja 184.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2013: Sulkasääsken runsaus Hiidenvedellä vuonna 2012. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 9 s.
- Malinen, T., Antti-Poika, P. & Vinni, M. 2010: Sulkasääsken runsaus Hiidenvedellä vuonna 2009. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 6 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.
- Pahkinen E. & Lehtonen, R. 1989: Otanta-asetelmat ja tilastollinen analyysi. Gaudeamus. Helsinki, 1989. 286 s.
- 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.