

Sulkasääsken runsaus Hiidenvedellä vuonna 2012

Tutkimusraportti 4.2.2013

Tommi Malinen

Mika Vinni

Helsingin yliopisto
ympäristötieteiden laitos/
akvaattiset tieteet

1. Johdanto

Hiidenveden syvillä alueilla sulkasääski (*Chaoborus flavicans*) on merkittävä tekijä ravintoverkossa. Varsinkin suurimmalla altaalla, Kiihkelyksenselällä, sulkasääsken toukat säätelevät eläinplanktonin runsautta tehokkaasti ja voivat siten aiheuttaa tai voimistaa sinileväkukintoja. Koska sulkasääsken toukilla on todettu olevan paljon suurempi vaikutus eläinplanktonyhteisöön kuin kaloilla, ei tehokas- tuksella voida parantaa Kiihkelyksenselän tilaa (Liljendahl-Nurminen ym. 2003). Sulkasääsken toukkien runsautta Hiidenvedellä on tutkittu neljä kertaa alueellisesti kattavalla otannalla (Horppila ym. 2003, Malinen ym. 2008, 2010 ja 2012a). Tulosten perusteella sulkasääsken vuotuinen kannanvaihtelu on voimakasta. Seurantajakson aikana toukkien runsaus yli 6 m syvillä alueilla on vaihdellut 300 ja 2300 yks./m² 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, edelli- senä kesänä syntyneet toukat. Hiidenveden sulkasääsken voimakas kannanvaihtelu tarjoaa hyvän koeasetelman. Jos Hiidenvedellä sulkasääsken toukat todella vaikuttavat sinileväkukintojen muodos- tumiseen (Liljendahl-Nurminen ym. 2005), pitäisi luontaisen kannanvaihtelun korreloida sinileväkukin- tojen 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 2012. Lisäksi määritettiin toukkien pituusjakauma ja verrattiin tuloksia aikaisempina vuosina saatuihin arvioihin sulkasääskikannan dynamiikan selvittämiseksi.

2. Aineisto ja menetelmät

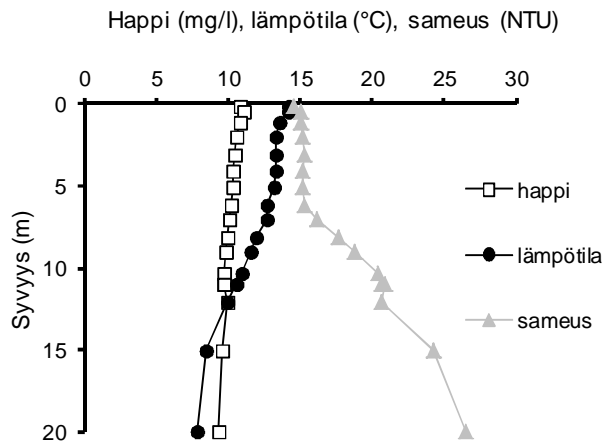
Sulkasääsken toukkien runsautta arvioitiin Kiihkelyksenselän, Nummelanselän ja Retlahden yli kolme metriä syvät alueet kattavalla planktonhaavi- ja pohjaeläinnoudinnäytteillä, joka tehtiin 6. kesäkuuta 2012. Järvi jaettiin neliökilometrin suuruisiin ruutuihin, ja molemmat näytteet otettiin niistä ruutujen leikkauspisteistä, joissa veden syvyys oli vähintään kolme metriä. Siten vierekkäisten pisteiden välinen etäisyys oli aina yksi kilometri. Alle kolme metriä syvät näytteenottopisteet jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle, koska toukkien esiintyminen on keskittynyt aikaisemmin selvästi syvemmillä alueille (Liljendahl-Nurminen ym. 2002). Näin menetellen saatiin näytteet 19 pisteeltä. Lisäksi tutkimusalue kaikutuodattiin lounas-koillinen-suuntaisia linjoja pitkin (välimatka n. 750 m) toukkien alueellisen ja vertikaalisen esiintymisen tutkimiseksi. Tutkimus ajoitettiin samaan ajankohtaan ja tehtiin samoilla näytteenottovälineillä kuin aikaisempina tutkimusvuo- sina, 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 kovalevyille myöhempää analysointia varten. Kaikilta näytepisteiltä otettiin näytteet nostohaavilla (silmäkoko 183 μm , halkaisija 50 cm) ja Ekman-pohjanoutimella (näyteala 231 cm^2). Sedimenttinäytteet seulottiin 500 μm :n haavikankaan läpi. Haavi- ja pohjaeläinnäytteet pakastettiin. Lisäksi mitattiin syvänteeltä lämpötila-, happi- ja sameusprofiilit YSI-sondilla 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.

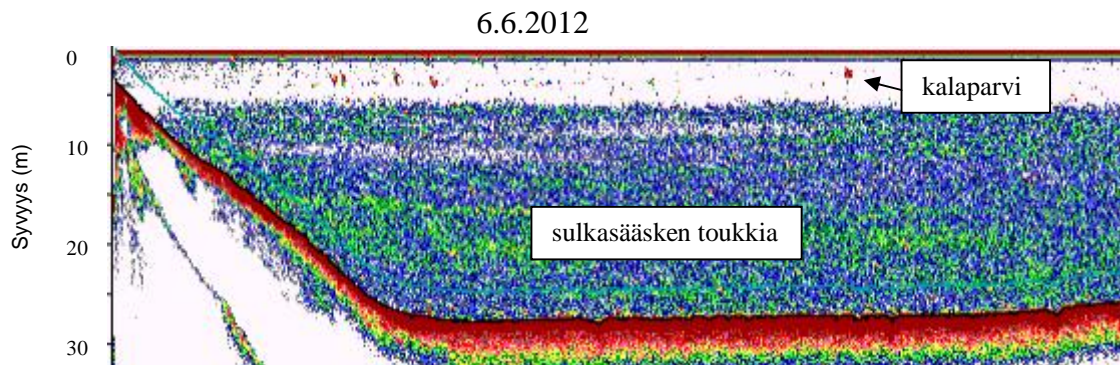
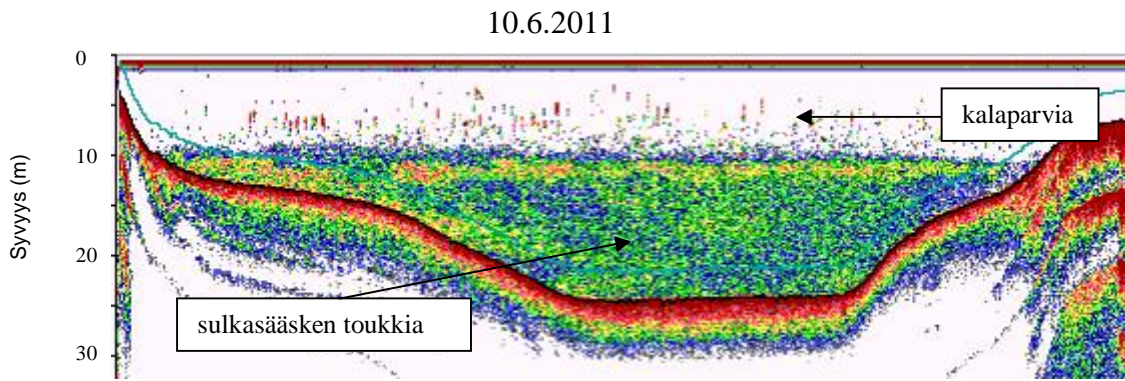
3. Tulokset

Tutkimusajankohtana 6. kesäkuuta 2012 pintaveden lämpötila oli 14,2°C. Lämpötila laski tasaisesti syvemmälle mentäessä ollen 10 m syvyydellä 10,9°C ja 20 m syvyydellä 7,8°C (kuva 1). Selvää harppauskerrosta ei siis vielä ollut muodostunut. Happipitoisuus oli korkea koko vesipatsaassa. Veden sameus oli pinnasta 6 m syvyyteen asti n. 15 NTU, mutta alkoi tämän jälkeen nousta tasaisesti syvemmälle mentäessä ollen 20 m syvyydellä 26,5 NTU (kuva 1). Näkösyvyys oli 0,8 m Sechhi-levyllä mitattuna.

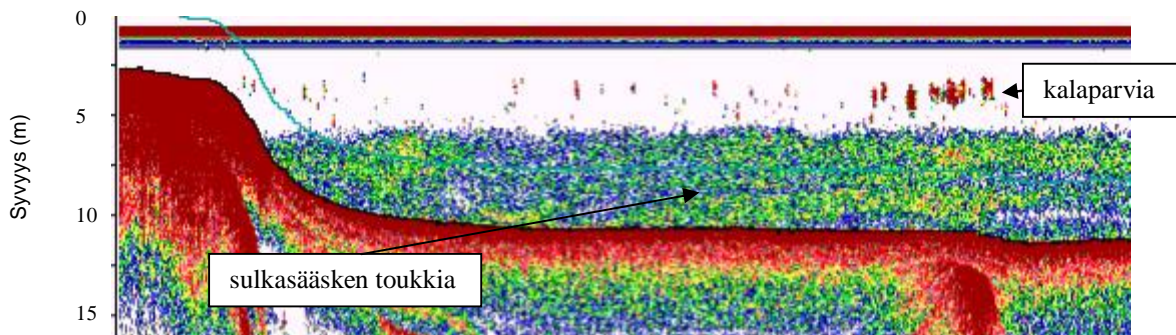


Kuva 1. Lämpötila-, happi- ja sameusprofiilit Hiidenveden Kiihkelyksenselän syvänteellä 6. kesäkuuta 2012.

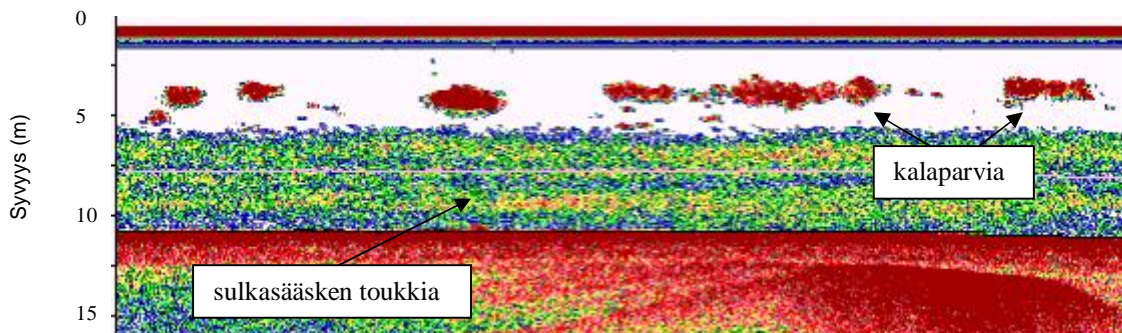
Kaikuluotauksen perusteella sulkasääsken toukkia esiintyi vesipatsaassa noin 6 m syvyydeltä alkaen pohjaan asti (kuvat 2, 3 ja 4). Toukkien vertikaalijakauma oli melko tasainen, eikä selvää tiheysmaksimia esiintynyt toisin kuin vuonna 2011, jolloin toukkatiheys oli selvästi suurin 11-13 m syvyydellä (kuva 2). Kaikuluotauksen suurennos runsaskalaiselta paikalta havainnollistaa sitä, kuinka sulkasääsken toukat pyrkivät välttämään runsaskalaista vesikerrosta (kuva 4). Kalaparvet, jotka todennäköisesti koostuivat kuoreista, saalistivat eläinplanktonia pääosin 3-4,5 m syvyydellä, jolloin toukkien esiintymisen yläraja asetui n. 6 m syvyydelle.



Kuva 2. Kaikuluotaukuvat Kiihkelyksenselän syvänteeltä kesäkuussa 2011 ja 2012. Kirkkaamman veden takia toukkien esiintymisen yläraja oli vuonna 2011 syvemmällä kuin yleensä.



Kuva 3. Kaikuluotaukkuva Turuntien sillalta koilliseen ajeltulta linjalta iltapäivällä 6.6.2012.

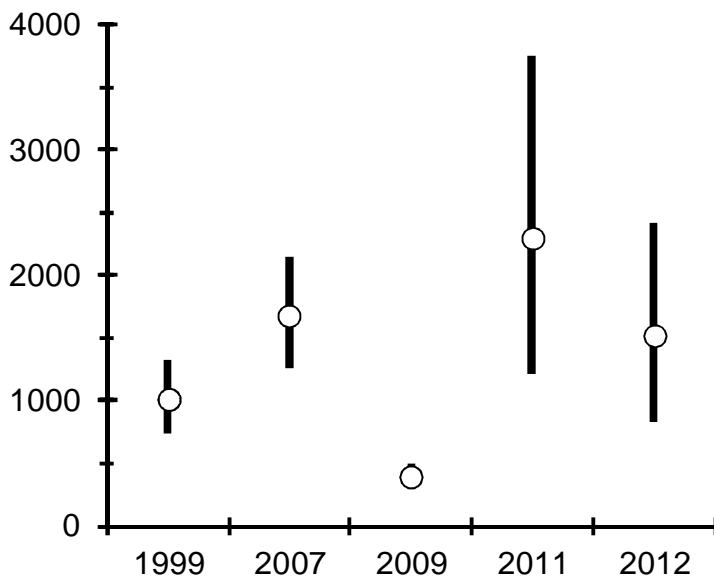


Kuva 4. Suurennos kuvan 3 linjalta tiheimpien kalaparvien kohdalta. Kalaparvien ja sulkasääskikerroksen ylärajan etäisyys on keskimäärin kaksi metriä.

Kesäkuussa 2012 sulkasääsken toukkien tiheysarvio oli Hiidenveden yli 6 m syvillä alueilla 1520 yks./m² (95 %:n luottamusvälit 830-2420 yks./m², kuva 5). Se on kolmasosan pienempi kuin huippuvuonna 2011, mutta lähes nelinkertainen heikoimpaan sulkasääskivuoteen (2009) verrattuna. Vuoden 2012 tiheys ei eroa merkitsevästi vuosien 2007 ja 2011 tiheydestä, mutta on varmuudella suurempi kuin vuonna 2009 (riskitaso < 0,01). Yli 3 m syviä alueita kohti laskettuna vuoden 2012 tiheysarvio oli 1300 yks./m² (95 %:n luottamusvälit 710-2060 yks./m²).

Vuonna 2012 sulkasääsken toukkien määrä alkoi voimakkaasti kasvaa vasta syvyyden ylittäessä 23 metriä (kuva 6). Suunnilleen 32 % toukista oli vesipatsaassa ja 68 % sedimentissä. Nämä luvut olivat päinvastoin kuin yleensä. Hiidenveden sulkasääskiseurannassa on vuotta 1999 lukuun ottamatta löytynyt selvästi enemmän toukkia vesipatsaasta kuin sedimentistä.

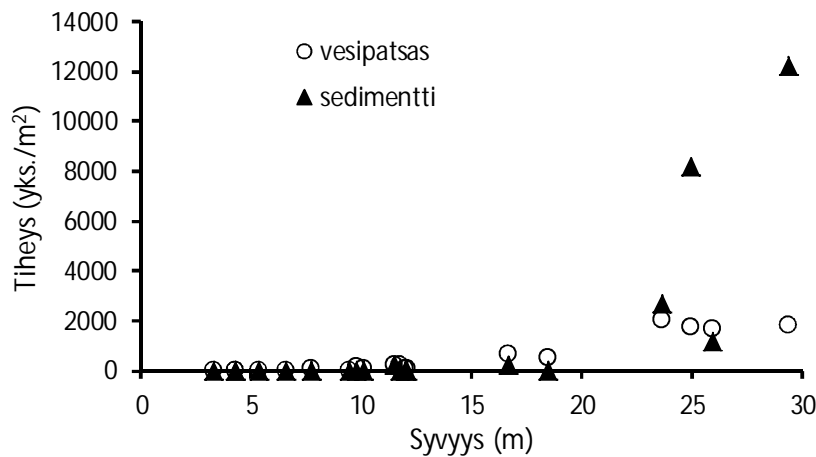
Tiheys (yks./m²)



Kuva 5. Sulkasääsken toukkien tiheys Hiidenveden yli 6 m syvillä alueilla vuosina 1999-2012. Arvioissa ovat mukana sekä vesipatsaan että sedimentin toukat. Tutkimus on tehty kaikkina vuosina alkukesällä (3.-10.6.), joten arviot ovat vertailukelpoisia.

Toukkien keskipituus vesipatsaassa oli 10,18 mm ja sedimentissä 9,58 mm. Koteloiden eli pupien osuus kaikista vesipatsaan sulkasääskistä oli ainoastaan 0,1 prosenttia. Sedimentistä ei löytynyt kotelaita. Toukkien pituusjakaumista voidaan päätellä, että Hiidenveden sulkasääskillä on pääsääntöisesti yksi kuoriutumisaika keskikesällä, eikä esimerkiksi lämpimänä kesänä 2011 ollut ainakaan merkittävää toista kuoriutumisjaksoa loppukesällä (kuvat 7 ja 8). Sen sijaan sulkasääsken lisääntymiselle epäsuotuisa kesä 2008 näkyi vuoden 2009 pituusjakaumissa: viivästyneen kuoriutumisen seurauksena esiintyi melko runsaasti keskimääräistä pienempiä toukkia. Yleensä vesipatsaan toukkien keskipituus on hiukan suurempi kuin sedimentin toukkien keskipituus, mutta vuosi 2009 oli tässäkin suhteessa poikkeus.

Sulkasääsken toukkien lisäksi haavinäytteistä löytyi yhteensä 30 jäännemassiasta (*Mysis relicta*). Niitä esiintyi vain yli 10 m syvillä alueilla, jossa niiden tiheys oli haavinäytteiden perusteella oli n. 14 yks./m². Kaikki massiiset olivat pienikokoisia, ilmeisesti keväällä syntynyttä sukupolvea (kesimääräinen märkápaino 2,2 mg). Suurikokoisia, talvehtineita yksilöitä ei näytteissä ollut toisin kuin vuonna 2011, jolloin niitä löytyi muutama yksilö (Malinen ym. 2012a).



Kuva 6. Sulkasääsken toukkien tiheys vesipatsaassa ja sedimentissä eri syvyisillä näytepisteillä 6. kesäkuuta 2012.

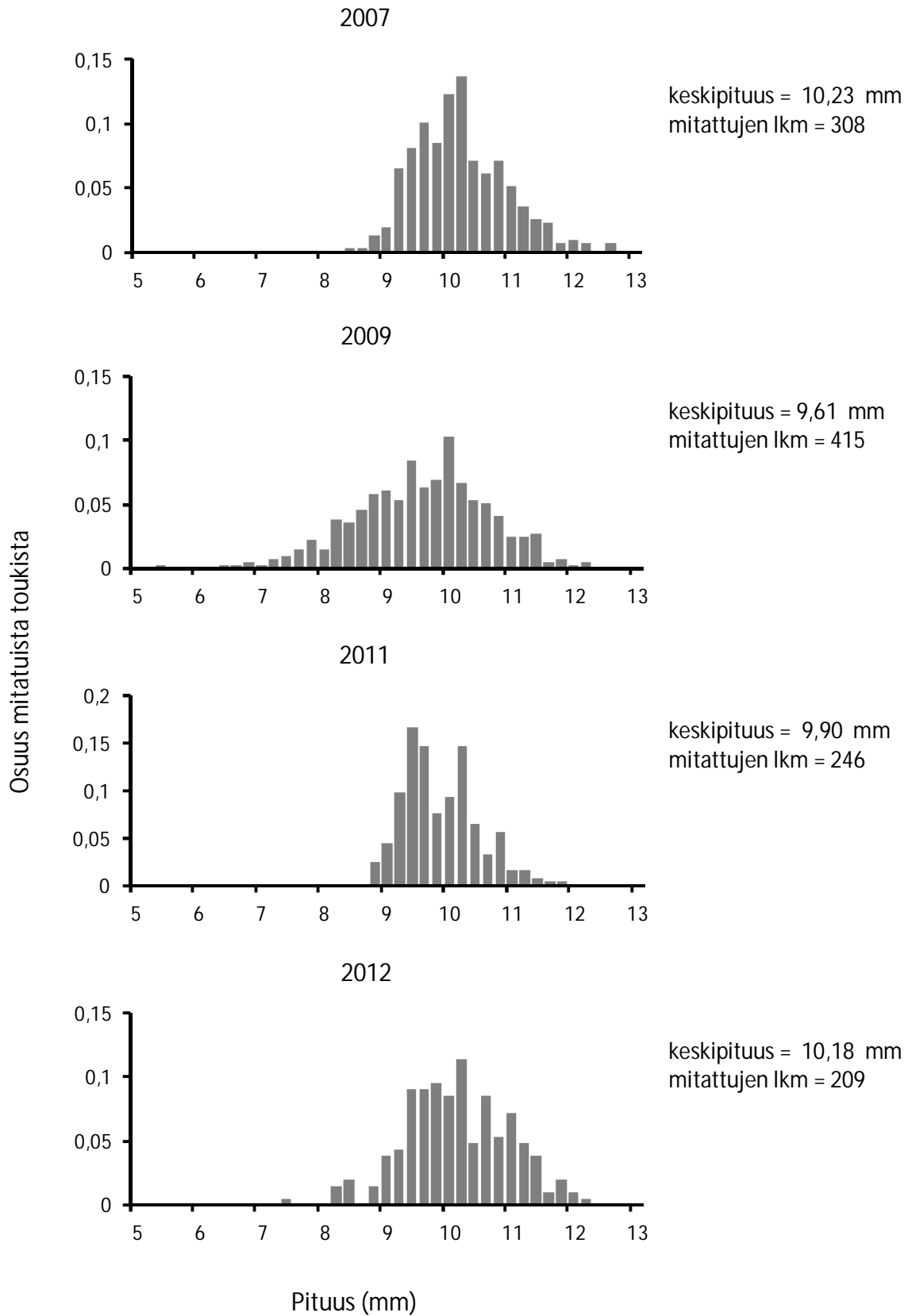
4. Tulosten tarkastelu

Hiidenveden sulkasääskitiheys on hieman laskenut vuoden 2011 huippuarvosta, mutta kanta on edelleen varsin runsas. Tulosten valossa näyttää todennäköiseltä, että vuoden 2009 romahdus oli tilapäinen ja johtui sulkasääsken lisääntymiselle huonosta säätyypistä kesällä 2008. Näin ollen Hiidenveden sulkasääskiongelmalla ei näytä ainakaan pienentyneen 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.

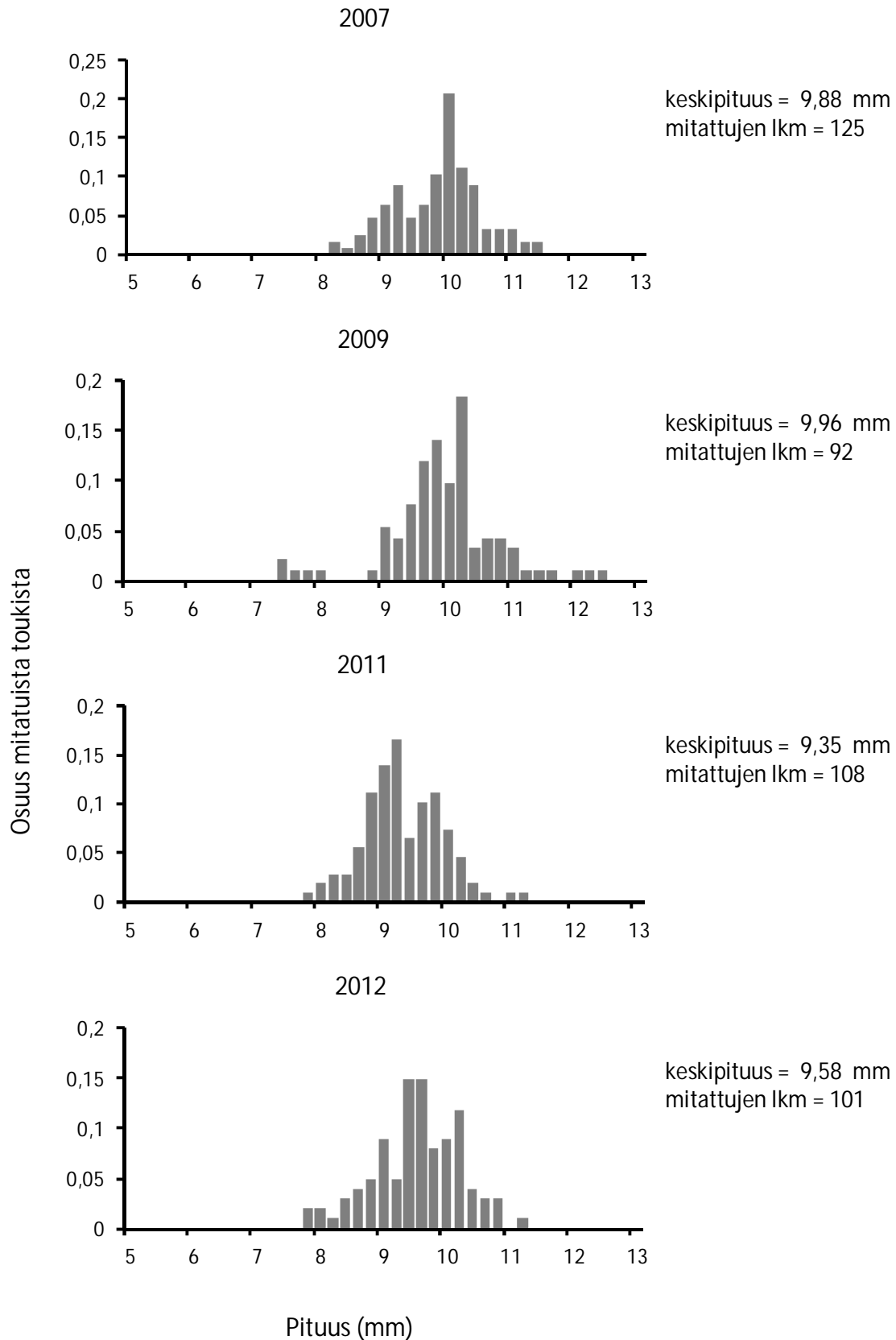
Vuonna 2012 otanta onnistui paremmin kuin vuonna 2011, jolloin valittu ruudukko tuotti harmillisen paljon matalia näytepisteitä, joissa toukkia ei juuri ollut. Toisaalta vuonna 2012 keskimääräistä suurempi osa sulkasääskikannasta oli sedimentissä ja keskittynyt yli 23 m syvälle alueelle, mikä johti tiheysarvojen melko pitkiin luottamusväleihin. Sedimentin toukkamäärän suuri osuus saattoi johtua hieman keskimääräistä viileämmästä vedestä. Lämpötilakerrostuneisuuskään ei ollut vielä ehtinyt muodostua kovin selväksi.

Kesäkuussa 2012 vesi oli jälleen varsin sameaa (näkösyvyys 80 cm) ja sulkasääsken toukkien vertikaalijakauma oli palautunut Hiidenvedelle tyypilliseksi. Vuonna 2011 normaalia kirkkaampi vesi (näkösyvyys yli 2 m) vaikutti toukkien vertikaalijakaumaan siten, että toukkakerroksen yläreuna oli selvästi syvemmällä kuin keskimäärin. Tämä näkyi myös horisontaalisuunnassa pienempänä esiintymisalueena kuin yleensä. Sameuden sulkasääsken esiintymisaluetta säätelevä vaikutus viittaa vahvasti siihen, että kaikki sameutta vähentävät valuma-alueen vesiensuojelutoimet ovat järven tilan kannalta hyödyllisiä.

Toukkien pituusjakaumien perusteella lämmin kesä 2011 ei johtanut kahden sukupolven muodostumiseen kesän aikana. Tämä on Hiidenveden tilan kannalta positiivinen asia, koska kaksi sukupolvea kesässä johtaisi sulkasääskikannan suurempaan eläinplanktonkulutukseen ja siten mahdollisesti myös voimistuviin sinileväkukintoihin varsinkin loppukesällä. Kesä 2012 oli suunnilleen yhtä viileä ja sateinen kuin kesä 2008 (Ilmatieteen laitoksen kuukausittaiset ilmastokatsaukset), mikä ennustaa keskimääräistä alhaisempaa toukkatiheyttä kesälle 2013. Toisaalta on mahdollista, että näiden muuttujien keskiarvot kuvaavat huonosti kesän sopivuutta sulkasääsken lisääntymiselle. Esimerkiksi kuoriutumisen sopivien tyynten ja sateettomien öiden lukumäärä heinä-elokuussa ei näistä keskiarvoista selviä.



Kuva 7. Sulkasääsken toukkien pituusjakauma Hiidenveden vesipatsaassa vuosien 2007, 2009, 2011 ja 2012 kesäkuussa.



Kuva 8. Sulkasääsken toukkien pituusjakauma Hiidenveden sedimentissä vuosien 2007, 2009, 2011 ja 2012 kesäkuussa.

Sulkasääsken runsaudenvaihteluun vaikuttavat tekijät tunnetaan huonosti. Todennäköisesti Hiidenveden sulkasääsikannan runsauteen vaikuttavat lisääntymisolojen lisäksi ravinnon määrä ja petojen saalistus. Ravintotilanne määräytyy pitkälti lämpötilaosuhteiden mukaan eikä siihen ole käytännössä 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 sulkasääsikanta 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. Vanjokisuus lienee edelleen tärkein Hiidenveden kuoreen kutualue (Jääskeläinen 1930).

5. Sulkasääsken merkitys Hiidenveden kunnostuksen kannalta

Sulkasääskeä esiintyy runsaasti Kiihkelyksenselän ja Retlahden syvillä alueilla. Näillä alueilla hoitokalastus on tehoton ja mahdollisesti jopa haitallinen kunnostusmenetelmä. Kalaston vähentäminen voi johtaa sulkasääsken runsastumiseen ja entistä pahempiin sinileväkukintoihin. Sulkasääsikantaa 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, ainakin 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. Sulkasääsken esiintymistä Turuntien eteläpuolisilla alueilla, Isontalonselällä ja Sirkkoonselällä ei ole kattavasti selvitetty. Vuonna 1996 tehdyn koeluontoi- sen kaiku-utauksen mukaan sulkasääskeä näytti esiintyvän myös Sirkkoonselällä ja Isontalonselän syvänteellä (Peltonen ja Malinen, julkaisematon aineisto). Luultavasti näillä selillä esiintyy myös kuoretta. Hoitokalastus tai hapetus ei siis todennäköisesti tule kyseeseen näidenkään selkien kunnostusmenetelmänä. Näin ollen näiden menetelmien soveltuvuuden tutkimiseen tuskin kannattaa uhrata resursseja. Jos kuitenkin hapetuksen tai hoitokalastuksen soveltumattomuus näille alueille halutaan varmistaa, kannattaa ennen pidemmälle meneviä selvityksiä tehdä pienimuotoinen selvitys selkien sulkasääskitiheyksistä ja kalastosta.

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.
- 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 ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999. Kala- ja riistaraportteja 184.
- Malinen, T., Antti-Poika, P. & Vinni, M. 2010: Sulkasääsken runsaus Hiidenvedellä vuonna 2009. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 6 s.
- 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. & 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.