

**KONNIVEDEN (14.131) POHJÄELÄINTARKKAILU
VUONNA 2005 – SURVIAISSÄÄSKIEN
KOTELONAHKAMENETELMÄN TULOKSET**

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 139/2006

Janne Raunio

ISSN 1458-8064

TIIVISTELMÄ

Konniveden (14.131) velvoitetarkkailua uudistettiin vuonna 2005. Pohjaeläintarkkailua täydennettiin siten, että perinteisen syvännenäytteenoton rinnalle tuotiin uusi tutkimusmenetelmä: surviaissääskien kotelonahkamenetelmä (Chironomid Pupal Exuvial Technique, CPET). Uuden ohjelman mukaan kotelonahkanäytteitä kerätään Konnivedeltä koeluontoisesti vuosina 2005 ja 2009, jonka jälkeen ohjelmaa tarkistetaan saatujen tuloksien ja kokemusten mukaan. Konniveden tarkkailun näytteet kerättiin kesä-, heinä- ja elokuun alussa. Kustakin näytteestä määritettiin vähintään 200 kotelonahkaa. Kaikkien näytteiden yhteenlaskettu taksonimäärä oli 123. Mukana oli myös joitakin harvinaisia lajeja, joita ei ole tiettävästi aikaisemmin tavattu Suomesta. Näytepisteiden ero muutosherkkien taksonien suhteellisissa runsauksissa ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä, mutta epäherkkien osalta ero oli myös tilastollisesti merkitsevä ($F = 7.7$, $p < 0.01^{**}$). Jyrängönvirran vertailupisteen ja kuormitettujen pisteiden havaitut yhteisten taksonien määrät vaihtelivat välillä 38-52. Tilastollisen tarkastelun perusteella surviaissääskiyhteisöissä oli selviä alueellisia eroja (MRBP: $A = 0.09$, $p < 0.001^{***}$). Parittaisissa vertailuissa Jyrängönvirran ja Maitiaislahden yhteisöissä oli tilastollisesti merkitseviä eroja ja vastaavasti pienimmät yhteisöerot olivat vertailupisteen ja Vuolenkosken näytepisteen välillä. Ekologisen tilan arviointiin käytettiin neljää mittaria: muutosherkkien taksonien ja yksilöiden suhteellista runsautta, Sørensenin etäisyysindeksiä sekä Orthocladiinae/Chironomini –suhdelukua. Maitiaislahti oli tämän aineiston perusteella vain tyydyttävässä tilassa ja Jyrängönvirran alaosa, Rautsalon kohdalla, hyvässä ekologisessa tilassa. Isosaaren näytepiste luokitui Vuolenkosken pisteen kanssa samaan luokkaan (erinomainen) Tulokset viittaavat siihen, että kotelonahkamenetelmällä saadaan kattava kuva surviaissääskiyhteisöistä ja valtaosa lajistosta jää havaitsematta jos näytteenotto kohdistuu vain syvännenyhteisöihin. Surviaissääskien kotelonahkamenetelmällä saatu kuva Konniveden tilasta poikkesi aikaisemmista syvänetarkkailujen tuloksista, joissa kuormituksen lähialueet on luokiteltu hyvin reheviksi. Tuloksien ero saattaa liittyä siihen, että kotelonahka-aineistossa yhdistyy eri syvyyksien ja laajan alueen lajisto.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 TUTKIMUSALUEEN YLEISKUVAUS	2
3 AINEISTO JA MENETELMÄT	4
3.1 Näytepisteiden vedenlaatu	4
3.2 Näytteenotto	4
3.3 Näytteiden käsittely ja määrittäminen	6
3.4 Aineiston analysointi	6
4 TULOKSET	7
5 TULOSTEN TARKASTELU	13
VIITTEET	15
Liite 1. Näytepisteiltä tavatut surviaissääskitaksonit	

Konniveden (14.131) velvoitetarkkailua uudistettiin vuonna 2005. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n laatimat tarkkailuohjelmat hyväksyi kalataloustarkkailun osalta Hämeen TE-keskus (Dnro 1550/5723/05) ja vesistötarkkailun osalta Kaakkois-Suomen ja Hämeen ympäristökeskukset (Dnro KAS-2005-Y-229-123 ja 0300Y0023-123). Vesistötarkkailun osalta täydennyksiä ja muutoksia tehtiin erityisesti biologiseen tarkkailuun. Pohjaeläimet ja perifyton eli päällysläiset ovat muodostaneet Konniveden biologisen tarkkailun rungon, mutta käytetyt menetelmät eivät ole kaikilta osin vastanneet tarkkailun vaatimuksiin. Perifytonmenetelmän osalta vuosiväläinen vaihtelu tuloksissa on ollut viime vuosinakin suurta (ks. Anttila-Huhtinen 2003), ilman merkittäviä muutoksia vedenlaadussa. Pohjaeläinten kohdalla ongelmia on tuottanut syvänteiden alhaiset yksilötiheydet. Tiheydet ovat paikoin niin alhaisia, että aina pohjaeläimiä ei satu näytteisiin lainkaan (Valkama & Anttila-Huhtinen 2002), jolloin näyteen otteen tilaa ei voida arvioida. Pohjaeläintarkkailua täydennettiin siten, että perinteisen syväntenäytteenoton rinnalle tuotiin uusi tutkimusmenetelmä: surviaissääskien kotelonahkamenetelmä (**Chironomid Pupal Exuvial Technique, CPET**). Uuden ohjelman mukaan kotelonahkanäytteitä kerätään Konnivedeltä koeluontoisesti vuosina 2005 ja 2009, jonka jälkeen ohjelmaa tarkistetaan saatujen tuloksien ja kokemusten mukaan. Kotelonahkamenetelmä (Thienemann 1910, Wilson & Ruse 2005) on Suomessa vielä huonosti tunnettu, mutta sen käyttö pohjaeläintutkimuksissa on yleisempää Keski-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Konniveden tarkkailu on Suomessa tiettävästi ensimmäinen tarkkailuohjelma, johon menetelmä on sisällytetty. Kotelonahkamenetelmällä on useita etuja perinteisiin näytteenottomenetelmiin nähden: i) kotelonahkoja haavitaan rantavedestä, joten pohjasedimentin laadulla ei ole vaikutusta menetelmän käyttökelpoisuuteen, ii) rantaveteen ajautuneet kotelonahat edustavat lajistoa laajalta alueelta, eri syvyyksiltä ja pienelinympäristöiltä, iii) surviaissääskien toukkien määrittäminen on vaikeaa, mutta kotelonahoissa lajituntomerkit ovat selvempiä (kuva 1) sekä iv) näytteenotto on nopeaa ja helppoa. Tämä julkaisu käsittelee kotelonahkamenetelmällä toteutetun Konniveden pohjaeläintarkkailun tuloksia vuodelta 2005.



Kuva 1. Eri surviaissääskisukujen kotelonahat eroavat usein selvästi kokonsa, värityksensä ja keskeisimpien tuntomerkkien perusteella.

2 TUTKIMUSALUEEN YLEISKUVAUS

Päijänteen vedet purkautuvat Kalkkisten kanavan kautta Ruotsalaiseen ja edelleen Jyrängönvirran välityksellä Konniveteen (kuva 2). Suuren virtaaman vuoksi Konniveden teoreettinen viipymä on vain 39 päivää (taulukko 1). Konniveden pohjoispäähän purkautuu vesiä myös Räävelin reitiltä, mutta virtaamat ovat selvästi pienemmät kuin Kymijoessa. Kalkkisten mittauspisteellä Kymijoen kuukausittaiset keskivirtaamat vaihtelivat vuonna 2005 välillä $132\text{--}343\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ ja vuoden keskivirtaama oli $228\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$. Räävelinreitin virtaamia on aikaisemmin mitattu Sulkavankoskesta, jonka pitkän aikavälin (1993-2003) keskivirtaama on ollut noin $5\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$.

Taulukko 1. Ruotsalaisen ja Konniveden hydrologisia tietoja.

	Ruotsalainen	Konnivesi
Pinta-ala	73 km ²	46 km ²
Keskisyvyys	10,9 m	13,7 m
Tilavuus	860 x10 ⁶ m ³	720 x10 ⁶ m ³
Teoreettinen viipymä	40 vrk	39 vrk

Konniveteen kohdistuu yhdyskuntajätevesien ja puunjalostusteollisuuden jätevesikuormitusta (kuva 2). Kuormittajat ja jätevesien purkupisteet sijaitsevat lähellä toisiaan Jyrängönvirran alaosalla. Ennen vahvasti kuormitettuun Maitiaislahteen johdetaan vielä jätevesiä, mutta kuormitusmäärät ovat pienempiä. Pistekuormittajien (yhdyskunnat ja teollisuus) osuus Konniveden valuma-alueelta tulevista vuosittaisista ravinnevirroista on n. 53 % (fosfori) ja 44 % (typpi) (taulukko 2). Kun ravinnelaskelmissa huomioidaan Ruotsalaiselta ja Räävelin reitiltä tulevat ravinnemäärät, on Konniveden oman valuma-alueen osuus fosforin osalta vain noin 11 % ja typen suhteen noin 4 %.

Taulukko 2. Konniveteen kohdistuvan fosfori- ja typpikuormituksen arviot vuodelta 2005.

	Fosfori kg/vuosi	%	Typpi kg/vuosi	%
Konniveden valuma-alue				
Teollisuus	2446	40,6	17411	10,1
Yhdyskunnat	767	12,7	58400	33,8
Jätteenkäsittely	0	0	18300	10,6
Maatalous	464	7,7	8384	4,9
Metsätalous	180	3,0	2680	1,6
Haja-asutus	482	8,0	2485	1,4
Laskeuma	582	9,7	32593	18,9
Luonnonhuuhtouma	1094	18,2	32050	18,6
Hulevesi	6	0,1	360	0,2
Konniveden VA, yhteensä	6021	100	172663	100
Konniveden VA, yhteensä	6021	10,9	172663	4,3
Ruotsalainen	48253	87,1	3735150	93,5
Räävelinreitti	1156	2,1	89028	2,2
Yhteensä	55430	100	3996841	100

Konniveden vesistötarkkailu toteutetaan yhteistarkkailuna, johon osallistuvat Heinolan kaupunki jätevedenpuhdistamon osalta, Suomen Kuitulevy Oy ja Stora Enso Oyj Heinolan Flutingtehdas.



Kuva 2. Jätevesien purkupisteiden ja surviaissääskien kotelonahkojen näytteenottopisteiden sijainti Konnivedellä.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Näytepisteiden vedenlaatu

Surviaissääskien kotelonahkoja kerättiin ohjelman mukaisesti viideltä näytepisteeltä (kuva 2). Piste 1 sijaitsee Ruotsalaisen ja Konniveden yhdistävässä Jyrängönvirrassa ja toimii vertailupisteinä Konniveden neljälle näytepisteelle. Vertailupisteiden vedenlaatu on luokiteltu erinomaiseksi. Näytepisteet 2 ja 3 ovat lähinnä pistekuormittajia. Vuosien 2004 ja 2005 vedenlaatuaineistojen perusteella pisteiden 1, 4 ja 5 vedenlaatu voidaan luokitella karuksi ja pisteiden 2 ja 3 mesotrofiseksi (taulukko 3). Pistekuormittajia lähellä olevilla näytepisteillä alus- ja päällysveden laadussa on yleensä melko suuria eroja, mikä on havaittavissa tulosten suurempina hajontoina. Maitiaislahden (piste 2) syvänteen alusvesi saattaa olla hapeton lähes koko vuoden ja vesianalyysitt osoittavat jätevesivaikutusta, mutta päällysvedessä vedenlaatu voi olla selvästi parempaa.

Taulukko 3. Surviaissääskien kotelonahkojen näytteenottopisteiden vedenlaatu vuosien 2004 ja 2005 tarkkailuaineistojen perusteella. Keskiarvot on laskettu kaikkien havaintokertojen ja syvyyksien tuloksista.

Näytepiste	Kok P. $\mu\text{g l}^{-1}$ keskiarvo (S.D.)	Kok. N $\mu\text{g l}^{-1}$ keskiarvo (S.D.)	Sähkönjohtavuus mS m^{-1} keskiarvo (S.D.)
Jyrängönvirta P.1	6.8 (1.0)	516 (80.5)	7.2 (0.1)
Maitiaislahti P.2	20.5 (5.1)	631.7 (114)	8.3 (0.9)
Rautsalo P.3	15.8 (5.1)	625.5 (129.4)	8.1 (1.2)
Isosaari P.4	6.5 (0.9)	540.8 (41.5)	7.3 (0.2)
Vuolenkoski P.5	7.5 (1.8)	512 (46.9)	7.2 (0.2)

3.2 Näytteenotto

Surviaissääskien aikuistuminen käynnistyy Etelä-Suomen olosuhteissa tyypillisesti huhtitoukokuun vaihteessa ja päättyy syys-lokakuussa (Raunio ym., submitted ms.). Lajien ja sukujen aikuistumisajankohtien välillä on suurta vuodenaikaista ja vuorokauden sisäistä vaihtelua (mm. Wilson & Ruse 2005). Jotta yhteisöistä saataisiin kattava kuva, tulee kotelonahkoja kerätä vähintään kolmesti avovesikaudelta (Ruse & Wilson 1984). Millä tahansa kolmen kuukausittaisen näytteen yhdistelmällä tavoitetaan noin 60-80 % alueen surviaissääskisuvuista (Ruse & Wilson 1984, Raunio & Muotka 2005). Vuorokauden sisäisen vaihtelun aiheuttaman virheen vuoksi kotelonahkoja tulee kerätä kerääntymisalueilta tai ajalehtivaa aineista keräävistä pisteistä. Tällöin näytteen voidaan katsoa edustavan viimeisen kahden vuorokauden aikana aikuistuneista lajeja (Coffman 1973). Kotelonahka ja sitä kelluttava vahakerros alkavat hajota aikuisen kuoriuduttua ja parin vuorokauden kuluessa kuoriutumisen kotelonahka vajoaa pohjaan. Järviolosuhteissa kerääntymisalue tarkoittaa tuulen vastaista rantaa, jonne pinnalla ajalehtivaa ainesta on kerääntynyt. Joissa kotelonahkoja kertyy mm. pintavirtausta estäviin kohtiin kuten kaatuneiden puunrunkojen kupeisiin (kuva 3), joen mutkiin ja akanvirtoihin.



Kuva 3. Surviaissääskien kotelonahkoja kerätään kerääntymisalueilta tai ajelehtivaa aineista keräävistä pisteistä.

Surviaissääskien kotelonahkojen näytteenotto tapahtuu haavimalla rantaveden pinnalla kelluvaa aineista käsihaavilla (havas < 250 µm) (kuva 4). Ollakseen edustava, näytteen pitää sisältää vähintään 200 kotelonahkoa (Ruse 1993). Koska vain kotelonahkojen määrä on ratkaiseva, ei näytteenottoaika ole tarve määrittellä tai rajata. Käytännössä riittävä määrä kotelonahkoja saavutetaan noin 10-30 minuutin haavinnalla. Näytteenoton pystyy hoitaman yksi henkilö ja Konniveden tarkkailupisteet pystyttiin käymään helposti läpi yhden työpäivän aikana. Haavinnan jälkeen pussin sisältö tyhjennetään vedellä täytettyyn ämpäriin. Ämpäristä poistetaan isoimmat roskat ja samalla arvioidaan kotelonahkojen määrää. Loppu aines kaadetaan siivilän (havas < 250 µm) läpi ja seulontajäänös kaadetaan kierrekorkilliseen pulloon (0.5 l) ja säilötään etanolilla. Haavintaa jatketaan mikäli riittävää määrää kotelonahkoja ei ollut ensimmäisessä näytteessä.



Kuva 4. Surviaissääskien kotelonahkojen näytteenottoa.

3.3 Näytteiden käsittely ja määrittäminen

Konniveden tarkkailun näytteet kerättiin kesä-, heinä- ja elokuun alussa. Näytteet poimittiin yleensä parin seuraavan päivän kuluessa näytteenotosta. Poimintaa varten näytepulloa sekoitettiin ja siitä kaadettiin poiminta-alustalle pieni osa-näyte. Kaikki osanäytteen kotelonahat poimittiin ja laskettiin. Mikäli osanäytteen kotelonahkojen määrä ei ylittänyt vaadittua 200 yksilöä, kaadettiin poiminta-alustalle uusi osanäyte, josta poimittiin niin ikään kaikki kotelonahat. Kotelonahkojen määrittämisessä hyödynnettiin Wiederholmin (1986) ja Langtonin (1991) määrittämisskaavoja. Kaikki kotelonahat määritettiin vähintään suvulleen.

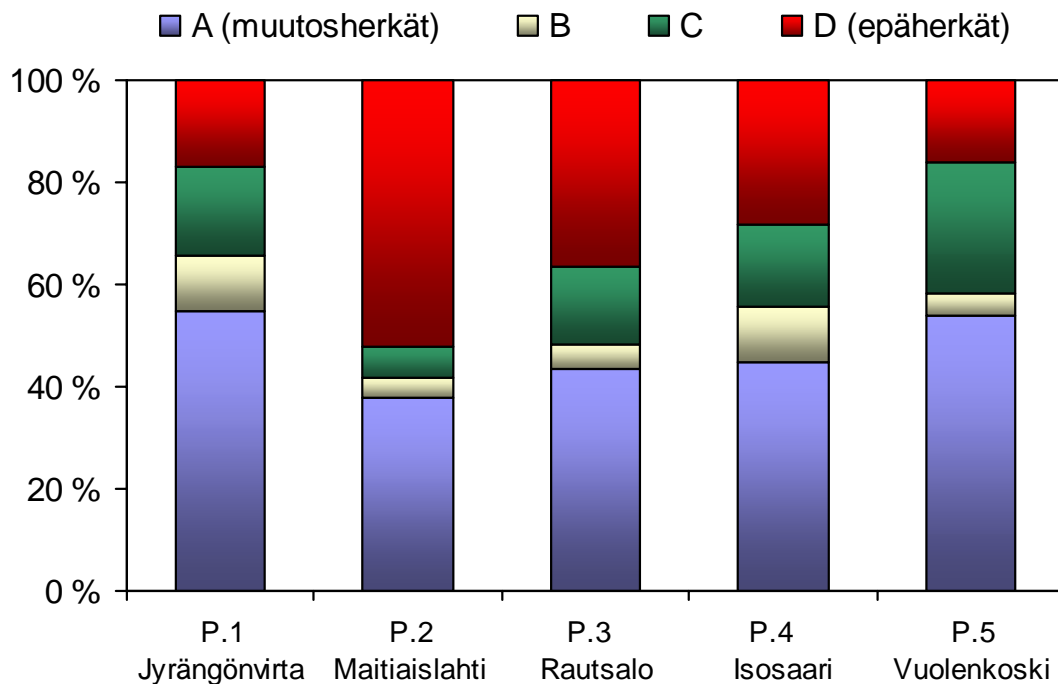
3.4 Aineiston analysointi

Kotelonahka-aineiston analysoinnissa hyödynnettiin Wilsonin ja Rusen (2005) tekemää surviaissääskitaksonien herkkyysluokitusta. Suvut on luokiteltu orgaanisen kuormituksen sietokyvyn suhteen neljään ryhmään. Kuormitusvaikutuksen arvioinnissa hyödynnettiin erityisesti muutosherkkien taksonien ja yksilöiden suhteellisia runsauksia. Kokonaislajimäärää estimoitiin first-order Jackknife -estimaatin avulla. Lisäksi kuormitettujen näytepisteiden ja vertailupisteen välisiä yhteisten lajien määriä arvioitiin shared taxa -estimaatin avulla (Chao *et al.* 2000). Kullekin näytepisteelle laskettiin kaikkien kolmen näytteen aineistosta keskimääräinen Orthoclaadiinae-Chironomini -suhdeluku (O/C). Orthoclaadiinae-lajit ovat yleisiä kovapohjaisilla sedimenteillä ja monet suosivat karuja vesistöjä. Tämä alaheimo sisältää monia muutosherkkiä lajeja. Chironomini-ryhmään kuuluu vastaavasti monia huonoja happioloja ja kuormitusta kestäviä lajeja, jotka suosivat pehmeitä pohjasedimenttejä. Korkea O/C -suhdeluku kertoo Orthoclaadiinae-alaheimon yksilöiden runsaudesta suhteessa Chironomini-ryhmään. Kuormituksen alapuolisten näytepisteiden yhteisökoostumusta verrattiin kontrollipisteeseen laskemalla kullekin pisteparille Sørensenin etäisyysindeksin arvo. Ekologisen tilan arviointia varten muutosherkkien taksonien ja yksilöiden runsauksia sekä O/C -suhdelukua tarkasteltiin viitteellisen EQR-arvon avulla. Viitteellinen EQR (huom! vain yksi vertailupiste) laskettiin jakamalla kuormitetun pisteen (pisteet 2-5) tulos (havaittu) vertailupisteen (piste 1) (odotetulla) arvolla. EQR saa tyypillisesti arvoja välillä 0-1. Jakamalla asteikko viiteen luokkaan (luokkarajat 0.2 yksikön välein) voidaan kunkin näytepisteen ekologinen tila määrittellä välille huono-erinomainen. Sørensenin etäisyysindeksi saa arvoja välillä 0-1, joten sitä ei tarvinnut erikseen muuntaa EQR-indeksiksi. Koska tarkasteltavia muuttujia oli tässä työssä useita, määräytyi lopullinen luokka kaikkien mittareiden (muutosherkkien taksonien ja yksilöiden runsaus, O/C -suhdeluku ja Sørensenin indeksi) keskiarvosta.

Tilastollisina menetelminä käytettiin NMDS-ordinaatioanalyysiä ja MRPP-testin blocked-versiota (MRBP). Eri kuukausina kerätyt kotelonahkanäytteet eivät ole varsinaisia rinnakkaisnäytteitä vaan toistomittauksia (Raunio & Muotka 2005), joten MRBP on soveltuvampi tämän tapaisiin asetelmiin. Yhteisöjen monimuotoisuutta kuvaavan Shannonin indeksin arvoja, näytekohtaisia taksonimääriä sekä muutosherkkien ja epäherkkien yksilöiden runsauksia vertailtiin toistomittausten varianssianalyysillä (rmANOVA). NMDS ja MRBP -testit tehtiin PC-ORD -ohjelman avulla (McCune & Meffort 1999) ja varianssianalyysit SYSTAT 10 -ohjelmalla.

4 TULOKSET

Konniveden viiden tarkkailupisteen ja 15 näytteen aineistosta määritettiin yhteensä yli 3200 kotelonahkaa. Wilsonin ja Rusen (2005) tekemän herkkyysluokituksen perusteella näytepisteiden yhteisöt erosivat melko selvästi etenkin muutosherkkien ja kuormitusta sietävien taksonien suhteellisissa runsauksissa (kuva 5). Toistomittausten varianssianalyysin perusteella näytepisteiden ero muutosherkkien taksonien suhteellisissa runsauksissa ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä ($F = 1.5$, $p = 0.28$), mutta epäherkkien osalta ero oli myös tilastollisesti merkitsevä ($F = 7.7$, $p < 0.01^{**}$).

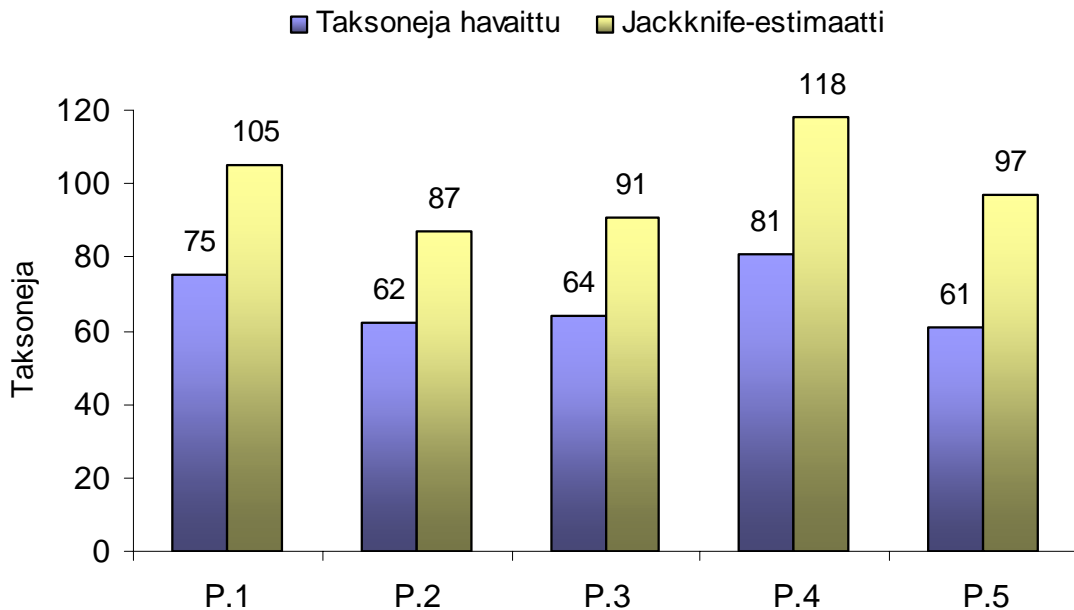


Kuva 5. Eri herkkyysluokkien surviaissäskien suhteelliset runsaudet Konniveden tarkkailupisteillä. Suhteelliset osuudet ovat kolmen näytteen keskiarvoja.

Yhteisöjen monimuotoisuutta kuvaavan Shannonin indeksin arvoissa eikä myöskään näytteiden kokonaistaksonimäärissä ollut tilastollisesti merkitseviä eroja (Shannon: $F = 2.8$, $p = 0.09$, taksonimäärät: $F = 1.4$, $p = 0.31$). Kaikkien näytteiden yhteenlaskettu taksonimäärä oli 123 (liite 1). Mukana oli myös joitakin harvinaisia lajeja kuten *Procladius cf. vesus* (Roback) (kuva 6), jota ei ole tiettävästi aikaisemmin tavattu Suomesta. Taksonimäärä vaihteli 62:sta (P.2, Maitiaislahti) 81:een (P.4, Isosaari) (kuva 7). Jackknife-estimaatin perusteella näytepisteiden todelliset lajimäärät olisivat sadan molemmin puolin, Isosaaren näytepisteellä jopa lähes 118. Havaitun ja arvioidun taksonien kokonaismäärän osuus näytepisteillä oli keskimäärin 69 % (vaihteluväli 62-71 %).

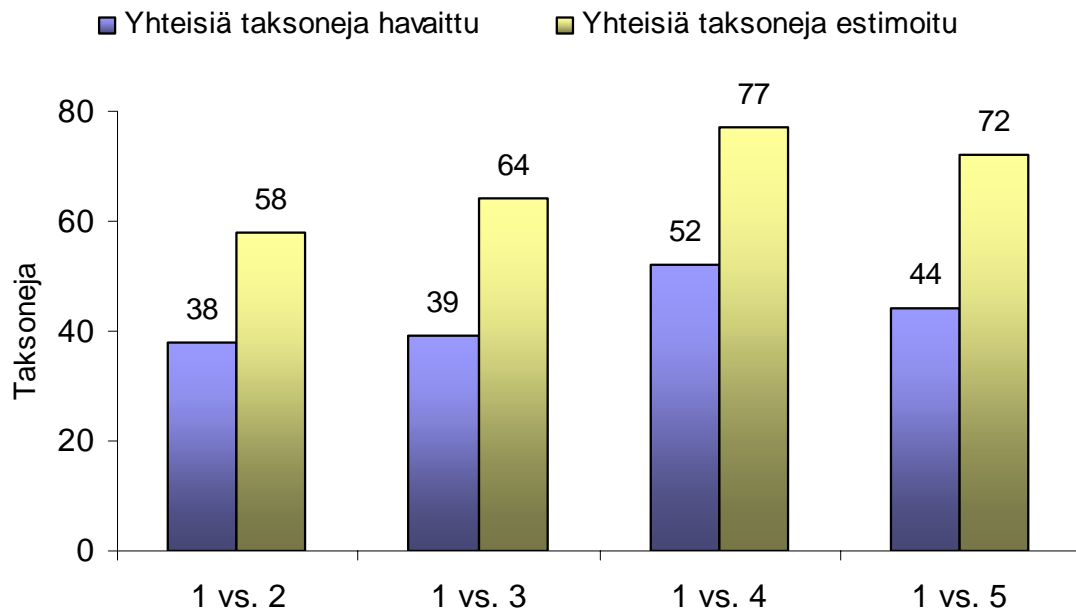


Kuva 6. Konniveden tarkkailuaineistosta tavattiin myös joitakin harvinaisia ja Suomelle uusia lajeja kuten kuvan *Procladius cf. vesus* (Roback). Ylemmässä pikkukuvassa on kotelon hengityselin (thoracic horn), joka on yksi tärkeimmistä lajituntomerkeistä.



Kuva 7. Näytepisteiltä havaitut ja estimoidut taksonimäärät.

Jyrängönvirran vertailupisteen ja kuormitettujen pisteiden havaitut yhteisten taksonien määrät vaihtelivat välillä 38-52 (kuva 8). Shared taxa -estimaatin perusteella yhteisten lajien määrät olisivat kuitenkin vielä noin 20-28 lajia havaittua suuremmat. Yhteisten lajien määrät olivat alhaisimmat Jyrängönvirta-Maitiaislahti sekä Jyrängönvirta-Rautsalo vertailupareissa ja suurimmillaan Jyrängönvirran ja Isosaaren vertailussa.



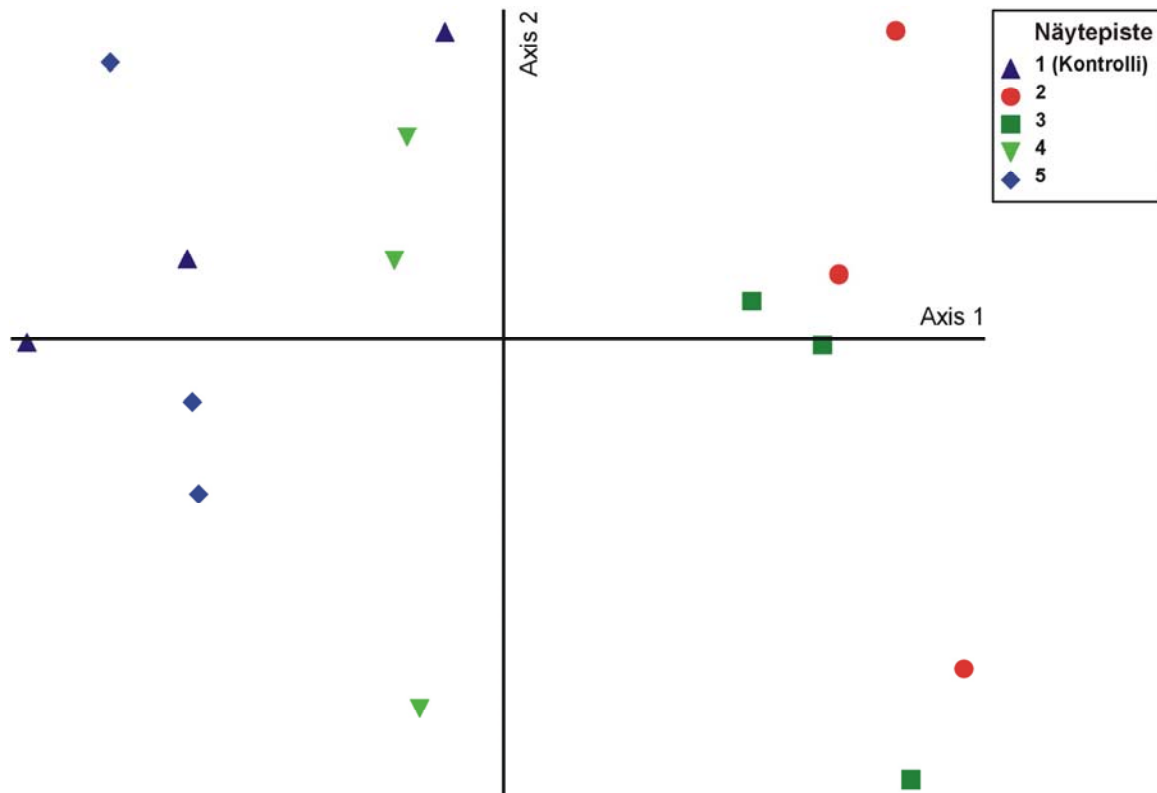
Kuva 8. Kuormitettujen näytepisteiden (P.2-P.5) ja vertailupisteen (P.1) yhteisten taksonien havaitut ja estimoidut lukumäärät.

Tilastollisen tarkastelun perusteella surviaissääskiyhteisöissä oli selviä alueellisia eroja (MRBP: $A = 0.18$, $p < 0.001^{***}$). Parittaisissa vertailuissa vain Jyrängönvirran ja Maitiaislahden yhteisöissä oli tilastollisesti merkitseviä eroja (taulukko 4). Tosin muissakin vertailupareissa ero oli hyvin lähellä tilastollisesti merkitsevän tuloksen rajaa. Pienimmät yhteisöerot olivat vertailupisteen ja Vuolenkosken näytepisteen välillä.

Taulukko 4. Näytepisteiden surviaissääskiyhteisöjen parittaisten vertailujen tulokset (p-arvo). Tilastollisesti merkitsevät erot on vahvennettu.

	Jyrängönvirta	Maitiaislahti	Rautsalo	Isosaari	Vuolenkoski
Jyrängönvirta	1				
Maitiaislahti	0.04*	1			
Rautsalo	0.07	0.07	1		
Isosaari	0.06	0.08	0.08	1	
Vuolenkoski	0.29	0.07	0.08	0.08	1

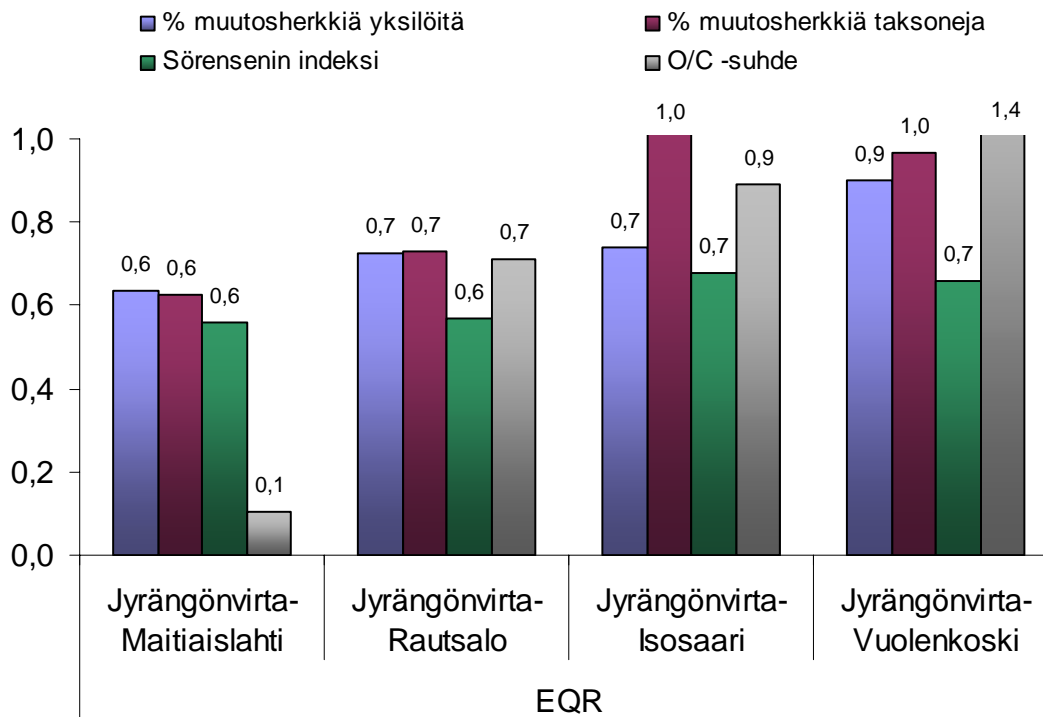
NMDS -ordinaatioanalyysi tuki yhteisövertailujen tuloksia, sillä Jyrängönvirran ja Vuolenkosken näytteet muodostivat ordinaatiossa oman ryhmänsä ja samoin kuormituksen lähialueen pisteet 2 ja 3 (kuva 9). Isosaaren (P.4) havainnot sijoittuivat melko lähelle vertailupisteen havaintoja, mutta lajistossa oli joitakin yhtäläisyyksiä vahvimmin kuormitettujen pisteiden kanssa, sillä havainnot sijoittuivat ääripäiden (P.1 ja P.2) välimaastoon. Ordinaation 1. akseli näytti erottelevan pisteet vedenlaadun mukaan ja 2. akseli rinnakkaisnäytteiden yhteisökoostumuksien perusteella.



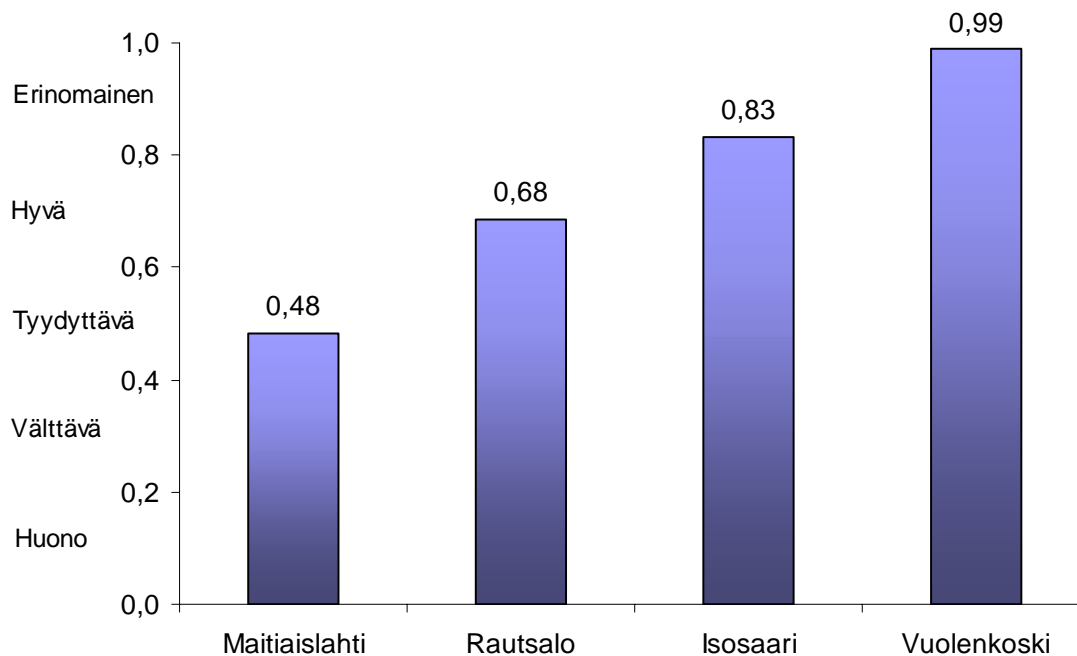
Kuva 9. Näytepisteiden (1-5, Jyrängönvirta-Vuolenkoski) NMDS-ordinaatio.

Ekologisen tilan arviointiin käytetyt mittarit (muutosherkkien taksonien ja yksilöiden runsaus, Sørensenin etäisyysindeksi sekä Orthoclaadiinae/Chironomini -suhdeluku) tuottivat osin samantyyppisen, mutta osin myös melko eriävän kuvan näytepisteiden tilasta (kuva 10). Eniten hajontaa oli O/C -suhdeluvussa, joka oli Vuolenkosken näytepisteellä kaikkein korkein ja matalin Maitiaislahden pisteellä. Varsinaiset CPET-indeksit (muutosherkkien taksonien ja yksilöiden runsaus) tuottivat etenkin kuormitettujen pisteiden 2 ja 3 osalta hyvinkin yhteneväisen tuloksen. Sørensenin etäisyysindeksin tulos oli näitä kahta mittaria hieman matalampi, mutta ero oli melko pieni.

Kaikkien neljän mittarin tuloksista laskettu keskiarvo viittasi siihen, että Vuolenkosken näytepisteen ekologinen tila oli kotelonahka-aineiston valossa samankaltainen vertailupisteeseen nähden (kuva 11). Koska Ruotsalainen on luokiteltu erinomaisessa tilassa olevaksi, voidaan 0.8-1:n viitteelliset EQR-arvot tulkita erinomaisen ekologisen tilan arvoiksi. Sen sijaan Maitiaislahti oli tämän aineiston perusteella vain tyydyttävässä tilassa ja Jyrängönvirran alaosa, Rautsalon kohdalla, hyvässä ekologisessa tilassa. Isoaaren näytepiste luokitui Vuolenkosken pisteen kanssa samaan luokkaan, mutta tulos oli hyvän ja erinomaisen laatuluokkien rajamaastossa.

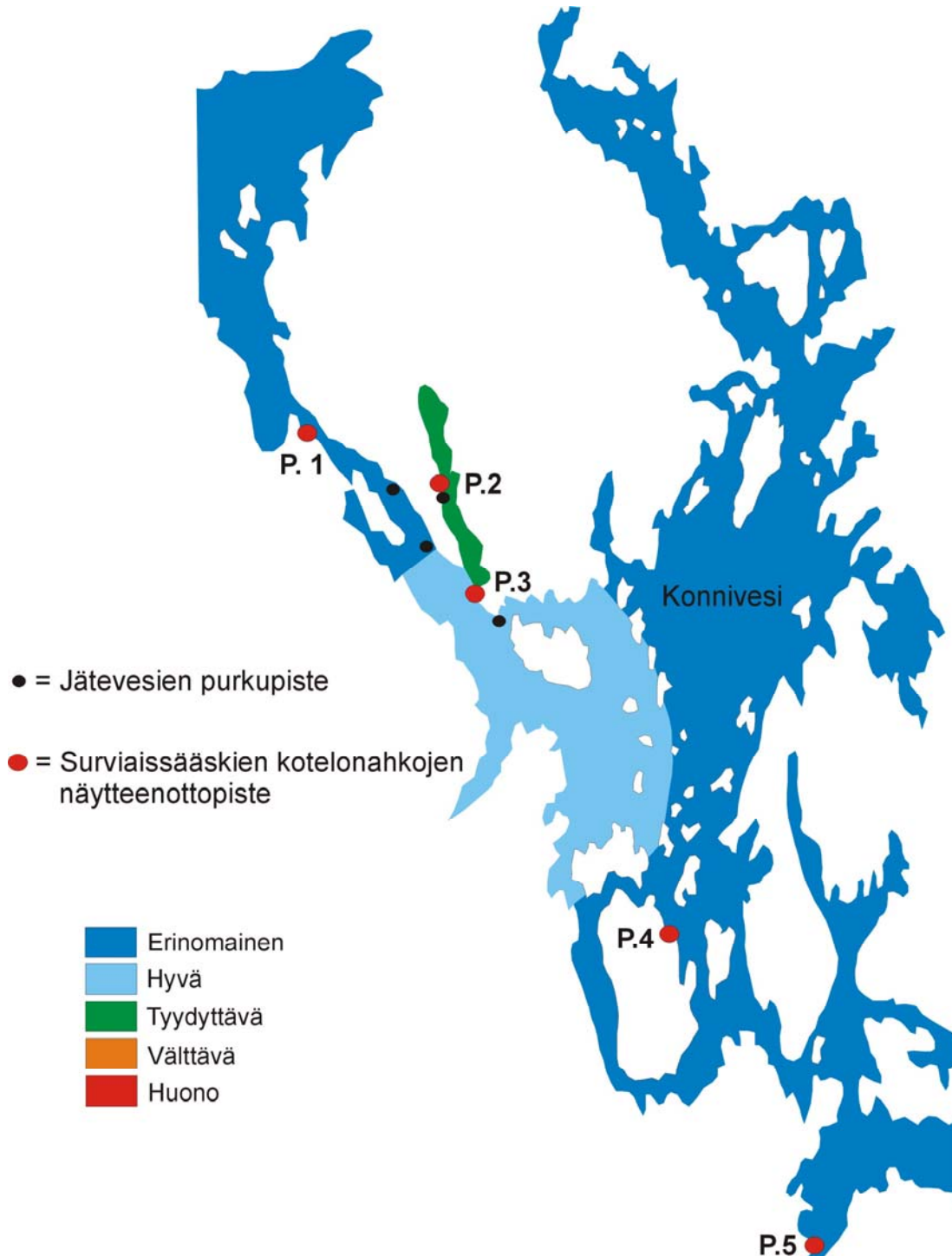


Kuva 10. Ekologisen tilan arviointiin käytettyjen muuttujien viitteelliset EQR-arvot vertailupisteen ja kuormituksen alapuolisten näytepisteiden pareille. EQR-arvot on pyöristetty lähimpään kymmenykseen.



Kuva 11. Kuormitettujen pisteiden 2-5 ekologinen tila neljän eri osamuuttujan keskiarvosta määriteltynä.

Konniveden ekologista tilaa voidaan arvioida saatujen tulosten valossa, mutta näytenpisteverkosto on suppea verrattuna tutkimusalueen laajuuteen, joten kyse on karkeasta arviosta. Hyvän vedenlaadun alue ulottuu tämän arvion perusteella Jyrängönvirran alaosalta lähelle Isosaaren pohjoiskärkeä. Konniveden eteläosa on arvion perusteella erinomaisessa tilassa. Konniselällä ei ollut näytenpistettä ja tilanarvio perustuu syvännenäytteiden tuloksiin.



Kuva 12. Surviaissääskien kotelonahka-aineistoon perustuva arvio Konniveden ekologisesta tilasta

5 TULOSEN TARKASTELU

Konniveden tarkkailuaineisto osoitti selviä alueellisia eroja surviaissääskiyhteisöjen koostumuksessa ja lajein runsauksissa. Erityisesti orgaanista kuormitusta hyvin sietävien taksonien suhteellisissa runsauksissa oli näytepisteiden välisiä eroja. Muutosherkkien taksonien runsauksissa ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa, mikä johtui todennäköisesti suuremmasta näytteiden välisestä vaihtelusta ja suhteellisen pienestä näytemäärästä. Näytteiden lajimäärissä ja monimuotoisuutta kuvaavan Shannonin indeksin arvoissa ei ollut myöskään tilastollisesti merkitseviä eroja. Havaittu kokonaistaksonimäärä oli suuri, kaikkiaan 123. Näytepistekohtaisesti havaitut taksonimäärät vaihtelivat n. 60-80:n välillä. Korkeimmat taksonimäärät havaittiin pisteiltä 1 ja 4 ja vastaavasti alhaisimmat pisteillä 2 ja 3. Arvioiden perusteella näytepisteiden todellinen lajirunsaus olisi kuitenkin vajaasta 90:stä jopa yli sataan. Näiden arvioiden perusteella näytepisteiden faunasta tavoitettiin kolmella kotelonahkanäytteellä keskimäärin n. 70 %. Tulokset ovat siten yhdenmukaisia aikaisempien tutkimustulosten kanssa, joiden mukaan kolmella eri kuukausina kerätyllä näytteellä tavoitetaan n. 60-80 % alueen faunasta (Raunio & Muotka 2005). Yhteisten lajien (vertailupiste vs. kuormitetut pisteet) havaitut määrät vaihtelivat välillä 39-52 ja arvioidut kokonaismäärät välillä 58-77. Tämän arvion perusteella Maitiaislahden näytepisteeltä puuttuisi siten n. 14-19 sellaista surviaissääskitaksonia, joita tavataan vertailupisteeltä ja lievemmin kuormitetuilta pisteiltä (pisteet 4 ja 5). Vaikka näytepisteet erosivat virtausoloiltaan oli yhteisten lajien määrä kuitenkin suurin Jyrängönvirran vertailupisteen ja Isosaaren (P.4) näytepisteen välillä. Vertailun vuoksi voidaan vielä mainita, että syvännepohjaeläintarkkailun kaikkien taksonien kokonaismäärä tarkkailupisteillä vaihteli vuonna 2001 välillä 0-14 (Valkama & Anttila-Huhtinen 2002), joista siis vain osa oli surviaissääskiä. Tulokset viittaavat siihen, että kotelonahkamenetelmällä saadaan kattava kuva surviaissääskiyhteisöistä ja valta-osa lajistosta jää havaitsematta jos näytteenotto kohdistuu vain syvänneyhteisöihin.

Tilastollisen tarkastelun perusteella näytepisteiden yhteisökoostumuksien ero oli selvin Maitiaislahden ja vertailupisteen välillä ja lievin vertailupisteen ja Vuolenkosken pisteiden välillä. Parittaisissa vertailuissa yhteisöerot melko samantyyppistenkin pisteiden (mm. P.4 ja P.5) välillä olivat suhteellisen suuria, mikä saattoi johtua harvalukuisten ja vain yhdeltä tai muutamalta pisteeltä tavattujen lajien runsaasta määrästä näytteissä. Ordinaatioanalyysi tuki yhteisövertailun tuloksia, sillä pisteet 1 ja 5 sekä 2 ja 3 muodostivat ordinaatioissa omat ryhmänsä. Myös Isosaaren (P.4) havainnot sijoituivat melko lähelle vertailupisteen havaintoja, mutta näytteissä oli joitakin yhtäläisyyksiä pisteiden 2 ja 3 näytteiden kanssa, sillä ne sijoituivat ordinaatioissa ääripäiden välimaastoon. Monimuuttujaisessa ekologisen tilan arvioinnissa Maitiaislahti luokitui tyydyttävään tilaan ja Rautsalon piste hyvään ekologiseen tilaan. Kotelonahka-aineiston perusteella Vuolenkosken ja Isosaaren näytepisteet olisivat erinomaisessa tilassa. Tulokset viittaavat siihen, että jätevesikuormitus laskee Konniveden ekologista tilaa kuormituksen alapuolisilla alueilla yhdellä laatuluokalla. Kuormitusvaikutus näyttäisi ulottuvan aina Isosaaren asti, mutta tällä pisteellä ekologinen tila oli jo kohonnut paremmaksi. Ekologisen tilan

mittareissa on todennäköisesti jonkin verran vuosien välistä vaihtelua, mutta useamman muuttujan käyttö tilanarvioinnissa saattaa tasoittaa yksittäisten muuttujien heilahteluja. Tilanarvio on luonnollisesti pitkälti kiinni myös valituista mittareista. Tässä työssä käytetyistä muuttujista Orthoclaadiinae-Chironomini -suhdeluvussa oli eniten näytepisteiden välistä vaihtelua. Tulokset saattavat viitata mittarin heikompaan luotettavuuteen, mutta suuret näytepisteiden väliset erot voivat ilmentää myös käytetyn mittarin herkkyyttä. Seuraavat tarkkailutulokset antavat näihin seikkoihin lisävarmuutta. Tässä työssä käytettyyn erinomaisen tilan viitteelliseen EQR-arvoon liittyy epävarmuutta, koska se perustuu vain yhden vertailupisteen aineistoon. Tässä vaiheessa kotelonahka-aineistoa ei kuitenkaan ole käytettävissä muilta saman järvityypin ja kokoluokan vertailutilaa edustavilta järviltä.

Surviaissääskien kotelonahkamenetelmällä saatu kuva Konniveden tilasta on melko yhteneväinen vesianalyyseihin pohjautuvan laatuluokituksen kanssa. Sen sijaan syvänteiden pohjaeläintarkkailun tuloksiin nähden ero on selvä (vrt. Valkama & Anttila-Huhtinen 2002). Syvänneyhteisöjen perusteella kuormituksen lähialueet ja Maitiaislahti on luokiteltu hyvin reheviksi. Tuloksien ero saattaa liittyä vedenlaadun eroihin alus- ja päällysveden välillä. Vesianalyysitulosten perusteella puunjalostusteollisuuden jätevedet näyttävät sekoittuvan Konnivedellä melko hitaasti koko vesimassaan ja siten kuormituksen lähialueilla litoraalivyöhykkeen ja syvänteiden yhteisöt saattavat ilmentää erilaista vedenlaatua. Esimerkiksi Maitiaislahden hapeton syväne ja sen pohjaeläinyhteisö saattaa ilmentää välttävää tai huonoa ekologista tilaa, mutta päällysvedessä ja rantavyöhykkeessä vedenlaatu on selvästi parempaa ja pohjaeläinyhteisöt ilmentävät todennäköisesti myös parempaa tilaa. Lahden syvänteet ovat suhteellisen kapea-alaisia eivätkä ne siten välttämättä kuvaa hyvin laajempaa aluetta. Kotelonahka-aineistossa yhdistyy eri syvyyksien ja laajan alueen lajisto, joten tulokset ovat ehkä paremmin yleistettävissä koskemaan laajempaa aluetta kuin vain näytestettä.

Kotelonahkamenetelmän heikkoutena on, että muista pohjaeläinryhmistä ei saada tietoa ja vesipolitiikan puitedirektiivin seurannoille asettamia vaatimuksia silmälläpitäen kotelonahkamenetelmä tarvitsee rinnalleen jonkun toisen menetelmän (Raunio 2006). Järviympäristöissä tätä puutetta voitaisiin osin paikata laskemalla surviaissääskien lisäksi myös sulkasääskien (*Chaoborus* sp.) kotelonahat mukaan analyysiin. Maitiaislahden heinäkuun aineistossa oli jonkin verran myös sulkasääsken kotelonahkoja, mutta muilta näytesteilä näitä ei tavattu. Sulkasääsket ilmentävät alusveden heikkoa happitilannetta, joten niitä voitaisiin käyttää CPET-menetelmässä yhdessä epäherkkien surviaissääskien kanssa rehevyyden ilmentäjänä.

VIITTEET

- Anttila-Huhtinen, M. 2003. Heinolan alapuolisen vesialueen (Konnivesi 14.131) tila vuosina 1985-2002 – pitkäaikaisraportti. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 108/2003, 67 s. + liitteet.
- Coffman, W. P. 1973. Energy flow in a woodland stream ecosystem: II. The taxonomic composition and phenology of the Chironomidae as determined by the collection of pupal exuviae. Arch. Hydrobiol. 73: 281-322.
- Raunio, J. & Muotka, T. 2005. The use of chironomid pupal exuviae in river biomonitoring: the importance of sampling strategy. Arch. Hydrobiol. 164: 529-545.
- Raunio, J. 2006. Surviaissääskien kotelonahkamenetelmästä vaihtoehto perinteisille menetelmillä suurten jokien velvoitetarkkailuihin? Vesitalous 2: 33-37.
- Ruse, L. 1993. Chironomid distribution in the River Pang in relation to environmental variables. Ph.D. Thesis. University of Bristol, 365 pp.
- Thienemann, A. 1910. Das sammeln von puppenhäuten der Chironomiden. Arch. Hydrobiol. 6: 213-214.
- Valkama, J. & Anttila-Huhtinen, M. 2002. Vesialueen Konnivesi-Ruotsalainen (14.131-14.141) pohjaeläintutkimus 2001 ja vertailu aikaisempiin tuloksiin. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 102/2002, 26 s. + liitteet.
- Wilson, R. S. & Ruse, L. P. 2005. A guide to the identification of genera of chironomid pupal exuviae occurring in Britain and Ireland (including common genera from Northern Europe) and their use in monitoring lotic and lentic fresh waters. The Freshwater Biological Association, Special Publication No. 13.

Liite 1. Näytepisteiltä tavatut surviaissääskitaksonit aakkosjärjestyksessä. X = havaittu, 0 = ei havaittu. ? = epävarma havainto.

Näytepiste	1	2	3	4	5
<i>Ablabesmyia longistyla</i>	X	X	X	X	X
<i>Ablabesmyia monilis</i>	X	X	X	X	X
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>	X	X	0	X	0
<i>Chironomus sp.</i>	0	X	X	X	0
<i>Chironomus plumosus</i>	0	X	X	0	0
<i>Cladopelma viridulum</i>	X	X	X	X	X
<i>Cladotanytarsus sp.</i>	X	X	0	0	0
<i>Cladotanytarsus atridorsum</i>	0	X	X	X	X
<i>Cladotanytarsus mancus</i>	X	0	0	X	X
<i>Cladotanytarsus (molestus) ?</i>	0	X	X	0	0
<i>Cladotanytarsus pallidus</i>	0	0	X	X	0
<i>Cladotanytarsus vanderwulpi</i>	0	X	X	0	0
<i>Conchapelopia melanops</i>	X	X	X	X	X
<i>Constempellina brevicosta</i>	X	0	0	0	0
<i>Corynoneura sp.</i>	0	X	X	0	0
<i>Cricotopus sp.</i>	X	X	X	X	X
<i>Cricotopus bicinctus</i>	X	0	X	X	X
<i>Cricotopus polaris</i>	X	0	X	X	0
<i>Cricotopus sylvestris</i>	X	0	X	0	0
<i>Cryptochironomus sp.</i>	X	X	X	X	X
<i>Cryptochironomus rostratus</i>	X	0	0	0	0
<i>Cryptochironomus redekei</i>	X	0	0	0	0
<i>Demicryptochironomus pe1</i>	X	0	0	X	X
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	X	X	X	0	X
<i>Dicrotendipes sp.</i>	X	X	X	0	0
<i>Dicrotendipes modestus</i>	0	0	0	X	0
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	X	X	X	X	X
<i>Dicrotendipes tritonus</i>	0	0	0	X	0
<i>Endochironomus albipennis</i>	0	X	X	0	0
<i>Endochironomus tendens</i>	0	X	X	0	0
<i>Epoicladius flavens</i>	0	0	0	X	0
<i>Glyptotendipes barbipes</i>	0	X	0	0	0
<i>Glyptotendipes cauliginellus</i>	0	X	0	X	0
<i>Glyptotendipes pallens</i>	0	X	X	0	0
<i>Glyptotendipes signatus</i>	0	X	X	X	0
<i>Guttipelopia guttipennis</i>	0	0	X	0	0
<i>Harnischia curtilamellata</i>	X	X	X	X	X
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>	X	0	X	X	X

Näytepiste	1	2	3	4	5
Heterotrissocladus marcidus	X	0	0	0	0
Larsia atrocincta	X	0	0	X	0
Lauterborniella agrayloides	X	0	0	X	X
Microchironomus sp.	0	X	0	0	X
Micropsectra insignilobus/lindebergi	0	0	0	X	X
Microtendipes diffinis	0	0	0	0	X
Microtendipes chloris	0	X	X	0	0
Monodiamesa ekmani	X	0	0	0	0
Nanocladius sp.	0	0	X	0	0
Nanocladius balticus	X	X	X	X	X
Nanocladius bicolor	X	X	X	X	X
Nilothauma brayi	X	0	X	X	X
Omisus caledonicus	0	X	X	0	0
Orthocladus consobrinus	X	0	0	0	X
Orthocladus dentifer	X	0	0	X	0
Pagastiella orophila	X	0	X	X	X
Parachironomus sp.	0	X	X	0	0
Parachironomus arcuatus	X	X	0	X	X
Parachironomus vitiosus	X	X	X	X	0
Paracladopelma camptolabis	X	X	0	X	X
Paracladopelma laminata	X	X	0	X	X
Parakiefferiella bathophila	X	0	X	X	X
Parakiefferiella fennica	X	X	0	X	X
Parakiefferiella pe1	X	0	0	X	X
Parakiefferiella smolandica	X	0	0	X	X
Paramerina cingulata	0	0	X	X	X
Paralauterborniella nigrohalteralis	X	0	0	X	X
Paratanytarsus dissimilis	X	0	X	0	0
Paratanytarsus tenuis	X	X	X	X	X
Paratendipes albimanus	X	0	0	X	0
Phaenopsectra flavipes	0	X	X	X	0
Polypedilum sp.	X	X	X	X	X
Polypedilum nubeculosum	X	X	X	X	X
Potthastia longimanus	X	0	0	X	0
Procladius sp.	X	X	X	X	X
Procladius choreus	X	X	X	X	X
Procladius cf. vesus	X	0	0	0	0
Protanypus morio	0	0	0	X	0
Psectrocladius sp.	X	0	0	0	0
Psectrocladius barbatipes	0	0	0	X	0
Psectrocladius calcaratus	X	0	0	0	0

Näytepiste	1	2	3	4	5
<i>Psectrocladius fennicus</i>	0	0	0	X	X
<i>Psectrocladius limbatellus</i>	0	X	X	X	X
<i>Psectrocladius oligosetus</i>	X	0	0	0	0
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	X	X	X	X	X
<i>Psectrocladius sordidellus</i>	0	0	0	X	0
<i>Psectrocladius</i> (Pe spec. A) ?	0	0	0	0	X
<i>Pseudochironomus prasinatus</i>	X	X	X	X	0
<i>Rheotanytarsus pentapoda</i>	0	0	0	0	X
<i>Saetheria reissi</i>	0	0	0	X	0
<i>Sergentia</i> sp.	0	0	0	X	X
<i>Stempellina bausei</i>	X	X	X	X	X
<i>Stempellina subglabripennis</i>	X	0	0	0	0
<i>Stempellinella brevis</i>	0	0	0	X	X
<i>Stempellinella edwardsi</i>	X	0	X	X	X
<i>Stictochironomus</i> sp.	X	0	X	0	X
<i>Synendotendipes</i> sp.	0	X	0	0	0
<i>Synorthocladius semivirens</i>	X	X	X	X	X
<i>Stenochironomus gibbus</i>	X	X	0	X	0
<i>Tanypus kraatzi</i>	X	X	X	0	0
<i>Tanypus punctipennis</i>	0	X	0	0	0
<i>Tanytarsus</i> sp.	X	X	0	X	0
<i>Tanytarsus aberrans</i>	X	X	X	X	0
<i>Tanytarsus brundini</i>	X	X	0	X	X
<i>Tanytarsus chinyensis</i>	X	0	0	0	0
<i>Tanytarsus curticornis</i>	X	0	0	0	0
<i>Tanytarsus</i> (ejuncindus) ?	0	0	X	X	0
<i>Tanytarsus gregarius</i>	X	X	X	X	X
<i>Tanytarsus heusdensis</i>	0	0	0	X	0
<i>Tanytarsus lactescens</i>	X	0	X	X	X
<i>Tanytarsus longitarsis</i>	0	X	X	X	X
<i>Tanytarsus mendax</i>	0	X	X	0	0
<i>Tanytarsus miriforceps</i>	0	0	0	X	X
<i>Tanytarsus nemorosus</i>	X	X	X	X	X
<i>Tanytarsus occultus</i>	X	X	X	X	0
<i>Tanytarsus palmeni</i>	0	0	X	X	X
<i>Tanytarsus quadridentatus</i>	0	0	0	0	X
<i>Tanytarsus signatus</i>	X	0	0	0	X
<i>Tanytarsus striatulus</i>	0	0	0	X	0
<i>Tanytarsus usmaensis</i>	X	X	X	X	0
<i>Thienemannimyia fusciceps</i>	X	0	0	X	X
<i>Thienemanniella</i> sp.	X	X	X	X	X

Näytepiste	1	2	3	4	5
Tribelos intextum	X	X	X	X	X
Zalutschia zalutschicola	0	0	0	X	0
Xenochironomus xenolabis	0	X	0	X	X

Yhteensä: 123
