

# **HEINOLAN KONNIVEDEN KALATALOUELLINEN TARKKAILU – VERKKOKOEKALASTUKSET 2005**

**Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 140/2006**

**Janne Raunio**

**ISSN 1458-8064**

## TIIVISTELMÄ

Heinolan Konniveden kalataloudellista tarkkailuohjelmaa uudistettiin vuonna 2005. Uusi tarkkailuohjelma sisältää verkkokoekalastukset, kalastustiedustelun ja pyydysten limoittumistutkimukset. Vuoden 2005 tarkkailu sisälsi verkkokoekalastukset ja limoittumistutkimukset. Tämä julkaisu käsittelee verkkokoekalastuksien tuloksia. Koekalastusaloja oli neljä, joista yksi sijaitsi vertailualueella Ruotsalaisella ja loput kolme Konnivedellä eri etäisyyksillä kuormituspisteistä. Koeverkkosaaliiden perusteella näytealojen kalayhteisöjen koostumuksessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Kalalajien suhteelliset runsaudet olivat koealojen välillä niin ikään samankaltaisia. Ekologisen tilan arviointiin käytettyjen mittareiden valossa kuormitettujen koealojen 2-4 kalayhteisöt eivät ilmentäneet vertailualueesta huonompaa ekologista tilaa. Vuoden 2002 koekalastuksiin verrattuna särkikalatiheydet (erityisesti lahna ja särki) ja siten myös yksikkösaaliit ovat kuormituspisteiden lähialueilla pienentyneet.

## **SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 AINEISTO JA MENETELMÄT</b>	<b>1</b>
<b>3 TULOKSET</b>	<b>3</b>
3.1 Koealojen vedenlaatu	3
3.2 Yksikkösaaliit	3
3.3 Yhteisökoostumuksien vertailu	4
3.4 Ahvenen ja särjen keskipainon ja –pituuden vertailu	8
3.5 Ekologisen tilan arvio	10
<b>4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA VERTAILU AIKAISEMPIIN TULOKSIIN</b>	<b>11</b>
<b>VIITTEET</b>	<b>12</b>
Liite 1. Koealojen 1-4 yksikkösaaliit (kpl)	
Liite 2. Koealojen 1-4 yksikkösaaliit (biomassa)	

Itä-Suomen vesioikeus on 24.10.1994 antamassaan päätöksessä nro. 79/10/1 edellyttänyt, että Heinolan kaupungin, Suomen kuitulevy Oy:n ja Enso-Gutzeit Oy:n (nykyisin Stora Enso Oyj Heinolan Flutingtehdas) on tarkkailtava jätevesien vaikutuksia kalastukseen ja kalakantoihin. Konniveden (14.131) kalataloudellista velvoitetarkkailuohjelmaa uudistettiin vuonna 2005. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n laatima tarkkailuohjelma, jonka Hämeen TE-keskus hyväksyi kirjeellään (Dnro 1550/5723/05), sisältää havasten limoittumistutkimukset, verkkokoekalastukset sekä kalastustiedustelun. Kalataloudellinen tarkkailu toteutetaan em. kuormittajien yhteistarkkailuna. Ensimmäiset uuden ohjelman mukaiset tarkkailututkimukset tehtiin kesän 2005 aikana, jolloin suoritettiin havasten limoittumistutkimukset (Raunio 2005) ja verkkokoekalastukset. Tämä julkaisu käsittelee verkkokoekalastuksien tuloksia. Kalastustiedustelu, koskien vuotta 2005, tullaan julkaisemaan kuluvan vuoden aikana.

## **2 AINEISTO JA MENETELMÄT**

Verkkokoekalastuksia tehtiin neljällä koealalla (kooltaan n. 100 ha), joista yksi sijaitsi vertailualueella Ruotsalaisella ja kolme muuta Konnivedellä, eri etäisyyksillä pistekuormittajista (kuva 1). Kukin koeala jaettiin hehtaarin kokoisiin ruutuihin ja koverkot (NORDIC) laskettiin satunnaisesti valituille ruuduille. RKTL:n ohjeiden (Böhling & Rahikainen 1999) mukaan pyyntiponnistus määräytyy maksimisyvyyden ja pinta-alan mukaan. Koska Ruotsalaisen ja Konniveden koealat eroavat maksimisyvyydeltään, rajattiin kalastettavat vyöhykkeet kolmeen ensimmäiseen syvyysvyöhykkeeseen (0-3 m, 3-6 m ja 6-12 m), jotka oli mahdollista kalastaa kaikilla aloilla. Verkkovuorokousien määrä koealaa kohti oli siten 21, yhteensä 84. Kultakin syvyysvyöhykkeeltä tuli siten seitsemän koverkon näyte. Kahdella syvimmällä vyöhykkeellä koverkkoja viritettiin pohjapyyntiin lisäksi myös väliveteen ja päällysveteen. Koekalastukset tehtiin elokuun 2005 aikana. Verkot laskettiin päivän päätteeksi (noin klo. 15.00) ja nostettiin aamulla mahdollisimman aikaisin (noin 8.00). Kunkin koverkon saalis mitattiin ja punnittiin laji- ja havaspanelikohtaisesti.

Aineiston tilastollisessa analysoinnissa hyödynnettiin lohkottua MRPP-testiä (MRBP). MRPP on epäparametrinen menetelmä a-priori luokkien yhteisökoostumusten vertailuun. Menetelmä soveltuu hyvin biologisille aineistoille, jotka harvoin täyttävät parametrinen menetelmien oletuksia (McCune & Grace 2002). Koekalastusaineisto (kpl/laji/koverkko) lohkottiin analysointia varten syvyysvyöhykkeiden mukaan. Näin voitiin vähentää näytteiden välistä hajontaa ja mahdolliset koealojen väliset erot tulisivat myös paremmin esille. Kunkin kolmen syvyysvyöhykkeen saaliiden alueellisia eroja tarkasteltiin lisäksi NMS-ordinaatioanalyysin avulla. MRBP- ja NMS-testit tehtiin PC-ORD -ohjelmalla (McCune & Mefford 1999). Yksikkösaaliita sekä ahvenen ja särjen keskipainon ja -pituuden eroja vertailtiin varianssianalyysillä (ANOVA). Kuormitettujen koealojen 2-4

ekologista tilaa arvioitiin laskemalla kullekin alalle viitteelliset ekologisen laatuluokan (EQR) arvot. Tulokset ovat sikäli viitteellisiä, että vertailuoloista ei ole kuin yhden koealan aineisto. Ekologisen tilan mittareina käytettiin tässä työssä: i) lajimäärää, ii) biomassaa (yksikkösaalis), iii) yksilömäärää (yksikkösaalis), iv) lajirunsausten tasaisuutta kuvaavaa Evenness-indeksiä, v) särkikalojen osuutta ja vi) petoahventen (> 15 cm) osuutta (Rask ym. 2006). EQR-arvot laskettiin jakamalla kuormitetun koealan tulos vertailualan tuloksella tai päinvastoin jos kuormituksen arvioitiin nostavan käytetyn mittarin arvoa (mm. yksikkösaalis). EQR saa tyypillisesti arvoja välillä 0-1. Jakamalla asteikko tasavälein viiteen laatuluokkaan (huono-erinomainen) ja laskemalla mittareiden i-vi tuloksista keskiarvo voitiin kuormitettujen koealojen 2-4 ekologinen tila määrittellä kalayhteisöjen perusteella.



Kuva 1. Verkkoekoelastuksien koealojen ja jätevesien purkupisteiden sijainti Konnivedellä.

## 3 TULOKSET

### 3.1 Koealojen vedenlaatu

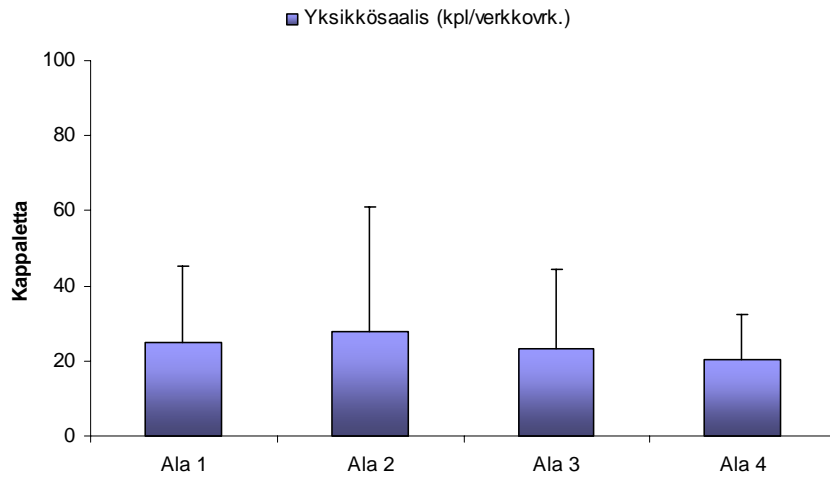
Konniveden vedenlaatua seurataan usealla näytepisteellä (ks. Åkerberg 2006). Tätä tutkimusta varten koostettiin vedenlaatutuloksia koealoja lähimpänä olevilta näytepisteiltä (pisteet 00, 5, 8 ja 9). Vesianalyysituloksista huomioitiin kaikkien näytteenottosyvyyksien tulokset vuodelta 2005. Vesianalyysitulosten perusteella näytepisteiden ravinnepitoisuuksissa oli melko pieniä eroja (taulukko 1). Myös jätevesivaikusta ilmentävien sähkönjohtavuuden ja kemiallisen hapenkulutuksen arvot olivat melko yhteneväiset. Koealan 2, joka sijaitsee lähinnä kuormittajia, vedenlaatu oli kuitenkin heikompi kuin muilla aloilla ja näytesyvyyksien välinen hajonta oli selvästi suurempaa kuin muilla pisteillä.

Taulukko 1. Koealoja lähinnä olevien vedenlaadun näytepisteiden tulokset vuodelta 2005 (kaikkien näytteenottosyvyyksien keskiarvo ja suluissa keskihajonta).

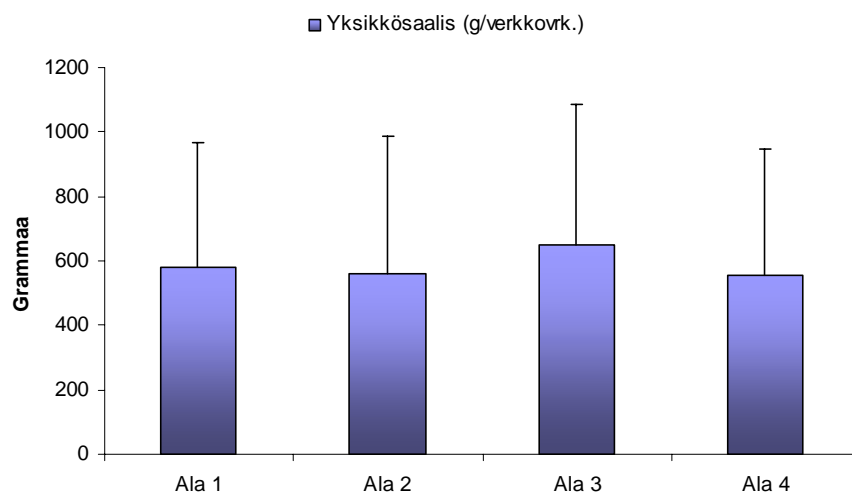
	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Ala 4
Sähkönjohtavuus mS m <sup>-1</sup>	7.3 (0.1)	8.8 (3.9)	7.5 (0.2)	7.5 (0.1)
Kok. P µg l <sup>-1</sup>	6.8 (1.5)	13.1 (14.6)	7.1 (0.8)	6.2 (0.4)
Kok. N µg l <sup>-1</sup>	570.0 (173.7)	657.5 (382.2)	531.2 (45.2)	540.0 (39.3)
COD <sub>Mn</sub> mg O <sub>2</sub> l <sup>-1</sup>	5.4 (0.4)	6.3 (0.6)	5.6 (0.1)	5.8 (0.2)

### 3.2 Yksikkösaaliit

Kappalemääriin ja biomassoihin perustuvissa yksikkösaaliissa (kpl ja g/verkkovuorokausi) oli vain pieniä koealojen välisiä eroja (kuvat 2 ja 3). Erot yksikkösaaliissa eivät olleet myöskään tilastollisesti merkitseviä (ANOVA, kappalemääräinen yksikkösaalis: F = 0.12, p = 0.94 ja biomassapohjainen yksikkösaalis: F = 0.37, p = 0.77). Kappalemääräisesti pienimmät yksikkösaaliit saatiin aloilta 3 ja 4 ja biomassoissa mitattuna aloilta 2 ja 4. Suurimmat yksikkösaaliit saatiin aloilta 2 (kpl) ja 3 (paino).



Kuva 2. Koealojen 1-4 keskimääräiset yksikkösaaliit (kpl/verkkovrk) ja keskihajonnat.

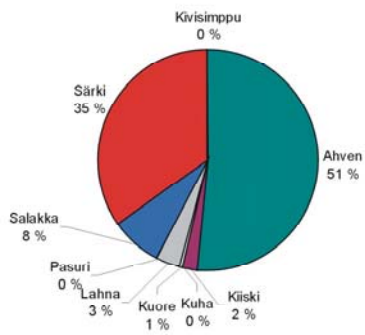


Kuva 3. Koealojen 1-4 keskimääräiset yksikkösaaliit (g/verkkovrk) ja keskihajonnat.

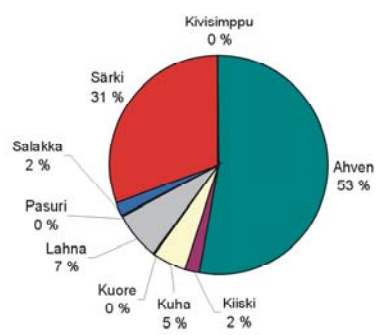
### 3.3 Yhteisökoostumusten vertailu

Neljän koealan koeverkkoaineisto sisälsi yhdeksän eri kalalajia (liite 1). Ahven ja särki muodostivat kaikilla koealoilla valtaosan koeverkkosaaliista (kuva 4). Ahvenen suhteelliset osuudet (%) biomassasta vaihtelivat 49:sta (ala 3) 55:een (ala 4) ja särjen osalta 31:sta (ala 2) 43:een (ala 3). Koealojen väliset erot olivat siten melko pieniä. Lahnan ja kuhan osuudet olivat suurimmat Rautsaaren koealalla (ala 2). Salakkasaaliit olivat hieman yllättäen suurimmat Ruotsalaisen vertailualalla. Muiden lajien osuudet jäivät n. 2 %:n tuntumaan tai sen alle.

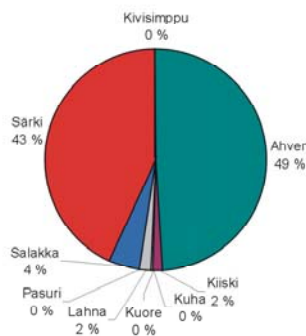
Kappalemäärissä tarkasteltuna ahvenen osuus saaliista korostui entisestään, mutta samalla koealojenväliset erot kasvoivat (kuva 5). Ahvenen suhteelliset osuudet (%) vaihtelivat 53:sta (ala 3) 73:een (ala 2) ja särjen osalta 16:stä (ala 2) 29:een (ala 3). Kappalemäärissä tarkasteltuna kiisken osuus kokonaissaaliista tuli selvästi esille. Kiisken osuus oli suurin koealoilla 2 ja 3 (8 ja 11 %).



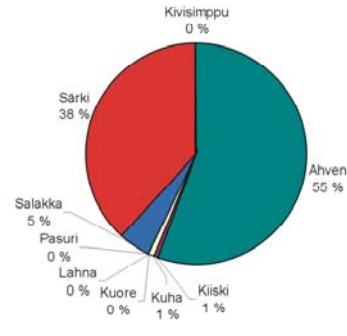
Ala 1



Ala 2

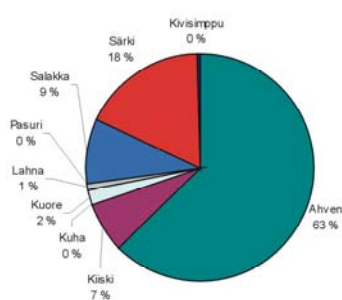


Ala 3

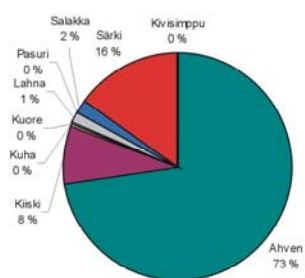


Ala 4

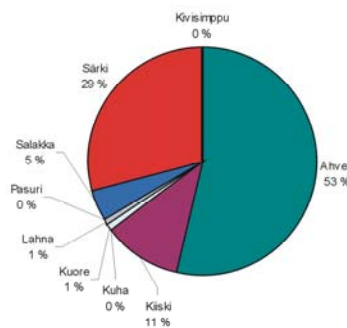
Kuva 4. Koealojen 1-4 kalalajien suhteelliset runsaudet kokonaissaaliista (biomassasta).



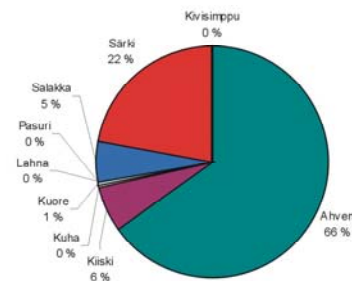
Ala 1



Ala 2



Ala 3



Ala 4

Kuva 5. Koealojen 1-4 kalalajien suhteelliset runsaudet kokonaissaaliista (yksilömääristä).

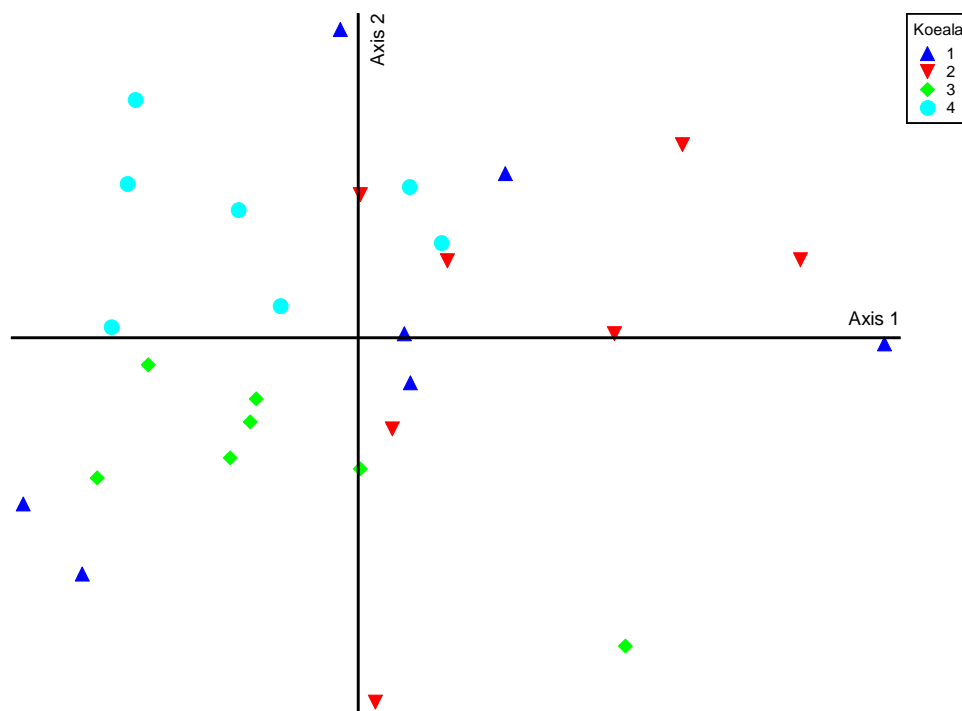


Koealojen yhteisökoostumuksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja (MRBP: A = 0.02, p = 0.32). Parittaiset vertailut paljastivat kuitenkin, että joissakin vertailupareissa (vertailuala vs. kuormitetut alat 2-4) yhteisöeroja oli havaittavissa vaikka tilastollisesti merkitsevän tuloksen raja (0.05) ei rikkoutunutkaan (taulukko 2).

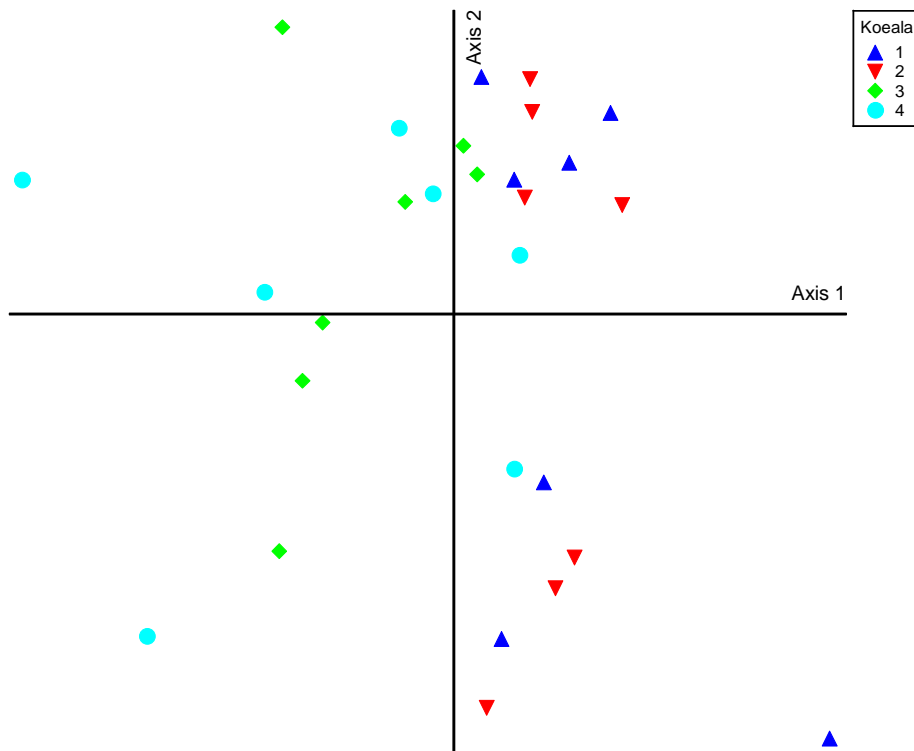
Taulukko 2. Koealojen 1-4 kalayhteisöjen erot (p-arvot) tilastollisen testin (MRBP) perusteella.

	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Ala 4
Ala 1	1			
Ala 2	0.08	1		
Ala 3	0.08	0.89	1	
Ala 4	0.08	0.89	0.79	1

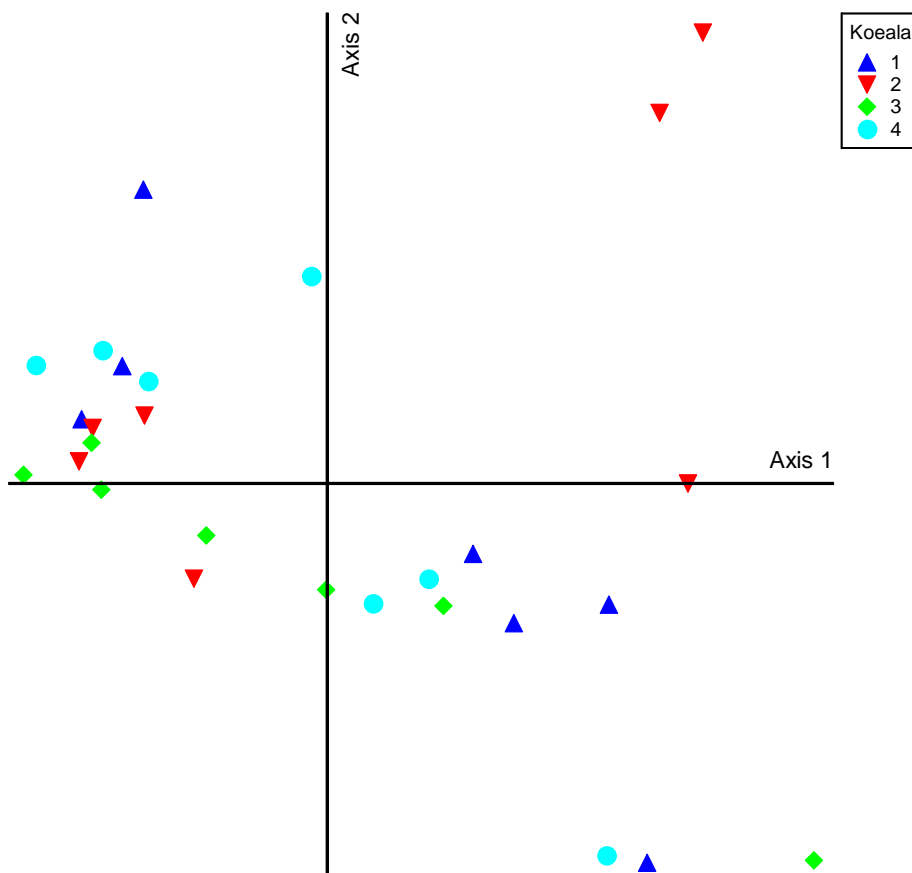
NMDS-ordinaatioanalyysin perusteella matalimman syvyysvyöhykkeen (0-3 m) koeverkkoaineistossa oli jonkin verran koealojen välisiä eroja (kuva 6). Koealojen 1 ja 2 havainnot näyttivät sijoittuvan pääasiassa ordinaation 2-akselin oikealle puolelle ja vastaavasti 3 ja 4 pisteiden havainnot akselin vasemmalle puolelle. Sijoittuminen ordinaation vasempaan laitaan viittasi särkisaalin runsauteen ja vastakkaiseen laitaan sijoittumiseen vaikuttivat mm. kuore- ja kiiskisaaliin runsaus. Samankaltainen havaintojen sijoittuminen oli havaittavissa myös seuraavalla syvyysvyöhykkeellä (3-6 m, kuva 7). Erityisesti alojen 1 ja 2 aineistossa oli nyt myös nähtävissä eri kalastussyvyyksien havaintojen erot. Syvimmän vyöhykkeen aineistossa vastaavaa säännönmukaisuutta ei enää ollut ja kalastussyvytydet aiheuttivat edellistä vyöhykettä vieläkin enemmän hajontaa tuloksiin (kuva 8).



Kuva 6. Syvyysvyöhykkeen 0-3 m koeverkkoaineiston NMDS-ordinaatio.



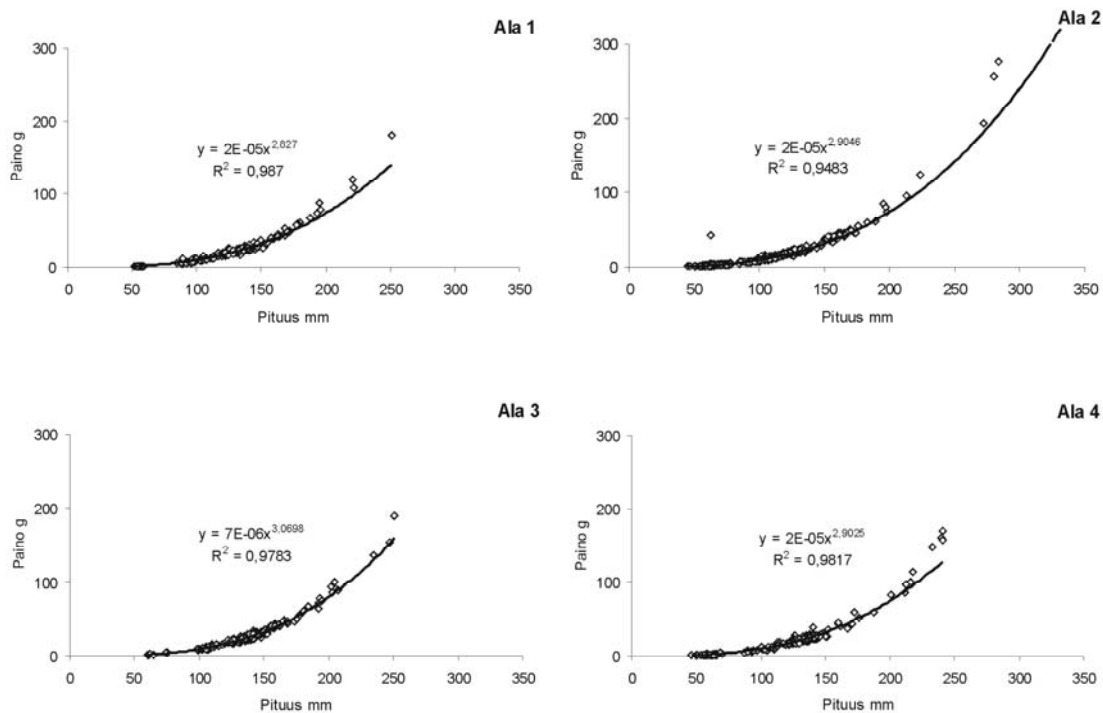
Kuva 7. Syvyysvyöhykkeen 3-6 m koeverkkoaineiston NMDS-ordinaatio.



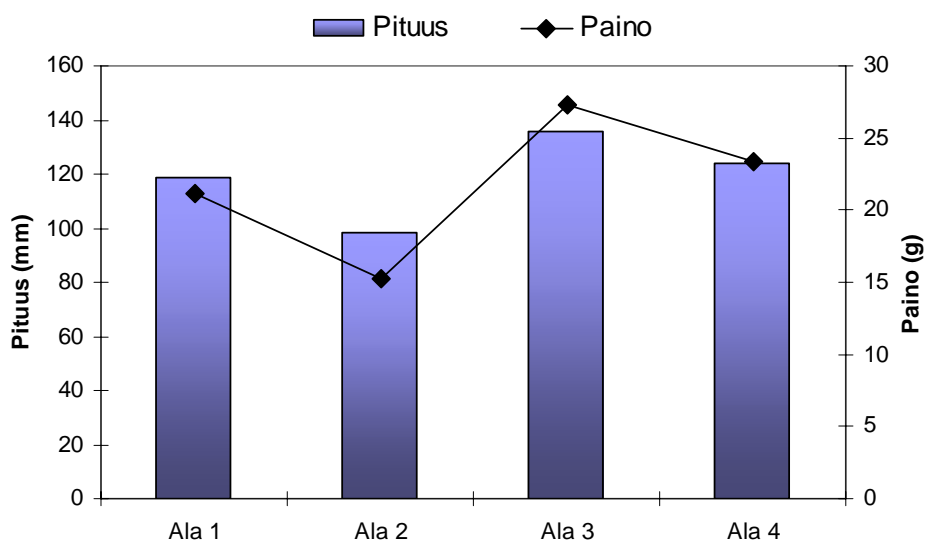
Kuva 8. Syvyysvyöhykkeen 6-12 m koeverkkoaineiston NMDS-ordinaatio.

### 3.4 Ahvenen ja särjen keskipainon ja –pituuden vertailu

Ahvenen pituuden ja painon kehityksessä ei ollut suuria koealojen välisiä eroja (kuva 9). Aineistoon sovitettujen suorien perusteella esim. 200 mm pitkä ahven oli painoltaan n. 72 g (ala 2) - 81 g (ala 3). Ahvenen koko oli myös keskimäärin suurin koealalla 3 ja pienin alalla 2 (kuva 10). Varianssianalyysin perusteella ahvenen keskipainossa ja keskipituudessa oli tilastollisesti merkitseviä eroja (paino:  $F = 13.8$ ,  $p < 0.001^{***}$  ja pituus:  $F = 72.2$ ,  $p < 0.001^{***}$ ) (taulukot 3 ja 4). Alojen 1 ja 4 sekä 3 ja 4 parittaisissa vertailuissa eroja ei sen sijaan ollut.



Kuva 9. Ahvenen pituuden ja painon kehitys koealoilla 1-4.



Kuva 10. Ahvenen keskimääräinen pituus (mm) ja paino (g) koealoilla 1-4.

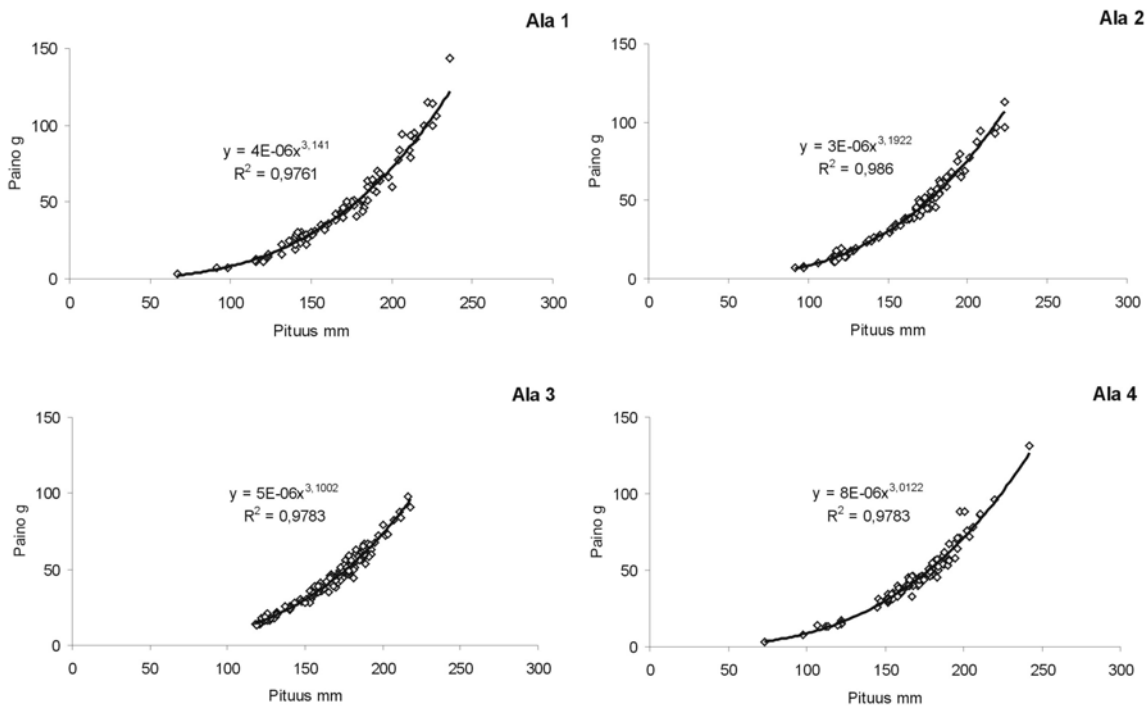
Taulukko 3. Ahvenen keskipainojen erot (p-arvot) tilastollisen testin perusteella.

	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Ala 4
Ala 1	1			
Ala 2	0.009**	1		
Ala 3	0.02*	<0.001***	1	
Ala 4	0.74	<0.001***	0.25	1

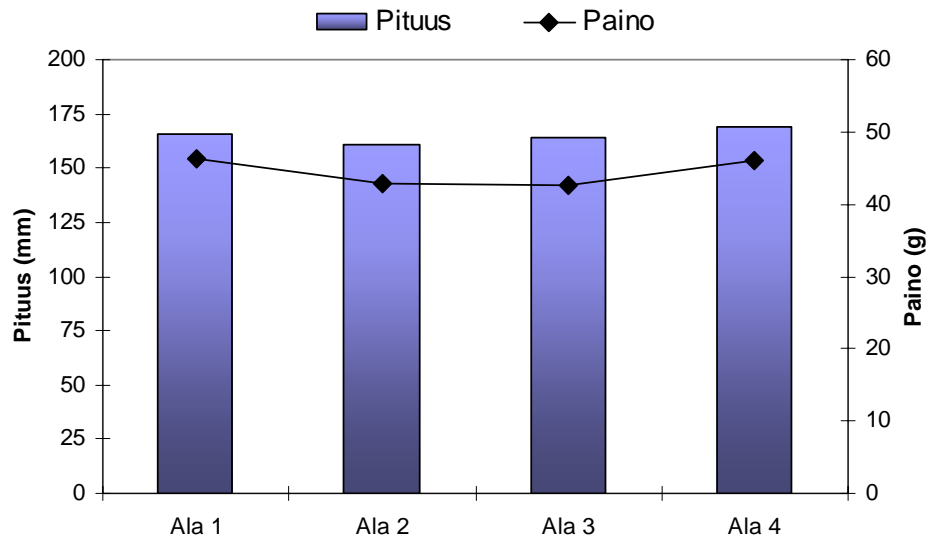
Taulukko 4. Ahvenen keskipituuksien erot (p-arvot) tilastollisen testin perusteella.

	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Ala 4
Ala 1	1			
Ala 2	<0.001***	1		
Ala 3	<0.001***	<0.001***	1	
Ala 4	0.23	<0.001***	<0.001***	1

Särjen pituuden ja painon kehityksessä näytti olleen ahvenen tavoin vain pientä alueellista vaihtelua (kuva 11). Aineistoihin sovitettujen suorien perusteella esim. 200 mm pitkä särki oli painoltaan n. 66 g (ala 2) - 68 g (ala 4). Särjen koko oli keskimäärin suurin aloilla 1 ja 4, mutta alojen välinen vaihtelu oli pienempää kuin ahvenella (kuva 12). Varianssianalyysin perusteella koekalastussaaliin särjen keskipainossa ja -pituudessa ei ollut koalojen välisiä eroja; paino:  $F = 0.8$ ,  $p = 0.48$  ja pituus:  $F = 1.4$ ,  $p = 0.23$  (taulukot 5 ja 6).



Kuva 11. Särjen pituuden ja painon kehitys koaloilla 1-4.



Kuva 12. Särjen keskimääräinen pituus (mm) ja paino (g) koealoilla 1-4.

Taulukko 5. Särjen keskipainojen erot (p-arvot) tilastollisen testin perusteella.

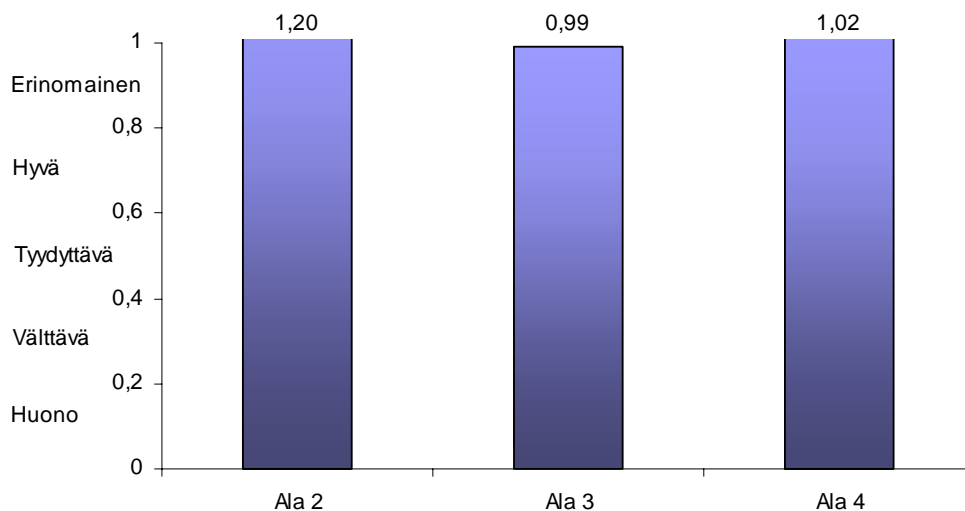
	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Ala 4
Ala 1	1			
Ala 2	0.75	1		
Ala 3	0.62	0.99	1	
Ala 4	1	0.78	0.64	1

Taulukko 6. Särjen keskipituuksien erot (p-arvot) tilastollisen testin perusteella.

	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Ala 4
Ala 1	1			
Ala 2	0.62	1		
Ala 3	0.94	0.87	1	
Ala 4	0.88	0.19	0.48	1

### 3.5 Ekologisen tilan arvio

Ekologisen tilan mittareissa (i lajimäärä, ii biomassa, iii yksilömäärä, iv lajirunsausten tasaisuutta kuvaavaa evenness-indeksi, v särkikaloiden osuus ja vi petoahventen (> 15 cm) osuus) oli muiden yhteisöeroja mittaavien muuttujien tapaan vain melko pieniä eroja kuormitettujen alojen ja vertailualan välillä (kuva 13). Kuuden mittarin viitteelliset EQR-arvot sijoittuivat välille 0.86-1.91 ja tulosten keskiarvot välille 0.99-1.20. Tämän aineiston ja käytettyjen mittareiden valossa kuormitettujen koealojen 2-4 kalayhteisöt eivät ilmennä vertailualueesta huonompaa ekologista tilaa.



Kuva 13. Kuormitettujen koealojen 2-4 ekologisen tilan arvio kalayhteisöjen perusteella.

#### 4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA VERTAILU AIKAISEMPIIN TULOKSIIN

Vuoden 2005 verkkokoekalastuksissa koealojen väliset erot olivat kokonaisuudessaan pieniä. Yksikkösaaliiden ja yhteisökoostumuksien erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kalalajien suhteelliset runsaudet olivat koealojen välillä niin ikään samankaltaisia. Ahven oli odotusten mukaisesti jokaisella alalla valtalaji, sillä särkikalat ovat yleensä runsaampia vasta kun kokonaisfosforipitoisuus ylittää rajan  $30 \mu\text{g l}^{-1}$  (Helminen ym. 2000). Ordinaatioanalyysi viittasi kuitenkin siihen, että syvyysvyöhykkeillä 0-3 m ja 0-6 m alojen 3 ja 4 särkikannat olisivat kahta ensimmäistä alaa vahvemmat. Koeverkkojen ahvensaaliin keskipaino ja -pituus oli aloilla 2 (pienempi kuin alalla 1) ja 3 (suurempi kuin alalla 1) tilastollisesti erilainen vertailualueen 1 nähden. Särjen keskipaino oli suurin aloilla 1 ja 4, mutta keskipainoissa ja -pituuksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä koealojen välisiä eroja. Ahvensaaliin keskipainoihin ja -keskipituuksiin liittyvät erot olivat siten tässä tutkimuksessa selvimmät koealoja erottelevat tekijät. Ekologisen laatuluokan arvot viittasivat siihen, että kalayhteisöjen perusteella Konniveden ekologinen tila ei laske pistekuormittajien alapuolisilla vesialueilla vertailupisteeseen nähden. Koekalastusaineistosta tarkasteltiin myös kalojen terveyttä, eli mm. evien epämuodostumia ja ihon värivirheitä (Adams ym. 1993). Ainoastaan koealalta 2 pyydetyssä muutamassa ahvenyksilössä oli selvä värivirhe, mikä saattoi olla yhteydessä vesistökuormitukseen.

Edellinen Konnivesi-Ruotsalaisen verkkokoekalastus tehtiin vuonna 2002 (Raunio 2002). Tätä aikaisemminkin on tehty koekalastuksia, mutta koeverkot ovat olleet erilaisia (ns. VEKARY-sarja), joten vertailu kohdistuu pääasiassa vuoden 2002 tutkimukseen. Edellisessä verkkokoekalastuksissa tutkimusalueelta tavattiin 12 lajia, nyt yhdeksän. Vuonna 2002 tavatuista lajeista mutu, siika, muikku ja made jäivät havaitsematta vuoden 2005 koekalastuksissa. Sen sijaan tavattiin pasuria, jota ei vuonna 2002 ollut koeverkkosaaliissa. Tulokset viittaavat siihen, että NORDIC-sarjoilla rantavyöhykkeen

(mm. mutu) ja pelagiaalin (mm. muikku) lajien runsauksista ei aina saada luotettavaa tietoa. Vuoden 2002 aineistossa eri koealojen yksikkösaaliissa oli selviä eroja. Tuolloin Rautsaaren (ala 2) koealalta saatiin selvästi runsaimmat saaliit. Vuoden 2005 aineistossa alojen väliset erot olivat pieniä eikä tilastollisesti merkitseviä kuten vuonna 2002. Aikaisemmissa tutkimuksissa (1994 ja 2002) Konniveden valtalajit olivat särki, ahven, kiiski ja lahna. Vuoden 2005 aineistossa lahna oli harvalukuinen ja sitä saatiin saaliksi vain aloilta 1 ja 2. Lisäksi ahvenen ja särjen suhteellisissa runsauksissa oli vuonna 2002 selvempiä koealojen välisiä eroja kuin vuonna 2005. Lahnan ja särjen vähäisemmät saaliit vuonna 2005 johtivat mitä ilmeisimmin yksikkösaaliiden laskuun. Vuonna 2002 alan 2 yksikkösaaliit olivat keskimäärin yli 2 kg, kun taas vuonna 2005 vain n. 0.6 kg. Pyyntiponnistus ja kalastetut syvyyssvyöhykkeet olivat vuonna 2002 erilaiset kuin vuonna 2005, mutta yksikkösaaliiden erot ovat ilmeiset. Tuloksien perusteella särkikalatiheydet (erityisesti lahna ja särki) ovat kuormituspisteiden lähialueilla pienentyneet. Havaitut erot voivat liittyä myös vuosittain vaihteleviin ympäristöoloihin, jotka vaikuttavat myös kalojen käyttäytymiseen.

## VIITTEET

Adams, M. S., Brown, A. M. & Goede, R. W. 1993. A quantitative health assessment index for rapid evaluation of fish condition in the field. *Transact. Amer. Fisheries Soc.* 122: 63-73.

Böhling, P. & Rahikainen, M. (toim.) 1999. Kalataloustarkkailu – periaatteet ja menetelmät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 303 s.

Helminen, H., Karjalainen, J., Kurkilahti, M., Rask, M. & Sarvala, J. 2000: Eutrophication and fish biodiversity in Finnish lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 149-199.

McCune B. & Mefford M. J. (1999) PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.25. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.

McCune B. & Grace J. B. (2002) Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.

Rask, M., Olin, M., Ruuhijärvi, J. & Tammi, J. 2006. Kaloihin perustuvan ekologisen tilan luokittelu isoissa järvissä. Posteresitys, Suurjärviseminaari – Joensuu 2006.

Raunio, J. 2005. Heinolan Konniveden kalataloudellinen tarkkailu – pyydysten limoittumistutkimus. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 135/2005.

Åkerberg, A. 2006. Heinolan alapuolisen vesistöalueen tarkkailututkimukset vuonna 2005. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 138/2006.

Liite 1. Koealojen 1-4 yksikkösaaliit (kpl). Sv1 =0-3 m, sv2 = 3-6 m, sv3 = 6-12 m.

	Ahven	Kiiski	Kuha	Kuore	Lahna	Pasuri	Salakka	Särki	Kivisimppu
ala1/sv1	19	3	0	0	0	0	0	3	0
ala1/sv1	82	2	0	0	0	0	0	6	0
ala1/sv1	6	0	0	0	0	0	0	1	0
ala1/sv1	7	6	0	0	0	0	0	1	1
ala1/sv1	11	4	0	0	0	0	0	20	0
ala1/sv1	4	0	0	0	0	0	0	12	0
ala1/sv1	9	1	0	0	0	0	0	4	0
ala1/sv2	30	3	0	0	0	0	0	1	0
ala1/sv2	24	1	0	0	0	0	0	8	0
ala1/sv2	17	2	0	0	1	0	0	1	0
ala1/sv2	23	3	0	0	5	0	0	9	0
ala1/sv2	0	0	0	0	0	0	6	2	0
ala1/sv2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ala1/sv2	1	0	0	0	0	0	10	6	0
ala1/sv3	1	0	0	0	0	0	19	2	0
ala1/sv3	3	0	0	0	0	0	5	1	0
ala1/sv3	1	0	0	0	0	0	2	0	0
ala1/sv3	4	0	0	0	0	0	4	2	0
ala1/sv3	41	10	0	0	0	0	0	4	0
ala1/sv3	22	3	0	2	0	0	0	4	0
ala1/sv3	24	0	0	8	0	0	0	1	0
<b>Summa</b>	<b>329</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>49</b>	<b>94</b>	<b>1</b>
<b>%</b>	<b>62,43</b>	<b>7,21</b>	<b>0,00</b>	<b>1,90</b>	<b>1,14</b>	<b>0,00</b>	<b>9,30</b>	<b>17,84</b>	<b>0,19</b>
ala2/sv1	9	2	0	0	1	0	0	2	0
ala2/sv1	13	2	0	0	0	0	0	4	0
ala2/sv1	16	5	0	1	0	0	0	2	0
ala2/sv1	9	4	0	1	0	0	0	1	0
ala2/sv1	16	2	0	0	1	0	0	7	0
ala2/sv1	5	2	0	0	0	0	0	7	0
ala2/sv1	7	0	0	0	0	0	0	2	0
ala2/sv2	25	0	0	0	1	0	0	6	0
ala2/sv2	148	1	0	0	0	0	0	3	0
ala2/sv2	38	1	1	0	2	0	1	4	0
ala2/sv2	31	5	0	0	2	0	0	2	0
ala2/sv2	0	0	0	0	0	0	3	1	0
ala2/sv2	0	0	0	0	0	0	1	5	0
ala2/sv2	0	0	0	0	0	0	2	4	0
ala2/sv3	0	0	0	0	0	0	2	3	0
ala2/sv3	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ala2/sv3	0	0	0	0	0	0	0	2	0
ala2/sv3	43	7	0	0	0	0	0	5	0
ala2/sv3	22	3	0	0	0	0	0	6	0
ala2/sv3	13	3	0	0	1	1	2	13	0
ala2/sv3	32	12	0	0	0	0	0	10	0
<b>Summa</b>	<b>427</b>	<b>49</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>90</b>	<b>0</b>
<b>%</b>	<b>72,5</b>	<b>8,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>1,4</b>	<b>0,2</b>	<b>1,9</b>	<b>15,3</b>	<b>0,0</b>
ala3/sv1	11	0	0	0	0	0	0	9	0
ala3/sv1	9	2	0	0	1	0	0	16	0
ala3/sv1	5	1	0	0	0	0	0	13	0
ala3/sv1	7	1	0	0	0	0	0	10	0
ala3/sv1	3	1	0	1	0	0	0	3	0
ala3/sv1	6	0	0	0	0	0	0	12	0
ala3/sv1	8	1	0	0	0	0	0	16	0
ala3/sv2	2	0	0	0	0	0	0	2	0
ala3/sv2	1	0	0	0	0	0	0	2	0
ala3/sv2	15	2	0	0	0	0	0	2	0



ala3/sv2	0	0	0	0	0	0	0	2	0
ala3/sv2	17	1	0	0	0	0	0	3	0
ala3/sv2	7	1	0	0	0	0	0	2	0
ala3/sv2	5	0	0	0	0	0	0	0	0
ala3/sv3	36	5	0	0	1	0	0	5	0
ala3/sv3	26	4	0	0	1	0	6	7	0
ala3/sv3	51	13	0	1	0	0	1	7	0
ala3/sv3	38	23	0	1	1	0	0	12	0
ala3/sv3	2	0	0	0	0	0	4	9	0
ala3/sv3	13	0	0	0	0	0	10	10	0
ala3/sv3	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<b>Summa</b>	<b>262</b>	<b>55</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>142</b>	<b>0</b>
<b>%</b>	<b>53,58</b>	<b>11,25</b>	<b>0,00</b>	<b>0,61</b>	<b>0,82</b>	<b>0,00</b>	<b>4,70</b>	<b>29,04</b>	<b>0,00</b>
ala4/sv1	23	1	0	0	0	0	3	10	0
ala4/sv1	32	1	0	0	0	0	0	11	0
ala4/sv1	18	1	0	0	0	0	0	3	0
ala4/sv1	15	0	0	0	0	0	0	12	0
ala4/sv1	13	1	0	0	0	0	0	9	0
ala4/sv1	15	2	0	0	0	0	0	4	0
ala4/sv1	28	0	0	0	0	0	0	6	0
ala4/sv2	19	0	0	0	0	0	0	1	0
ala4/sv2	26	0	0	0	0	0	1	3	0
ala4/sv2	18	0	0	0	0	0	0	2	0
ala4/sv2	1	0	0	0	0	0	4	5	0
ala4/sv2	0	0	0	1	0	0	0	1	0
ala4/sv2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ala4/sv2	2	0	0	0	0	0	0	1	0
ala4/sv3	23	3	0	0	0	0	0	3	0
ala4/sv3	17	10	0	1	0	0	0	1	0
ala4/sv3	13	7	0	1	0	0	0	2	0
ala4/sv3	6	1	1	0	0	0	0	2	0
ala4/sv3	1	0	0	0	0	0	5	0	0
ala4/sv3	6	0	0	0	0	0	7	13	0
ala4/sv3	3	0	0	0	0	0	3	7	0
<b>Summa</b>	<b>280</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>96</b>	<b>0</b>
<b>%</b>	<b>65,12</b>	<b>6,28</b>	<b>0,23</b>	<b>0,70</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>5,35</b>	<b>22,33</b>	<b>0,00</b>

Liite 2. Koealojen 1-4 yksikkösaaliit (biomassa, g). Sv1 =0-3 m, sv2 = 3-6 m, sv3 = 6-12 m.

	Ahven	Kiiski	Kuha	Kuore	Lahna	Pasuri	Salakka	Särki	Kivisimppu
ala1/sv1	320	27	0	0	0	0	0	154	0
ala1/sv1	327	22	0	0	0	0	0	390	0
ala1/sv1	186	0	0	0	0	0	19	195	0
ala1/sv1	227	56	0	0	0	0	0	13	2
ala1/sv1	299	27	0	0	0	0	0	886	0
ala1/sv1	114	0	0	0	0	0	0	600	0
ala1/sv1	318	8	0	0	0	0	0	171	0
ala1/sv2	436	27	0	0	0	0	17	48	0
ala1/sv2	429	3	0	0	0	0	0	453	0
ala1/sv2	350	25	0	0	55	0	0	24	0
ala1/sv2	539	9	0	0	340	0	0	372	0
ala1/sv2	0	0	0	0	0	0	109	40	0
ala1/sv2	0	0	0	0	0	0	26	0	0
ala1/sv2	29	0	0	0	0	0	203	240	0
ala1/sv3	50	0	0	0	0	0	332	46	0
ala1/sv3	51	0	0	0	0	0	80	12	0
ala1/sv3	23	0	0	0	0	0	34	0	0
ala1/sv3	118	0	0	0	0	0	110	54	0
ala1/sv3	1110	36	0	0	0	0	0	138	0
ala1/sv3	614	18	0	16	0	0	0	311	0
ala1/sv3	741	0	0	47	0	0	0	115	0
<b>SUMMA</b>	<b>6281</b>	<b>258</b>	<b>0</b>	<b>63</b>	<b>395</b>	<b>0</b>	<b>930</b>	<b>4262</b>	<b>2</b>
<b>%</b>	<b>51,52</b>	<b>2,12</b>	<b>0,00</b>	<b>0,52</b>	<b>3,24</b>	<b>0,00</b>	<b>7,63</b>	<b>34,96</b>	<b>0,02</b>
ala2/sv1	132	12	0	0	678	0	0	95	0
ala2/sv1	85	8	0	0	0	0	0	122	0
ala2/sv1	293	22	0	15	0	0	0	133	0
ala2/sv1	361	14	0	6	0	0	0	27	0
ala2/sv1	768	16	0	0	30	0	0	301	0
ala2/sv1	179	11	0	0	0	0	0	397	0
ala2/sv1	260	0	0	0	0	0	0	91	0
ala2/sv2	435	0	0	0	40	0	0	355	0
ala2/sv2	613	5	0	0	0	0	0	118	0
ala2/sv2	177	9	583	0	37	0	48	193	0
ala2/sv2	532	19	0	0	30	0	0	91	0
ala2/sv2	0	0	0	0	0	0	44	14	0
ala2/sv2	0	0	0	0	0	0	20	63	0
ala2/sv2	0	0	0	0	0	0	32	74	0
ala2/sv3	0	0	0	0	0	0	31	22	0
ala2/sv3	0	0	0	0	0	0	0	43	0
ala2/sv3	0	0	0	0	0	0	0	21	0
ala2/sv3	1133	31	0	0	0	0	0	281	0
ala2/sv3	406	13	0	0	0	0	0	323	0
ala2/sv3	203	9	0	0	21	33	47	472	0
ala2/sv3	643	46	0	0	0	0	0	392	0
<b>SUMMA</b>	<b>6220</b>	<b>215</b>	<b>583</b>	<b>21</b>	<b>836</b>	<b>33</b>	<b>222</b>	<b>3628</b>	<b>0</b>
<b>%</b>	<b>52,90</b>	<b>1,83</b>	<b>4,96</b>	<b>0,18</b>	<b>7,11</b>	<b>0,28</b>	<b>1,89</b>	<b>30,86</b>	<b>0,00</b>
ala3/sv1	323	0	0	0	0	0	0	407	0
ala3/sv1	401	18	0	0	122	0	0	696	0
ala3/sv1	178	12	0	0	0	0	0	437	0
ala3/sv1	229	9	0	0	0	0	0	411	0
ala3/sv1	245	10	0	4	0	0	0	111	0
ala3/sv1	256	0	0	0	0	0	0	325	0
ala3/sv1	294	7	0	0	0	0	0	667	0
ala3/sv2	74	0	0	0	0	0	0	145	0
ala3/sv2	49	0	0	0	0	0	0	91	0
ala3/sv2	343	5	0	0	0	0	0	82	0
ala3/sv2	0	0	0	0	0	0	0	60	0

ala3/sv2	491	9	0	0	0	0	0	191	0
ala3/sv2	171	5	0	0	0	0	0	79	0
ala3/sv2	134	0	0	0	0	0	0	0	0
ala3/sv3	687	13	0	0	38	0	0	248	0
ala3/sv3	643	11	0	0	31	0	152	275	0
ala3/sv3	1208	44	0	6	0	0	27	285	0
ala3/sv3	560	71	0	10	41	0	0	553	0
ala3/sv3	56	0	0	0	0	0	118	398	0
ala3/sv3	319	0	0	0	0	0	253	467	0
ala3/sv3	0	0	0	0	0	0	48	0	0
<b>SUMMA</b>	<b>6661</b>	<b>214</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>232</b>	<b>0</b>	<b>598</b>	<b>5928</b>	<b>0</b>
<b>%</b>	<b>48,79</b>	<b>1,57</b>	<b>0,00</b>	<b>0,15</b>	<b>1,70</b>	<b>0,00</b>	<b>4,38</b>	<b>43,42</b>	<b>0,00</b>
ala4/sv1	707	3	0	0	0	0	107	419	0
ala4/sv1	1202	2	0	0	0	0	0	492	0
ala4/sv1	524	7	0	0	0	0	0	230	0
ala4/sv1	204	0	0	0	0	0	0	575	0
ala4/sv1	185	5	0	0	0	0	0	367	0
ala4/sv1	247	11	0	0	0	0	0	198	0
ala4/sv1	184	0	0	0	0	0	0	318	0
ala4/sv2	456	0	0	0	0	0	0	35	0
ala4/sv2	543	0	0	0	0	0	36	206	0
ala4/sv2	426	0	0	0	0	0	0	113	0
ala4/sv2	22	0	0	0	0	0	100	174	0
ala4/sv2	0	0	0	5	0	0	0	17	0
ala4/sv2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
ala4/sv2	5	0	0	0	0	0	0	86	0
ala4/sv3	504	4	0	0	0	0	0	246	0
ala4/sv3	504	18	0	11	0	0	0	57	0
ala4/sv3	287	22	0	4	0	0	0	101	0
ala4/sv3	213	5	76	0	0	0	0	130	0
ala4/sv3	24	0	0	0	0	0	112	0	0
ala4/sv3	139	0	0	0	0	0	114	400	0
ala4/sv3	74	0	0	0	0	0	76	277	0
<b>SUMMA</b>	<b>6452</b>	<b>77</b>	<b>76</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>545</b>	<b>4441</b>	<b>0</b>
<b>%</b>	<b>55,57</b>	<b>0,66</b>	<b>0,65</b>	<b>0,17</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>4,69</b>	<b>38,25</b>	<b>0,00</b>