

**KYMIJOEN JA SEN EDUSTAN MERIALUEEN  
KALATALOUDELLINEN YHTEISTARKKAILU  
VUONNA 2005**

**Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 144/2006**

**Janne Raunio & Jussi Mäntynen**

**ISSN 1458 – 8064**

## TIIVISTELMÄ

Kymijoen ja sen edustan merialueen kalataloudellista tarkkailua on toteutettu vuodesta 1999 alkaen. Tarkkailuohjelmaa uudistettiin vuoden 2004 alussa. Uusi ohjelma sisältää verkko- ja sähkökoekalastukset, rantanuottaukset, nahkiaistoukkapyynnit ja kalojen käyttökelpoisuustutkimukset. Kymijoen verkkokoekalastuksien yksikkösaaliiden perusteella jaksolla Kuusankoski-Inkeroinen ei tapahdu merkittävää muutosta. Sen sijaan Tammijärvelle tultaessa yksikkösaaliit kasvavat huomattavasti. Myös merialueen verkkokoekalastuksissa havaittiin melko suuria alueellisia eroja. Yksikkösaaliit olivat suurimmat Kyminsuun ja Summanlahden koealoilta. Kalojen käyttökelpoisuustutkimukset osoittivat, että Kymijoen Tammijärvestä pyydetyissä kaloissa on korkeimmat elohopeapitoisuudet. Merialueen kalojen pitoisuudet olivat matalimmat itäisillä koealoilla (Haminan- ja Summanlahdet) ja korkeimmat Ahvenkoskenlahdelta pyydetyissä kaloissa. Kymijoen kolmen koealan sähkökoekalastuksissa tavattiin yhteensä kahdeksaa kalalajia. Taimenen keskipaino oli lajeista suurin kaikilla koealoilla. Lohta ja taimenta tavattiin kaikilta aloilta, mutta harjasta vain Pernoon koealalta. Lohen biomassat olivat suurimmillaan Ahvion koealalla ( $949 \text{ g}/100 \text{ m}^2$ ) ja taimenen Langinkosken alalla ( $615 \text{ g}/100 \text{ m}^2$ ).

# SISÄLLYS

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 AINEISTO JA MENETELMÄT</b>	<b>2</b>
2.1 Verkkokoekalastukset	2
2.2 Merialueen rantanuottaukset	3
2.3 Nahkiaistoukkapyynnit	3
2.4 Kalojen käyttökelpoisuustutkimukset	3
2.5 Sähkökoekalastukset	4
<b>3 TULOKSET</b>	<b>4</b>
3.1 Verkkokoekalastukset	4
3.2 Merialueen rantanuottaukset	13
3.3 Nahkiaistoukkapyynnit	13
3.4 Kalojen käyttökelpoisuustutkimukset	13
3.5 Sähkökoekalastukset	15
<b>4 TULOSTEN TARKASTELU JA TARKKAILUOHJELMAN KEHITTÄMINEN</b>	<b>18</b>
4.1 Verkkokoekalastukset	18
4.2 Merialueen rantanuottaukset	19
4.3 Nahkiaistoukkapyynnit	19
4.4 Kalojen käyttökelpoisuustutkimukset	19
4.5 Sähkökoekalastukset	20
<b>VIITTEET</b>	<b>20</b>
<b>LIITTEET</b>	

Kymijoen ja sen edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu perustuu Itä-Suomen vesioikeuden 20.1.1997 antamaan lupapäätökseen nro 76/96/1. Päätöksellään vesioikeus velvoitti Kymijokivarren kunnat ja teollisuuslaitokset tarkkailemaan jätevesien vaikutuksia Kymijoen ja merialueen kalakantoihin ja kalastukseen Kaakkois-Suomen työvoima- ja elinkeinokeskuksen kalatalousyksikön hyväksymän ohjelman mukaisesti. Tarkkailuohjelmaa uudistettiin vuoden 2004 alussa (Mankki 2004) ja se on voimassa toistaiseksi.

Tarkkailuun osallistuivat seuraavat kuormittajat:

1. UPM-Kymmene Oy ja Oy Finnish Peroxides Ab
2. Finnish Chemicals Oy
3. Kuusankosken kaupunki Akanojan jätevedenpuhdistamon osalta
4. Kouvolan kaupunki viemärlaitoksen osalta
5. Myllykoski Paper Oy paperitehtaan jätevesien osalta
6. Anjalankosken kaupunki viemärlaitoksen osalta
7. Enso Publication Papers Oy Ltd ja Enso Cartonboards Oy Ltd yhteisesti Anjalan paperitehtaan ja Inkerösten kartonkitehtaan jätevesien osalta, joihin sisältyy myös Valmet Paperikoneet Oy:n tutkimuslaitoksen jätevedet
8. Laminating Papers Oy ja Enso Publication Papers Oy Ltd yhteisesti Kotkan tehtaiden jätevesien osalta
9. Kotkan kaupunki, Sunilan ja Mussalon jätevedenpuhdistamoiden, sekä Hietasen ja Kuusisen satamien purkupaikoista tulevien jätevesien osalta
10. Sunilan Puhdistamo Oy jätevesien osalta
11. Stora Enso Publication Papers Oy Ltd Summa
12. Haminan kaupunki Nuutniemen jätevedenpuhdistamon osalta

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 VERKKOKOEKALASTUS

Kymijoen alaosan kalaston rakennetta selvitetiin NORDIC-yleiskatsausverkolla (ks. Kurkilahti & Rask 1999). Verkko on kooltaan 30 m pitkä ja 1,5 m korkea. Verkko koostuu 12 eri harvuisesta 2,5 m levyisestä kaistaleesta. Verkon paneleiden solmuvälit (mm) ja langan paksuudet järjestyksessä ovat seuraavat:

Solmuväli mm	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
Lanka mm	0,20	0,15	0,10	0,12	0,23	0,10	0,12	0,15	0,15	0,10	0,16	0,16

Merialueen verkkokoeikalastuksissa käytettiin rannikkovesiin suunniteltua COASTAL-yleiskatsausverkkoa, joka muistuttaa NORDIC-verkkoa, mutta on 45 m pitkä ja 1,8 m korkea ja havaspaneelien solmuvälit ovat seuraavat:

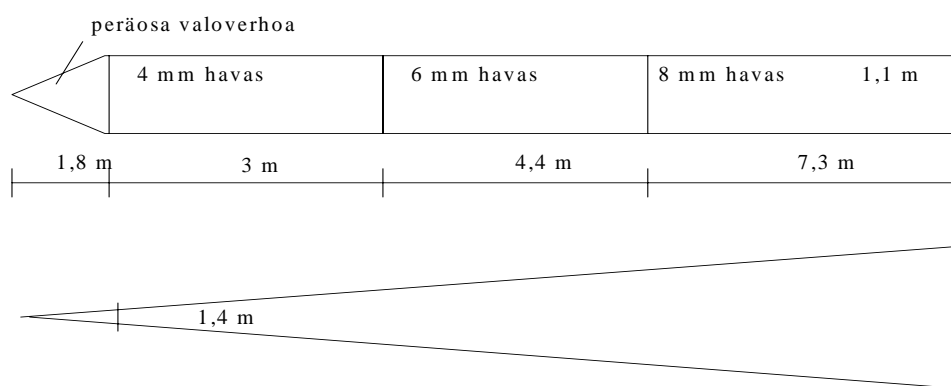
Solmuväli mm	30	15	38	10	48	12	24	60	19
Lanka mm	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,15	0,15	0,20	0,15

Koekalastusalueita oli sekä Kymijoella että merialueella viisi (Mankki 2004). Kymijoen koekalastusalueista ylin näytepiste, Verlan kosken yläpuolinen alue, toimii kontrollina neljälle muulle alueelle. Merialueella vastaavaa vertailualueita ei ole vaan näytepisteet ovat eriasteisesti kuormitettuja. Itäisin näytealue on Haminanlahdella ja läntisin näytealue on Ahvenkoskenlahdella. Kullakin näytealueella verkot laskettiin satunnaisesti paikoihin ja kullakin alalla tutkittiin vain 0-3 m:n syvyysvyöhykettä, jotta työmäärä pysyisi kohtuullisena. Kesällä 2005 kullakin alalla kalastettiin kerran, jolloin pyyntiponnistukseksi muodostui koealaa kohti yleensä viisi verkkovuorokautta. Saaliista laskettiin verkko- ja solmuvälikohtaisesti lajien kappalemäärät ja kokonaisbiomassat. Kymijoen ja merialueen verkkokoeikalastuksien tuloksien analysoinnissa käytettiin tilastollisina menetelminä moniulotteista skaalausta (NMDS) ja MRPP-testiä (Multi-Response Permutation Procedures). Analyysit tehtiin PC-ORD 4.25-ohjelmalla (McCune & Mefford 1999). NMDS- ja MRPP-testit ovat epäparametrisiä menetelmiä ja ne soveltuvat hyvin ekologisille aineistoille, joissa on tyypillisesti paljon 0-havaintoja ja parametristen testien oletukset harvoin täyttyvät. Kummassakin menetelmässä käytettiin etäisyysmittarina Bray-Curtis –indeksiä. NMDS-analyysi tehtiin autopilot-tyyppisenä, jolloin ohjelma valitsi parhaan mahdollisen ordinaatio-ratkaisun (pienin stress-arvo) 40:stä erillisestä analyysistä alkuperäisellä aineistolla. Kalayhteisön monimuotoisuutta kuvaava Shannonin diversiteetti-indeksi laskettiin kaikille koeverkkosaaliille ja koealojen indeksiarvoja vertailtiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA). Parittaisissa vertailuissa käytettiin Tukeyn testiä. Koealojen välisiä ahven- ja särkisaaliin kokojakaumia tutkittiin niin ikään varianssianalyysillä.

## 2.2 MERIALUEEN RANTANUOTTAUKSET

Merialueen nuottauspaikkoja oli kahdeksalla eri tutkimuspaikalla (ks. Mankki 2004), joissa nuotta-apajia oli yhteensä 10 (Lehmänsaassa kolme). Pyyntipaikat sijoituivat Kuorsalosta Munapirttiin asti. Ulkosaaristossa kauimmainen pyyntipaikka sijaitsi Haapasaassa.

Nuottauksessa käytettiin umpiperäistä nuotta (kuva 1), korkeudeltaan 1,1 m ja kokonaispituudeltaan 16,5 m. Nuotan reisien pituus oli 14,7 m. Vuonna 2005 nuottaukset tehtiin kesäkuun alkupuoliskolla.



Kuva 1. Merialueen rantanuottauksessa käytetty umpiperäinen nuotta.

Kullakin nuottauspaikalla tehtiin yksi n. 25 metrin nuotanveto rannan suuntaisesti. Nuottasaaliista laskettiin lajikohtaiset kappalemäärät, yksilöpainot ja pituudet. Pienimmät kalanpoikaset säilöttiin pyyntipaikalla 70 %:een alkoholiin myöhempää lajimääritystä, pituusmittausta ja punnitusta varten.

## 2.3 NAHKIAISTOUKKAPYYNNIT

Nahkiaistoukkien määriä havainnoitiin kolmesta eri paikasta. Alueiksi oli valittu Korkeakoski, Pernoo ja Langinkoski (Mankki 2004). Nahkiaistoukkaseuranta tehtiin kaivamalla lapiolla näytteitä joen pehmeiltä pohjilta, jotka seulottiin nahkiaistoukkien löytämiseksi.

## 2.4 KALOJEN KÄYTTÖKELPOISUUSTUTKIMUKSET

Vuonna 2005 kalojen käyttökelpoisuustutkimuksissa oli vuorossa petokalojen elohopeapitoisuuksien mittaukset. Näytekalat pyydettiin verkkokoekalastuksen koelaloilta

kesän aikana ja näytteet toimitettiin pakastettuina laboratorioon. Näytekaloiksi pyydettiin pääasiassa haukia, mutta ne korvattiin kookkailla ahvenilla jos haukia ei saatu saaliiksi. Kultakin alalta pyrittiin saamaan kahdeksan normaalin ruokakalan kokoista haukea (n. 1 kg). Merialueelta saatiin näytekaloja ammattikalastajilta myös kahdelta muulta alueelta. Näytteet analysoi EWICA laboratoriot Oy.

## **2.5 SÄHKÖKOEKALASTUKSET**

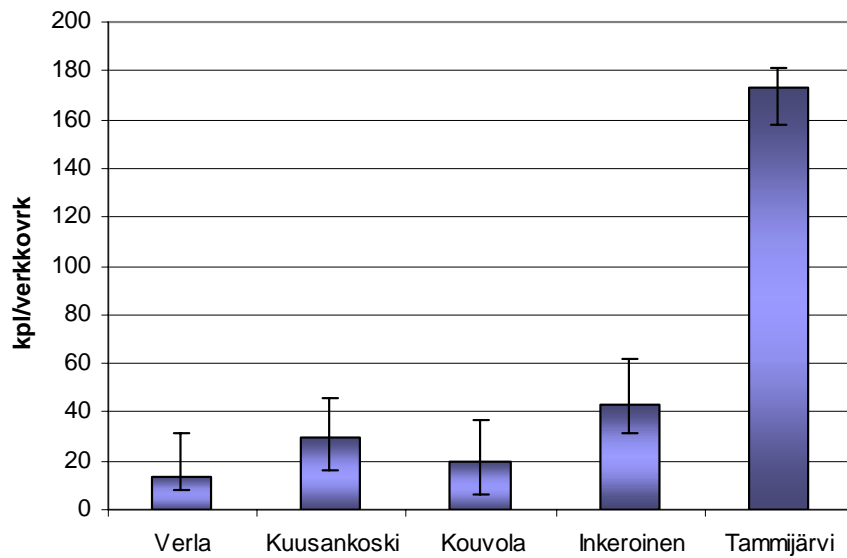
Tarkkailuohjelmaan on sisällytetty neljä sähkökoekalastusalueita (Ahvio, Pernoo, Langinkoski ja Korkeakoski, ks. Mankki 2004). Sähkökoekalastuksin on määrä seurata kunkin näytealueen lohikalojen poikasmääriä. Näistä Korkeakosken alue on soveltumaton sähkökoekalastuksiin. Syksyllä 2005 sähkökoekalastukset pystyttiin suorittamaan Langinkosken, Pernoon ja Ahvion koealoilla. Kultakin alalta valittiin n. 20-50 metrin pituisia koekalastusaloja, jotka kalastettiin kolmen poistopyynnin menetelmällä (Junge & Libosvarsky 1965). Langinkoskella koekalastusaloja oli yhteensä kuusi, Ahvion ja Pernoon aloilla kummallakin kaksi. Kunkin alan koekalastussaalit, lajien keskipainot ja tiheydet pinta-alaa kohden sekä pyydystettävyydet on ilmoitettu koekalastusalojen keskiarvoina ja vaihteluväleinä.

## **3 TULOKSET**

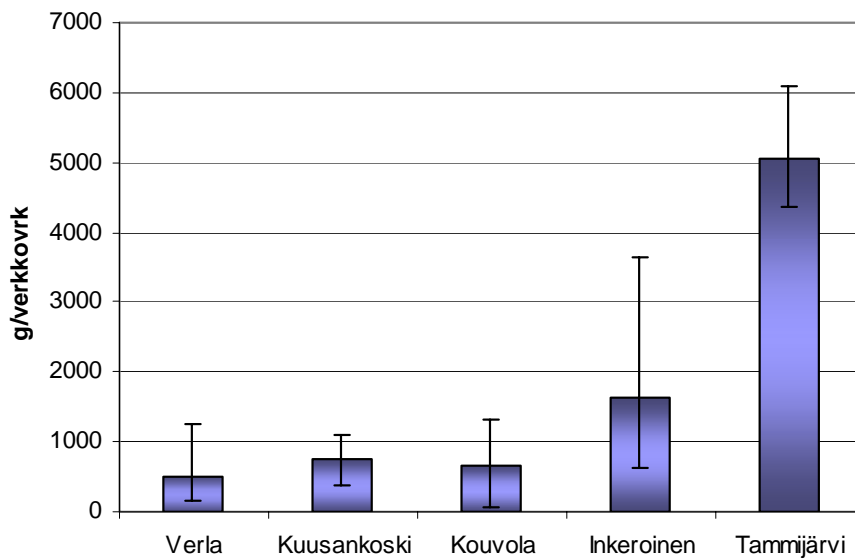
### **3.1 VERKKOKOEKALASTUKSET**

#### **Kymijoki**

Vuonna 2005 Kymijoen verkkokoekalastusten koealakohtainen keskimääräinen yksikkösaalis vaihteli huomattavasti koealojen välillä (kuvat 2 ja 3, liite 1). Selvästi pienimmät yksikkösaaliit saatiin Verlan vertailualalta (n. 10 kpl/verkkovrk. ja 500 g/verkkovrk) ja vastaavasti suurimmat Tammijärveltä (n. 170 kpl/verkkovrk. ja 5000 g/verkkovrk). Ero näiden kahden alan yksikkösaaliissa oli siten noin kymmenkertainen. Sen sijaan koealojen Kuusankoski-Kouvola-Inkeroinen yksikkösaaliissa ei ollut suuria eroja.



Kuva 2. Kymijoen koekalastusalueiden keskimääräiset yksikkösaaliit (kpl/verkkovuorokausi) sekä yksikkösaaliiden vaihteluvälit kullakin alalla.



Kuva 3. Kymijoen koekalastusalueiden keskimääräiset yksikkösaaliit (g/verkkovuorokausi) sekä yksikkösaaliiden vaihteluvälit kullakin alalla.

Tilastollisen testin (MRPP) perusteella erot koelohjeiden kalayhteisöissä olivat myös tilastollisesti merkitsevät ( $A = 0.32$ ,  $p < 0.001^{***}$ ). Parittaisten vertailujen perusteella kaikki paitsi Kouvolan koelohjeet erosivat merkitsevästi Verlan vertailuaineistosta (taulukko 1). Tammijärven yhteisö erosi selvimmin kaikista muista koelohjeista.



Taulukko 1. Koealojen kalayhteisöjen koostumuksien tilastolliset (MRPP-testi) erot (p-arvo). Tilastollisesti merkitsevät erot on vahvistettu.

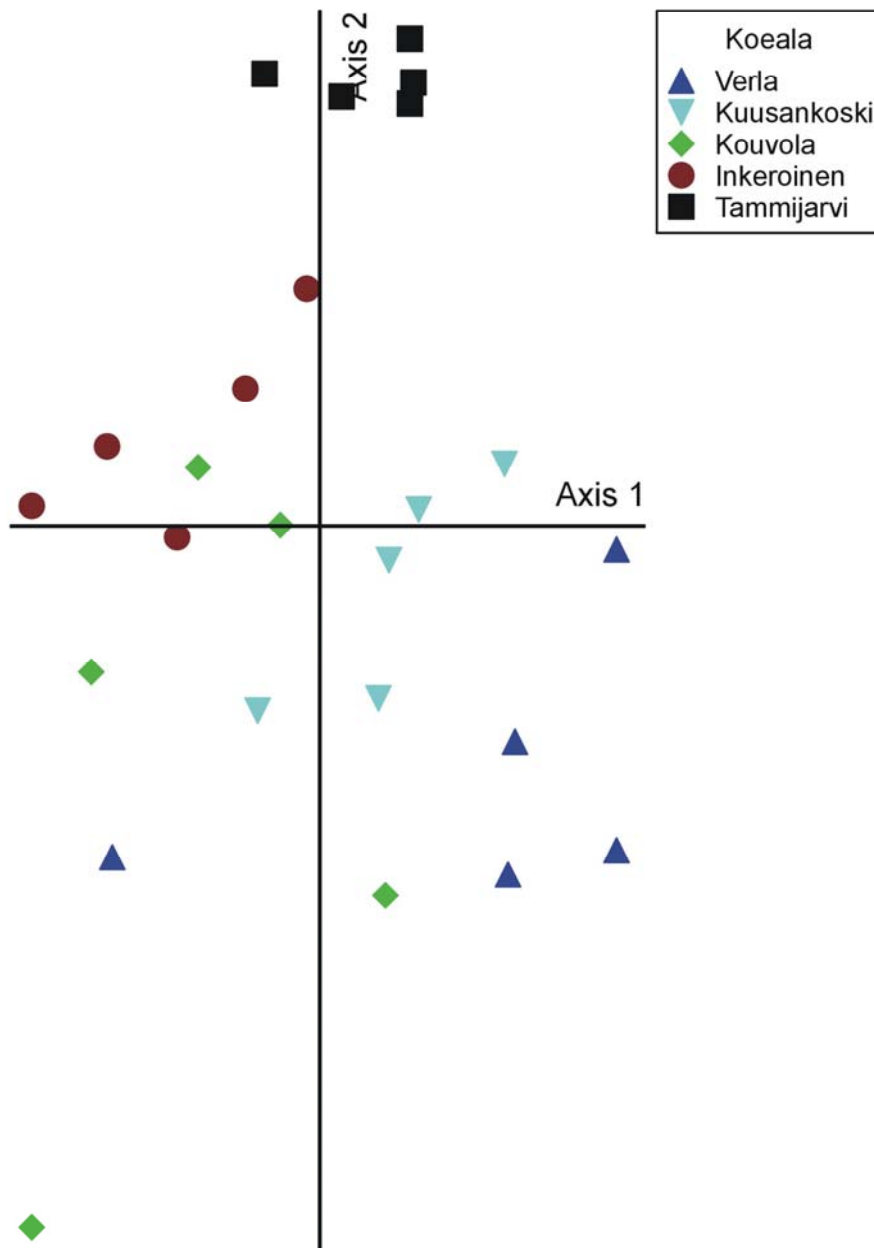
	Verla	Kuusankoski	Kouvola	Inkeroinen	Tammijärvi
Verla	1				
Kuusankoski	<b>0.03*</b>	1			
Kouvola	0.11	0.07	1		
Inkeroinen	<b>0.002**</b>	<b>0.001**</b>	0.15	1	
Tammijärvi	<b>0.001**</b>	<b>0.001**</b>	<b>0.002**</b>	<b>0.002**</b>	1

Kalayhteisöjen monimuotoisuutta kuvaavan Shannonin diversiteetti-indeksin perusteella Verlan vertailualan kalayhteisön monimuotoisuus erosi Kuusankosken, Inkeroinen ja Tammijärven koealoista (taulukko 2). Verlan koealan indeksiarvot olivat pienemmän lajimäärän ja lajien epätasaisten runsauksien vuoksi alhaisempia kuin kuormitetuilla aloilla.

Taulukko 2. Koealojen kalayhteisöjen diversiteetin tilastolliset (ANOVA) erot (p-arvo). Tilastollisesti merkitsevät erot on vahvistettu.

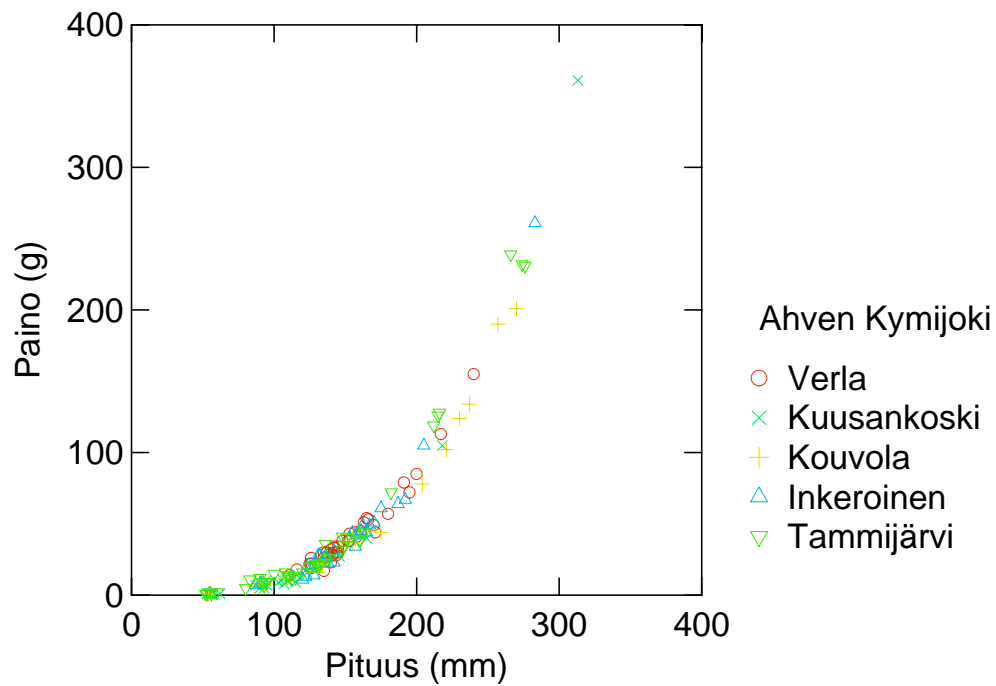
	Verla	Kuusankoski	Kouvola	Inkeroinen	Tammijärvi
Verla	1				
Kuusankoski	<b>0.01*</b>	1			
Kouvola	0.07	0.87	1		
Inkeroinen	<b>0.04*</b>	0.96	0.99	1	
Tammijärvi	<b>&lt;0.001***</b>	0.42	0.08	0.14	1

NMDS-ordinaatioanalyysin perusteella Kouvolan ja Kuusankosken koealalta saatu koekalastussaaliksi oli koostumukseltaan lähinnä Verlan vertailualuetta (kuva 4). Kalayhteisökoostumuksien ero oli suurin Tammijärven ja Verlan koealojen välillä. Tulokset tukevat siten yksikkösaalistarkasteluja. Koeverkkosaaliin hajonta oli selvästi suurinta Kouvolan koealalla. Osa Kouvolan koealan näytteistä sijoittui Kuusankosken ja Inkeroinen näytteiden välimaastoon, mutta kaksi näytettä oli koostumukseltaan lähellä Verlan näytteitä. Tästä syystä Verlan ja Kouvolan koealojen yhteisöjen erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (ks. taulukot 1 ja 2).

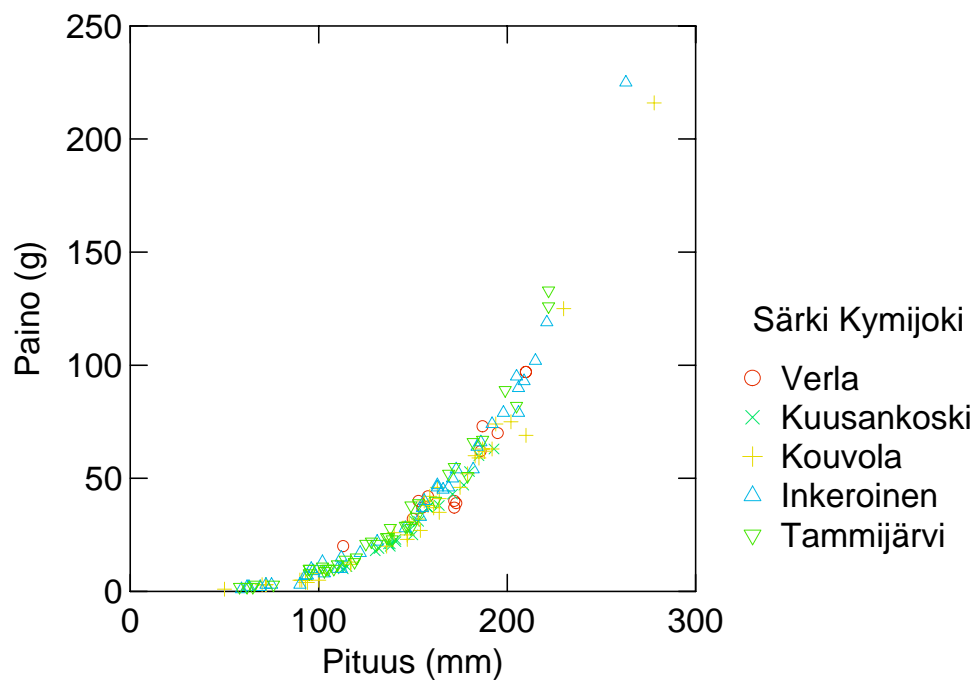


Kuva 4. Kymijoen verkkokoekalastusten NMDS-ordinaatiokuvaaja.

Ahvenen ja särjen pituuden ja painon kehityksessä ei ollut juurikaan koealojen välisiä eroja (kuvat 5 ja 6). Varianssianalyysin perusteella kummankaan lajin koeverkkosaaliin yksilöiden keskimääräisissä painoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä alueidenvälisiä eroja (ahven:  $F = 1.0$ ,  $p = 0.38$  ja särki:  $F = 1.3$ ,  $p = 0.27$ ).



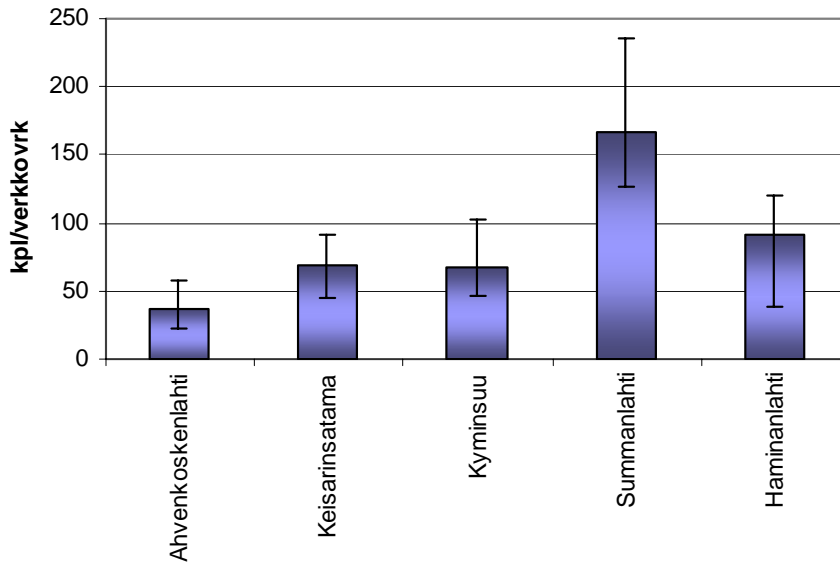
Kuva 5. Ahvenen pituus:paino Verlan ja Kymijoen (Kuusankoski-Tammijärvi) koealoilla.



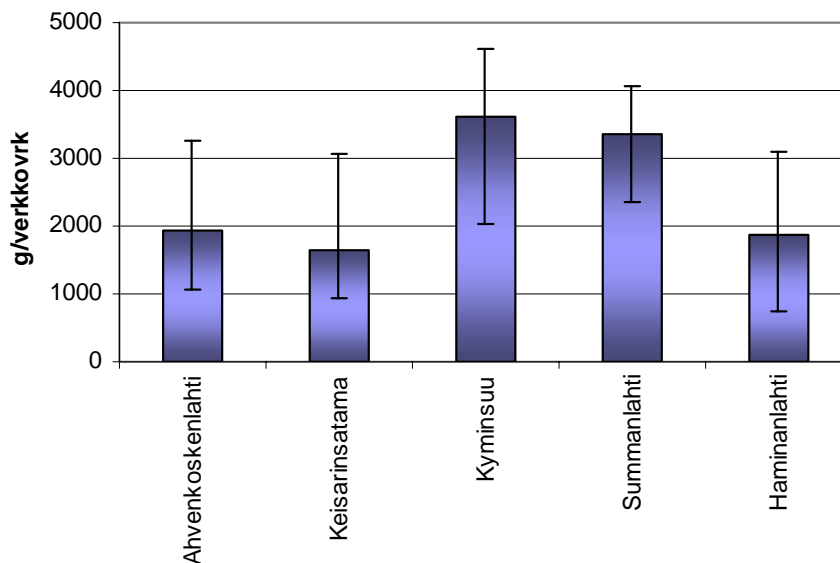
Kuva 6. Särjen pituus:paino Verlan ja Kymijoen (Kuusankoski-Tammijärvi) koealoilla.

## Merialue

Vuonna 2005 merialueen verkkokoekalastusten koelakohtainen keskimääräinen yksikkösaalis vaihteli selvästi koalojen välillä (kuvat 7 ja 8, liite 1). Suurimmat yksikkösaaliit saatiin Summanlahdelta ja Kyminsuulta. Kappalemääräisesti yksikkösaaliit olivat pienimmät Ahvenkoskenlahdella, mutta painon mukaan tarkasteltuna Keisarinsataman yksikkösaaliit olivat tätäkin pienimmät. Koalojen ero oli kalojen kappalemäärissä n. kaksinkertainen ja biomassassa mitattuna n. nelinkertainen.



Kuva 7. Merialueen koekalastusalueiden keskimääräiset yksikkösaaliit (kpl/verkkovuorokausi) sekä yksikkösaaliiden vaihteluvälit kullakin alalla.



Kuva 8. Merialueen koekalastusalueiden keskimääräiset yksikkösaaliit (g/verkkovuorokausi) sekä yksikkösaaliiden vaihteluvälit kullakin alalla.

Tilastollisen testin (MRPP) perusteella erot myös merialueen koealojen kalayhteisöissä olivat tilastollisesti merkitsevät ( $A = 0.32$ ,  $p < 0.001^{***}$ ). Parittaiset vertailut osoittivat, että erot yhteisökoostumuksissa olivat kaikissa mahdollisissa vertailupareissa tilastollisesti merkitsevät (taulukko 3). Selvimät erot olivat Ahvenkoskenlahden ja Summanlahden näytteiden välillä. Vastaavasti pienimmät erot olivat Summanlahti-Haminanlahti ja Kyminsuu-Ahvenkoskenlahti vertailupareissa.

*Taulukko 3. Merialueen koealojen kalayhteisöjen koostumusten tilastolliset (MRPP-testi) erot (p-arvo). Tilastollisesti merkitsevät erot on vahvistettu.*

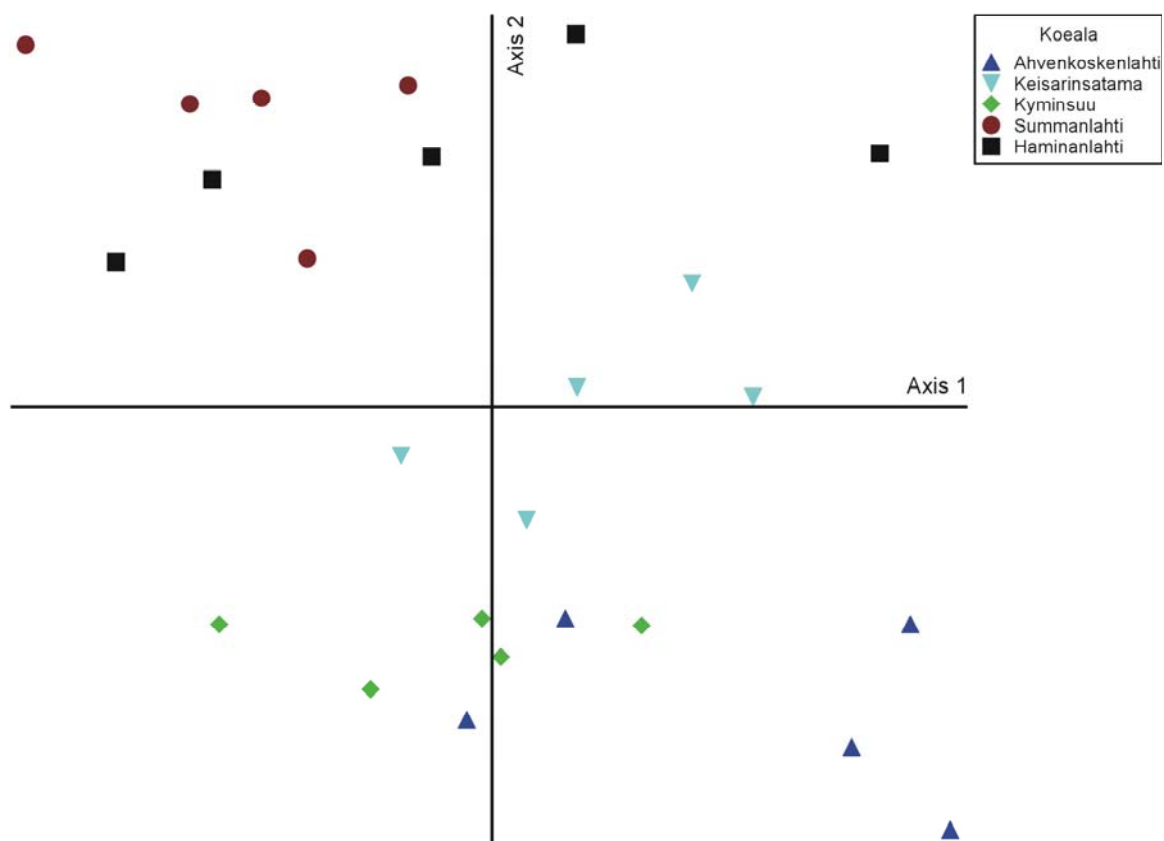
	Haminanlahti	Summanlahti	Kyminsuu	Keisarinsatama	Ahvenkoskenlahti
Haminanlahti	1				
Summanlahti	<b>0.02*</b>	1			
Kyminsuu	<b>0.002**</b>	<b>0.002**</b>	1		
Keisarinsatama	<b>0.008**</b>	<b>0.002**</b>	<b>0.007**</b>	1	
Ahvenkoskenl.	<b>0.004**</b>	<b>&lt;0.001***</b>	<b>0.02*</b>	<b>0.01*</b>	1

Diversiteetti-indeksin perusteella erot koealojen välillä olivat myös tilastollisesti merkitsevät ( $F = 3.6$ ,  $p = 0.02^*$ ). Indeksiarvot olivat matalimmat Haminanlahden näytteissä ja korkeimmat Summanlahden ja Keisarinsataman näytteissä. Parittaisten vertailujen perusteella Haminanlahden näytteiden indeksiarvot erosivat Summanlahden, Keisarinsataman ja Ahvenkoskenlahden näytteiden indeksiarvoista (taulukko 4).

*Taulukko 4. Koealojen kalayhteisöjen diversiteetin tilastolliset (ANOVA) erot (p-arvo). Tilastollisesti merkitsevät erot on vahvistettu.*

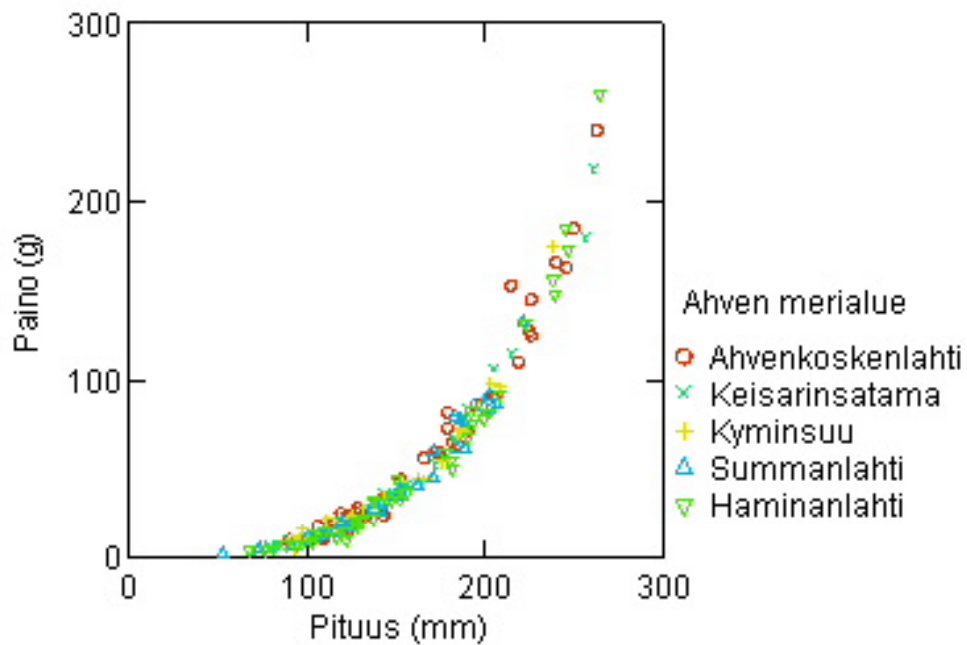
	Haminanlahti	Summanlahti	Kyminsuu	Keisarinsatama	Ahvenkoskenlahti
Haminanlahti	1				
Summanlahti	<b>0.02*</b>	1			
Kyminsuu	0.18	0.82	1		
Keisarinsatama	<b>0.04*</b>	0.99	0.95	1	
Ahvenkoskenl.	<b>0.05*</b>	0.99	0.97	1.0	1

Merialueen koekalastusaineistossa oli myös NMDS-ordinaation perusteella selviä alueellisia eroja (kuva 9). Summan- ja Haminanlahden kalasto muodostavat oman ryhmänsä. Ahvenkoskenlahden, Kyminsuun ja Keisarinsataman aineistoissa näytti ordinaatiokuvaajan perusteella olevan myös yhtäläisyyksiä.

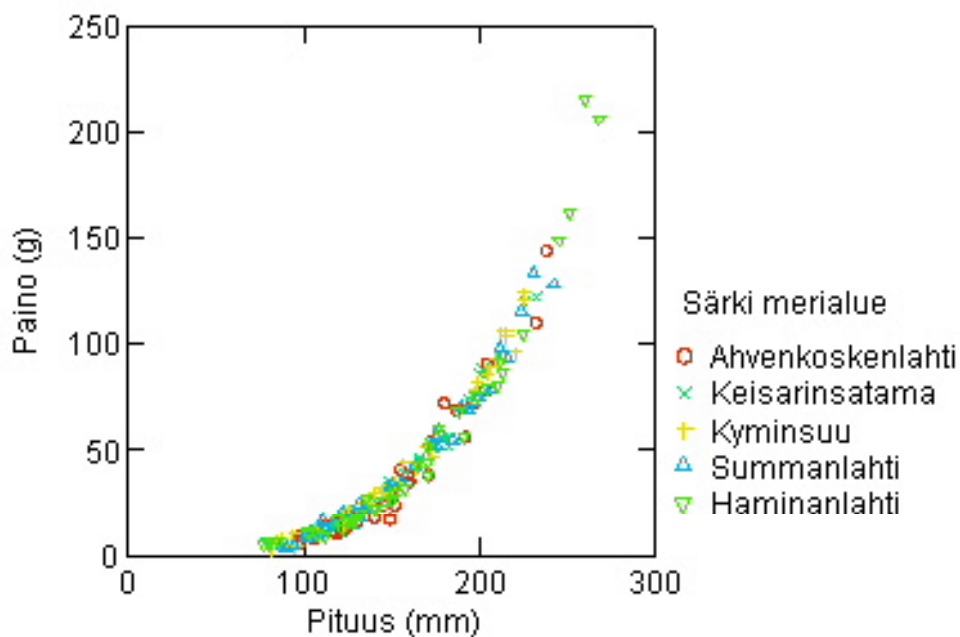


Kuva 9. Merialueen verkkokoekalastusten NMDS-ordinaatiokuvaaja.

Koekalastussaaliin perusteella ahvenen ja särjen pituuden ja painon kehityksessä ei ollut juurikaan koealojen välisiä eroja. Varianssianalyysin perusteella kummankaan lajin koeverkkosaaliin yksilöiden keskimääräisissä painoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja (ahven:  $F = 2.2$ ,  $p = 0.07$  ja särki:  $F = 1.3$ ,  $p = 0.26$ ).



Kuva 10. Ahvenen pituus:paino merialueen koaloilla (Ahvenkoskenlahti-Haminanlahti).



Kuva 11. Särjen pituus:paino merialueen koaloilla (Ahvenkoskenlahti-Haminanlahti).

### 3.2 MERIALUEEN RANTANUOTTAUKSET

Vuoden 2005 eniten rantanuottasaalista saatiin Haapasaaren, Majasaaren ja Pikku-Mustan näytepisteiltä (taulukko 5). Rantanuottauksissa tavattiin yhteensä 10 kalalajia. Näytepisteiden saaliit koostuivat pääosin kolmipiikistä ja hietatokosta. Viittä lajia tavattiin vain yhdellä koealalla (ahven, mutu, pikkutuulenkala, siika ja siloneula).

Taulukko 5. Merialueen rantanuottauksien saaliit (kpl/nuotanveto) näytepaikkakohtaisesti.

Koeala	Ahven	Hauki	Hieta- tokko	Kolmi- piikki	Kymmen- piikki	Mutu	Pikkutuu- lenkala	Salakka	Siika	Silo- neula	Yht.
Haapa- saari				125	38	4		1		1	169
Kaunis- saari			1	2			3				6
Kuorsalo			2	22	4						28
Lehmä- saari 1			2								2
Lehmä- saari 2		1	6	2	1						40
Lehmä- saari 3			4		1			30			5
Långö		1	30	2				1			34
Majasaari			26	4	7			3	20		60
Pikku- Musta	3		8	9				23			43
<b>Yht.</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>79</b>	<b>166</b>	<b>51</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>58</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>387</b>

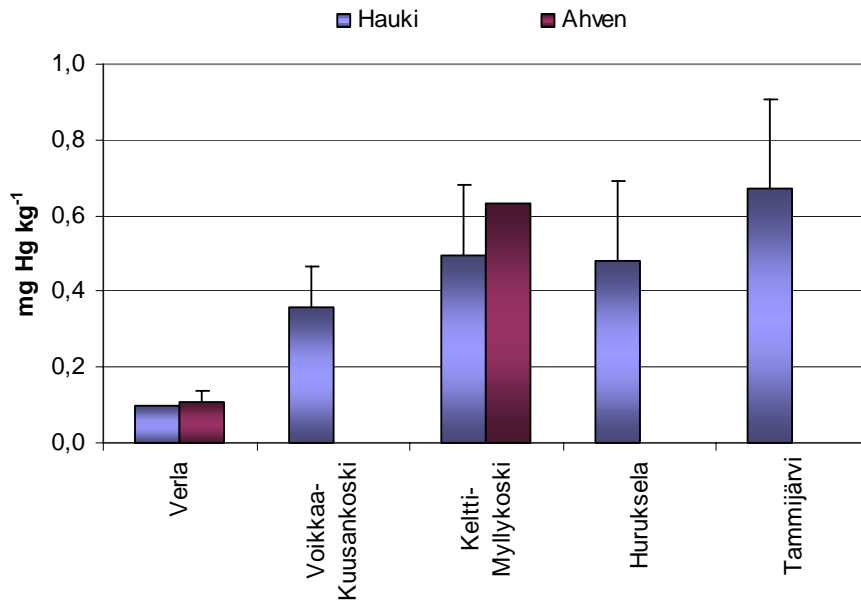
### 3.3 NAHKIAISTOUKKAPYYNNIT

Nahkiaistoukkia löydettiin Vuonna 2005 Pernoon (3 kpl) ja Langinkosken (1 kpl) koealoilta. Korkeakoskelta nahkiaisien toukkia ei sen sijaan löytynyt.

### 3.4 KALOJEN KÄYTTÖKELPOISUUSTUTKIMUKSET

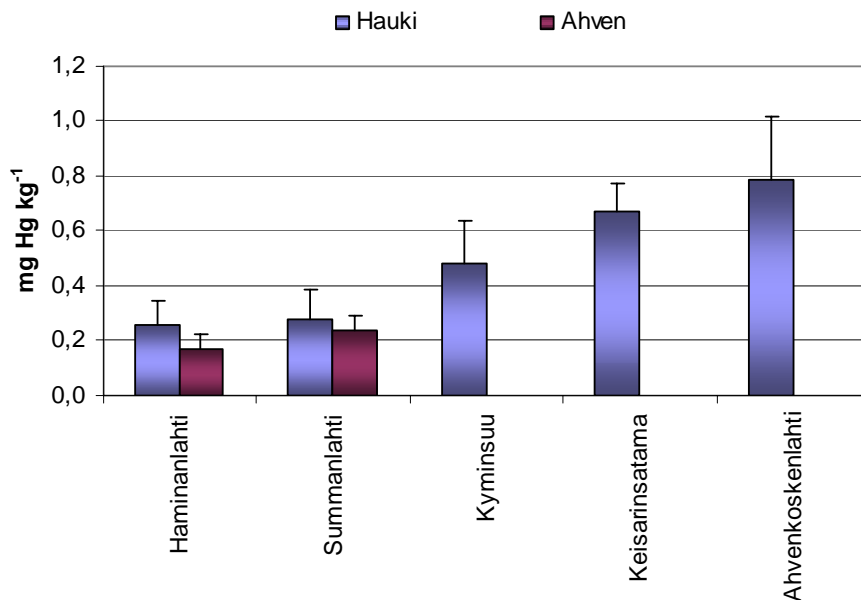
Käyttökelpoisuustutkimuksiin pyydettiin kaloja yhteensä 12 näytealueelta (liite 2). Kymijoen ja sen kontrollialueena toimivan Verlan näytekalojen keskimääräinen elohopeapitoisuus vaihteli välillä  $<0.10-0.67$  mg Hg kg<sup>-1</sup> (kuva 12). Vertailualueen kalojen elohopeapitoisuudet olivat usein alle määrittämissä rajan  $0.10$  mg Hg kg<sup>-1</sup>. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin Tammijärvestä pyydetystä kalasta,  $1.2$  mg Hg kg<sup>-1</sup>.





Kuva 12. Verlan ja Kymijoen näytekalojen (hauki ja ahven) keskimääräiset elohopeapitoisuudet (mg Hg kg<sup>-1</sup>) vuonna 2005 ja tulosten keskihajonnat.

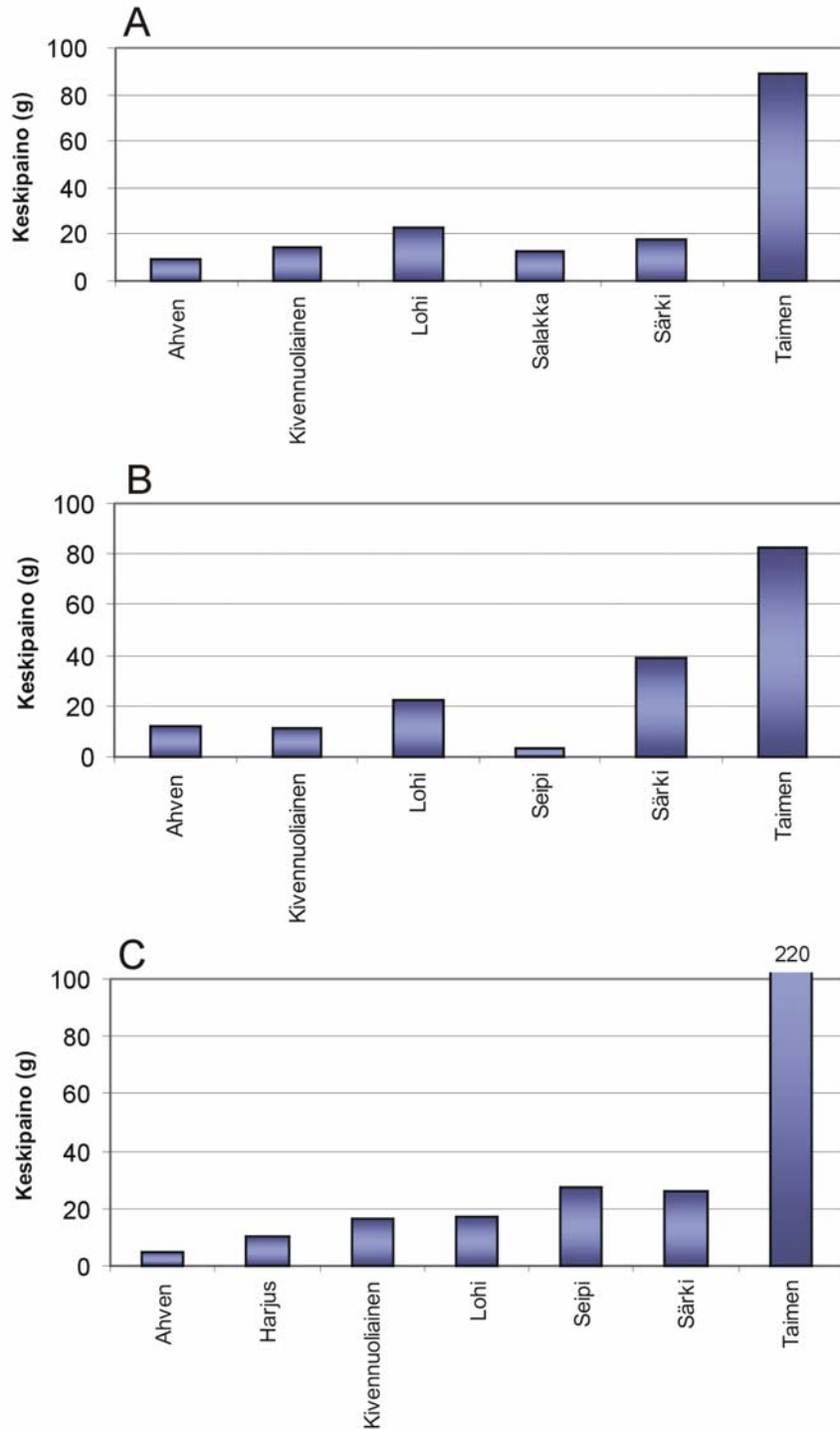
Merialueen näytekalojen elohopeapitoisuuksissa oli selviä näytealojen välisiä eroja (kuva 13). Haminan- ja Summanlahtien kaloissa pitoisuudet olivat melko matalia ja samalla tasolla. Kyminsuulta pyydetyissä kaloissa pitoisuudet olivat jo noin kaksinkertaiset ja Ahvenkoskelahden kaloihin verrattuna ero oli lähes nelinkertainen. Vain yhdessä Ahvenkoskenlahdelta pyydetystä kalassa ylittyi 1 mg:n raja-arvo (pitoisuus 1.2 mg Hg kg<sup>-1</sup>), jonka mukaan tätä suurempia pitoisuuksia sisältävää kalaa ei tulisi käyttää ravinnoksi.



Kuva 13. Merialueen näytekalojen (hauki ja ahven) keskimääräiset elohopeapitoisuudet (mg Hg kg<sup>-1</sup>) vuonna 2005 ja tulosten keskihajonnat.

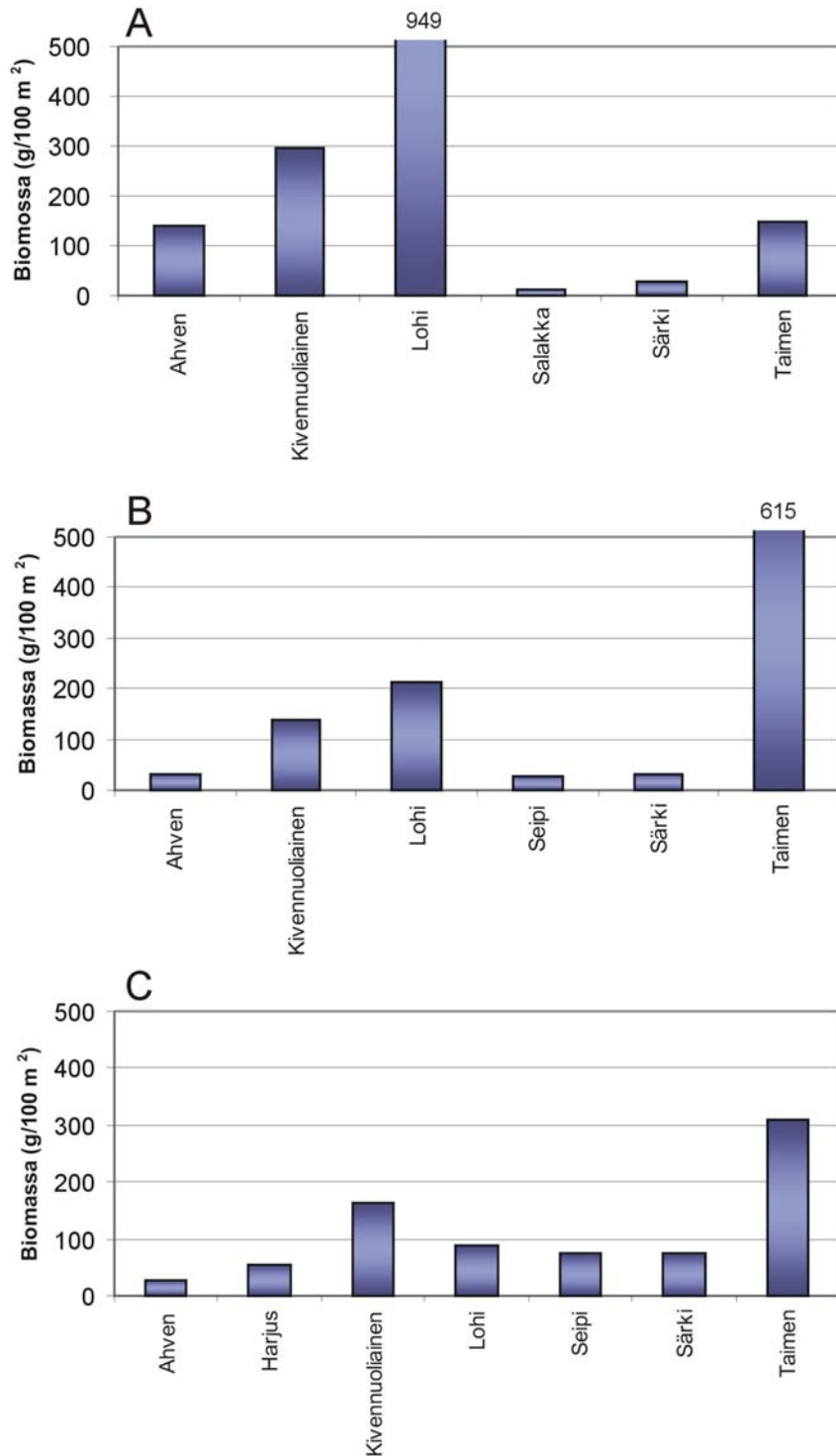
### 3.5 SÄHKÖKOEKALASTUKSET

Kymijoen kolmen koealan sähkökoekalastuksissa tavattiin yhteensä kahdeksaa kalalajia. Taimenen keskipaino oli lajeista suurin kaikilla koealoilla (kuva 14). Keskipainoltaan pienimpiä olivat ahven, seipi, salakka ja harjus. Lohta ja taimenta tavattiin kaikilta aloilta, mutta harjusta vain Pernoon koealalta.



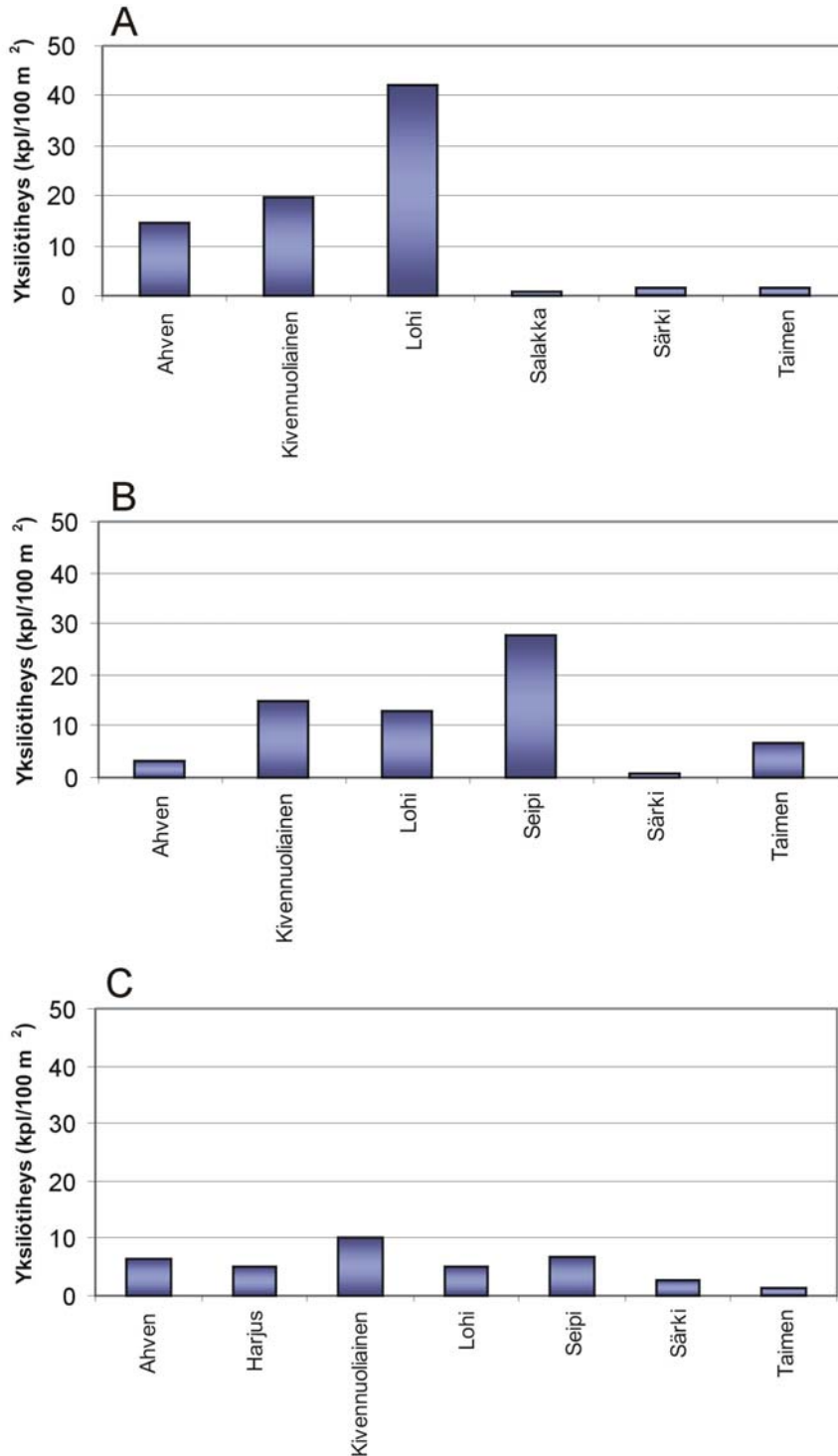
Kuva 14. Sähkökoekalastusalojen (Ahvio, Langinkoski ja Pernoo, A-C) saalisajat ja niiden keskipainot.

Biomassoissa tarkasteltuna lohi, taimen ja kivenuoliainen olivat koelajien merkittävimmät lajit (kuva 15). Lohen biomassat olivat suurimmillaan Ahvion koelalla (949 g/ 100 m<sup>2</sup>), taimenen Langinkosken alalla (615 g/ 100 m<sup>2</sup>) ja kivenuolisen Ahvion alalla (n. 300 g/ 100 m<sup>2</sup>). Muiden lajien biomassat olivat vaihtelivat muutamasta kymmenestä noin sataan grammaan / 100 m<sup>2</sup>.



Kuva 15. Sähkökoekalastusalojen (Ahvio, Langinkoski ja Pernoo, A-C) saalislajit ja niiden biomassat pinta-alaa (g/100 m<sup>2</sup>) kohden.

Lohen, kivenuoliansen ja seipin yksilötiheydet olivat lajeista suurimmat (kuva 16). Lohen ja kivenuoliansen yksilötiheydet olivat suurimmat Ahvion koealalla. Seipin yksilötiheydet olivat selvästi suurimmat Langinkosken koealalla. Pernoon koealalla lajien yksilötiheydet olivat yleisesti ottaen pienempiä kuin kahdella muulla alalla. Kunkin koealan ja lajin pyydystettävyydet ovat taulukossa 6.



Kuva 16. Sähkökoekalastusalojen (Ahvio, Langinkoski ja Pernoo, A-C) saalislajit ja niiden biomassat pinta-alaa ( $g/100\text{ m}^2$ ) kohden.

Taulukko 6. Kalalajien keskimääräiset pyydystettävyydet (suluissa keskihajonnat) Ahvion, Langinkosken ja Pernoon koealoilla.

	Ahven	Harjus	Kivenuoliainen	Lohi	Salakka	Seipi	Särki	Taimen
Ahvio	0.52 (0.21)	-	0.18 (0.36)	0.48 (0.13)	1 (0)	-	1 (0)	1 (0)
Langinkoski	0.93 (0.07)	-	0.43 (0.28)	0.61 (0.19)	-	0.54 (0.22)	1 (0)	0.32 (0.36)
Pernoo	0.88 (0.07)	0.65 (0.24)	0.71 (0.21)	0.68 (0.26)	-	1 (0)	0.78 (0.22)	1 (0)

## 4 TULOSTEN TARKASTELU JA TARKKAILUOHJELMAN KEHITTÄMINEN

### 4.1 VERKKOKOEKALASTUKSET

Verkkokoekalastuksin saadaan ajallisesti ja paikallisesti vertailukelpoista aineistoa kalalajien runsauksista ja runsaussuhteista. Kymijoen aineiston perusteella kaikkien muiden paitsi Kouvolan koealan kalayhteisöt poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi Verlan vertailualueesta. Yksikkösaaliiden perusteella jaksolla Kuusankoski-Inkeroinen ei tapahdu merkittävää muutosta. Inkeroinen alapuolisella jokijaksolla, etenkin Tammijärvellä, yksikkösaaliit kasvavat huomattavasti. Ordinaatioanalyysillä havaittiin joen kuormitusgradientti, sillä Verlan ja Tammijärven koealat ryhmittäytyivät ordinaation vastakkaisiin ääripäihin ja loput kolme koealaa näiden välimaastoon rehevyyden mukaisesti. Verkkokoekalastuksissa paikoin ongelmaksi muodostuu joen kapeus, kova virtausnopeus ja veden nopea syveneminen (mm. Kouvolan koealalla). Näillä aloilla on ollut vaikeaa löytää syvyydeltään sopivaa ja hitaasti virtaavaa kohtaa koeverkoille. Joen morfologian alueelliset eroavaisuudet voivat tuottaa koekalastusaineistoon myös rehevyyden liittyttämiä eroja. Alueelliset erot verkkojen limoittumisessa ja siten pyytävyydessä voivat niin ikään vaikuttaa tuloksiin. Yleisesti ottaen NORDIC-verkkosarja soveltuu kuitenkin melko hyvin myös suurten jokien koekalastusmenetelmäksi.

Myös merialueen verkkokoekalastuksissa havaittiin melko selviä alueellisia eroja. Suurimmat yksikkösaaliit saatiin Summanlahdelta ja Kyminsuulta. Parittaisten vertailujen perusteella koealojen saaliit erosivat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Haminan- ja Summanlahden yksikkösaaliissa oli selviä yhtäläisyyksiä. Toisen ryhmän muodosti Kyminsuun ja Keisarinsataman aineistot, Ahvenkoskenlahden aineisto erosi näistä lähinnä pienempien yksikkösaaliiden perusteella. Yhteisökoostumus oli sinällään melko yhteneväinen Kyminsuun ja Keisarinsatamaan aloihin nähden. Merialueen verkkokoekalastukset suoritettiin vuonna 2005 COASTAL-verkkosarjalla. COASTAL-verkkosarja on työläämpi kuin perinteinen NORDIC-sarja, koska verkko on pitempi ja korkeampi, mutta tulosten valossa se näyttäisi tuottavan luotettavampia tuloksia merialueen kalayhteisöjen rakenteesta ja alueellisista eroista. Merialueella tuloksiin vaikuttavat erityisesti pieni näytemäärä suhteessa kalastettavan alueen laajuuteen.

Vuonna 2005 kartoitettiin myös jätevesien mahdollisia ekotoksikologisia vaikutuksia kaloihin. Ahvenen ja särjen osalta jokaisesta yksilöstä tarkastettiin kalojen terveysindeksin (Adams ym. 1993) mukaisesti silmien, evien ja ihon kunto. Millään koealalla kalojen kunto ei näyttänyt poikkeavan normaalista. Terveysindeksin käyttöä verkkokoekalastuksien yhteydessä hankaloittaa kuitenkin se, että kalat ovat usein irrotusvaiheessa jo kuolleita, joka johtaa melko nopeisiin muutoksiin esim. ihon värityksessä. Evät saattavat myös vaurioitua kalan irrotuksessa, mikä saatetaan tulkita evävaurioksi.

#### **4.2 MERIALUEEN RANTANUOTTAUKSET**

Rantanuottauksella on mahdollista saada havaintoja ikäryhmistä ja lajeista, jotka eivät koeverkkoihin jää. Näin kävi myös vuoden 2005 poikasnuottausten kohdalla, sillä esim. hietatokkoa löytyi nuottasaaliissa, vaikka niistä ei saatu koeverkkokalastuksessa. Nuottasaaliissa on kuitenkin ollut vuosien välillä melko suuria määrällisiä ja laadullisia vaihteluita. Nuottauspisteet eroavat morfologialtaan melko paljon toisistaan. Esimerkiksi Lehmäsaaren kolmen eri näytepisteen saalis erosi huomattavasti toisistaan. Saalis koostuu kaikilla koealoilla pääasiassa kolmi- ja kymmenpiikistä sekä hietatokosta. Muut lajit esiintyvät harvalukuisempina ja yleensä vain yhdellä tai muutamalla näytepisteellä. Nuottasaaliissa havaitut erot ovat monen ympäristötekijän ja tarkkailumenetelmään liittyvien epävarmuustekijöiden summa, joista kuormitusvaikutuksen erottaminen on vaikeaa. Menetelmä näyttäisi soveltuvan kuormitustarkkailuihin melko huonosti, mutta sen avulla saadaan lisätietoa rantavyöhykkeen lajistosta.

#### **4.3 NAHKIAISTOUKKATUTKIMUKSET**

Nahkiaistoukkatutkimukset ovat olleet osana Kymijoen kalataloudellista tarkkailuohjelmaa vuodesta 1999 lähtien. Nahkiaisien toukkia on löydetty koealoilta vaihtelevia määriä, useimmiten kuitenkin vain muutamia yksilöitä. Nahkiaisien toukkien määrien arviointi (yksilöä/m<sup>2</sup>) menetelmän avulla on vaikeaa, koska vain joen ranta-alueita voidaan tutkia. Tulokset kertovat siten karkealla tasolla nahkiaisien esiintymisestä tutkimusalueilla.

#### **4.4 KALOJEN KÄYTTÖKELPOISUUSTUTKIMUKSET**

Kymijoen ja sen edustan merialueen kalojen käyttökelpoisuutta seurataan vuorovuosina tehtävin elohopea-analysein ja aistinvaraisin arvioin. Kalojen elohopeapitoisuuksissa on ollut etenkin Kymijoella selviä alueiden välisiä eroja. Myös merialueella Kymijoen vaikutuspiirissä olevien alojen näytekalosta on todettu korkeimmat pitoisuudet. Kymijoen ja merialueen kalojen melko korkeiden elohopeapitoisuuksien vuoksi elohopea-analyysit ovat tärkeä osa kalataloudellista tarkkailua. Aistinvaraisissa arvioissa koealojen väliset erot ovat sen sijaan olleet Kymijoella ja merialueella melko pieniä. Tulokset viittaavat siihen, että kuormitusvaikutuksen tulee olla melko suuri, jotta koealojen väliset erot tulisivat esille. Pyyntimenetelmä voi myös vaikuttaa aistinvaraisten arvioiden tuloksiin, sillä

verkkopyynnissä kalat saattavat olla kuolleina verkoissa melko pitkään ennen perkausta ja pakastusta, kun taas rysä- ja uistinpyynnissä kalat perataan ja pakastetaan pian pyynnin jälkeen. Näin ollen verkoilla pyydetyt kalat saatetaan arvioida käyttökelpoisuudeltaan huonommiksi vaikka todellisuudessa eroa ei olisikaan. Jatkossa aistinvaraisten arvioiden seurantatiheyttä voitaisiin tarkistaa nykyistä harvemmaksi. Nykyinen kalojen käyttökelpoisuustarkkailu ei sisällä Kymijoen ja merialueen sedimenttien haitallisten aineiden (dioksiinit ja furaanit) arviointia. Etenkin Kymijoen alaosan pohjasedimenttien haitallisten aineiden paikoin hyvinkin korkeiden pitoisuuksien vuoksi (Verta ym. 1999) näiden analyysien sisällyttämistä tarkkailuohjelmaan tulisi pohtia. Ongelmana ovat tähän asti olleet korkeat analyysikustannukset.

#### 4.5 SÄHKÖKOEKALASTUKSET

Sähkökoekalastus soveltuu hyvin jokien kalaston koostumuksen ja yksilötiheyksien selvittämiseen. Kymijoella menetelmän avulla pyritään saamaan tietoa erityisesti lohikaloiden esiintymisestä ja runsauksista. Tarkkailuohjelmaan sisällytetyistä koealoista Korkeakosken alue on soveltumaton sähkökoekalastuksiin. Jatkossa tämä tulisi vaihtaa soveltuvampaan alueeseen tai alueisiin kuten esim. Kultaankoskeen. Nykyisen ohjelman koealoilla lohen, kivenuoliaisen ja seipin yksilötiheydet olivat lajeista suurimmat. Biomassoissa tarkasteltuna lohi, taimen ja kivenuoliainen olivat koealojen merkittävimmät lajit. Lohen ja taimenen yksilötiheydet vaihtelivat välillä n. 5-42 yks./100m<sup>2</sup> (lohi) ja n. 1-7 yks./100m<sup>2</sup> (taimen).

#### 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.

Kurkilahti, M. & Rask, M. 1999. Verkkokoekalastukset. Teoksessa: Böhling, P. & Rahikainen, M. (toim.), *Kalataloustarkkailu, periaatteet ja menetelmät*. RKTL, 303 s.

Mankki, J. 2004. Kymijoen ja Haminan, Kotkan ja Pyhtään edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu. Täydennys tarkkailusuunnitelmaan ja sen päivitys. *Kymijoen vesi ja ympäristö ry*, 12 s.

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

Verta, M., Korhonen, M., Salo, S., Ahtiainen, J., Vartiainen, T., Kiviranta, H., Kukkonen, J., Hämäläinen, H., Lyytikäinen, M., Vuori, K.-M., Paasivirta, J., Palm, H. & Mikkelsen, P. 1999. Organoklooriyhdisteet ja raskasmetallit Kymijoen sedimenteissä; esiintyminen, kulkeutuminen, vaikutukset ja terveysriskit. Loppuraportti. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. *Suomen ympäristö* 334.

## LIITE 1

Kymijoen ja merialueen koealojen verkkokoekalastuksien saalislajien yksikkösaaliit (kpl/verkkovrk).

	ahven	hauki	kiiski	kuha	lahna	pasuri	salakka	seipi	sorva	särki	toutain	ruutana
Verla1	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	3	0
Verla2	24	0	1	0	0	0	0	0	1	0	5	0
Verla3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Verla4	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verla5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Kuusankoski1	4	0	5	1	2	0	0	0	0	0	4	0
Kuusankoski2	16	1	3	1	8	0	0	0	0	0	8	0
Kuusankoski3	7	0	7	0	5	0	0	0	0	0	0	0
Kuusankoski4	25	0	6	0	10	0	0	0	0	0	5	0
Kuusankoski5	9	0	5	0	13	0	0	0	0	0	5	0
Kouvola1	5	0	1	0	4	0	0	0	0	0	21	0
Kouvola2	6	0	10	0	9	2	0	0	0	0	10	0
Kouvola3	1	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Kouvola4	1	0	8	1	2	1	0	0	0	0	5	0
Kouvola5	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0
Inkeroinen1	12	0	9	0	1	1	1	0	0	0	30	0
Inkeroinen2	1	0	9	1	2	2	7	0	0	0	13	0
Inkeroinen3	3	0	3	0	1	1	0	0	0	0	23	0
Inkeroinen4	4	1	4	0	3	0	0	0	0	0	16	1
Inkeroinen5	11	0	1	0	6	1	0	0	0	0	41	0
Tammijärvi1	25	1	6	2	23	21	39	0	0	0	69	0
Tammijärvi2	18	0	6	2	31	16	2	0	1	1	94	0
Tammijärvi3	6	0	12	0	24	16	35	0	0	0	64	1
Tammijärvi4	20	0	5	1	28	23	35	0	0	0	67	0
Tammijärvi5	19	0	6	1	31	28	33	0	0	0	58	0

	ahven	hauki	kiiski	kuha	lahna	pasuri	salakka	silakka	sorva	suutari	särki	toutain	turpa
Ahvenkoskenlahti1	5	1	6	0	2	0	0	0	2	1	6	0	0
Ahvenkoskenlahti2	6	0	7	0	3	3	0	0	2	0	7	0	0
Ahvenkoskenlahti3	11	0	3	0	2	5	0	0	2	1	24	0	0
Ahvenkoskenlahti4	6	0	4	0	2	6	0	0	1	0	6	0	0
Ahvenkoskenlahti5	28	0	3	0	0	4	8	0	1	0	14	0	0
Keisarinsatama1	21	0	3	0	10	11	2	0	0	0	14	0	0
Keisarinsatama2	14	0	3	0	20	21	2	0	1	0	5	0	1
Keisarinsatama3	12	0	4	0	4	13	7	0	0	0	5	0	0
Keisarinsatama4	22	0	3	0	13	20	0	0	4	0	30	0	0
Keisarinsatama5	13	0	15	0	0	30	1	0	2	1	22	0	0
Kyminsuu1	18	0	7	0	11	3	3	0	0	2	17	0	0
Kyminsuu2	24	0	9	0	5	1	2	0	3	1	26	1	0
Kyminsuu3	10	0	5	0	10	5	0	0	2	0	14	0	0
Kyminsuu4	16	0	7	0	6	6	0	0	2	0	66	0	1
Kyminsuu5	17	0	5	0	9	2	0	0	2	0	20	0	0
Summanlahti1	16	1	4	7	18	28	23	0	0	0	45	0	0
Summanlahti2	16	1	2	9	25	18	85	0	0	0	30	0	0
Summanlahti3	4	0	4	4	27	18	45	0	0	0	40	0	0
Summanlahti4	9	0	0	8	37	14	113	0	0	0	55	0	0
Summanlahti5	13	0	5	12	21	22	45	0	0	0	9	0	0
Haminanlahti1	18	0	0	1	1	5	59	0	0	0	36	0	0
Haminanlahti2	13	0	1	0	0	14	56	0	0	0	36	0	0
Haminanlahti3	4	0	3	0	0	18	9	1	0	0	4	0	0
Haminanlahti4	9	0	2	0	0	35	30	0	0	0	9	0	0
Haminanlahti5	12	0	1	0	2	18	42	0	0	0	16	0	0