

**KYMIJOEN ALAOSAN POHJÄELÄINTARKKAILU
VUONNA 2006: PEHMEIDEN POHJIEN
POHJÄELÄINTUTKIMUS JA YHTEENVETO VUODEN
2006 TULOKSISTA**

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 161/2007

Marja Anttila-Huhtinen

ISSN 1458-8064

TIIVISTELMÄ

Kymijoen alaosan yhteistarkkailun pohjaeläintutkimus toteutettiin syksyllä 2006 uuden tarkkailuohjelman mukaan. Tässä julkaisussa on käsitelty em. tarkkailun pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimuksen tulokset Pehmeiden pohjien pohjaeläinnäytteet otettiin viidestä suvantomaisesta paikasta joessa sekä yläpuolisesta (Pyhäjärvi) ja alapuolisesta (Tammijärvi) järvioltaasta. Kaikki näytteet otettiin pehmeältä liejupohjalta Ekman-pohjaeläinnoutimella (8 rinnakkaisnostoa). Tutkimusalueista Pyhäjärvi ja ylin jokinäyteasema (Voikkaa) ovat Kymijoen alaosan nykyisen kuormituksen yläpuolella.

Aineistosta tavattiin kaikkiaan 69 taksonia. Pohjaeläinten kokonaistiheys oli järvioltaissa 610-1090 ja jokipaikoilla 2020-3810 yks/m². Vastaavasti kokonaisbiomassa oli järvioltaissa 0,4-0,7 g/m² ja jokipaikoilla 2,0-5,4 g/m². Koko aineiston tyypillisin ja yleisin laji oli rehevän pohjan harvasukasmato, *Potamothrix hammoniensis*. Näyteasemien tuloksissa ei tullut selkeästi näkyviin nykyinen kuormitustilanne. Vertailuasema, Voikkaa on ollut jätevesikuormituksesta vapaata jo noin 14 vuotta. Sen tulokset kertoivat siitä, että joen suvantojen pehmeät pohjat puhdistuvat hitaasti; kuormituksen päätyttyä lajistossa pysyy pitkään rehevän pohjan lajeja, vaikka samanaikaisesti lajistossa esiintyy jo karummankin pohjan lajistoa. Bioindeksin (RCI, River Chironomid Index) mukaan syvemmät jokiasemat olivat reheviä ja matalammat lievästi karuja. Jatkossa tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, että näyteasemat ovat myös syvyydeltään samanlaisia eikä vaan pohjan laadultaan (pehmeät liejupohjat). Järvioltaiden tuloksissa tuli hyvin esiin Kymijoen rehevöityminen alajuoksua kohti – tarkasteluun oli otettu mukaan myös Kymijoen yläosalla olevan Konniveden tuloksia. Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna Tammijärven pohjan tila on kohentunut.

Uuden tarkkailuohjelman mukaan pohjasedimentin toksisuutta arvioitiin pohjaeläinnäytteissä esiintyvien *Chironomus* -toukkien (Diptera, Chironomidae) hampaiden epämuodostumavasteen perusteella. Asemakohtaiset toukkamäärät jäivät kuitenkin hyvin vähäisiksi; vain Voikkaan ja Inkeröisten näyteasemilla tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina. Voikkaan näyteasemalla epämuodostumavaste oli hyvin korkea (62 %). Tulos kertoo siitä, että myös muut kontaminaatiolähteet kuin Kuusaansaarella aikoinaan sijainneen Ky 5-tehtaan päästöt vaikuttavat epämuodostumien syntymiseen Kymijoessa. Sekä pohjaeläintuloksissa että *Chironomus* -toukkien epämuodostumavasteessa tuli näkyviin se, että joen suvantomaisissa painanteissa pohjaeläinten elinolosuhteet ovat joen erilaisista habitaateista kaikkein heikoimmat ja nämä alueet kohentuvat kaikkein hitaimmin kuormituksen vähentyessä.

Uuden tarkkailuohjelman mukaan vuoden 2006 pohjaeläintarkkailuun kuului sekä pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimus että surviaissääskien kotelonahkatutkimus (CPET). Tämän julkaisun lopussa on lyhyesti vedetty yhteen näiden kahden eri tutkimuksen keskeiset tulokset ja lyhyesti vertailtu näitä kahta eri tutkimusmenetelmää. Menetelmien erilaisuudesta johtuen on selvää, että tutkimusmenetelmien tulokset poikkesivat toisistaan ja antavat erilaisen kuvan joen pohjan tilasta. Odotetusti joen suvantoaikkojen pohjaeläinyhteisöt antoivat näyteasemille huonomman ekologisen tilan kuin CPET – aineisto. Erilaisuudesta johtuen näiden kahden eri tutkimusmenetelmän tulokset täydentävät toisiaan, ja antavat yhdessä kokonaisvaltaisemman kuvan Kymijoen pohjien monimuotoisuudesta ja ekologisesta tilasta.

SISÄLLYS

sivu

Tiivistelmä

Sisällys

1 Johdanto	1
2 Tarkkailualue	2
2.1 Kuormitus	2
2.2 Veden laatu	6
3 Aineisto ja menetelmät	6
4 Tulokset	9
4.1 Pohjan laatu ja pohjaeläinlajisto	9
4.2 Bioindeksit ja pohjan tila	10
4.3 Pohjasedimentin toksisuus	14
5 Tulosten tarkastelu	14
6 Vuoden 2006 pohjaeläintutkimusten yhteenveto ja menetelmien vertailu	17
7 Tarkkailun jatkaminen	19
Viitteet	20
Liitteet 1-3	

1 JOHDANTO

Kymijoen alaosan (Pyhäjärvi- meri) ja sen edustan merialueen kuormittajilla on Itä-Suomen vesioikeuden määräämä velvoite (Isveo 76/96/1, 19.11.1996, Vyo 16.4.1998) tarkkailla kuormituksen vaikutuksia vastaanottavassa vesistössä. Velvoite on toteutettu kuormittajien yhteistarkkailuna, jossa käytännön vesistötutkimuksista on vastannut Kymijoen vesi ja ympäristö ry. Velvoitetarkkailuohjelmaa uudistettiin Kymijoen alaosan osalta vuonna 2005. Vuoden 2006 tarkkailu noudatti jo tätä uudistettua, Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen hyväksymää tarkkailuohjelmaa (Dnro 0498Y0085-103). Ohjelma muuttui erityisesti biologisen tarkkailun osalta. Pohjaeläintarkkailun suvantopaikkojen näytteenotossa ja näytepaikkojen valinnassa kiinnitetään nyt erityistä huomiota näyteasemien välisen ja sisäisen vertailtavuuden parantamiseen. Kaikki näyteasemat/-alueet on valittu siten, että kaikki nostot ja näytteet otetaan samantyyppiseltä pohjalta eli pehmeältä liejupohjalta. Uudessa ohjelmassa lisättiin myös rinnakkaisnäytemäärää tulosten luotettavuuden parantamiseksi. Uuden ohjelman mukaan suvantopaikkojen Ekman-näytteenoton rinnalla toteutettiin uuden tutkimusmenetelmän mukainen surviaissääskien kotelonahkatutkimus (**Chironomid Pupal Exivial Technique, CPET**)¹. Uuden ohjelman mukaan Kymijoen alaosalla toteutetaan rehevöitymisseurantaa joka vuosi siten, että pohjaeläin- ja perifytontutkimukset vuorottelevat.

Tämä julkaisu käsittelee Kymijoen rehevöitymisseurantaan kuuluvan pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimuksen tulokset vuodelta 2006. Samanaikaisesti toteutetun surviaissääskien kotelonahkamenetelmän tulokset on jo raportoitu erikseen². Tässä julkaisussa esitetään myös yhteenveto koko pohjaeläintarkkailun tuloksista ja vertaillaan lyhyesti kahta eri tutkimusmenetelmää. Vastaavasti merialueen Pyhtää-Kotka-Hamina pohjaeläintulokset julkaistaan omassa raportissaan. Tässä julkaisussa raportoitiin tarkkailuohjelman mukaisesti pohjaeläintutkimuksiin osallistuvien seuraavien Kymijoen alaosan kuormittajien (yläjuoksulta lukien) (kartta kuva 1):

UPM Kymmene Oyj, Voikkaa	Voikkaan paperitehdas, lopettanut 6/06
UPM Kymmene Oyj, Kymi	Kymin paperitehdas
	Kuusanniemen sulfaattiselutehdas
Kuusankosken kaupunki	Akanojan puhdistamo
Kouvolan kaupunki	Mäkikylän puhdistamo
Myllykoski Paper Oy	Myllykosken paperitehdas
Anjalankosken kaupunki	Halkoniemen puhdistamo
	Huhdanniemen puhdistamo
Stora Enso Publication Papers Oy Ltd	Anjalan paperitehdas
Stora Enso Ingerois Oy	Inkeröisten kartonkitehdas

Ruotsinpyhtään kunta
Pyhtään kunta
Sonoco-Alcore

Vastilan puhdistamo
Kirkonkylän puhdistamo, lopettanut 1/06
Karhulan kartonkitehdas

2 TARKKAILUALUE

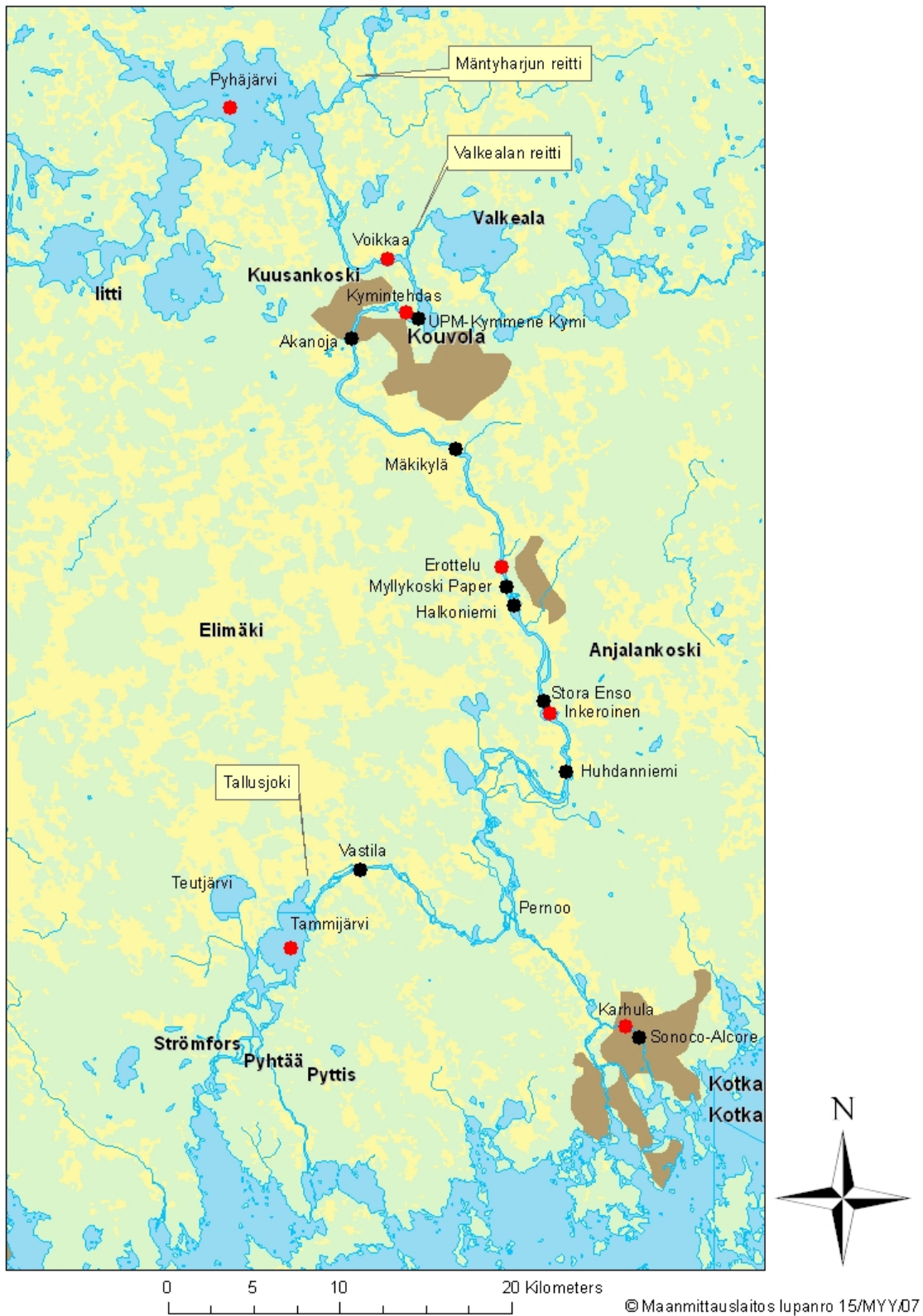
Tarkkailualue käsittää Kymijoen alaosan eli Kymijoen Pyhäjärvestä mereen (kartta kuva 1). Tällä välillä on vain muutamia järvilaajentumia ja vesialue on luonteeltaan hyvin jokimainen. Kymijoki saa lisävesiä Jaalan Pyhäjärven kohdalla Mäntyharjun reitiltä, ja vastaavasti Kuusankosken yläpuolella Valkealan reitiltä ja etelämpänä Tammijärven alueelle laskevista Tallus- ja Teutjoesta. Pernoon kohdalla Kymijoki haarautuu kahteen virtaamaltaan lähes yhtä suureen haaraan. Läntinen haara laskee mereen Ruotsinpyhtää ja Pyhtään rajalla, itäinen päähaara Kotkan kaupungin kohdalla.

Kymijoki on melko matala keskisyvyyden ollessa 9,5 metriä. Joen pituus Pyhäjärvestä mereen on noin 85 kilometriä. Vesi virtaa Pyhäjärvestä mereen Kymijoen keskivirtaamalla (MQ₁₉₇₁₋₂₀₀₀ 307 m³/s) noin kolmessa vuorokaudessa. Tutkimusvuonna 2006 Kymijoessa virtasi selvästi keskimääräistä vähemmän vettä; vuoden keskivirtaama oli vain 232 m³/s (Kuusankoski), ja vasta marraskuun sateiden myötä virtaama kasvoi normalilukemiin ja ylikin. Maakäyttöä hallitsevat Kymijoen alaosalla metsät ja pellot. Soita on vähän, mikä näkyykin Kymijoen veden kirkkautena. Myöhemmin tekstissä Kymijoen alaosasta käytetään myös nimeä Kymijoki.

2.1 KUORMITUS

Kymijoen alaosalle tulee jätevesikuormitusta sekä teollisuudesta että kunnallisilta jätevedenpuhdistamoilta (kartta kuva 1). Kymijoen alaosalle tulevaa kuormitusta on käsitelty vuosittaisissa yhteistarkkailun yhteenvedoissa, joista viimeisin on vuodelta 2006³. Lisäksi vuonna 2003 julkaistiin pitkäaikaisraportti ajanjaksolta 1985-2002, jossa on käsitelty pidemmällä aikavälillä Kymijoen jätevesikuormituksen kehitystä⁴. Taulukossa 1 on esitetty kuormittajakohtaisesti Kymijoen pistemäinen jätevesikuormitus vuonna 2006. Suurin osa Kymijoen jätevesikuormituksesta tulee teollisuudesta. Suurimmat kuormittajat ovat UPM-Kymmenen tehtaat Kuusankoskella ja Stora Enson tehtaat Anjalankoskella. Ainoastaan tippikuormituksessa yhdyskunnat ovat teollisuutta suurempi kuormittaja. Kymijoen mereen kuljettamista kiintoaine- ja ravinnemääristä kuitenkin suurin osa on peräisin yläpuolisesta vesistöistä ja alaosan hajakuormituksesta.

Pitkällä aikavälillä (1985-2006) tarkasteltuna Kymijoen alaosan jätevesikuormitus on vähentynyt huomattavasti, mutta viimeisen 5-6 vuoden aikana kuormitus ei ole juurikaan muuttunut (kuva 2). Teollisuus otti käyttöön aktiivilietelaitokset 1980-90 –lukujen taitteessa



Kuva 1. Kymijoen alaosan pohjaeläintutkimuksen näyteasemat (punaiset pisteet) ja jätevesien purkupisteet.

Taulukko 1. Kymijoen alaosan pistekuormitus vuonna 2006.

2006						
Kuormittaja						
TEOLLISUUS	Jätevesi	K-aine	BOD ₇	COD _{Cr}	Kok.P	Kok.N
	m ³ /vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk
UPM-Kymmene, Voikkaan paperit. ¹⁾	2 609	29	10	116	0,06	2,6
UPM-Kymmene, Kymi, paperit. ja sulfaattisellut.	107 311	968	310	22 334	18,3	267
Myllykoski Paper, paperit.	26 928	591	130	3 767	10,2	119
Stora Enso, Anjalankosken paperi- ja kartonkitehtaat	33 859	533	250	7 943	16,1	412
Sonoco-Alcore, Karhulan kartonkit.	1 146	60		304		
Teollisuus yhteensä	171 853	2 181	700	34 464	45	801
YHDYSKUNNAT	Jätevesi	K-aine	BOD ₇ ATU	COD _{Cr}	Kok.P	Kok.N
	m ³ /vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk	kg/vrk
Kuusankoski, Akanoja	10 900	140	81	420	5,1	280
Kouvola, Mäkikylä	16 619	282	194	960	13	490
Anjalankoski						
* Halkoniemi	2 970	180	210	520	4,9	110
* Huhdanniemi	3 800	120	86	260	4,2	100
Ruotsinpyhtää, Vastila	3	0,1	0,1	0,2	0,004	0,06
Yhdyskunnat yhteensä	34 292	722	571	2 160	27	980
Teollisuus + yhdyskunnat	206 145	2 903	1 271	36 624	72	1 781

Huom. lisäksi

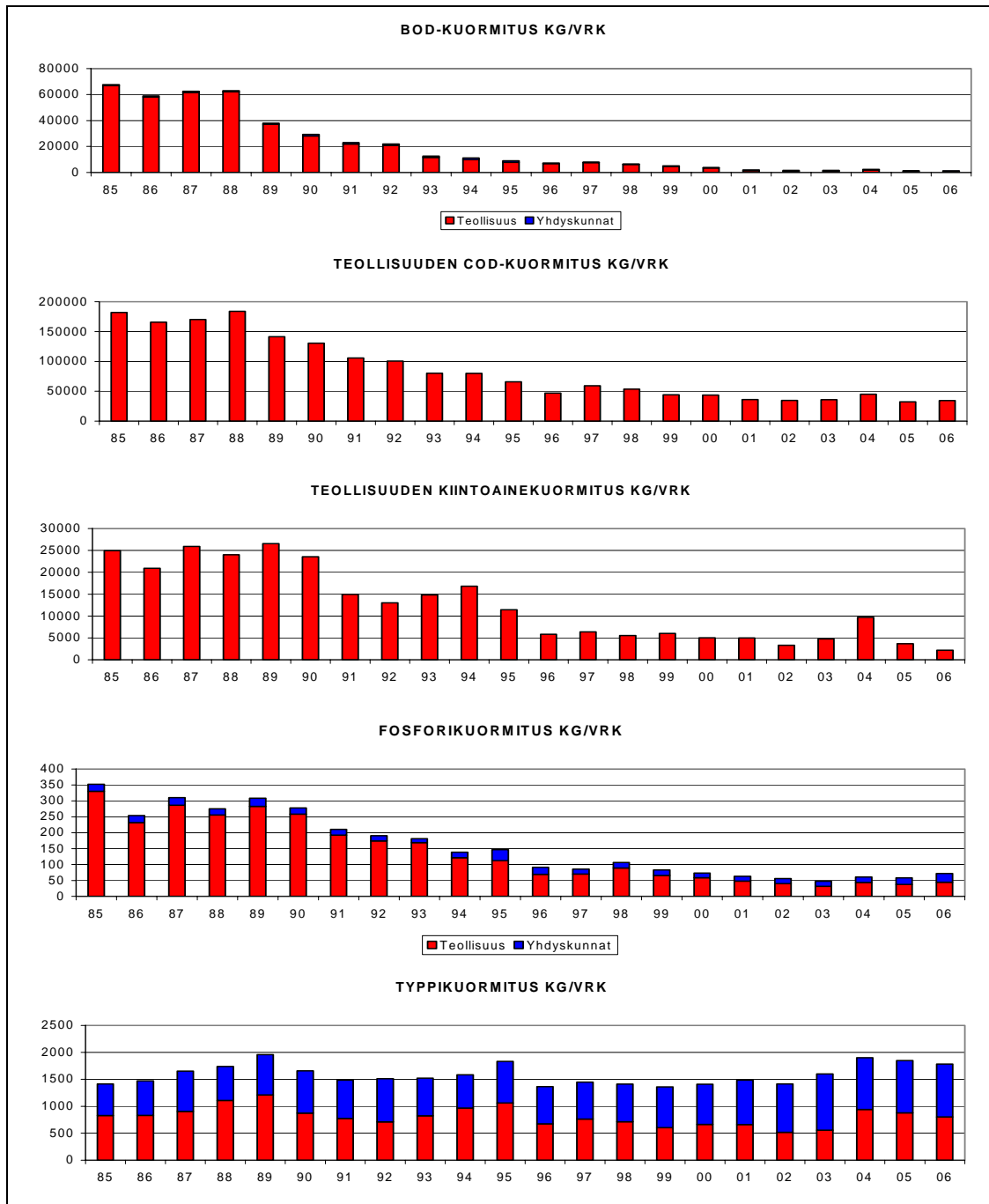
AOX-kuormitus UPM-Kymmene, Kymiltä: 267 kg/vrk

Elohopeakuormitus Finnish Chemicals Oy:ltä: 0,6 kg/vuosi

- 1) Voikkaan paperitehtaan puhdasvesiviemäritulokset. Varsinainen jätevesikuormitus sisältyy Kymin paperitehtaan kuormituslukuihin, koska Voikkaan jätevedet johdettiin Kuusanniemen puhdistamolle. Voikkaan tehdas suljettiin kesäkuussa.

mikä näkyi erityisesti happea kuluttavan orgaanisen aineen (BOD ja COD) kuormituksen vähenemisenä. Samalla myös teollisuuden kiintoaine- ja fosforikuormitus vähentyivät. Typpikuormitus on pysynyt 20 vuoden aikajänteellä jokseenkin samalla tasolla.

Kymijoen alaosan suurin yhdyskuntajätevedenpuhdistamo on Kouvolan Mäkikylän puhdistamo. Yhdyskuntapuhdistamoiden puolella suurin muutos on ollut pienten puhdistamoiden toiminnan lopettaminen ja jätevesien johtaminen suuriin keskuspuhdistamoihin. Tutkimusalueella on lopettanut 1980-luvun lopulta vuoteen 2006



Kuva 2. Kymijoen alaosan jätevesikuormituksen happea kuluttavan aineksen (BOD_7 ja COD_{Cr}) sekä kiintoaine- ja ravinnekuormituksen (kg/vrk) kehitys vuosina 1985-2006. Lähde: Kaakkois-Suomen ympäristökeskus (KAS).

yhteensä 9 puhdistamaa, joista osa kuormitti suoraan Kymijoen alaosaa ja osa purki jätevetensä johonkin Kymijoen alaosalle laskevaan pikkujokeen.

2.2 VEDEN LAATU

Kymijoen veden laatua seurataan sekä kuormittajien yhteistarkkailututkimuksessa että viranomaisten toimesta, ja tulokset on käsitelty jokavuotisissa yhteistarkkailun yhteenvedoissa³. Viimeisimmässä pitkäaikaisraportissa on käsitelty Kymijoen tilan ja veden laadun kehitystä aikavälillä 1985-2002⁴. Hapkea kuluttava orgaanisen aineen kuormitus ei ole enää pitkiin aikoihin aiheuttanut joessa happiongelmia edes pienimmillä virtaamilla, eikä veden happipitoisuudessa ole juurikaan eroa eri näyteasemien välillä. Piste- ja hajakuormituksen vaikutus näkyy tosin edelleenkin useimpien mitattujen aineiden pitoisuusnousuna Rapakosken (kuormituksen yläpuolella) ja kuormituksen alapuolisten näyteasemien välillä, mutta pitoisuusnousut eivät ole erityisen suuria (taulukko 2). Hyvän happitilanteen lisäksi kuormituksen väheneminen näkyy selkeimmin siinä, että jokiveden fosforipitoisuus on laskenut kuormitetulla osalla lähes puoleen 1980-luvun tasosta, kun taas kuormituksen yläpuolella fosforipitoisuus on pysynyt jokseenkin samalla tasolla. Vuoden 2005-2006 fosforipitoisuuksien perusteella kuormituksen yläpuolinen alue on karu-lievästi rehevä, ja kuormituksen alapuolinen alue selkeämmin lievästi rehevää. Pelkästään veden laadun perusteella luokiteltuna Kymijoen alaosa olisi nykyään kuormitetulta osuudeltaankin yleiseltä käyttökelpoisuudeltaan hyvää. Luokittelussa täytyy kuitenkin jotenkin huomioida myös Kymijoen pohjan haitalliset aineet, dioksiiniyhdisteet ja elohopea^{5,6}. Pohja-aineksen korkeista haitta-ainepitoisuuksista johtuen Kymijoki luokiteltiin viimeisimmässä valtakunnallisessa laatuluokituksessa, joka perustuu vuosien 2000-2003 vedenlaatutuloksiin, Kuusankoskelta Inkeröisiin vain välttäväksi ja siitä alaspäin tyydyttäväksi⁷.

Taulukko 2. Kymijoen alaosan vedenlaatu kuormituksen yläpuolella (Rapakoski) ja kuormituksen alapuolella (Huruksela ja Karhula) vuoden 2005-2006 tulosten perusteella (tulosten keskiarvo ja keskihajonta).

Näyteasema (havaint. määrä)	Kok.P µg/l keskiarvo (S.D)	Kok.N µg/l keskiarvo (S.D)	Sähkönj mS/ml keskiarvo (S.D)	Sameus FTU keskiarvo (S.D)
Rapakoski (28)	10,5 (3,0)	519 (79)	7,11 (0,24)	2,29 (1,16)
Huruksela (56)	17,5 (5,6)	609 (97)	8,67 (0,88)	3,86 (2,26)
Karhula (40)	19,3 (6,2)	635 (140)	8,75 (0,82)	4,83 (2,52)

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tässä yhteenvedossa käsitellään Kymijoen alaosan yhteistarkkailututkimuksiin kuuluvan pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimuksen tulokset vuodelta 2006. Vuonna 2006 toteutettiin ensimmäisen kerran uuden ohjelman mukainen pohjaeläintarkkailu. Pehmeän pohjan pohjaeläinnäytteet haettiin kaikkiaan seitsemältä eri näyteasemalta (kartta kuva 1, koordinaatit taulukko 3). Pyhäjärven ja Tammijärven näyteasemat edustavat Kymijoen

alaosan selkeitä järvioltaita tutkimusalueen ylä- ja alapäässä. Kummankin järven näyteasema sijaitsee läpivirtausalueella. Muut viisi näyteasemaa ovat joen suvantomaisia paikkoja, joilta löytyy pehmeää liejupohjaa. Näyteasemista Pyhäjärvi ja Voikkaa edustavat Kymijoen alaosan nykyisen kuormituksen yläpuolista tilaa ja vastaavasti neljä virtapaikkaa ja Tammijärvi kuormituksen alapuolista tilaa.

Taulukko 3. Näyteasemat ja niiden syvyydet, pohjanlaatutiedot ja koordinaatit.

Asema (nro)	Syv. m	Pohjan laatu	Koordinaatit
Pyhäjärvi (0)	11,5	lieju, muta	6766207 - 3472060
Voikkaa (1)	9,2	lieju, muta	6757704 - 3481090
Kymintehdas (2)	4,8	lieju, muta, kuitua	6755177 - 3480159
Erottelu (9A)	6,0	lieju, muta, kuitua	6741166 - 3487685
Inkeroinen (11)	10,5	lieju, muta, kuitua, puujätettä	6731374 - 3490389
Karhula (13)	2,7	lieju, muta	6714493 - 3492893
Tammijärvi (23)	9,5	lieju, muta, savi	6717856 - 3475944

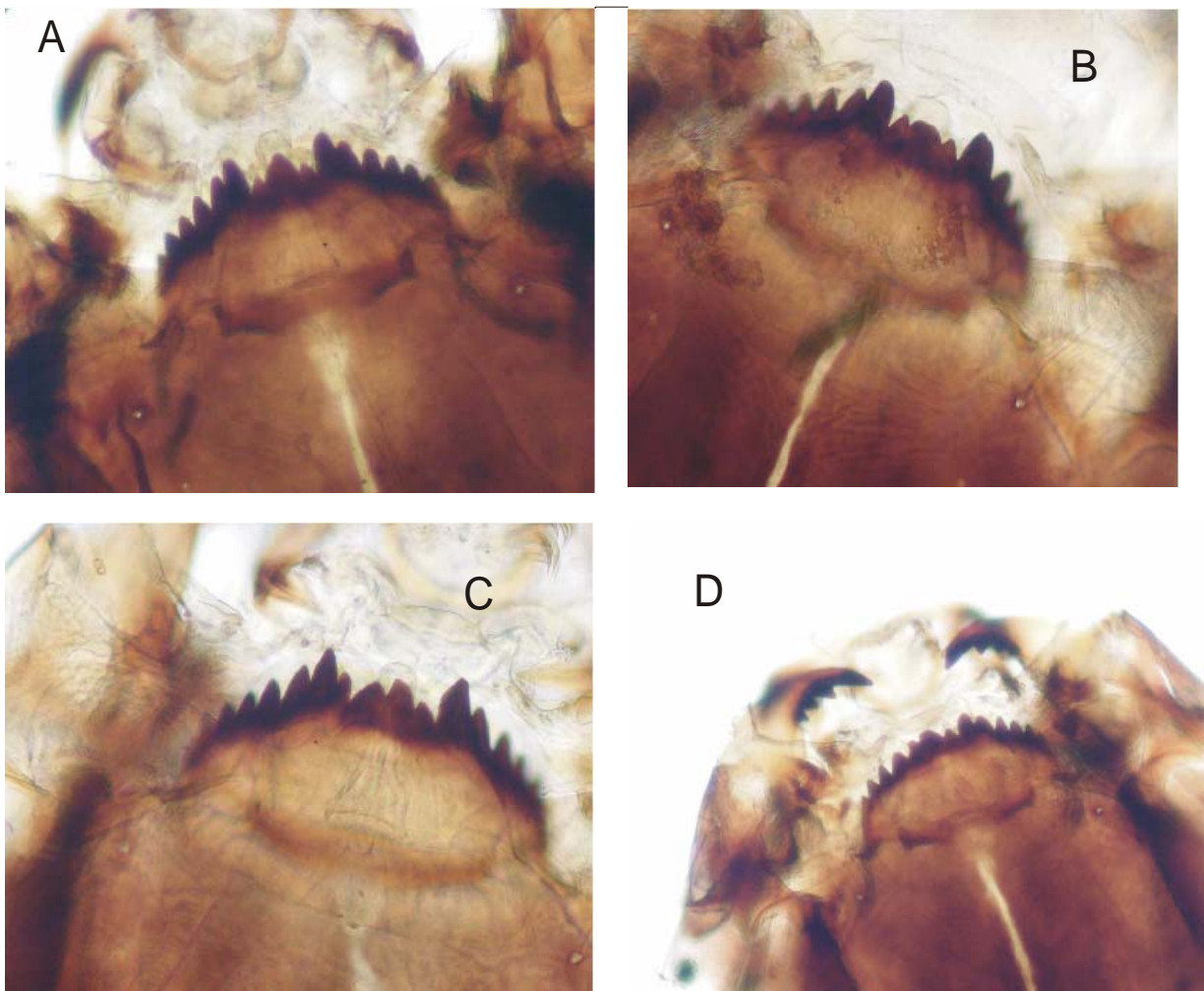
Näytteenotossa ja -käsittelyssä noudatettiin vesi- ja ympäristöhallinnon ohjeita^{8, 9, 10}. Näytteet otettiin Ekman-pohjanoutimella (nro 2, pinta-ala 231 cm²), ja kultakin näyteasemalta otettiin kahdeksan rinnakkaisnostoa, jotka käsiteltiin erikseen. Näytteet seulottiin 0,5 mm:n seulalla ja poimittiin tuoreeltaan laboratorioissa suurennuslampun avulla ja säilöttiin 70 %:een etanoliin. Näytteet punnittiin ryhmittäin 0,1 mg:n tarkkuudella. Ennen punnitusta näytteitä pidettiin noin 10 minuuttia vedessä ja sen jälkeen kuivattiin hetken imupaperilla. Nilviäiset punnittiin kuorineen. Suuria simpukoita (*Unio*, *Anodonta*) ei punnittu eikä niiden painoa siis laskettu mukaan kokonaisbiomassaan.

Pohjaeläinten määrittämisessä pyrittiin tärkeimpien ryhmien osalta lajitasolle seuraavan kirjallisuuden avulla:

Oligochaeta	Brinkhurst 1963 ¹¹ , Brinkhurst 1971 ¹²
Ephemeroptera:	Kuusela 1993 ¹³ , Svensson 1986 ¹⁴ , Elliott ym. 1988 ¹⁵
Trichoptera	Edington & Hildrew 1995 ¹⁶ , Wallace ym. 1990 ¹⁷
Chironomidae	Chernovskii 1949 ¹⁸ , Saether 1975 ¹⁹ , Wiederholm 1983 ²⁰

Aineistosta laskettiin pohjaeläimistön tiheys ja biomassa. Lisäksi aineistosta laskettiin tiettyjen harvasukasmatojen ja surviaissääsken toukkien suhteelliseen runsauteen perustuva jokien hitaasti virtaavien osien bioindeksi, RI (River Index)²¹ ja tästä kehitelty CRI (River Chironomid Index), joka perustuu pelkästään tiettyjen surviaissääskitoukkien suhteelliseen runsauteen²². Järvinäyteasemille eli Pyhä- ja Tammijärvelle laskettiin tämän lisäksi järvien profundaalialueille soveltuva Chironomidae-indeksi (CI), joka perustuu tiettyjen surviaissääsken toukkien suhteelliseen runsauteen²³. Kaikki em. bioindeksit on esitelty liitteissä 1.1-1.3.

Uuden tarkkailuohjelman mukaan pohjasedimentin toksisuutta arvioitiin käyttämällä surviaissääsken toukan suuosan epämuodostumiin perustuvaa menetelmää. Surviaissääsken toukkien suosissa on havaittu epämuodostumia, joiden esiintymisellä on selvä yhteys sedimentin saastuneisuuteen. Korkeita esiintymisfrekvenssejä pidetään viitteenä sedimentin biologisesta haitallisuudesta^{24,25,26}. Epämuodostumia analysoitiin *Chironomus* –suvun surviaissääsken toukilta, jotka oli poimittu pehmeiden pohjien Ekman-näytteistä. Toukkien pääkapseleista tehtiin tutkimusmikroskopointia varten preparaattit, joista epämuodostumat määritettiin. Epämuodostumia tarkasteltiin vain toukkien suosien hammasrakenteista, mentumista. Rikkoutunut tai kulunut mentum tunnistettiin ja jätettiin analyysin ulkopuolelle. Kuvassa 3 on esitetty *Chironomus* –toukan normaali mentum sekä esimerkkejä epämuodostumista. Menetelmän käyttöönotossa opasti Anna Kiiski, joka tekee aiheesta väitöstutkimusta (Joensuun yliopisto).



Kuva 3. *Chironomus*-toukan mentum: A. Normaali mentum (uloimmat lateraalihampaat oikealla ja vasemmalla 4 kpl, sisemmät lateraalihampaat oikealla ja vasemmalla 2 kpl, keskihampaat 3 kpl) (Karhula), B. Epämuodostunut mentum, puuttuu 1 vasen lateraalihammas (Inkeroinen), C. Epämuodostunut mentum, 1 ylimääräinen oikea lateraalihammas (Voikkaa), D. Epämuodostunut mentum, useita poikkeamia (Inkeroinen).

4 TULOKSET

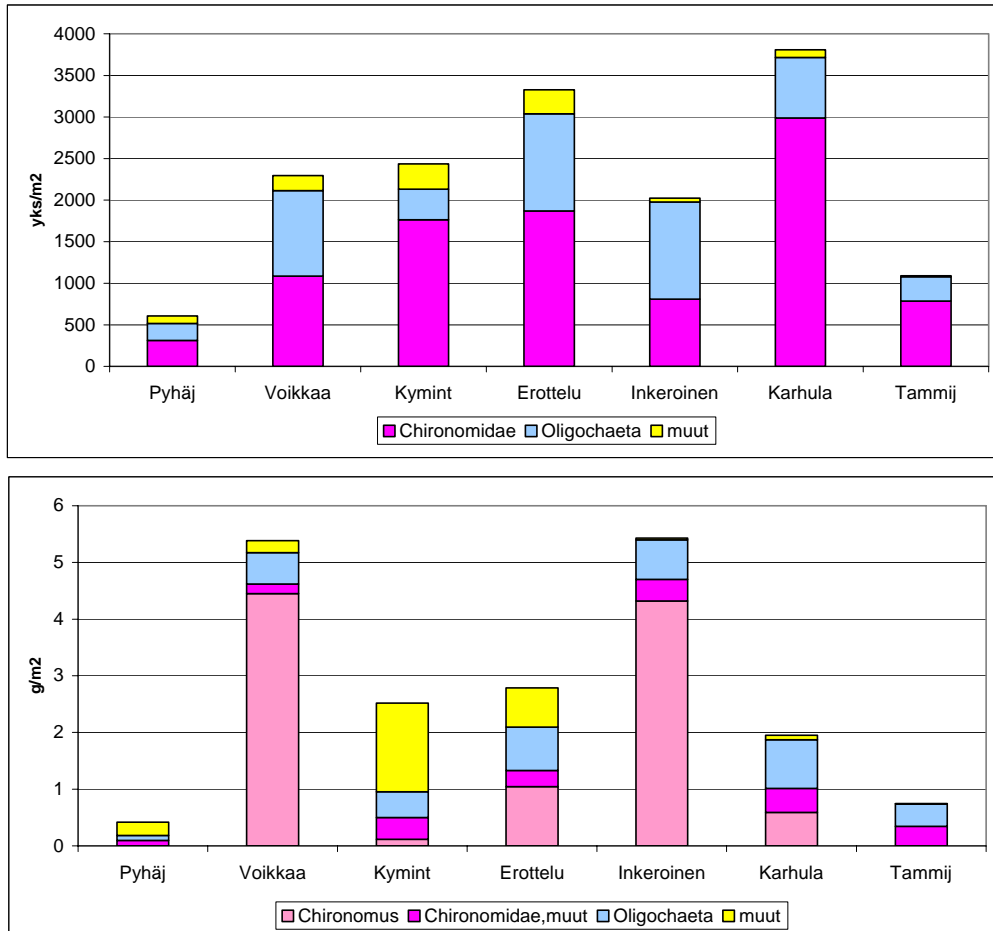
4.1 POHJAN LAATU JA POHJAEÄINLAJISTO

Näyteasemat ja niiden sijainnit oli jo alun perin valittu siten, että ne kaikki ovat pohjan laadultaan samanlaisia eli pehmeitä liejupohjia. Kuitua tavattiin Kymintehtaan, Erottelun ja Inkeröisten näyteasemilla. Inkeröisten näyteasemalla oli kuidun lisäksi myös puujätettä (liite 1). Lähes kaikki nostot olivat tilavuudeltaan 2-2,5 litraa.

Tutkimuksen lajisto sekä yksilömäärät ja biomassat sekä nostoa kohti että neliometriä kohti on esitetty liitteissä 2.1-2.7. Lisäksi liitteessä 3 on esitetty samassa taulukossa keskitetyt kaikkien näyteasemien neliometritulokset.

Määritettyjä taksoneja oli kaikkiaan 69. Pohjaeläinten kokonaistiheys vaihteli välillä 605-3807 yks/m² (nostojen välinen keskivirhe 12-22 %, keskimäärin 16,7 %) ja kokonaisbiomassa välillä 0,42-5,4 g/m² (kuva 4). Tärkeimmät pohjaeläinryhmät olivat selkeästi surviaissääsket ja harvasukasmadot, joiden osuus oli keskimäärin yli 90 % näyteasemien kokonaisyksilömääristä. Kokonaisbiomassasta niiden osuus ei sensijaan ollut varsinkaan kaikilla asemilla niin merkittävä, koska suurikokoiset muut lajit vaikuttavat satunnaisesti esiintyessään suuresti kokonaisbiomassaan. Suurimmat biomassat tavattiin Voikkaalla ja Inkeröisissä, joissa esiintyi suurikokoisia *Chironomus*-surviaissääskentoukkia. Koko aineiston tyypillisin ja yleisin laji oli rehevän pohjan harvasukasmato *Potamothrix/Tubifex* (*Potamothrix hammoniensis*), mutta jo seuraavana tuli lievästi karuja olosuhteita indikoiva *Polypedilum brevipennatum* – surviaissääski. Muita tyypillisiä ja yleisiä lajeja olivat *Limnodrilus hoffmeisteri* –harvasukasmato ja *Paralauterborniella nigrohalteralis* ja *Cladopelma viridula* - surviaissääsket. Jokipaikoista lajirunsaus oli suurin Kymintehtaan näyteasemalla (48 taksonia) ja alhaisin Inkeröisten näyteasemalla (24 taksonia). Vastaavasti järvinäyteasemilla lajirunsaus vaihteli välillä 16 (Pyhäjärvi) – 14 (Tammijärvi).

Tämän tutkimuksen jokipaikkojen aineisto oli mukana myös julkaisussa, jossa käsiteltiin suurten jokien pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimuksen näytekokoja ja vertailtiin pehmeiden pohjien näytteenottoa surviaissääskien kotelonahkamenetelmällä saatuihin tuloksiin²⁷. Jokipaikkojen pehmeiden pohjien tulosten tilastollisen käsittelyn mukaan tämän tutkimuksen näyteasemien sisäinen vaihtelu oli suurinta Kymintehtaan ja Erottelun näyteasemilla ja vähäisintä Karhulan näyteasemalla. Pehmeiden pohjien pohjaeläintulosten mukaan eri näyteasemien pohjaeläinyhteisöt poikkesivat toisistaan merkittävästi, ja parittaisessa vertailussa kaikkien neljän kuormituksen alapuolisen näyteaseman pohjaeläinyhteisöt poikkesivat merkittävästi kuormituksen yläpuolisen eli Voikkaan pohjaeläinyhteisöstä.

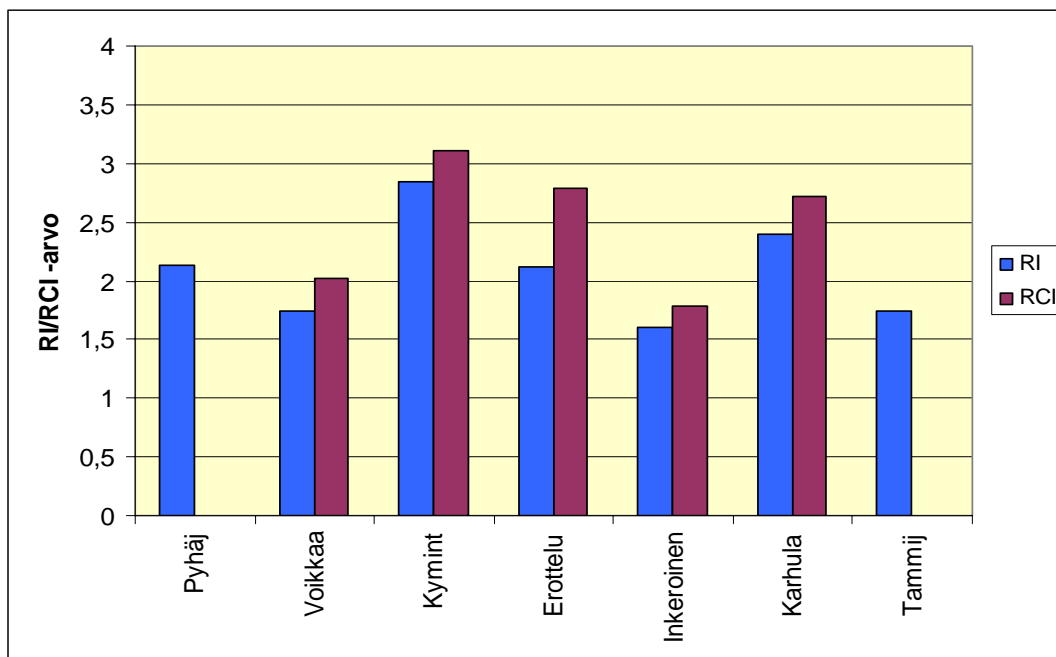


Kuva 4. Pohjaeläinten kokonaisbiomassa (g/m^2) ja kokonaistiheys (yks/m^2) Kymijoen alaosan näyteasemilla vuoden 2006 tutkimuksessa. Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö ry

4.2 BIOINDEKSIT JA POHJAN TILA

Kaikille näyteasemille laskettiin River index (RI) ja lisäksi jokiasemille River Chironomid Index (RCI) (kuva 5, taulukko 4). Kaikki jokiasemat saivat korkeampia indeksiarvoja RCI:llä kuin RI:llä. RI:n laskemisessa huomioidaan harvasukasmadot. Kaikilla pehmeillä jokipohjilla oli yksilömäärältään runsaasti ekologiselta kertoimeltaan alhaisia harvasukasmatoindeksilajeja (*Potamothrix/Tubifex* ja *Limnodrilus hoffmeisteri*), joten niiden osuus korostuu indeksiarvon laskemisessa. RI:n mukaan jokiasemien pohjat olivat pääsääntöisesti reheviä – hyvin reheviä, kun taas RCI:n mukaan lievästi karuja – reheviä. Huomionarvoista oli se, että nykyisen kuormituksen yläpuolinen alue, Voikkaa ei indeksien mukaan mitenkään poikennut kuormituksen alapuolisista näyteasemista; pohja oli siellä edelleen hyvin rehevää-rehevää (RI) tai rehevää (RCI). Ko. jokipätkälle ei ole tullut jätevesikuormitusta enää loppuvuoden 1992 jälkeen, jolloin Voikkaan jätevedet alettiin johtaa Kuusanniemeen. Indeksien arvoa laski se, että Voikkaan näyteasemalla esiintyi runsaasti rehevän pohjan indikaattorilajia, *Chironomus plumosus* –surviaissääskeä. Toisaalta samalla asemalla esiintyi yhtä runsaasti myös toista surviaissääski-indikaattorilajia eli *Polypedilum breviantennatum* 'ia, joka on puolestaan lievästi karun

pohjan laji. Indeksien mukaan pohja oli huonoimmassa kunnossa Inkeröiden näyteasemalla (Koskenalusjärvi). Siellä runsain indikaattorisurviaissääskilaji oli hyvin rehevän pohjan laji *Chironomus*, mutta sen jälkeen tulivat rehevän pohjan lajit *Microchironomus tener* ja *Polypedilum nubeculosum*. Indeksit saivat korkeimmat arvot Kymintehtaalla ja Karhulassa. Juuri nämä näyteasemat ovat tutkituista matalimpia, eli jokien suvantopaikkojen lajisto ja samalla bioindeksin arvo on yhteydessä myös näyteaseman syvyyteen; suvantopaikkojen syvissä painanteissa pohjan tila on huonompi kuin suvantojen matalammilla alueilla, joissa vesi vaihtuu ja virtaa voimakkaammin ja samalla pohja puhdistuu paremmin.

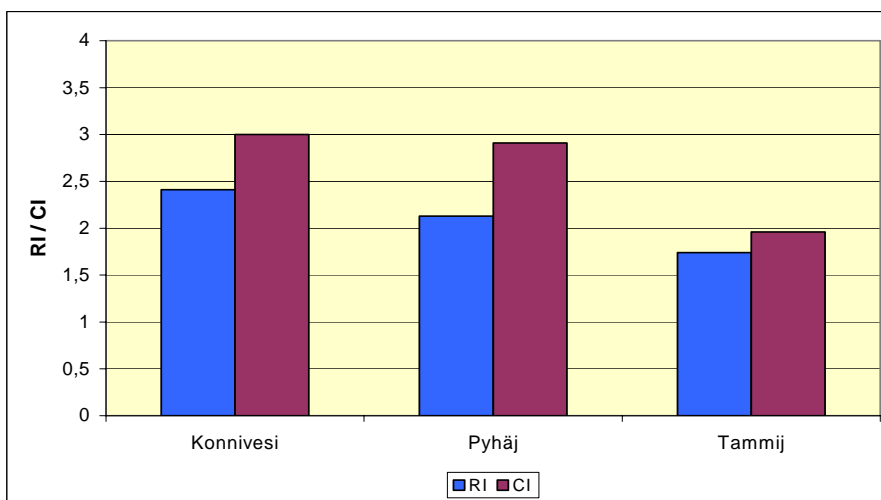


Kuva 5. River Index (RI) ja River Chironomid Index (RCI) (vain jokiasemat) Kymijoen alaosan pehmeiden pohjien näyteasemilla vuonna 2006.

Taulukko 4. Kaikkien käytettyjen bioindeksien (RI, RCI ja CI) numeeriset arvot laskettuna koko näytteelle (= 8 nostolle) ja tämän lisäksi 5 nostolle ja 3 nostolle (kulloinkin havaittu poikkeama - % 8 nostolle lasketusta arvosta). Jokipaikoille on laskettu RCI ja järvinäyteasemille CI.

RI	as 0	as 1	as 2	as 9A	as 11	as 13	as 23
8 nostoa	2,13	1,74	2,84	2,11	1,60	2,40	1,74
5 nostoa (poikkeama %)	2,13 (0 %)	1,79 (2,9%)	2,80 (1,4%)	2,16 (2,4%)	1,64 (2,5%)	2,40 (0 %)	1,76 (1,1%)
3 nostoa (poikkeama %)	2,29 (7,5%)	1,69 (2,9 %)	2,78 (2,1%)	1,96 (7,1%)	1,62 (1,3%)	2,38 (0,8%)	1,78 (2,3%)
RCI / CI	as 0 (CI)	as 1	as 2	as 9A	as 11	as 13	as 23 (CI)
8 nostoa	2,90	2,02	3,11	2,79	1,79	2,72	1,96
5 nostoa (poikkeama %)	2,86 (1,4%)	2,10 (4,0%)	3,11 (0 %)	2,81 (0,7%)	1,81 (1,1%)	2,73 (0,4%)	1,93 (1,5%)
3 nostoa (poikkeama %)	2,92 (0,7%)	2,00 (1,0%)	3,03 (2,6%)	2,77 (0,7%)	1,81 (1,1%)	2,85 (4,8%)	2,00 (2,0%)

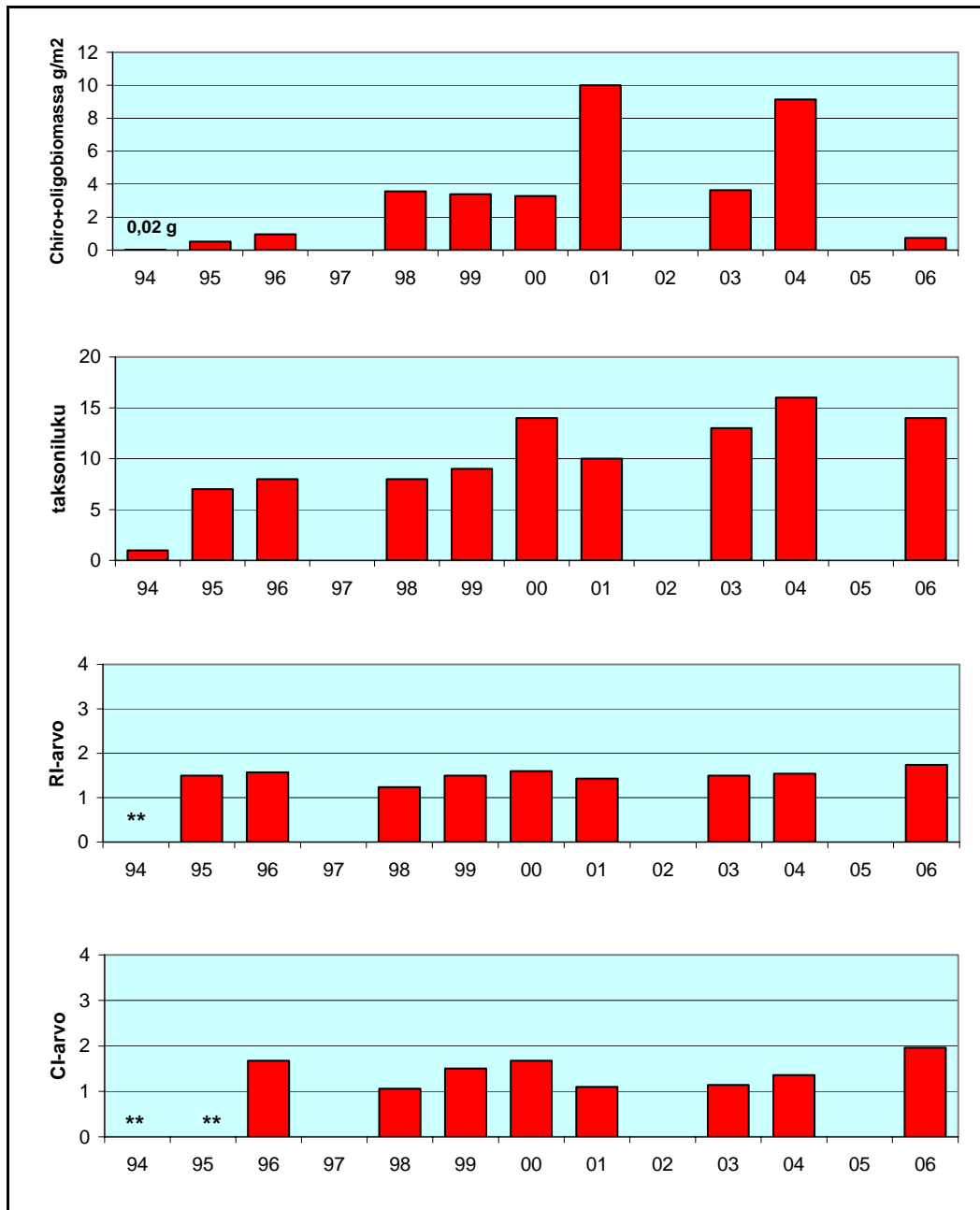
Järvinäyteasemillekin on laskettu RI, mutta myös Cironomidae-indeksi (liite 1.3), joka on varsinaisesti järvien profundaalialueiden indeksi (kuva 6, taulukko 4). Samassa kuvassa on esitetty vastaavat indeksiarvot myös Konnivedelle, joka on Pyhäjärven yläpuolella sijaitseva Kymijoen järviollas. Konniveden indeksiarvot perustuvat kahden, syvyydeltään noin 10 m olevan näyteaseman (asemat 11 ja 14) keskiarvoihin vuoden 2005 tulosten perusteella²⁸. Molempien indeksien mukaan järvioltilaiden rehevyys lisääntyy siirryttäessä Kymijokea alaspäin. RI antaa järvioltilaiden pohjien tilasta heikomman kuvan kuin CI, mikä onkin ymmärrettävää, koska RI on tarkoitettu hitaasti virtaaville jokiosuuksille. CI:n mukaan Konniveden pohja on rehevydeltään keskimääräistä eli lievästi karua (CI 3,0). Pyhäjärven läpivirtausalueella pohjan tila on lähes samalla tasolla kuin Konnivedellä (CI 2,90). Sensijaan Tammijärvessä pohja on CI:n mukaan jo selkeästi rehevää (CI 1,96).



Kuva 6. River Index (RI) ja Chironomidi-indeksi (CI) Kymijoen järvioltilailla Konnivesi (v. 2005) sekä Pyhäjärvi ja Tammijärvi (v.2006).

Tammijärven osalta voidaan myös tarkastella pohjan tilan muutosta pitkällä aikavälillä (kuva 7), koska siellä näyteasema on pysynyt pitkään samana (syvyys, pohjan laatu). Vuosina 1994 ja 1995 syvyys oli vielä 7 metriä, mutta sen jälkeen näytesyvyys on ollut aina 9-10 metriä ja pohjan laatu liejua ja kuitua. Vuonna 1994 koko näytteessä oli yhteensä vain 2 *Procladius* -toukkaa, mutta vuosina 2004 ja 2006 taksoneja oli jo 14-16. CI:n mukaan Tammijärven pohja oli vuonna 2006 edelleen rehevä, mutta pohjan tila oli kuitenkin selkeästi parempi kuin 2000-luvun alussa. Vuosina 2003 ja 2004 näytteissä oli vielä runsaasti *Chironomus* -toukkaa, mutta vuonna 2006 kahdeksassa nostossa oli yhteensä vain 1 *Chironomus* -toukka, ja runsain CI-indikaattorilaji oli *Einfeldia* -surviaissääski.

Taulukossa 4 on esitetty kaikki em. bioindeksiarvot laskettuna koko näytteelle (8 nostoa), mutta tämän lisäksi laskettuna myös 5 ja 3 nostolle. Viiden ja kolmen noston mukainen bioindeksiarvo poikkeaa hyvin vähän vastaavasta kahdeksan noston arvosta; keskimäärin jokinäyteasemien RI-arvot poikkesivat 1,8 % (5 nostoa) ja 2,8 % (3 nostoa) ja RCI arvot



Kuva 7. Kymijoen Tammijärven pohjaeläintuloksia vuosilta 1994-2006: surviaissääskien ja harvasukasmatojen yhteisbiomassa (g/m²), taksoniluku sekä bioindeksit RI (River Index) ja CI (Chironomidae-indeksi). Vuosina 1997, 2002 ja 2005 näytteitä ei otettu, ** = ei indeksilajeja.

1,2 % (5 nostoa) ja 2,0 % (3 nostoa). Yleisesti pohjaeläinseurannoissa käytössä olevien bioindeksien (RI, RCI, CI) luotettavaan arviointiin ei siis ainakaan tämän aineiston perusteella tarvita 8 rinnakkaisnostoa, vaan esim. 5 nostoa riittää.

4.3 POHJASEDIMENTIN TOKSISUUS

Pohjasedimentin toksisuutta arvioitiin *Chironomus*-surviaissääsken toukkien suosien epämuodostumien esiintymisen perusteella^{24,25,26}. Epämuodostumavaste esitetään epämuodostuneiden toukkien suhteellisena osuutena, deformity incidence (DI) (taulukko 5):

$$DI = \frac{d}{n} \quad \text{missä} \quad \begin{array}{l} d = \text{epämuodostuneiden yksilöiden lkm} \\ n = \text{tutkittujen toukkien lkm} \end{array}$$

Taulukko 5. *Chironomus* –toukkien epämuodostuma-analyysi: tutkimusalueet, aineisto ja tulokset.

Asema	toukkien lkm/ näyte	Tarkastelusta hylätyt	Epämuodostuneiden lkm	DI %
Pyhäjärvi	0	-	0/0	-
Voikkaa	35	2	12/21	64
Kymintehdas	1	-	0/1	-
Erottelu	6	-	4/2	-
Inkeroinen	32	1	21/10	32
Karhula	3	-	3/0	-
Tammijärvi	1	-	1/0	-

Chironomus-toukkia ei kerätty erikseen epämuodostumien analysointia varten, vaan tähän tarkoitukseen käytettiin pehmeiden pohjien näytteistä poimittuja toukkia. Kultakin näyteasemalta otettiin 8 Ekman-nostoa, mutta tällä tavalla ei saatu riittävästi *Chironomus*-toukkia (taulukko 5). Voikkaan ja Inkeroinen näyteasemilla epämuodostumafrekvenssit perustuvat 30-40 yksilön aineistoon, joka antaa jo kohtalaisen arvion epämuodostumafrekvenssistä. Kiiskan ym. tutkimuksessa²⁶ todettiin, että luotettavan arvion saamiseksi jokaiselta näyteasemalta pitäisi kerätä noin 100 toukkaa.

Voikkaan näyteasemalla 64 % tutkituista toukista oli epämuodostuneita, kun Inkeroinen Koskenalusjärvässä kolmanneksella (32 %) tutkituista toukista havaittiin epämuodostumia. Epämuodostumafrekvenssit ovat korkeita, mutta analysoitujen toukkien alhaisen lukumäärän vuoksi tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina.

5 TULOSTEN TARKASTELU

Uuden tarkkailuohjelman mukaan tässä tutkimuksessa kaikilta näyteasemilta otettiin 8 rinnakkaisnostoa. Kymijoella tehdyssä tutkimuksessa²⁷ todettiin 8 Ekman rinnakkaisnostoa riittäväksi näytealueen pohjaeläinlajiston luotettavaan selvittämiseen suurten jokien pehmeillä pohjilla. Tutkimuksen mukaan 8 rinnakkaisnostolla saadaan noin 60-70 % näytealueen mahdollisesta pohjaeläinlajistosta. Pohjaeläinseurannoissa on kuitenkin

todettu erittäin käyttökelpoisiksi lajitason ekologiseen tietoon perustuvat bioindeksit. Nämä bioindeksi-arvot saadaan arvioitua luotettavalla tasolla jo pienemmälläkin rinnakkaisnostojen määrällä. Tämän aineiston perusteella 5 nostolle laskettu RCI-arvo poikkesi vastaavasta 8 nostolle lasketusta arvosta keskimäärin vain 1,2 % ja RI-arvo vastaavasti 1,8 %.

Rinnakkaisnostojen määrän lisäksi uuden tarkkailuohjelman mukaan pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimuksessa kiinnitettiin nyt erityistä huomiota näyteasemien välisen ja sisäisen vertailtavuuden parantamiseen. Kaikki näyteasemat/-alueet valittiin siten, että kaikkien asemien näytteet ja kaikki nostot otettiin pehmeältä liejupohjalta. Näyteasemiksi / -alueiksi valikoitui joen suvantopaikkoja, painanteita, joista löytyi hyvin pehmeää liejupohjaa ja josta sai hyvin ja helposti nostettua kaikki 8 rinnakkaisnostoa. Nämä tällaiset alueet edustavat kuitenkin vain yhtä osaa Kymijoen esiintyvistä erilaisista pohjatyypeistä ja alueista.

Raunion julkaisussa käytettiin tämän tutkimuksen pehmeiden pohjien pohjaeläinaineistoa, ja siinä todettiin tilastollisen pohjaeläinyhteisöanalyysin perusteella jokinäyteasemien poikkeavan merkittävästi toisistaan ja parittaisessa vertailussa kaikki neljä kuormituksen alapuolista näyteasemaa poikkesivat merkitsevästi kuormituksen yläpuolisesta (Voikkaa) näyteasemasta²⁷. Näyteasemien tuloksissa ja asemien välisissä lajistoeroissa ei kuitenkaan näy selkeästi nykyinen kuormitustilanne. Ylimmällä jokinäyteasemalla, Voikkaalla, joka on ollut jätevesikuormituksesta vapaata jo noin 14 vuotta, esiintyi näyteasemista eniten hyvin rehevän pohjan indikaattorilajia, *Chironomus spp.* –surviaissääskentoukkaa. Kuitenkin samalla alueella esiintyi yhtä runsaasti myös *Polypedilum breviantennatum* –surviaissääskeä, joka on puolestaan lievästi karun pohjan indikaattorilaji. Voikkaan näyteaseman lajisto kertoo siitä, että joen suvantojen pehmeät pohjat puhdistuvat hitaasti; kuormituksen päätyttyä lajistossa pysyy pitkään rehevän pohjan indikaattorilajeja, vaikka alueella esiintyy jo karummankin pohjan lajistoa. Voikkaan ja Inkeröisten jokinäyteasemilla pohja oli RCI:n mukaan rehevää ja muilla kolmella jokiasemalla lievästi karua. Voikkaa ja Inkeröinen ovat jokiasemista selvästi syvimpiä (taulukko 3). Tuloksissa näkyy selkeästi se, miten syvyys vaikuttaa osaltaan tuloksiin. Suvantojen syvissä painanteissa pohjan tila on huonompi kuin suvantojen matalilla alueilla, joissa vesi virtaa ja vaihtuu voimakkaammin ja samalla pohja puhdistuu paremmin. Jatkossa tulee, jos se vain on mahdollista, valita näyteasemat niin, että ne ovat sekä pohjan laadultaan (pehmeä liejupohja) että syvyydeltään samanlaisia.

Pohjaeläinindeksien (CI, RI) mukaan Kymijoen järviäitaiden rehevyys voimistui selkeästi siirryttäessä jokea alaspäin. CI:n mukaan ylimpänä eli Konnivedessä pohja oli rehevydeltään keskimääräistä (lievästi karua), ja Pyhäjärven läpivirtausalueella pohjan tila oli lähes yhtä hyvä. Alimpana olevassa Tammijärvessä sensijaan pohja oli jo selkeästi rehevää. Tammijärven pohjan tilan kehitystä voidaan tarkastella myös pitkällä aikavälillä, koska siellä näyteasema on pysynyt samana jo pitkään. Pohjaeläimistön perusteella järven

tila oli vuonna 2006 selkeästi parempi kuin 1990-luvulla, ja CI:n mukaan pohjan tila oli kohentunut myös 2000-luvun alkuvuosista.

Muiden näyteasemien osalta pitkän ajan kehitystä ei voi niinkään tarkastella, koska näyteasemien pohjanlaadut ja sijainnit ovat täysin muuttuneet. Vuoden 2002 laajan pohjaeläintutkimuksen tulosten perusteella todettiin, että RI-indeksin mukaan Kymijoen pohjien tila oli selkeästi kohentunut Kymijoen alaosalla aikavälillä 1984-2002²⁹. Kuusankosken alapuolisilla liejupohjaisilla jokinäyteasemilla (päähaara + itähaara, yhteensä 8 asemaa) keskimääräinen RI oli vuonna 2002 niinkin korkea kuin 3,02 (lievästi karu). Vuoden 2006 tutkimuksessa vastaava keskimääräinen RI-arvo oli Kuusankosken alapuolisilla jokinäyteasemilla vain 2,24 (rehevä). RI-arvon putoaminen vuosien 2002 ja 2006 välillä ei kuitenkaan nyt tässä tapauksessa kerro Kymijoen pohjan tilan heikentymisestä. Vuoden 2006 alhainen RI-arvo liittyy siihen, että vuonna 2006 jokinäyteasemat valittiin siten, että ne kaikki sijaitsevat joen suvantopaikoilla, selkeillä pehmeillä liejupohjilla. Juuri nämä alueet edustavat odotetusti joen heikointa pohjanlaatua ja ovat juuri niitä alueita, jotka puhdistuvat ja paranevat kaikkein hitaimmin kuormituksen vähentyessä.

Useissa tutkimuksissa on todettu, että Kymijoen sedimentit ovat saastuneet mm. klooratuilla dioksiini- ja furaaniyhdisteillä, difenyyliettereillä sekä elohopealla⁵. Vierasaineet ovat peräisin Kuusaansaarella sijainneen puunsuoja-ainetta (Ky 5) tuottaneen kemikaalitehtaan valmistusprosessista, puunjalostusteollisuudesta sekä kloorin valmistuksesta. Kiisken ym.²⁶ Kymijoella tekemän tutkimuksen mukaan epämuodostuneiden surviaissääsken toukkien osuus laski selvästi kun etäisyys Kuusaansaaren tehtaisiin kasvoi. Puhtailta alueilta kerätyn aineiston (n=972) perusteella Suomessa havaituksi tausta-arvoksi määritettiin noin 5 %. Tätä pienempiä epämuodostumafrekvenssejä havaittiin Kiisken ym. tutkimuksessa vasta Ahvenkoskella, noin 80 km päässä arvioidusta päästölähteestä²⁶.

Tässä tutkimuksessa *Chironomus* -toukkien lukumäärä oli alhainen ja siksi useimpien näyteasemien epämuodostumafrekvenssejä ei voitu laskea. Voikkaalla ja Inkeröisten Koskenalusjärvellä toukkien lukumäärä oli yli 30, joten näiden näyteasemien osalta havaintoja voidaan pitää jo suuntaa antavina. Voikkaan näyteasemalta havaittu epämuodostuneiden toukkien osuus oli korkea, yli 60 %. Kiiski ym.²⁶ raportoivat Kuusaansaaren alapuolelta kerättyjen toukkien epämuodostumien osuudeksi 54 %. Myös muut em. tutkimuksessa havaitut epämuodostumafrekvenssit pysyivät suhteellisen korkeina aina Inkeröisten Koskenalusjärvelle asti. Koskenalusjärveltä havaitut tulokset olivat hyvin lähellä tässä tutkimuksessa havaittuja epämuodostumafrekvenssejä (Kiiski ym. 30%²⁶, tässä tutkimuksessa 32%). Kiiski ym.²⁶ raportoivat myös referenssiin verrattuna korkeita epämuodostumafrekvenssejä Voikkaan näytepaikalta. Epämuodostuneiden toukkien osuudeksi saatiin heidän tutkimuksessaan Voikkaan näyteasemalla 20 % (n=66). Voikkaan alue on ollut jätevesikuormituksesta vapaana jo noin 14 vuotta ja se sijaitsee Ky 5:tä valmistaneen kemikaalitehtaan yläpuolella. Surviaissääsken toukkien

epämuodostumia on kuitenkin havaittu eri tavoin saastuneista sedimenteistä^{24,25}. Useat joen valuma-alueelta kulkeutuvat vierasaineet voivat sitoutua sedimenttipartikkeleihin ja kertyä Voikkaan kaltaisille suvantoalueille. Vaikka Voikkaan alue on vapaa jätevesikuormituksesta, niin havaitut epämuodostumafrekvenssit antavat aiheen epäillä, että alueen sedimentteihin on kertynyt vierasaineita, jotka ovat biologisesti haitallisia. Suvantopaikat edustavat joen habitaateista juuri niitä pohjia, joilla pohjaeläinten elinolosuhteet ovat heikoimmat ja joiden tila kohentuu hitaasti kuormituksen vähentymisestä huolimatta.

6 VUODEN 2006 POHJAELÄINTUTKIMUSTEN YHTEENVETO JA MENETELMIEN VERTAILU

Vuoden 2006 Kymijoen alaosan pohjaeläintarkkailuun kuului sekä pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimus että surviaissääskien kotelonahkatutkimus (**Chironomid Pupal Exivial Technique, CPET**). Kotelonahkatutkimuksen tulokset on raportoitu erikseen². Seuraavassa on lyhyesti vedetty yhteen näiden kahden eri tutkimuksen keskeiset tulokset ja vertailtu lyhyesti näitä kahta eri tutkimusmenetelmää.

Surviaissääskien kotelonahkatutkimuksessa² oligotrofian ilmentäjälajeja oli sekä lajilukumäärän että yksilörunsauden mukaan eniten Voikkaan vertailuasemalla. Rehevyyden ilmentäjälajit runsastuivat alavirtaan mennessä, ollen runsaimmillaan Karhulan näyteasemalla. Viitteellisen luokittelun perusteella Voikkaan vertailuasema oli rehevyydeltään oligotrofinen/oligo-mesotrofinen, jokiosuus Kuusankoskelta Inkeröisiin oligo-mesotrofinen. Alimmalla näyteasemalla surviaissääskiyhteisöt ilmensivät mesotrofisia olosuhteita. Kymijoen alaosan surviaissääskiyhteisössä todettiin olevan alueellista vaihtelua, joka on yhteydessä joen jätevesikuormitukseen ja rehevyydenvuorokauden muutoksiin, mutta pistekuormituksen vaikutus tähän todettiin kuitenkin melko lieväksi.

Pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimuksessa ekman-pohjaeläinnäytteet otettiin joen selkeiltä suvantopaikoilta, pehmeiltä liejupohjilta. Tutkimuksen tuloksissa tuli hyvin näkyviin se, että nämä alueet edustavat joen erilaisista habitaateista joen heikointa pohjanlaatua. Erityisesti Voikkaan vertailuaseman tulokset kertoivat siitä, että tällaiset joen suvantojen pehmeät pohjat puhdistuvat hitaasti; vaikka yläpuolinen kuormitus on loppunut jo noin 14 vuotta sitten, niin lajistossa esiintyy edelleen rehevän pohjan lajistoa, vaikka samanaikaisesti rinnalle on tullut myös selkeästi karumman pohjan lajistoa. Bioindeksin (CRI) mukaan näiden jokisuvantojen pohjat olivat syvemmillä näyteasemilla reheviä ja matalammilla näyteasemilla lievästi karuja – näin myös nykyisen kuormituksen yläpuolisella vertailuasemalla. Pohjasedimentin toksisuuden arviointi *Chironomus* – toukkien epämuodostuma-analyysillä jäi alustavaksi tutkimukseksi pienten toukkamäärien takia. Mentum –epämuodostumien alustavissa tuloksissa tuli myös näkyviin joen suvantoalueiden pohjien huono tila ja hidas kohentuminen kuormituksen vähentyessä.

Kymijoen järvi-altaiden (Konnivesi, Pyhäjärvi, Tammijärvi) rehevyys sensijaan voimistui selkeästi siirryttäessä jokea alaspäin.

Pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimus (ekman-näytteenotto) ja surviaissääskien kotelonahkamenetelmä (CPET) ovat menetelminä hyvin erilaisia, ja tämän vuoksi niitä on jopa vaikea vertailla keskenään. Ekman-näytteenotto on yleisesti käytössä oleva, kvantitatiivinen standardimenetelmä, joka soveltuu pehmeille liejupohjille. Jos tutkimuskohteena on joki, niin näytteenotto rajoittuu tuolloin pakostakin vain joen pehmeille pohja-alueille. Näytteeseen tulevat mukaan kaikki näytteenottimen ottamalla pohja-alueella olevat makroskooppiset pohjaeläimet. CPET¹ on taas kvalitatiivinen näytteenottomenetelmä, jossa keskitytään pelkästään tutkimusalueen surviaissääskilajistoon. Näytteenottomenetelmä on aikaan sidottu siten, että kvalitatiiviset näytteet haetaan vähintään kolme kertaa kevään – syksyn aikana, jotta alueen surviaissääskilajistosta saataisiin kattava kuva³⁰. Kun ekman-näytteenotto rajoittuu ja rajataan yhteen habitattiin (pehmeät pohjat) ja yhteen syvyysvyöhykkeeseen, niin CPET-menetelmä yhdistää lajistoa laajalta alueelta ja eri syvyysvyöhykkeiltä ja eri habitaateilta. Tässä Kymijoen pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimuksessa oikein erityisesti pyrittiin siihen, että kaikki näyteasemat ovat keskenään vertailukelpoisia eli pohjan laadultaan samanlaisia, pehmeitä liejupohjia. Tällöin näyteasemien pohjaeläimistössä todetut mahdolliset erot johtuvat jostain muusta kuin näyteasemien välisistä pohjanlaatu- ja habitaattieroista, esim. kuormituksen vaikutuksista. CPET-menetelmään sensijaan kuuluu se, että se yhdistää samaan näytteeseen lajeja eri syvyyksiltä ja eri habitaateilta. Tällöin kunkin näyteaseman CPET-lajistoon ja sen runsauteen vaikuttavat myös mikrohabitaattien runsaus ja kirjo yläpuolisella lähialueella, ja myös yläpuolella olevat mahdolliset koskialueet ja purkautuvat sivujoet ja –purot.

Menetelmien erilaisuudesta johtuen on selvää, että näiden kahden eri tutkimusmenetelmän tulokset poikkeavat toisistaan ja antavat myös erilaisen kuvan joen pohjan tilasta ja joen ekologisesta tilasta. Odotetusti joen suvantopaikkojen pohjaeläinyhteisöjen mukaan näyteasemien ekologinen tila oli huonompi kuin CPET – aineiston perusteella. Liejupohjaiset suvannothan edustavat joen erilaisista habitaateista vain yhtä homogeenistä habitaattia. Tämän lisäksi nämä alueet ovat vielä niitä joen huonoimmassa tilassa olevia pohjia, joilla pohjan tilan kohentuminen on kaikkein hitainta kuormituksen vähentyessä.

Kymijoen tapauksessa CPET-aineisto heijasti paremmin joen rehevyytensä ja sen muuttumista joen alajuoksua kohti, mikäli kriteerinä pidetään vedenlaatutulosten antamaa kuvaa Kymijoen tilasta ja rehevyydestä. Joen veden laatu ja pohjan tila eivät kuitenkaan aina välttämättä kulje käsi kädessä. Kymijoen alaosan on nykyään vedenlaadultaan yleiseltä käyttökelpoisuudeltaan hyvää jopa kuormitetulta osuudeltaankin. Sensijaan pohjan laadun osalta Kymijoen tilaa ei voi selittää eikä kuvata näin yksinkertaisesti, koska sieltä löytyy hyvin erilaisia pohjahabitaatteja, ja näiden erilaisten pohjahabitaattien ekologinen tila on hyvinkin erilainen. Joen liejupohjaisten suvantojen

pohjaeläintutkimuksella saadaan eksaktia tietoa näiden hitaimmin kohentuvien pohjien nykyisestä tilasta ja kehityksestä. CPET-tutkimus taas antaa jonkinlaisen kattavan yleiskuvan joen surviaissääskilajistosta ja sitä kautta joen yleisen rehevyytason muutoksista. Näiden kahden eri tutkimusmenetelmän tulokset täydentävät toisiaan, ja antavat yhdessä kokonaisvaltaisemman kuvan joen pohjien tilasta ja joen ekologisesta tilasta.

7 TARKKAILUN JATKAMINEN

Voimassa olevan ohjelman mukaan Kymijoen alaosan pohjaeläintutkimukset tehdään seuraavan kerran syksyllä 2008. Tutkimus tultaneen toteuttamaan jokseenkin saman ohjelman mukaan kuin vuonna 2006, mutta joistain pienistä yksityiskohdista kannattaisi valvovan viranomaisen eli Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen ja tarkkailua hoitavan tahon keskustella yhdessä. Keskusteluissa kannattaisi käydä läpi ainakin seuraavat asiat:

- Sedimentin toksisuuden arviointi *Chironomus* –toukkien mentumin epämuodostumien perusteella pidetään mukana tarkkailussa, mutta jatkossa epämuodostuma-analyysiin täytyy saada riittävästi *Chironomus* –toukkia. *Chironomus* –toukkien keräämismenetelmänä voidaan käyttää isoa Ekman-noudinta, jonka nostot seulotaan heti maastossa karkealla seulalla keräten vain suurikokoiset *Chironomus* –toukat talteen. Jo maastossa varmistetaan, että toukkia on saatu riittävä määrä. Myös pohjaliejua imevän imupumpun käyttö on mahdollista toukkien keräämisessä.
- Näyteasemien sijainnit pidetään samoina, mutta pehmeiden pohjien näytteenotossa täytyy kuitenkin pyrkiä siihen, että jokinäyteasemat ovat jatkossa pohjan laadun lisäksi myös syvyydeltään jokseenkin samaa tasoa. Vuoden 2006 tutkimuksessa syvyydet vaihtelivat 3 metristä 10 metriin. Yksi vaihtoehto on se, että syvimmillä näyteasemilla (Voikkaa, Inkeroinen) otetaan näytteet jatkossa myös välisyvyydestä.
- Vuoden 2006 pehmeiden pohjien tutkimuksessa otettiin kaikilta näyteasemilta 8 rinnakkaisnostoa. Voidaan keskustella teemasta, onko näin monta rinnakkaisnostoa todellakin tarpeen Kymijoen pehmeiden pohjien pohjaeläintutkimuksessa, jossa näytealueet ovat luonteeltaan hyvin homogeenisiä ja jossa pohjaeläinten yksilötiheydet ovat suhteellisen korkeita. Ja kuten tässäkin tutkimuksessa todettiin, niin käyttökelpoiset bioindeksit saadaan luotettavasti jo pienemmälläkin näytemäärällä (5 nostoa). Vapautuneita resursseja voitaisiin kohdistaa mahdollisten välisyvyyden näytteiden ottoon (kts. edellä) ja *Chironomus* –toukkien epämuodostuma-analyysin näytteenottoon.

VIITTEET

- ¹ 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.
- ² Raunio, J. 2007. Kymijoen alaosan pohjaeläintarkkailu vuonna 2006: Surviaissääskien kotelonahkamenetelmän tulokset. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 159/2007, 13 s + liite.
- ³ Åkerberg, A. 2007. Kymijoen alaosan vedenlaadun yhteistarkkailu vuonna 2006. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 153/2007, 31 s + liitteet.
- ⁴ Åkerberg, A. 2003. Kymijoen alaosan tila vuosina 1985-2002. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 110/2003, 36 s + liitteet.
- ⁵ Verta, M., Ahtiainen, J., Hämäläinen, H., Jussila, H., Järvinen, O., Kiviranta, H., Korhonen, M., Kukkonen, J., Lehtoranta, J., Lyytikäinen, M., Malve, O., Mikkelsen, P., Moisio, V., Niemi, A., Paasivirta, J., Palm, H., Porvari, P., Rantalainen, A.-L., Salo, S., Vartiainen, T. & Vuori, K.-M. 1999. Organoklooriyhdisteet ja raskasmetallit Kymijoen sedimentissä: esiintyminen, kulkeutuminen, vaikutukset ja terveystriskit. – Suomen ympäristö 334, 72 s.
- ⁶ Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2005. Kymijoen sedimenttien ympäristö- ja terveystriskiä selvitetty. – Ympäristöhallinnon www-sivut, www.ymparisto.fi > [Kaakkois-Suomi](#) > [Ajankohtaista](#) > [Tiedotteet](#) > **Tiedotteet 2005**
- ⁷ Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2005. Järvien vedenlaatu pääosin hyvä – Suomenlahden rehevyys voimistunut. – Ympäristöhallinnon www-sivut, www.ymparisto.fi > [Kaakkois-Suomi](#) > [Ajankohtaista](#) > [Tiedotteet](#) > **Tiedotteet 2005**
- ⁸ Mäkelä, A., Antikainen, S., Mäkinen, I., Kivinen, J. & Leppänen, T. 1992. Vesitutkimusten näytteenotomenetelmät. – Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja sarja B 10, 69 s + liitteet.
- ⁹ SFS 5076 1989. Vesitutkimukset. Pohjaeläinnäytteenotto Ekman-noutimella pehmeiltä pohjilta. – Suomen standarsoimisliitto SFS, 7 s.
- ¹⁰ Kantola, L., Koskenniemi, E., Paavola, R. & Heikkinen, M. 2001. Ohjeita järvien ja jokien pohjaeläinseurannan näytteenottoon ja raportointiin. – Ympäristöopas 87, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 35 s.
- ¹¹ Brinkhurst, R. O. 1963. Taxonomical Studies on the Tubificidae (Annelida, Oligochaeta). – Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie, Systematische Beihefte 2, 85 s + liitteet.
- ¹² Brinkhurst, R. O. 1971. A guide for the identification of British aquatic Oligochaeta. – Sci.Publ.Freshw.Biol. Ass. 22:1-52.

-
- ¹³ Kuusela, K. 1993. Suomen surviaistoukkien (Ephemeroptera) lajinmääritys. – Eläintieteen laitoksen monisteita 3/1993, Oulun yliopisto.
- ¹⁴ Svensson, B. S. 1986. Sverige dagsländor (Ephemeroptera) bestämning av larver. – Ent. Tidskr. 107:91-106.
- ¹⁵ Elliott, J.M., Humpesch, U.H. & Macan, T.T. 1988. Larvae of the British Ephemeroptera: A key with ecological notes. – Freshw.Biol.Ass.Sci.Publ. 49.
- ¹⁶ Edington, J. M. & Hildrew, A. G. 1995. Caseless caddis larvae of the British Isles. A key with Ecological Notes. – Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ. 53, 134 s.
- ¹⁷ Wallace, I. D., Wallace, B. & Philipson, G. N. 1990. A key to the Case-Bearing Caddis Larvae of Britain and Ireland. – Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ. 51:1-240.
- ¹⁸ Chernovskii, A. A. 1949. Identification of larvae of the midge family Tendipedidae (Engl. Transl. By E. Lees 1961). – Publ. Zool. Inst. Acad. Sci. USSR 31:1-186.
- ¹⁹ Saether, O. 1975. Nearctic and Palearctic Heterotrissocladius (Diptera, Chironomidae). – Bull. Fish. Res. Board Can. 193:1-67.
- ²⁰ Wiederholm, T. (ed.) 1983. Chironomidae of the Holarctic region. – Keys and diagnoses. Part 1. Larvae. – Ent.Scand.Suppl. 19:1-457.
- ²¹ Paasivirta, L. 1997. Uusia pohjaeläinindeksejä järvien, jokien ja Itämeren biomonitoointiin. – Vesistöjen velvoitetarkkailu-koulutustilaisuus 28.-29.10.1997, Suomen ympäristökeskus, Helsinki, moniste 8 s.
- ²² Haikonen, A., Paasivirta, L. & Vatanen, S. 2007. Vantaanjoen yhteistarkkailu – kalsto ja pohjaeläimet vuonna 2006. – Kala- ja vesitutkimus Oy:n kala- ja vesiraportteja nro 1, 80 s + liitteet.
- ²³ Paasivirta, L. 2000. Propsilocerus species in Finland, with a chironomid index for lake sediments. – In: Hoffrichter, O. (ed.). Late 20th Century on Chironomidae: an Anthology from the 13th International Symposium on Chironomidae, pp. 599-603.
- ²⁴ Vermeulen, A. C. 1998. Head capsule deformation in *Chironomus riparius* larvae (Diptera): causality, ontogenesis and its application in biomonitoring. – PhD thesis University Leuven, Belgium.
- ²⁵ Meregalli, G. 2001. Mouthpart Deformities in *Chironomus riparius*: a bioindikation of sediment toxicity. – PhD thesis University Leuven, Belgium.
- ²⁶ Kiiski, A., Hämäläinen, H., Honkanen, J.O., Nyblom, J. & Kukkonen, J.V.K. 2007. Incidence of morphological deformities in chironomid (*Chironomus* spp.) larvae along contaminated river sediments. – käsikirjoitus.
- ²⁷ Raunio, J. & Anttila-Huhtinen, M. 2007. Sample size determination for soft-bottom sampling in large rivers and comparison with Chironomid Pupal Exuvial Technique (CPET). – River Research and Applications. – Käsikirjoitus.
- ²⁸ Anttila-Huhtinen, M. 2007. Vesialueen Konnivesi – Ruotsalainen (14.131 – 14.141) pohjaeläintutkimus vuonna 2005 ja vertailu aikaisempiin tuloksiin. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu, käsikirjoitus.

-
- ²⁹ Anttila-Huhtinen, M. 2005. Kymijoen alaosan pohjaeläintutkimukset vuosina 2000-2004. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 123/2005, 33 s + liitteet.
- ³⁰ Raunio, J. & Muotka, T. 2005. The use of chironomid pupal exuviae in river biomonitoring: the importance of sampling strategy. – Arch.Hydrobiol. 164:529-545.

Harvasukasmatojen ja surviaissäasken toukkien suhteelliseen runsauteen perustuva bioindeksi RI (River Index) jokien hitaasti virtaaville osille. Indeksillä voi saada arvoja välillä 1-4 (hyvin rehevä – karu) (Paasivirta 1997) **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty..**

$$RI = \frac{\sum n_i * k_i}{N}$$

n_i = lajin i yksilömäärä
 k_i = lajin i ekologinen kerroin
 N = indikaattorilajien kokonaisyksilömäärä

Indikaattorilajit:	Ekologinen kerroin, k	Pohjan ravinteisuus
<i>Tanypus</i> spp. <i>Chironomus f.l. plumosus</i> <i>C. f.l. semireductus</i> <i>C. f.l. reductus</i>	1	Hyvin rehevä
<i>Limnodrilus</i> spp. <i>Tubifex tubifex</i> <i>Potamothenix hammoniensis</i> <i>Aulodrilus plurisetus</i>	1,5	
<i>Chironomus anthracinus</i> <i>C. f.l. fluviatilis</i> <i>C. f.l. thummi</i> <i>C. f.l. salinarius</i> <i>Einfeldia</i> spp. <i>Microchironomus tener</i> <i>Polypedilum nubeculosum</i>	2	Rehevä
<i>Spirosperma ferox</i> <i>Lumbriculus variegatus</i>	3	Lievästi karu
<i>Stylodrilus heringianus</i>	4	Karu
<i>Diamesinae</i> <i>Orthocladinae</i> (paitsi <i>Cricotopus</i> ja <i>Psectrocladius</i>) <i>Tanytarsini</i>		

Surviaissääsken toukkien suhteelliseen runsauteen perustuva bioindeksi RCI (River Chironomid Index) jokien hitaasti virtaaville osille. Indeksi voi saada arvoja välillä 1-4 (hyvin rehevä – karu) (Paasivirta 2007)²².

$RCI = \frac{\sum n_i * k_i}{N}$	n_i = lajin i yksilömäärä k_i = lajin i ekologinen kerroin N = indikaattorilajien kokonaisyksilömäärä	
	kerroin, k	
	ravinteisuus	
Surviaissääsket (Chironomidae)		
<i>Tanytus</i>	1	Hyvin rehevä
<i>Chironomus f.l. plumosus</i>		(1,0 - 1,49)
<i>Chironomus f.l. semireductus</i>		
<i>Chironomus f.l. reductus</i>		
<i>Chironomus f.l. fluviatilis</i>	2	Rehevä
<i>Chironomus f.l. salinarius</i>		(1,50 - 2,49)
<i>Chironomus f.l. thummi</i>		
<i>Einfeldia</i>		
<i>Microchironomus tener</i>		
<i>Polypedilum nubeculosum</i>		
<i>Microtendipes</i>	3	Lievästi karu
<i>Polypedilum f.l. brevi antennatum</i>		(2,50 - 3,24)
<i>Stictochironomus</i>		
Diamesinae	4	Karu
Prodiamesinae		(3,25 - 4,0)
Orthoclaadiinae (ei <i>Cricotopus</i> ja <i>Psectrocladius</i>)		
Tanytarsini (ei <i>Tanytarsus</i>)		

Surviaissääsken toukkien suhteelliseen runsauteen perustuva, järvien profundaalialueiden pohjan laatua kuvaava Chironomidi-indeksi (CI), joka voi saada arvoja välillä 1-5 (hyvin rehevä – hyvin karu)²³.

$$CI = \frac{\sum n_i * k_i}{N}$$

n_i = lajin i yksilömäärä
 k_i = lajin i ekologinen kerroin
 N = indikaattorilajien kokonaisyksilömäärä

Indikaattorilajit:	Ekologinen kerroin, k	Pohjan ravinteisuus
<i>Tanytus</i> spp. <i>Chironomus f.l. plumosus</i> <i>Chironomus f.l. semireductus</i>	1	Hvvin rehevä
<i>Chironomus anthracinus</i> <i>Chironomus f.l. thummi</i> <i>Chironomus f.l. salinarius</i> <i>Einfeldia</i> spp. <i>Polypedilum nubeculosum</i> <i>Microchironomus tener</i>	2	Rehevä
<i>Sereentia</i> spp.	2.5	Lievästi rehevä
<i>Monodiamesa bathyphila</i> <i>Polypedilum f.l. breviantennatum (pullum)</i> <i>Microtendipes</i> spp. <i>Stictochironomus</i> spp.	3	Keskimääräinen
<i>Heterotanytarsus anicalis</i> <i>Heterotrissocladius grimshawi</i> <i>Heterotrissocladius maari</i> <i>Mesocricotopus thienemanni</i> <i>Paracladopelma nigrifula</i> (syn. <i>obscura</i>) <i>Micropsectra</i> spp.	4	Karu
<i>Heterotrissocladius</i>	5	Hvvin karu

Kymijoen alaosan pohjaeläintutkimus syksyllä 2006; kaikkien näyteasemien neliömetritulokset (yks/m², g/m²). Näytteet on otettu Eman-noutimella (pinta-ala 231 cm²), ja yksi näyte koostuu 8 rinnakkaisnostosta. Nematodeja ei ole laskettu mukaan yksilömääriin eikä biomassoihin. Myöskään isot simpukat eivät ole mukana biomassoissa. Jokiasemilla (as 1, 2, 9A, 11 ja 13) Chironomus-toukkien biomassa on esitetty erikseen eli se ei ole mukana Chironomidae-biomassassa. Taulukon alaosassa on esitetty näytteistä lasketut RI- ja CI -arvot.

Asema	Pyhäjärvi (0)		Voikkaa (1)		Kymintehdas (2)		Erottelu (9A)		Inkeroinen (11)		Karhula (13)		Tammijärvi (23)	
Syvyys m	11,5		9,2		4,8		6,0		10,5		2,7		9,5	
pvm	26.9.2006		26.9.2006		2.10.2006		25.9.2006		2.10.2006		10.10.2006		10.10.2006	
Pohjan laatu	lieju, muta		lieju, muta		lieju, muta, kuitua		lieju, muta, kuitua		lieju,muta,kuitu,puujäte		lieju, muta		lieju, muta, savi	
	yks/m2	g/m2	yks/m2	g/m2	yks/m2	g/m2	yks/m2	g/m2	yks/m2	g/m2	yks/m2	g/m2	yks/m2	g/m2
Nematoda, sukkulamadot	(270)	+	(5054)	(0,464)	(1436)	(0,108)	(6491)	(0,549)	(1836)	(0,138)	(886)	(0,073)	(16)	+
Bivalvia, simpukat	0,090				0,014		0,466							
Pisidium sp.	5				5		27							
Sphaerium sp.	5													
Unio tumidus					22									
Unio sp. juv.							5				5			
Anodonta anatina									5		5			
Oligochaeta, harvasukasmadot	205	0,088	1030	0,553	366	0,457	1172	0,763	1171	0,694	728	0,858	291	0,395
Arctonais lomondi	11		5		5		11				16		76	
Dero digitata					38		22		97		59			
Nais sp.			5											
Naididae, ei määr.			5											
Pristina sp.							11				5			
Ripistes parasita							5							
Slavina appendiculata									5					
Specaria josinae					5									
Aulodrilus limnobius	5						11							
A. plurisetia			16											
A. pigueti	27		38						5				5	
Limnodrilus hoffmeisteri			270		124		227		686		351		59	
L. udekemianus					5									
Potamothrix/Tubifex	162		691		167		869		378		292		151	
Spirosperma ferox					22		16				5			
Hirudinae, juotikkaat					0,015									
Erpobdella octoculata					5									
Hydrachnellae, vesipunkit	38	0,008	32	0,010	81	0,059	65	0,013	5	0,006			11	0,0049
Ephemeroptera, päivänkorennot					1,309									
Ephemera lineata					5									
Ephemera vulgata					22									
Caenis sp. juv.					5									
Megaloptera, kaislakorennot							0,140							
Sialis lutaria							5							
Trichoptera, vesiperhoset					0,135		0,005				0,011			
Ecnomus tenellus					5						11			
Cyrnus flavidus					5									
C. trimaculatus					16									
Neureclipsis bimaculata					5									
Mystacides azurea					5									
Oecetis ochracea					5									
O. testacea					5		5							
Molanna angustata					5									
DIPTERA, kaksisiipiset														
Chaoboridae, sulkasääsket	0,135		0,160				0,021							
Chaoborus flavicans	32		43				5							
Ceratopogonidae, polttiaiset	0,002		0,039		0,029		0,045		0,027		0,067			
Bezzia-agg.	5		103		86		173		38		65			
Palpomyia-agg.					16						5			
Chironomidae, surv.sääsket	311	0,096	1085	0,173	1765	0,38	1868	0,288	808	0,384	2987	0,422	787	0,3467
Procladius sp.	140		38		38		103		86		146		319	
Thienemannimyia-agg.					22		27				11			
Tanypodinae, ei määr.			5											
Epoicocladius ephemerae					16									
Chironomus plumosus-t.			173	4,447	5	0,119	32	1,044	167	4,319	11	0,592	5	
C. semireductus-t.			16						5		5			
Cladopelma viridulum	54		329		124		292		119		329		313	
Cryptochironomus sp.			49		54		49		49		81		11	
C. ussouriensis									5				5	
Demicyptochironomus vulneratus			11		22		16				22			
Dicrotendipes pulsus					5									
Einfeldia dissidens	5													
Einfeldia sp.	5								5		130		97	
Harnischia curtilamellata			49		49		86		5		113			
Microchironomus tener			86		16		22		157		491		16	
Microtendipes pedellus									5					
Pagastella orophila			5		27		5							
Paralauterborniella nigrohalteralis			76		524		443		22		508			
Paratendipes albimanus					22						11			
Phaenopsectra flavipes					5									
Polypedilum bicrenatum					5		16							
P. breviaentennatum-t.	97		189		454		610		49		886			
P. nubeculosum			11		16		76		113		32		5	
Pseudochironomus prasinatus					27									
Stictochironomus sp.					27				11					
Tribelos intextus					16				5					
Cladotanytarsus sp.			5		92		5				189			
Constempellina brevicosta					5									
Tanytarsus lugens-t.			5				5							
T. pallidicornis-t.	5		16		162		70		5		22		11	
Tanytarsus sp.	5		22		32		11							
Chironomidae, pupa													5	
YHTEENSÄ yks/m2 ja g/m2	605	0,417	2295	5,383	2435	2,517	3326	2,786	2025	5,431	3807	1,950	1091	0,7468