



LIITE 7

Piilevätarkkailu 2024

Ecomonitor Oy, Juha Miettinen, 2025



Raportti 7.3.2025

Juha Miettinen

Kittilän kaivoksen vesistötarkkailu
– piilevämäärietykset syyskuu 2024



Raportti 7.3.2025

Kittilän piilevämääritykset 2024

Ecomonitor Oy
Länsikatu 15
80110 JOENSUU

puh. +358-404117913
<http://www.ecomonitor.fi>

Tekijä: Juha Miettinen, FT

Tilaaja: Eurofins Ahma Oy

SISÄLTÖ

JOHDANTO	4
MENETELMÄT	5
TULOKSET	6
TULOSTEN TARKASTELU	9
KIRJALLISUUS	11
MÄÄRITYSKIRJALLISUUS	12

JOHDANTO

Osana Kittilän kaivoksen vesistötarkkailuja kerätään näytteitä päällysleväyhteisöistä (vedessä erilaisilla pinnoilla kasvavat levät). Piikuoriset piilevät muodostavat huomattavan osan päällyslevien yhteisöstä useimmissa vesiympäristöissä Suomen oloissa, ja niitä käytetään standardien mukaisesti kuvaamaan päällyslevien ekologista tilaa.

Tässä työssä tutkittiin 15 kappaletta syyskuussa 2024 kerättyjä virtavesien piilevänäytteitä (Taulukko 1). Tavoitteena on seurata kaivoksen lähialueen virtavesien ekologista tilaa.

Kaikki määritykset on tehnyt FT Juha Miettinen. Määritysaineisto on saatavissa digitaalisessa muodossa taulukkoina sekä ladattavissa piilevärekisterissä (PiiRe).

Taulukko 1. Tutkitut virtavesinäytteet.

Paikka	ETRS pohj	ETRS itä	Pvm
Kapsajoki 1	7529905	419078	19.9.2024
Kapsajoki 2	7529438	418805	19.9.2024
Seurujoki, Talvitienmukka	7535822	430759	5.9.2024
Seurujoki, vedenottamo	7534520	431256	11.9.2024
Seurujoki, Ukonniiva	7533298	428099	5.9.2024
Seurujoki_Mesiniemi_pKi	7529062	428785	11.9.2024
Loukinen 81 Kiistala	7528003	430340	9.9.2024
Loukinen, 3	7523000	428340	9.9.2024
Loukinen Putaanperännivat	7522749	417752	12.9.2024
Loukinen_Sikaniva_pKi	7522976	412659	12.9.2024
Ounasjoki_Köngäs_13910_Iki	7530495	409990	12.9.2024
Ounasjoki, Hossanniva	7523878	411014	12.9.2024
Ounasjoki, Torpanniva itä	7518961	413227	12.9.2024
Ounasjoki Torpanniva iKi	7518921	413163	12.9.2024
Ounasjoki Riikonkoski pKi	7513101	413718	11.9.2024

MENETELMÄT

Näytteistä poistettiin orgaaninen aines vetyperoksidimenetelmällä, ja valmistettiin kolme kappaletta kestopreparaatteja kustakin näytteestä. Preparaatit lähetetään Suomen Ympäristökeskuksen piileväarkistoon. Preparaattien valmistus ja piilevien määritykset tehtiin kansallisten ohjeiden (Eloranta ym. 2007) ja eurooppalaisen standardin (CEN 2004) mukaisesti. Määritykset tehtiin käyttäen LeicaDM2000 tutkimusmikroskooppia faasikontrastilla, 10× okulaarilla ja 100× objektiivilla (1000× suurennos).

Määrittystulokset tallennettiin piilevärekisteriin, joka laski kullekin näytteelle piileväindeksien arvot sekä erilaisiin ekologisiin ryhmiin luokiteltujen piilevien osuuksia (ekologiset jakaumat). Viralliset ekologisen tilan luokittelevat muuttujat lasketaan tarvittaessa Suomen ympäristökeskuksen toimesta PISARA-järjestelmässä.

IPS-indeksi (*Indice de polluo-sensitivité*, Cemagref 1982) on kehitetty Keski-Euroopassa lähinnä veden ravinteikkuuden arviointiin, ja on käytetty pitkään myös Suomessa ekologiseen luokitteluun (Taulukko 2). IPS-indeksin virhemarginaalina määrittästyön osalta kokeneella määrittäjällä pidetään $\pm 0,5$ IPS-yksikköä, kun $IPS > 12$, ja ± 1 IPS-yksikkö, kun $IPS < 12$ (Kahlert ym. 2009).

Taulukko 2. Ekologisten laatuluokkien luokkarajat päällyksille. (Eurofinssin lisäys 2025)

ACID	Happamuus-luokka	IPS, GDI	Laatuluokka	TDI	Ravinteisuus
>7,5	A	17–20	Erinomainen	>14	oligotrofinen
5,8–7,5	B	15–17	Hyvä	11–14	oligo-mesotrofinen
4,2–5,8	C	12–15	Tyydyttävä	8–11	mesotrofinen
2,2–4,2	D	9–12	Välttävä	5–8	meso-eutrofinen
<2,2	E	0–9	Huono	<5	eutrofinen

Lisäksi esitetään TDI:n ja %PTV:n arvot. TDI (*Trophic Diatom Index*; Kelly 1998) on Britanniassa jätevesipuhdistamojen seurantaan kehitetty indeksi, joka korreloi lähinnä veden fosforitason kanssa. Tässä TDI:stä esitetään versio, jossa maksimiarvo on 20 (vähäravinteinen) ja minimiarvo 1 (fosforipitoisuus erittäin korkea; yksikkönä mg/l). TDI-indeksin tulkinnassa käytetään apuna orgaanista kuormitusta sietävien lajien osuutta (%PTV; Pollution Tolerant Values).

Happamissa vesissä Omnidian laskemat indeksit pyrkivät antamaan aina erinomaisia tuloksia, joten lisäksi laskettiin arvot Ruotsissa kehitetylle ACID-indeksille (Andrén & Jarlman 2008), joka

mallittaa vesistön happamuutta (Taulukko 3). Jos ACID sijoittuu luokkaan E, vesistössä on happamuutta siinä määrin, että IPS ei ole käyttökelpoinen.

Taulukko 3. ACID-indeksin luokkarajat. Luokat C, D, ja E osoittavat happamuutta.

Luokka	A	B	C	D	E
ACID	>7,5	5,8-7,5	4,2-5,8	2,2-4,2	<2,2

Omnidia-ohjelmisto luokittelee piilevätaksonit erilaisten ympäristövaatimusten suhteen (pH, suolaisuus, typpiaineenvaihdunta, happipitoisuus, saprobia, trofiataso, kuivumisen kesto).

Luokittelu eri tekijöiden mukaan perustuu julkaisuun Van Dam ym. (1994). Lajiston jakautuminen eri luokkiin esitetään ns. ekologisina jakaumina (luokkien osuudet näytteen koostumuksesta), jotka havainnollistavat lajiston vaatimia olosuhteita. Ekologisista jakaumista käytetään määrittystulosten tulkinnassa tähän seurantaan soveltuvina pH-, suolaisuus- ja trofiavaatimuksia.

TULOKSET

Taulukko 4. Jokinäytteistä laskettujen leväyksikköjen (piileväkuorien) määrä ja taksonien lukumäärä, epämuodostuneiden kuorien lukumäärä, ACID-arvot, sekä tärkeimpien PiiRe-ohjelmiston indeksien arvot.

Näyte	Yks.	Epä- muod.	Taksonit	ACID	IPS (1- 20)	TDI (1- 20)	PT %
Kapsajoki 1	407	0	39	7,10	15,6	8,2	3,44
Kapsajoki 2	413	8	29	7,77	15,4	7,8	5,81
Seurujoki Talvitienmukka	407	0	28	8,18	15,6	8,7	4,67
Seurujoki vedenottamo	403	0	25	7,30	15,2	7,6	14,64
Seurujoki Ukonniva	407	0	29	7,26	15,2	8,1	11,55
Seurujoki Mesiniemi	402	0	20	7,72	17,8	11,4	0,5
Loukinen 81 Kiistala	402	0	39	7,67	15,9	6,6	2,49
Loukinen 3	396	0	42	8,26	15,6	8,8	1,01
Loukinen Putaanperänn.	505	0	15	8,78	17,2	9,5	0
Loukinen Sikaniva	429	0	26	7,57	16,5	13,1	0,47
Ounasjoki Köngäs	408	0	28	5,63	18,8	15,1	0

Ounasjoki Hossanniva	418	0	29	7,37	16,9	12,5	0
Ounasjoki Torpanniva itä	536	0	22	6,75	16,7	13,0	0
Ounasjoki Torpanniva I	450	0	21	7,29	15,6	12,0	0,44
Ounasjoki Riikonkoski	400	0	28	8,32	16,1	11,8	0

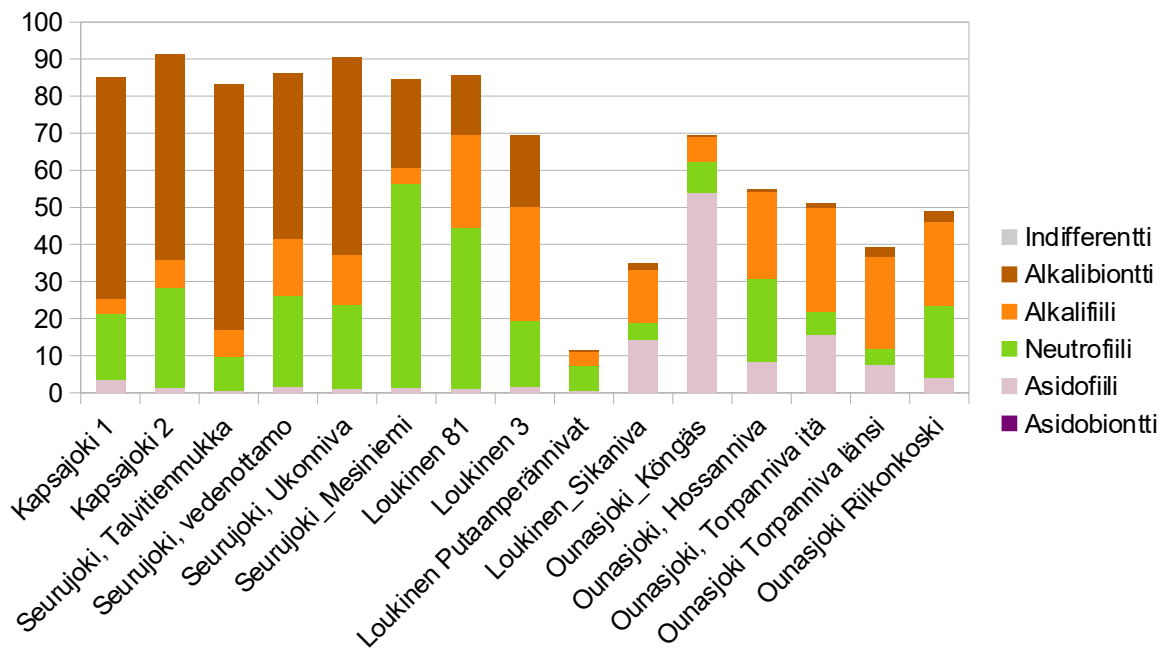
Taulukossa 4 esitetään aineiston perustiedot ja tärkeimmät muuttujat ja taulukossa 5 vertailu vuoden 2023 tuloksiin. Epämuodostuneita piileviä havaittiin ainoastaan näytteessä Kapsajoki 2 (alle 2 %).

Yksikään tutkituista näytteistä ei edusta voimakkaasti hapanta veden laatua, joten IPS on käyttökelpoinen ekologisen tilan arvioinnissa. Alimman IPS-arvon saavat näytteet Seurujoki vedenottamo ja Ukonniva (hyvä/tyydyttävä rajalla), ja ylimmän arvon Seurujoki Mesiniemi(erinomainen). TDI-arvo on alimmillaan näytteelle Loukinen 81 Kiistala (eutrofinen), ja ylimmillään näytteelle Ounasjoki Köngäs (oligotrofinen).

Taulukko 5. Jokinäytteistä laskettujen tärkeimpien indeksien arvot 2023 ja 2024. (Eurofinssin lisäys 2025)

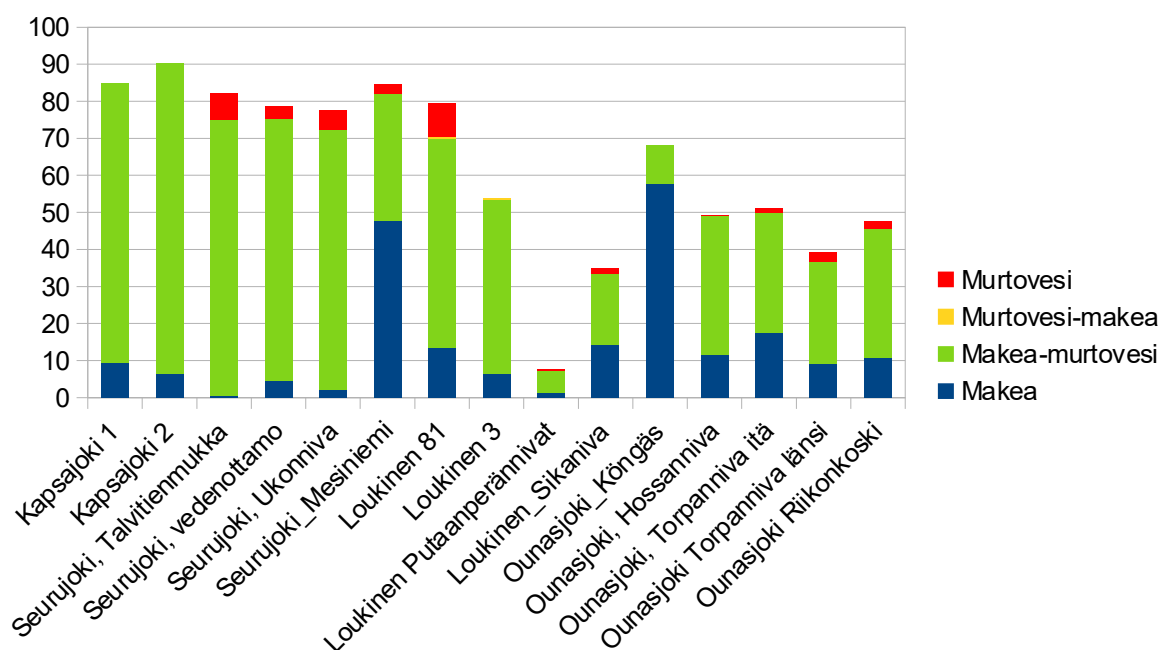
Joki	Näytepaikka	ACID 2023	ACID 2024	IPS 20 2023	IPS 20 2024	TDI 20 2023	TDI 20 2024	PT% 2023	PT% 2024
Kapsajoki	1	11,6	7,1	17,4	15,6	8,1	8,2	2,1	3,4
Kapsajoki	2	10,0	7,8	16,3	15,4	7,9	7,8	3,3	5,8
Seurujoki	Talvitienmukka		8,2	15,8	15,6	7,2	8,7	1,7	4,7
Seurujoki	vedenottamo	10,6	7,3	16,8	15,2	7,5	7,6	3,1	14,6
Seurujoki	Ukonniva	14,1	7,3	15,6	15,2	6,5	8,1	0,2	11,6
Seurujoki	Mesiniemi		7,7	16,0	17,8	6,7	11,4	1,5	0,5
Loukinen	81, Kiistalan silta		7,7	16,4	15,9	6,8	6,6	2,7	2,5
Loukinen	3, Autionmukka		8,3	17,4	15,6	8,0	8,8	2,6	1,0
Loukinen	Putaanperännivat		8,8	19,8	17,2	6,0	9,5	0,3	0
Loukinen	Sikaniva	14,6	7,6	19,5	16,5	6,3	13,1	0,2	0,5
Ounasjoki	Köngäs 13910	12,9	5,6	18,7	18,8	8,0	15,1	1,3	0
Ounasjoki	Hossanniva	8,1	7,4	18,2	16,9	10,7	12,5	0	0
Ounasjoki	Torpanniva länsi	11,9	6,8	18,7	16,7	8,9	13,0	1,5	0
Ounasjoki	Torpanniva itä	7,8	7,3	17,6	15,6	10,5	12,0	0,2	0,4
Ounasjoki	Riikonkoski	15,2	8,3	19,6	16,1	6,5	11,8	0,5	0

Tarkasteltaessa lajistojen pH-vaatimuksia (Kuva 1), nähdään Kapsajoessa, Seurujoessa, ja Loukisessa on runsaasti alkalibionttisia piileviä, osoittaen korkeaa veden pH-tasoa (>7). Ounasjoessa havaitaan myös humushappamuutta suosivia asidofiilejä, erityisesti Loukisen yläpuolella.



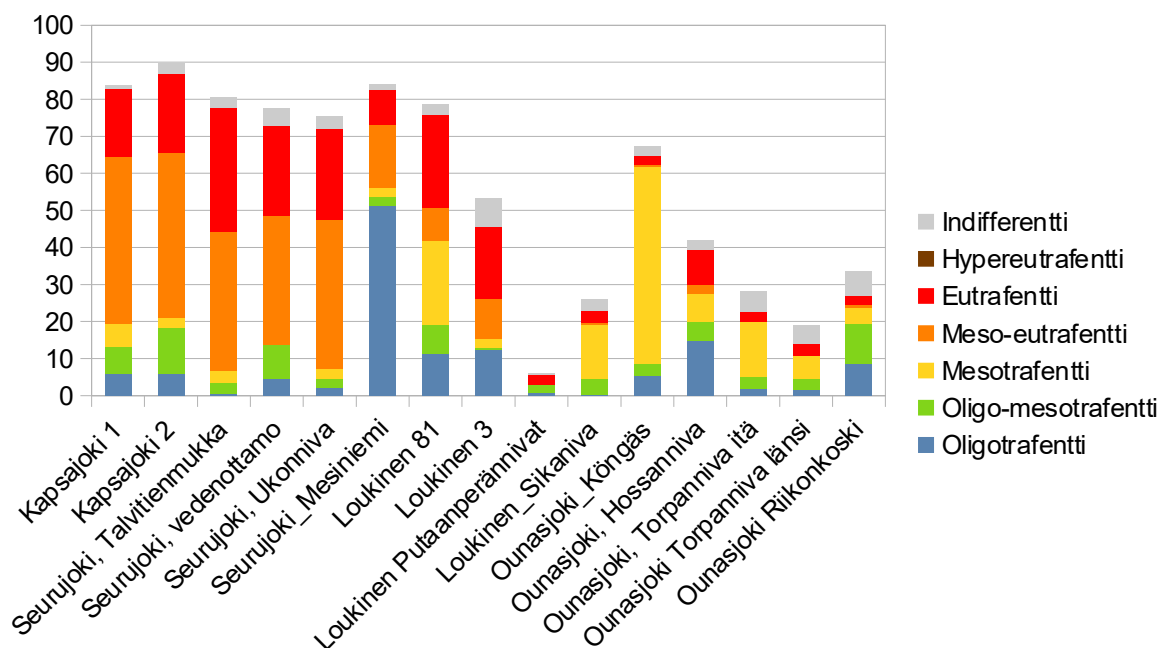
Kuva 1. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri pH-tasojen suosiviin lajeihin virtavesinäytteissä.

Lajistojen suolaisuusvaatimuksista (Kuva 2) nähdään, että suolapitoisissa vesissä esiintyviä piileviä (halofiilit ja mesohalobit) havaitaan eniten Loukisessa Seurujoen yläpuolella, kuitenkin alle 10 %. Suolaisen veden piileviä havaitaan myös Seurujossa, mutta vähemmän, ja vähentyen alajuoksulle päin, sekä Ounasjoessa pieniä määriä Loukisen alapuolella. Mesohalobiksi/murtoveden lajiksi luokiteltuna näytteissä havaitaan *Diatoma moniliformis*, joka on yleinen Itämeressä.



Kuva 2. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri suolaisuustasoja suosiviin lajeihin jokinäytteissä (Piiressiä nimettynä Murtovesi-makea = halofiili, Murtovesi = mesohalobi).

Luokitellut trofiavaatimukset, jotka viittaavat epäorgaanisten ravinteiden pitoisuuksiin, ovat enemmän runsasravinteisella kuin vähäravinteisellä tasolla Seurujoen ja Loukisen näytteille, paitsi Seurujoen Mesiniemen näytteelle. Tosin monissa näytteissä suurin osa piilevistä ei kuulu luokiteltuihin taksoneihin (mm. runsaina havaitut *Achnanthes*-lajit), mikä heikentää jakaumien käyttöarvoa Loukisen alajuoksulla ja Ounasjoessa (Kuva 3).



Kuva 3. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri trofia-tasoja suosiviin lajeihin jokinäytteissä.

TULOSTEN TARKASTELU

Kapsajoki

Kapsajoesta määritettiin kaksi näytettä. Molemmissa näytteissä havaitaan runsaina korkeaa veden pH-tasoa vaativat *Epithemia adnata* ja *Rhopalodia gibba*. *Epithemia adnata* on luokiteltu runsasravinteisuutta suosivaksi (eutrafentti), mutta on epäselvää kuvastaako se Suomen oloissa ennemmin vain poikkeuksellisen korkeaa alkaalisuutta. Kokonaisuutena lajistot huomioiden ravinnetaso vaikuttaa lähinnä mesotrofiselta.

IPS-arvot sijoittuvat hyvään luokkaan (Kapsajoki 2 alarajalla), ja TDI-arvot ovat runsasravinteisella tasolla (johtuen valtalajista *Epithemia adnata*). Ekologisen tilan arvio on epätarkkaa poikkeuksellisen pH-tason vuoksi. Näytteissä havaitaan monia tavallisia vähäravinteisten kangas- ja savimaiden vesien lajeja, kun taas varsinaisia rehevyyden indikaattoreita ei havaita.

Seurujoki

Seurujoelta määritettiin yhteensä neljä näytettä. Ylimmässä Talvitienmukan näytteessä havaitaan runsaina Kapsajoen tavoin alkalibiontit *Epithemia adnata* ja *Rhopalodia gibba*. Näytteessä on kuitenkin myös suolaista vettä suosiva *Diatoma moniliformis* (n. 7 %). Seuraavissa vedenottamon ja Ukonnivan näytteissä on *Epithemia adnata* edelleen runsas, mutta seuraavaksi runsain taksoni on *Nitzschia archibaldii*. *Diatoma moniliformis* havaitaan noin 3-5 %:n osuudella. Veden suolaisuus on alempi kuin Talvitienmukan näytteen kohdalla. Alimmassa Mesiniemen näytteessä *Epithemia adnata* on myös runsas, mutta runsaimmaksi taksoniksi nousee *Encyonopsis cf krammeri*. *Diatoma moniliformis* havaitaan enää noin 2 %:n osuudella.

IPS- ja TDI-arvot ovat korkeita Mesiniemen näytteelle, koska *Encyonopsis krammeri* on luokiteltu vähäravinteisuutta suosivaksi. Kaikissa näytteissä havaitaan suhteellisen vähän taksonia, koska 1-2 taksonia havaitaan erittäin runsaina kasvustoina. Veden suolaisuus laskee yläjuoksulta alaspäin. Veden pH on kaikkien näytteiden kohdalla yli 7.

Loukinen

Loukisesta tutkittiin neljä näytettä.

Runsaimmat taksonit näytteessä 81 ovat *Reimeria sinuata* ja *Melosira varians*. *Diatoma moniliformis* havaitaan noin 9 %:n osuudella. Veden pH on noin 7, ja suolaisuus koholla. Ravinnetaso on lähinnä mesotrofinen, varsinaista rehevyyttä osoittavaa lajistoa ei havaita.

Näytteessä Loukinen 3 runsaimmat taksonit ovat *Encyonopsis minuta* ja *Achnanthydium microcephalum*, mikä osoittaa vähäravinteisuutta ja kirkasvetisyyttä. *Navicula*-lajisto osoittaa kuitenkin vähintään keskiravinteista ravinnetasoa. Veden laatu on neutraali, alkaalinen, ja lähinnä keskiravinteinen.

Näytteessä Putaanperännivat *Achnanthydium microcephalum* (*A. minutissimum* s.l.) on hyvin hallitseva. Muu havaittu lajisto jää hyvin vähäiseksi, mutta osoittaa neutraalia pH-tasoa ja oligo-mesotrofiaa.

Sikanivan näytteessä havaitaan myös erittäin runsaina *Achnanthydium minutissimum*-lajikompleksiin kuuluvat *A. microcephalum* ja *A. lineare*. Myös Lapin joissa tavallinen epiliittinen *Tabellaria flocculosa* on runsas. Myös planktinen ja mesotrafenttinen *Fragilaria mesolepta* havaitaan runsaana. Veden laatu on edelleen neutraali ja lähinnä mesotrofinen.

IPS-arvot ovat hyvällä tasolla, paitsi Putaanperännivojen näytteelle erinomaisen rajalla. TDI-arvo nousee alajuoksulle päin, niin että Kiistalan sillan näytteen arvo on selkeästi eutrofinen, ja Sikanivan näytteen vain lievästi mesotrofinen, lähellä oligotrofiaa. Kokonaisuutena Loukisen näytteistä voidaan sanoa, että ylin näyte 81 osoittaa normaalista poikkeavaa veden suolaisuutta, jota ei merkittävästi havaita alemmissä näytteissä.

Ounasjoki

Ounasjoesta määritettiin yhteensä viisi näytettä. Ylimmässä näytteessä Kõngäs on runsaina tavalliset *Tabellaria flocculosa* ja *Achnanthes microcephalum*, ja näytteen koostumus kokonaisuutena osoittaa kirkasvetisiä, vähähumuksia, neutraaleja ja melko vähäravinteisia olosuhteita. Hossannivan näyte osoittaa samantyyppistä päällysläpää, mutta sisältää enemmän myös epifyyttisiä ja planktonisia piileviä.

Torpannivan kahdessa näytteessä ja Riikonkosken näytteessä planktoninen ja mesotrofinen *Fragilaria mesolepta* nousee hyvin runsaaksi, mutta muuten päällysläpää on pääosin edelleen tavallinen ja *Achnanthes*-voittainen. *Diatoma moniliformis* havaitaan noin 1-3 %:n osuudella.

IPS-arvo laskee yläjuoksulta alajuoksulle päin, niin että ylimällä Kõnkään pisteellä IPS on erinomainen, näytteille Hossanniva ja Torpanniva itä erinomaisen rajalla, ja näytteille Torpanniva länsi ja Riikonkoski hyvä. Loukisen tuleva suolaisemman veden vaikutus havaitaan *Diatoma moniliformis*-lajin 1-3 %:n osuutena piilevistä Loukisen alapuolella.

KIRJALLISUUS

Cemagref (1982). Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux., Q.E. Lyon-A.F.Bassion Rhône-Méditerranée-Corse: 218.

CEN/TC 230 (2004) Water quality – Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. *European Standard EN 14407*, 8/2004.

Eloranta, P., Karjalainen, S.-M. & Vuori, K.-M. (2007) Piilevâyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet. Ympäristöopas 2007.

Kahlert, M. (2014) Using diatoms as biological screening method for heavy metals, pesticides and other hazardous substances. Swedish University of Agricultural Sciences.

Kahlert, M. et al. (2009). "Harmonization is more important than experience - results of the first Nordic-Baltic diatom intercalibration exercise 2007 (stream monitoring)." *Journal of Applied Phycology* 21: 471–482.

Kelly M.G. (1998) Use of the Trophic Diatom Index to monitor eutrophication in rivers. *Wat. Res.* 32: 236-242.

Van Dam H., Mertens A & Sinkeldam J (1994) A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands, *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28, 117-133.

MÄÄRITYSKIRJALLISUUS

Cantonati M., Kelly M.G. & Lange-Bertalot H. 2017. *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species used in Ecological Assessment*. Koeltz Botanical Books.

Krammer K. & Lange-Bertalot H. 1986-1991. Bacillariophyceae. Teil 1-4. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 4/1-4. G. Fischer Verlag, Stuttgart.

Krammer K. (2002) *Diatoms of Europe, vol. 3. Cymbella*. A.R.G. Gantner Verlag K.

Lange-Bertalot H. (2001) *Diatoms of Europe, vol. 2. Navicula sensu stricto – 10 genera separated from Navicula sensu lato Frustulia*. A.R.G. Gantner-Verlag K.G.

Lange-Bertalot H. & Moser G (1994) *Brachysira – Monographie der Gattung und Naviculadicta nov. gen. Bibliotheca Diatomologica* 29: 1-212.

Novais et al. (2015) Morphological variability within the *Achnantheidium minutissimum* species complex (Bacillariophyta): comparison between the type material of *Achnantheidium minutissimum* and related taxa , and new freshwater *Achnantheidium* species from Portugal. *Phytotaxa* 224: 101-139.