



AGNICO EAGLE
FINLAND

LIITE 6

Piilevätarkkailu 2025

Ecomonitor Oy, Juha Miettinen, 2026



Raportti 13.3.2026

Juha Miettinen

Kittilän kaivoksen vesistötarkkailu
– piilevämääritykset 2025



Raportti 13.3.2026

Kittilän piilevämääritykset 2025

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	12
MÄÄRITYSKIRJALLISUUS	12

JOHDANTO

Osana Kittilän kaivoksen vesistö tarkkailuja kerätään näytteitä päällyslieväyhteisöistä (vedessä erilaisilla pinnoilla kasvavat levät). Piikuoiset piilevät muodostavat huomattavan osan päällyslievien yhteisöstä useimmissa vesiympäristöissä Suomen oloissa, ja niitä käytetään standardien mukaisesti kuvaamaan päällyslievien ekologista tilaa.

Tässä työssä tutkittiin 15 kappaletta syyskuussa 2025 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	13.10.2025
Kapsajoki 2	7529438	418805	13.10.2025
Seurujoki, Talvitienmukka	7535822	430759	8.9.2025
Seurujoki, Vedenottamo	7534520	431256	10.9.2025
Seurujoki, Ukonniva	7533298	428099	8.9.2025
Seurujoki, Mesiniemi	7529062	428785	9.9.2025
Loukinen 81, Kiistalan silta	7528003	430340	8.9.2025
Loukinen 3, Autionmukka	7523026	428479	9.9.2025
Loukinen, Putaanperännivat	7522749	417752	17.9.2025
Loukinen, Sikaniva	7522976	412659	9.9.2025
Ounasjoki, Köngäs	7530495	409990	17.9.2025
Ounasjoki, Hossanniva	7523920	410877	17.9.2025
Ounasjoki, Torpanniva itä	7518961	413227	9.9.2025
Ounasjoki Torpanniva länsi	7518921	413163	17.9.2025
Ounasjoki, Riikonkoski	7513101	413718	9.9.2025

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 laskee 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 2026)

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 IPS pyrkii antamaan aina erinomaisia tuloksia, joten lisäksi käytettiin Ruotsissa kehitettyä ACID-indeksiä (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 luokittaa 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

Taulukossa 4 esitetään aineiston perustiedot ja tärkeimmät muuttujat. Epämuodostuneita piileviä havaittiin vain ei-merkittävillä osuuksilla (<1 % näytteestä).

Kaikki tutkitut näytteet osoittavat neutraalia tai alkaalista veden laatua, joten IPS on käyttökelpoinen ekologisen tilan arvioinnissa. Alimman IPS-arvon saa Seurujoen Mesiniemen näyte (hyvä/tydyttävä-rajalla), ja korkeimman Ounasjoen näyte Torpanniva länsi (erinomainen).

TDI-arvo taas on alimmillaan (runsasravinteisin) näytteelle Loukinen 81, ja korkeimmillaan (vähäravinteisin) Ounasjoen Könkään näytteelle. TDI-arvoja < 9 voidaan pitää runsasravinteisina Suomessa, ja arvoja > 14 vähäravinteisina.

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

Näyte	Yks.	Epä- muod.	Taksonit	ADMI [µm]	ACID	IPS (1-20)	TDI (1-20)	PT %
Kapsajoki 1	399	1	46	2,64	7,18	17,1	11,1	3,76
Kapsajoki 2	431	2	40	2,64	6,33	16,6	10,2	3,48
Seurujoki, Talvitienmukka	420	0	37	2,60	7,90	15,9	10,8	5,24
Seurujoki, Vedenottamo	418	0	27	2,64	7,57	15,8	8,5	2,87
Seurujoki, Ukonniva	419	0	38	2,60	7,97	15,5	11,8	7,88
Seurujoki, Mesiniemi	418	0	33	2,52	11,15	15,1	10,3	9,33
Loukinen 81, Kiistala	444	2	32	x	8,25	16,0	6,6	0,68
Loukinen 3, Autionmukka	419	0	44	2,68	10,77	15,2	7,5	5,49
Loukinen, Putaanperänn.	438	0	22	2,68	8,39	17,4	12,8	0,00
Loukinen, Sikaniva	452	0	21	2,72	8,37	15,6	11,6	0,66
Ounasjoki, Köngäs	514	0	31	2,54	6,08	17,4	15,0	1,56
Ounasjoki, Hossanniva	411	0	35	2,54	7,65	17,3	12,9	1,22
Ounasjoki, Torpanniva itä	413	2	18	2,56	8,62	16,0	11,6	0,00
Ounasjoki Torpanniva I	426	0	27	2,80	7,57	17,8	13,4	0,47
Ounasjoki, Riikonkoski	397	0	37	2,70	7,42	17,2	12,7	1,51

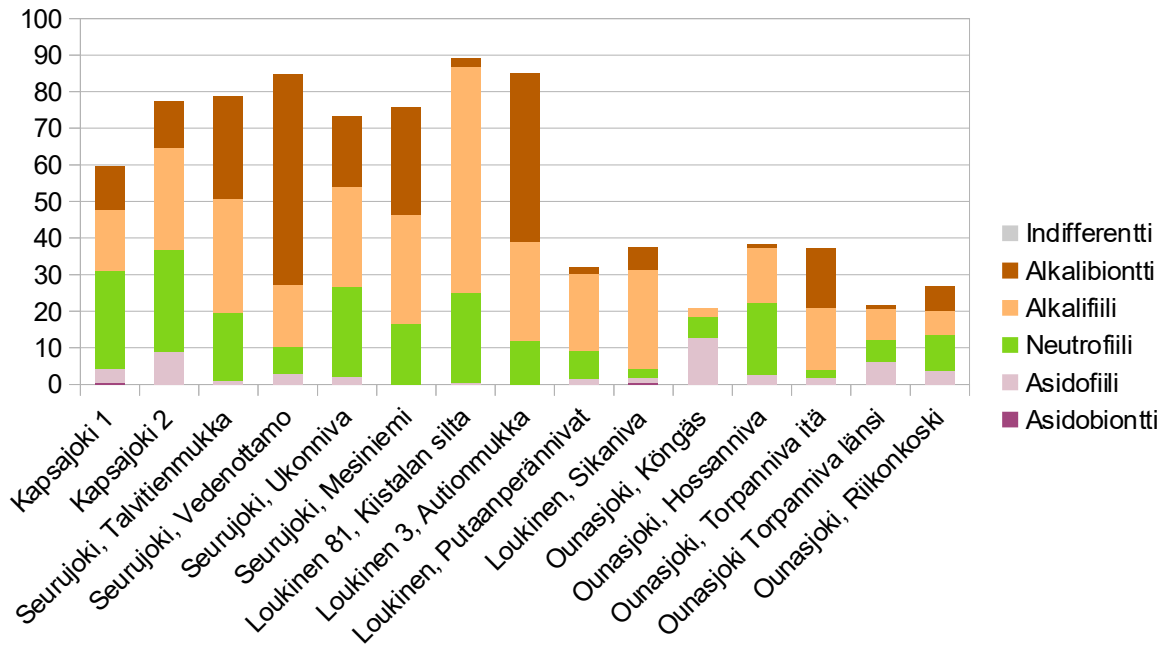
Taulukossa 4 esitetään aineiston perustiedot ja tärkeimmät muuttujat ja taulukossa 5 vertailu vuosien 2023 ja 2024 tuloksiin.

Taulukko 5. Jokinäytteistä laskettujen tärkeimpien indeksien arvot 2023–2025. (Eurofinssin lisäys 2026)

Joki	Näytep aikka	ACI D 2023	ACI D 2024	ACI D 2025	IPS 20 2023	IPS 20 2024	IPS 20 2025	TDI 20 2023	TDI 20 2024	TDI 20 2025	PT % 2023	PT % 2024	PT % 2025
Kap	1	11,6	7,1	7,2	17,4	15,6	17,1	8,1	8,2	11,1	2,1	3,4	3,8
Kap	2	10,0	7,8	6,3	16,3	15,4	16,6	7,9	7,8	10,2	3,3	5,8	3,5
Seu	TT		8,2	7,9	15,8	15,6	15,9	7,2	8,7	10,8	1,7	4,7	5,2
Seu	VO	10,6	7,3	7,6	16,8	15,2	15,8	7,5	7,6	8,5	3,1	14,6	2,9
Seu	UN	14,1	7,3	8,0	15,6	15,2	15,5	6,5	8,1	11,8	0,2	11,6	7,9
Seu	MN		7,7	11,1	16,0	17,8	15,1	6,7	11,4	10,3	1,5	0,5	9,3
Lou	81		7,7	8,3	16,4	15,9	16,0	6,8	6,6	6,6	2,7	2,5	0,7
Lou	3		8,3	10,8	17,4	15,6	15,2	8,0	8,8	7,5	2,6	1,0	5,5
Lou	PP		8,8	8,4	19,8	17,2	17,4	6,0	9,5	12,8	0,3	0	0
Lou	SN	14,6	7,6	8,4	19,5	16,5	15,6	6,3	13,1	11,6	0,2	0,5	0,7
Oun	Köngäs	12,9	5,6	6,1	18,7	18,8	17,4	8,0	15,1	15,0	1,3	0	1,6
Oun	HN	8,1	7,4	7,7	18,2	16,9	17,3	10,7	12,5	12,9	0	0	1,2
Oun	TN-W	11,9	6,8	8,6	18,7	16,7	16,0	8,9	13,0	11,6	1,5	0	0
Oun	TN-E	7,8	7,3	7,6	17,6	15,6	17,8	10,5	12,0	13,1	0,2	0,4	0,5
Oun	RK	15,2	8,3	7,4	19,6	16,1	17,2	6,5	11,8	12,7	0,5	0	1,5

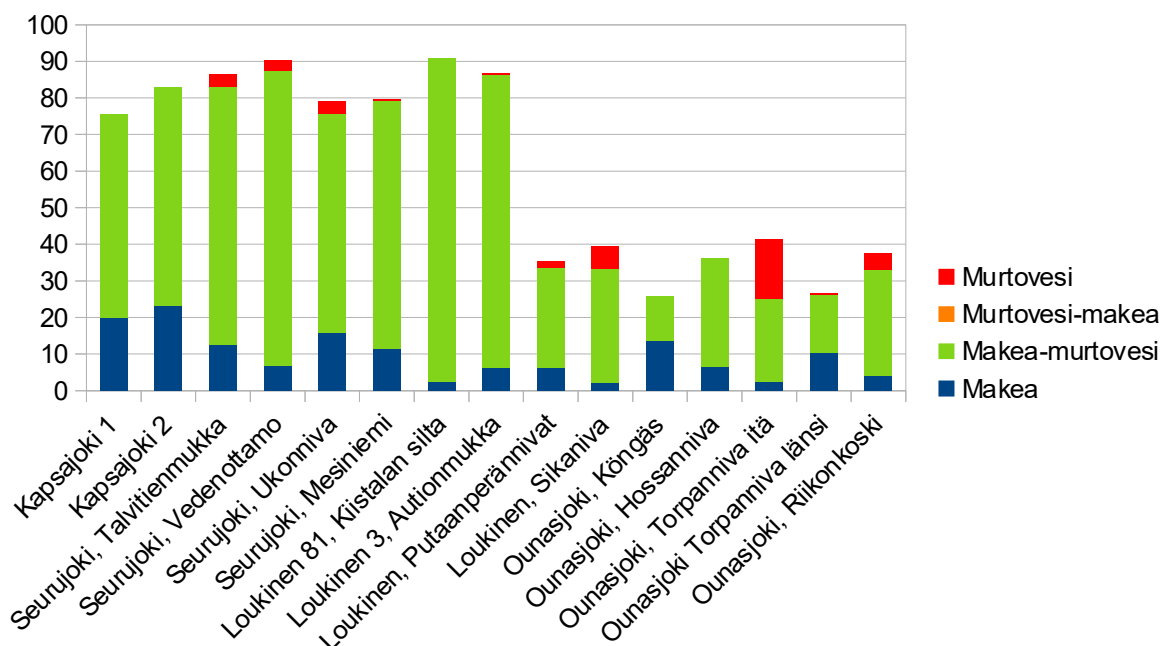
Tarkasteltaessa lajitojen pH-vaatimuksia (Kuva 1), nähdään että Kapsajoessa, Seurujoessa, ja Loukisessa on runsaasti alkalibionttisia piileviä, osoittaen korkeaa veden pH-tasoa (>7).

Kapsajoessa ja Ounasjoessa havaitaan enemmän myös humushappamuutta suosivia asidofiilejä. Loukisen alaosan ja Ounasjoen näytteissä runsaat *Achnantheidium minutissimum* (s.l.) lajiryhmän lajit ovat luokittelemattomia vaatimuksiltaan PiiRessä.



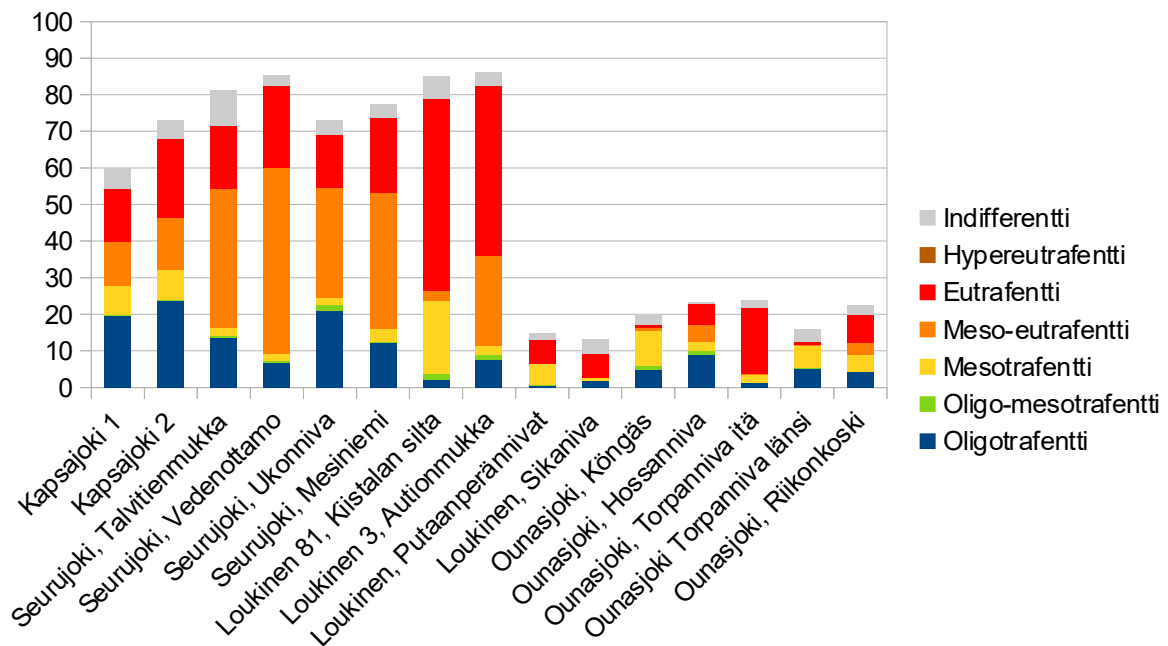
Kuva 1. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri pH-tasojä suosiviin lajeihin virtavesinäytteissä.

Lajistojen suolaisuusvaatimuksista (Kuva 2) nähdään, että suolapitoisissa vesissä esiintyviä piileviä (mesohalobit) havaitaan pieniä määriä Seurujossa ja Loukisessa, ja suurella osuudella Ounasjoen näytteessä Torpänniva itä. Mesohalobiksi/murtoveden lajiksi luokiteltuna näytteissä havaitaan *Diatoma moniliformis*, joka on yleinen Itämeressä.



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

Luokitellut trofiavaatimukset, jotka viittaavat epäorgaanisten ravinteiden pitoisuuksiin, ovat enemmän runsasravinteisella kuin vähäravinteisella tasolla lähes kaikille näytteille (Kuva 3). Tämä ei kuitenkaan välttämättä kuvaa oikeasti veden ravinteisuutta, koska korkea pH-tasoa vaativat taksonit on lähes kategorisesti luokiteltu eutrafenteiksi.



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

TULOSTEN TARKASTELU

Kapsajoki

Kapsajoesta määritettiin kaksi näytettä. Näytteessä 1 runsain taksoni on tavallinen *Fragilaria radians*, ja näytteessä 2 epifyyttinen *Cocconeis placentula*. Molemmista näytteistä havaitaan runsaina korkea veden pH-tasoa vaativa *Epithemia adnata*. *Epithemia adnata* on luokiteltu runsasravinteisuutta suosivaksi (eutrafentti), mutta on ilmeisesti kuvastaa Suomen oloissa enemmän vain poikkeuksellisen korkea alkaalisuus. Näytteissä on kohtalaisen runsaana myös turvekuormitetuissa vesissä tavallinen *Karayevia suchlandtii* (ilmentää humuksisuutta mutta ei happamuutta). Kokonaisuutena lajistot huomioiden ravinnetaso vaikuttaa lähinnä oligo-mesotrofiselta. Varsinaisia rehevyyden indikaattoreita ei havaita.

IPS-arvot sijoittuvat hyvän ja erinomaisen luokan rajalle. TDI-arvot ovat keskiravinteisella tasolla. 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

Seurujoesta määritettiin näytteet neljä näytettä. Kaikissa näytteissä havaitaan runsaina korkeaa pH-tasoa vaativat *Epithemia adnata* ja *E. turgida*. Lisäksi *Encyonopsis microcephala* on runsas kaikissa muissa paitsi vedenottamon näytteessä. Näytteiden koostumukset osoittavat jatkuvasti korkeaa pH-tasoa (>7). Näytteissä havaitaan pienellä osuudella myös suolaista vettä suosiva *Diatoma moniliformis* (Mesiniemi n. 0,5 %, muissa näytteissä n. 3 %). Näytteiden välillä ei nähdä selkeää tulkittavissa olevaa eroa veden laadussa tai ekologisessa tilassa. Vedenottamon näytteessä havaittu taksonimäärä on pieni ilmeisesti voimakkaan *Epithemia*-kasvuston vuoksi. Verrattaessa Kapsajoen näytteisiin Seurujoen näytteet ilmentävät samantyyppistä veden laatua, mutta ilmeisesti vielä hieman korkeampaa pH-tasoa kuin Kapsajoessa.

IPS-arvot ovat hyvät Talvitienmukan ja Vedenottamon näytteille, ja hyvän alarajalla Ukonnivan ja Mesiniemen näytteille. TDI-arvot ovat mesotrofisia, paitsi Vedenottamon näytteelle eutrofinen.

Loukinen

Loukisesta tutkittiin neljä näytettä. Seurujoen yläpuolisessa näytteessä 81 Kiistalan silta runsain taksoni on *Melosira varians*. *Melosira varians* muodostaa rihmoja jotka kelluvat vapaasti vedessä, ja suosii savimaiden jokia. Lisäksi näytteessä on runsaasti *Fragilaria/Ulnaria*-sukujen piileviä.

Seurujoen alapuolella näytteessä Loukinen 3 Autionmukka havaitaan runsaina *Epithemia sorex*, *E. adnata*, *Cocconeis placentula*, eli piileväyhteisö on hyvin samankaltainen kuin Seurujoen näytteissä.

Alempaa Loukisesta otetuissa näytteissä Putaanperännivat ja Sikaniva havaitaan voimakkaat *Achnanthydium microcephalum* (*A. minutissimum s.l.*) -kasvustot, sekä runsaana planktinen ja mesotrafenttinen *Fragilaria mesolepta*. Muu havaittu lajisto jää vähäiseksi näissä näytteissä.

Achnantheidium microcephalum on pioneerilaji, joka ensimmäisenä kolonisoi paljaat kivet, joten lajin suuri osuus voi indikoida jotain normaalin biofilmin näytekivillä hävittänyttä häiriötä.

Suolaista vettä suosiva *Diatoma moniliformis* havaitaan Seurujoen alapuolisissa Loukisen näytteissä lisääntyvästi alajuoksulle päin: Autionmukka n. 0,5 %, Putaanperännivät n. 2 %, Sikaniva n. 6 %.

Veden laatu näytteiden koostumusten perusteella on Seurujoen yläpuolella alkaalinen ja lähinnä mesotrofinen, ja Seurujoen alapuolella näytteen 3 Autionmukka kohdalla vielä voimakkaammin alkaalinen. Putaanperännivojen ja Sikanivan näytteiden perusteella veden laadun ja ekologisen tilan arvio on epätarkkaa, mutta näytteissä esiintyvä *Diatoma moniliformis* viittaa kohonneeseen veden suolapitoisuuteen.

Ounasjoki

Ounasjoesta määritettiin yhteensä viisi näytettä. Kaikissa näytteissä havaitaan voimakas *Achnantheidium microcephalum*-kasvusto. Loukisen yläpuolisten näytteiden Kögäs ja Hossaniva koostumus on kokonaisuutena tavallinen, osoittaen neutraaleja, vähähumuksisia, ja melko vähäravinteisia olosuhteita. Myös Loukisen alapuolisista näytteistä Torpanniva länsi on hyvin samankaltainen.

Näytteessä Torpanniva itä (Ounasjoen itärannalla) havaitaan *Diatoma moniliformis* n. 16 %:n osuudella, ja alimmassa Riikonkosken näytteessä n. 4,5 %:n osuudella. Ei ole tiedossa, voiko veden laatu pysyä erilaisena joen eri puolilla Torpannivan kohdalla (Loukinen laskee Ounasjokeen itäpuolelta n. 2 km ylempänä), vai onko ero *Diatoma moniliformis*-havainnoissa (0,5 % vs. 16 %) sattumaa (yksittäisillä kivillä olleita kasvustoja). Joka tapauksessa näin runsas *Diatoma moniliformis*-havainto viittaa kohonneeseen suolapitoisuuteen vedessä.

IPS-arvot sijoittuvat erinomaisen ja hyvän luokan rajalle muille Ounaskosken näytteille, paitsi näytteelle Torpanniva itä hyvään luokkaan, ja Torpanniva länsi erinomaiseen luokkaan. Erot indeksien arvoissa näyttäisivät aiheutuvan lajista *Diatoma moniliformis*. Muuten näytteiden koostumusten perusteella kaikki näytteet ilmentävät neutraaleja, vähähumuksisia ja melko vähäravinteisia olosuhteita.

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.