

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
2.5.2016

Viite
1510016678-009

Osaprojekti
Biologinen tarkkailu pintavesissä

TERRAFAME OY

OSA VI: PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU VUONNA 2015 PIILEVÄT



TERRAFAME OY
OSA VI: TERRAFAMEN KAIVOKSEN
PIILEVÄTARKKAILU VUONNA 2015

Päivämäärä **2/5/2016**
Laatija **Sanna Sopanen, Ramboll Finland Oy**
Tarkastaja **Anna Hakala, Ramboll Finland Oy**
Hyväksyjä
Kuvaus **Raportti piilevätarkkailusta**

Viite **1510016678-009**

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	Näytteenotto ja aineiston analysointi	1
3.	Pintavesien laatu	2
3.1	Oulujoen suunta	2
3.2	Vuoksen suunta	3
4.	Piileväyhteisöt	4
4.1	Indeksit	4
4.2	Ekologiset jakaumat	5
5.	Tulosten tarkastelu	7
5.1	Oulujoen suunta	7
5.2	Vuoksen suunta	7
5.3	Vertailu edellisiin vuosiin	8
6.	Yhteenveto ja suositukset	8
7.	Kirjallisuus	10

LIITTEET

Liite 1

Ecomonitor Oy:n raportti syyskuun 2015 piilevätutkimuksista

Liite 2

Kartta tutkimusalueesta

Liite 3

Piilevänäytteenoton yhteydessä otettujen ylimääräisten vesinäytteiden tutkimustodistukset

Liite 4

Piilevälajilista

Liite 5

Piileväindeksien tulokset

Liite 6

Piilevien ekologiset jakaumat

1. JOHDANTO

Tässä raportissa kuvataan Terrafamen kaivoksen ympäristötarkkailuun kuuluvan piilevätutkimuksen tulokset. Selvityksessä tutkittiin kaivosalueelta tulevien vesien vaikutusta kaivosalueen etelä- ja pohjoispuolisten virtavesien piileväyhteisöihin. Näytteet otettiin Lumijoen, Kivijoen, Laakajoen, Nurmijoen, Kalliojoen, Tuhkajoen ja Jormasjoen. Tutkimuksen tarkoituksena oli kerätä tietoa näiden vesimuodostumien ekologisesta tilasta, ravinteisuudesta sekä orgaanisesta kuormituksesta.

Piileviä esiintyy kaikissa vesistöissä ja ne muodostavat huomattavan osan perustuottajista etenkin pienissä virtavesissä. Useimpien piilevälajien suosimat kasvuolosuhteet tunnetaan ja tätä tietoutta voidaan käyttää hyväksi vesistöjen laatua arvioitaessa (Eloranta ym. 2007).

Virtavesien kivipinnoilla kasvavat piilevät saavat kaiken ravintonsa ympäröivästä vedestä ja siten piileväleväyhteisön rakenne kuvastaa hyvin vesistön ekologista laatua ja rehevyyttä sekä vesistöön kohdistuvaa kuormitusta. Voimakkaimmin piileväyhteisön rakenteeseen vaikuttavat vesistön pH-tasoon ja suolapitoisuuteen liittyvät tekijät, veden ravinnepitoisuudet sekä esimerkiksi metallikuormitus. Erityisesti vähäravinteisten virtavesien piileväyhteisöt reagoivat jopa viikossa veden laadullisiin muutoksiin, joten piileväkasvustoja tutkimalla saadaan ajantasaista tietoa vedenlaadun muutoksista.

Piilevätutkimus on toistettu kaivoksen vaikutusalueen vesistöissä vuosina 2008, 2010, 2013 ja 2014. Seuraavan kerran tutkimus toteutetaan vuonna 2016. Tässä raportissa esitellään vuoden 2015 tulokset.

Raportin pohjana on käytetty Ecomonitor Oy:n raporttia Talvivaaran piilevämmärytyksistä (Ecomonitor Oy, 28.9.2015, liite 1).

2. NÄYTTEENOTTO JA AINEISTON ANALYSOINTI

Virtavesien piilevänäytteet otettiin 14.9.2015 samoilta paikoilta kuin edellisinä vuosina (taulukko 1). Pisteet Kalliojoki, Tuhkajoki ja Jormasjoki sijaitsevat kaivosalueen pohjoispuolella ja pisteet Lumijoki, Kivijoki, Laakajoki Multa-Väärä ja Nurmijoki Haapakoski kaivosalueen eteläpuolella. Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty kartalla liitteessä 2.

Taulukko 1. Tutkimuspisteet ja niiden koordinaatit.

Joki	Paikka	KKJ-Y	KKJ-X	Pvm	Näytteenotto- syvyys (cm)	Kasvualusta
Lumijoki	etelä 6 km	7093110	3545530	18.9.2014	20	Kivipinta
Kivijoki	etelä 10 km	7090880	3545040	18.9.2014	40	Kivipinta
Laakajoki Multa-Väärä	etelä 20 km	7079230	3543868	18.9.2014	30	Kivipinta
Nurmijoki Haapakoski	etelä 30 km	7073260	3538160	18.9.2014	30-40	Kivipinta
Kalliojoki	pohjoinen 3 km	7102660	3550970	18.9.2014	35	Kivipinta
Tuhkajoki	pohjoinen 8 km	7105380	3554310	18.9.2014	30-35	Kivipinta
Jormasjoki	pohjoinen 20 km	7114700	3553300	18.9.2014	25-30	Kivipinta

Näytteenotossa, näytteiden käsittelyssä ja laskennassa noudatettiin standardien SFS-EN 13946 ja SFS-EN 14407 ja ympäristöhallinnon ohjeistusta (Eloranta ym. 2007). Näytteet otettiin kivipinnoilta noin 20-40 cm syvyydeltä näytteenottopaikasta riippuen. Kaikilla tutkimuspaikoilla esiintyi vesisammalia, joiden määrät vaihtelivat vähäisestä kohtuullisen runsaaseen. Näytteet otti FM (hydrobiologia ja limnologia) Pekka Majuri Ramboll Finland Oy:stä. Näytteet toimitettiin Ecomonitor Oy:n laboratorioon lajintunnistusta varten etanoliin säilötyinä. Preparaattien käsittely, lajintunnistus ja tulosten sekä indeksien laskenta on esitetty Ecomonitor Oy:n raportissa (liite 1).

Lajintunnistuksen jälkeen tulokset taulukoitiin ja niistä laskettiin vesien tilaa kuvaavia indeksejä. Piileväindeksit laskettiin **Omnidia v. 5.2**-ohjelmistolla (päivitysversio 2015). Piileväindeksit las-

ketaan kaavojen avulla, joissa muuttujina ovat lajien suhteelliset osuudet, herkkyysluokat ja indikaattoriarvot. Herkkyydellä tarkoitetaan lajin herkkyyttä reagoida orgaaniseen likaantumiseen (saprobiaan) tai ravinnepitoisuuksiin (trofiaan) ja indikaattoriarvolla lajin esiintymisen laajuutta saprobian tai trofian suhteen. Ekologisesti laaja-alainen laji soveltuu huonosti indikaattoriksi (Eloranta ym. 2007).

Indeksien tulosten perusteella arvioidaan jokien ekologista tilaa (taulukko 2). IPS-indeksiin (*Indice de polluo-sensitivité*, Cemagref 1982) perustuvaa luokittelua voidaan pitää luotettavimpana indeksinä kuvaamaan veden laatua (Eloranta ym. 2007). Indeksillä kuvaa pääasiassa orgaanista kuormitusta, mutta ilmentää myös rehevöitymistä.

Taulukko 2. Veden laatuluokitus IPS-indeksin perusteella Suomen ympäristökeskuksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen luokitteluoppaan ”Pintavesien ekologisen luokittelun vertailuolot ja luokan määrittäminen”, 15.1.2008 mukaan.

Laatuluokka	Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Heikko
IPS-indeksin arvo	17–20	15–17	12–15	9–12	0–9

Happamissa vesissä Omnidian laskemat indeksit pyrkivät 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

IPS-tulosten lisäksi jokien tilaa arvioidaan Suomessa käytettyjen TDI:n ja %PTV:n arvojen kautta. 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). Talvivaaran tarkkailussa on vuosina 2008-2013 käytetty versiota, jossa TDI vaihtelee 0-100 välillä. Aikaisempien vuosien TDI/100-indeksiärvot muunnettiin vastaamaan tässä raportissa käytettyä TDI/20-indeksiä, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. TDI-indeksin tulkinnaassa käytetään apuna kuormitusta sietävien lajien osuutta (%PTV; Pollution Tolerant Values), joka kertoo orgaanisesta likaantumisesta. TDI-indeksille ei Suomessa ole virallisesti hyväksyttyjä raja-arvoja, joten tuloksia tulkitaan sanallisesti.

3. PINTAVESIEN LAATU

Pintavesien vedenlaatutuloksia on esitelty laajemmin Terrafamenympäristötarkkailuun kuuluvissa neljännesvuosiraporteissa ja vuoden 2015 vuosiraportissa. Pintavesien laadun tarkkailun piiriin kuuluvat nyt tarkastelluista pisteistä Oulujoen suunnan vesistöistä Kalliojoki, Tuhkajoki sekä Jormasjoki ja Vuoksen suunnan vesistöistä Lumijoki, Kivijoki, Laakajoki ja Nurmijoki.

Lisäksi piilevänäytteenoton yhteydessä otettiin vesinäytteet Nurmijoen Haapakoskelta ja Laakajoen Multa-Väärältä. Vesinäytteistä analysoitiin tärkeimmät vedenlaatua kuvaavat parametrit (väriluku, pH, sähkönjohtavuus, alkaliteetti, kiintoaine, COD_{cr}, Kok-N ja kok-P). Piilevänäytteenoton yhteydessä otettujen vesinäytteiden analyysitodistukset on esitetty liitteessä 3.

3.1 Oulujoen suunta

Kalliojoki ja Tuhkajoki (59.885) sekä Jormasjoki (59.881) luokitellaan vesimuodostumatyyppiltään keskisuuriin turvemaiden jokiin.

Kalliojoki ja Tuhkajoki

Kalliojoen veden happitilanne on vuonna 2015 ollut hyvä. Veden pH oli tyypillisesti hieman happaman puolella, ollen keskimäärin 6,4. Kalliojoen kokonaisravinteiden pitoisuudet viittaavat keskivälikiteisuuteen. Sulfaattipitoisuudet olivat keskimäärin 394 mg/l, maksimipitoisuuden ollessa

900 mg/l. Liukoista metalleista tärkeimmät ovat nikkeli, kadmium ja uraani. Metallipitoisuudet laskivat hieman vuoteen 2014 verrattuna. Keskimääräiset pitoisuudet (helmi-syyskuussa) olivat nikkelillä 12,2 µg/l, kadmiumilla 0,05 µg/l ja uraanilla 0,2 µg/l.

Tuhkajoen happitilanne oli hyvä. Veden pH kuvastaa lievästi happamia/happamia olosuhteita. Veden kokonaisfosforipitoisuus viittaa niukkaravinteisuuteen ja kokonaistyyppipitoisuus keskiravinteisuuteen. Sulfaatin pitoisuudet alittavat Kalliojoen arvot, keskimääräisen pitoisuuden ollessa 183 mg/l. Liukoisen nikkelin keskimääräinen pitoisuus oli vuonna 2015 9,3 µg/l, liukoisen kadmiumin 0,09 µg/l ja liukoisen uraanin 0,12 µg/l.

Jormasjoki

Jormasjoen happitilanne pysyi hyvänä/erinomaisena. Veden pH kuvastaa happamia olosuhteita. Sähkönjohtavuus on hieman noussut vuodesta 2014 ja vaihteli välillä 22–25 mS/m. Kokonaisfosforin pitoisuus viittaa niukkaravinteisuuteen. Sulfaatin pitoisuus näyttää hieman laskeneen edellisvuodesta, ollen keskimäärin 88 mg/l. Liukoisen nikkelin, kadmiumin ja uraanin pitoisuudet olivat samaa luokkaa kuin Kalliojoessa ja Tuhkajoen.

3.2 Vuoksen suunta

Lumijoki ja Kivijoki kuuluvat Kivijoen vesistöalueeseen (04.645) ja luokituvat vesimuodostumatyypiltään pieniin turvemaiden jokiin. Laakajoki kuuluu Kiltuanjärven vesistöalueeseen (04.643) ja on vesimuodostumatyypiltään keskisuuri turvemaiden joki. Nurmijoki taas kuuluu Sälevän-Nurmijoen vesistöalueeseen (04.642) ja luokitellaan suureksi turvemaiden joeksi.

Lumijoki ja Kivijoki

Lumijoen happitilanne vaihteli vuoden 2015 helmi-syyskuussa hyvän ja tyydyttävän välillä. Joen keskimääräinen pH kuvastaa lievästi happamia oloja, mutta on vaihdellut melko paljon (vaihteluväli 5,2–7,3). Kokonaisfosforin pitoisuus viittaa niukkaravinteisuuteen tai lievään rehevyyteen. Keskimääräinen sulfaattipitoisuus on 408 mg/l. Liukoisen nikkelin pitoisuus oli keskimäärin 10,5 µg/l, liukoisen kadmiumin 0,08 µg/l ja liukoisen uraanin 0,26 µg/l.

Kivijoen happitilanne vaihteli helmi-syyskuussa välttävän ja hyvän välillä. Veden pH kuvastaa happamia/lievästi happamia olosuhteita. Ravinnepitoisuus viittaa niukka- tai keskiravinteiseen vesistöön. Sulfaattipitoisuus oli alhaisempi kuin Lumijoen. Keskimäärin pitoisuus oli 203 mg/l. Liukoisen nikkelin, kadmiumin ja uraanin pitoisuudet olivat hieman pienempiä kuin Lumijoen.

Laakajoki Multa-Väärä

Piilevänäytteenoton yhteydessä otettiin vesinäyte (liite 3), jonka perusteella saadaan suuntaa antava kuva kohteen vedenlaadusta. Vesinäytteen perusteella veden pH kuvastaa lievästi happamia oloja ja puskurikyky happamoitumista vastaan on välttävä. Kokonaisfosforin ja -tyypin pitoisuus viittaa niukkaravinteisuuteen. Sähkönjohtavuuden arvo ei merkittävästi poikennut normaalista taustapitoisuudesta. Näytteen perusteella vedenlaatu on alueen luonnonvesille tyyppinen.

Nurmijoen Haapakoski

Piilevänäytteenoton yhteydessä otettiin vesinäyte (liite 3), jonka perusteella saadaan suuntaa antava kuva kohteen vedenlaadusta. Veden pH kuvastaa lievästi happamia oloja ja puskurikyky happamoitumista vastaan on välttävä. Kokonaisfosforin pitoisuus viittaa niukkaravinteisuuteen. Sähkönjohtavuus on Suomen sisävesille tyyppisellä tasolla.

4. PIILEVÄYHTEISÖT

4.1 Indeksit

Oulujoen ja Vuoksen suunnan vesistöjen piileväaineiston perustiedot ja tärkeimmät Omnidia-ohjelmiston laskemat muuttujat vuosilta 2008–2015 on esitetty taulukossa 4. Piilevien lajilista on liitteenä 4.

Näytteistä laskettujen kuorien lukumäärä vaihteli vuonna 2015 melko vähän ja on samaa luokkaa kuin edellisissä tarkkailuissa. Alhaisin taksonimäärä tavattiin Kalliojoen näytteestä.

Taulukko 4. Jokinäytteistä laskettujen leväyksikköjen (piileväkuorien) määrä ja taksonien lukumäärä, ACID-arvot, sekä tärkeimpien Omnidia-ohjelmiston indeksien arvot (Pöyry Oy 2009, 2010 ja 2011). Vuoden 2013 asti Nurmijoen piilevänäytteet otettiin Koirakoskelta, joka on myös pintavesien laadun tarkkailupiste. Vuodesta 2014 lähtien piilevänäyte on otettu Haapakoskelta. Vuosien 2014 ja 2015 näytteet eivät siten ole täysin vertailukelpoisia edellisiin vuosiin verrattuna. (nd) paikalta ei ole havaintoja.

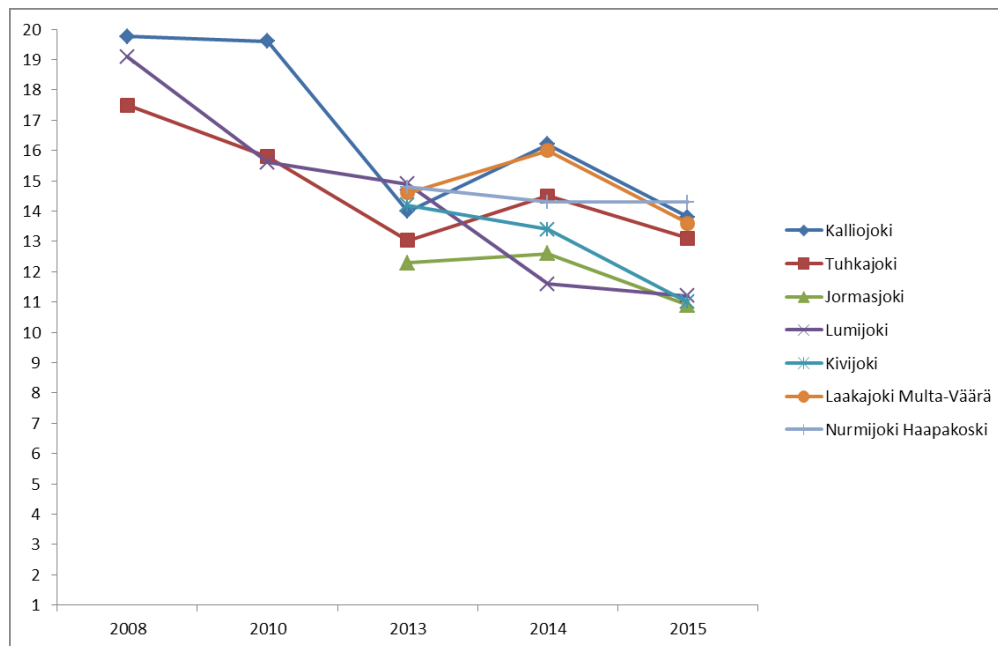
	Oulujoen suunta			Vuoksen suunta			
	Kalliojoki	Tuhkajoki	Jormasjoki	Lumijoki	Kivijoki	Laakajoki Multa- Väärä	Nurmijoki Haapakoski
Kuorien määrä							
2008	405	418	nd	407	nd	nd	nd
2010	463	428	nd	446	nd	nd	nd
2013	447	444	439	443	424	415	470
2014	507	420	411	442	417	427	428
2015	437	410	425	422	433	420	414
Taksonit							
2008	20	37	nd	22	nd	nd	nd
2010	31	35	nd	15	nd	nd	nd
2013	18	37	51	25	29	41	40
2014	16	29	20	25	22	37	31
2015	15	40	24	34	21	24	36
ACID							
2008	0,94	1,9	nd	1,38	nd	nd	nd
2010	1,15	2,4	nd	8,41	nd	nd	nd
2013	6,72	6,47	6,42	9,37	6,78	3,37	2,29
2014	6,02	4,77	4,52	5,56	4,59	-0,99	3,65
2015	5,93	5,04	6,25	4,73	5,88	5,86	4,23
IPS							
2008	19,7	19,4	nd	19,8	nd	nd	nd
2010	19,3	18,4	nd	16	nd	nd	nd
2013	18,1	17,7	18,9	17,7	15	19,3	18,8
2014	17,7	16,8	19,6	15,5	15,3	19,7	19,1
2015	19,3	18	19,3	16,8	17,2	19,7	19,1
TDI							
2008	19,76	17,5	nd	19,1	nd	nd	nd
2010	19,6	15,8	nd	15,6	nd	nd	nd
2013	14	13,04	12,3	14,9	14,2	14,6	14,8
2014	16,2	14,5	12,6	11,6	13,4	16	14,3
2015	13,8	13,1	10,9	11,2	11	13,6	14,3
%PT							
2008	0,5	0,7	nd	0,2	nd	nd	nd
2010	nd	11,4	nd	0,4	nd	nd	nd
2013	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
2014	0	0	1	7,7	0,5	0	0
2015	0	4,4	0	0,5	9,2	0	2,2
	=erinomainen vedenlaatu						
	=hyvä vedenlaatu						
	= ACID-arvo alueella, jolla IPS-indeksi ei ole käyttökelpoinen luokituksessa						

Vuoden 2015 tulosten perusteella mikään tutkituista näytteistä ei edusta voimakasta veden happamuutta ja IPS-indeksiä voidaan käyttää laatuluokituksessa.

Kaivosalueen pohjoispuolella sijaitsevien Oulujoen suunnan havaintopaikkojen tila on parantunut edellisvuodesta ja kaikki ovat erinomaisessa laatuluokassa.

Eteläpuolisista Vuoksen vesistön suunnan pisteistä kaivosaluetta lähinnä sijaitsevat Lumijoki ja Kivijoki ovat hyvän ja erinomaisen laatuluokan rajalla. Kauempana sijaitsevat paikat ovat erinomaisessa laatuluokassa.

TDI-indeksi korreloi veden fosforitason kanssa siten että suurimmat arvot edustavat vähäravinteisuutta. Indeksissä havaitaan jonkin verran vuosien välistä vaihtelua, mutta useimmilla havaintopaikoilla voidaan nähdä laskeva suuntaus (kuva 1). Suuntauksen perusteella ravinteisuus näyttäisi hieman kasvaneen tutkituilla paikoilla. Yleisesti TDI-indeksi osoittaa kaikilla pisteillä niukkaravinteisuutta tai keskiravinteisuutta ja vastaa hyvin havaittua vedenlaatua. Kuormitusta kestävien lajien osuus (%PT) oli kaikissa näytteissä pieni (alle 10 %), eikä vesistöihin siten kohdistu merkittävää orgaanista kuormitusta.

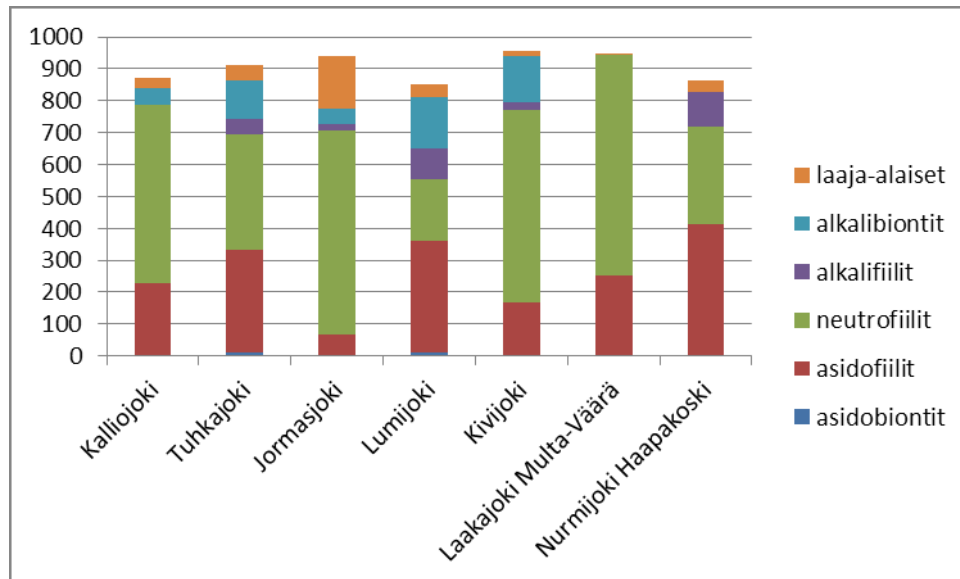


Kuva 1. TDI-indeksin kehitys vuosina 2008–2015.

4.2 Ekologiset jakaumat

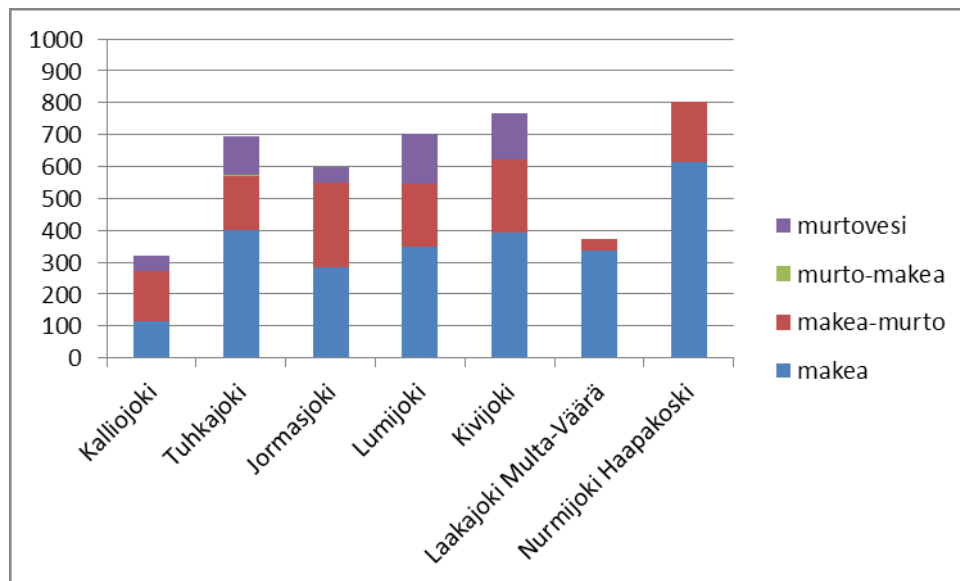
Lajien ekologista jakaumaa tutkittiin levien ravinnevaatimusten, saprobian, pH:n, suolaisuuden ja typpiaineenvaihdunnan suhteen sekä jakautumista makean- ja murtoveden lajistoon. Tässä raportissa keskitytään tarkastelemaan lajistoa erityisesti pH-, suolaisuus- ja trofiavaatimusten osalta. Kaikkien ekologisten jakaumien tulokset on esitetty liitteessä 6.

Laakajokea ja Nurmijokea lukuun ottamatta näytteissä havaitaan sekä happamuutta suosivaa että alkalisia oloja suosivaa lajistoa. Tämä viittaa veden pH-tasojen vaihteluun. Valtaosa lajistosta lukeutuu neutrofiileihin tai asidofiileihin (pH < 7) lajeihin (kuva 2). Alueen vesistöt ovat luontaisesti humuksen vaikutuksesta lievästi happamia, joten asidofiilien suuri osuus on vesistöille tyyppillistä. Kalliojoen, Lumijoen ja Kivijoen lajistossa on mm. vuonna 2014 havaittu luonnontilaa enemmän alkalisia oloja suosivaa/vaativaa lajistoa (alkalifilit, alkalibiontit). Alkalisiiin oloihin sopeutuneiden lajien osuus on monilla havaintopaikoilla pienentynyt vuoteen 2014 verrattuna.



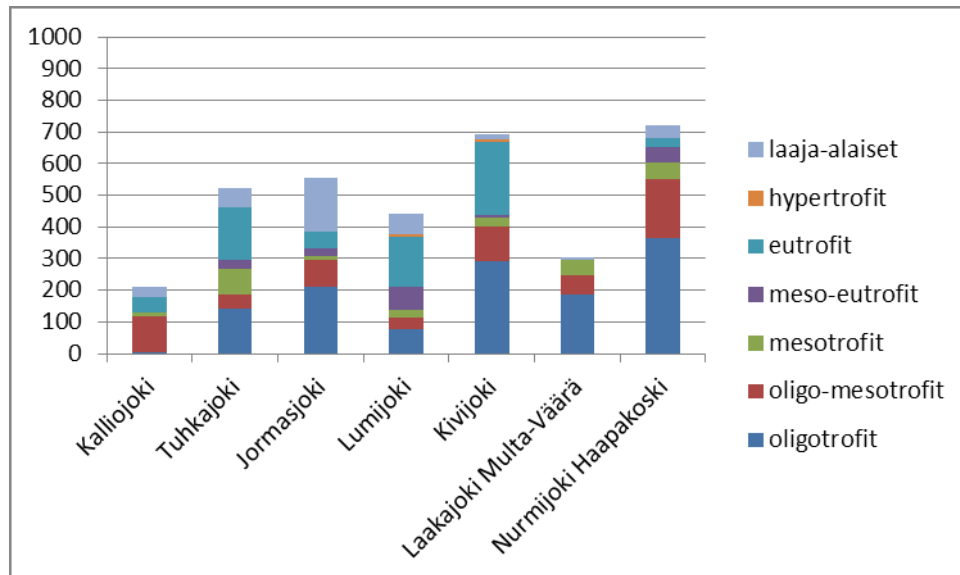
Kuva 2. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (‰) eri pH-tasojen suosiviin lajeihin virtavesinäytteissä.

Lajiston suolaisuusvaatimusten perusteella (kuva 3) lajisto poikkeaa normaalista lähes kaikilla havaintopaikoilla. Oulujoen suunnalla kaikista näytteistä ja Vuoksen suunnalla Lumijosta ja Kivijosta havaittiin jonkin verran murtovesilajiksi luokiteltua *Diatoma moniliformis* -piilevää. Laakajoki ja Nurmijoki ovat lajiston suolaisuusvaatimusten osalta lähinnä luonnontilaa eikä pisteillä havaittu murtovettä suosivaa lajistoa.



Kuva 3. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (‰) eri suolaisuustasojen suosiviin lajeihin jokinäytteissä.

Useimmissa näytteissä lajiston ravinteisuusvaatimukset (trofiataso) ovat tunnettu huonosti. Kaivosaluetta lähinnä sijaitsevilta havaintopaikoilta (Kalliojoki, Tuhkajoki, Lumijoki, Kivijoki) havaittiin enemmän runsasravinteisuutta suosivia eutrofeja kuin vähäravinteisuutta suosivia oligotrofeja (kuva 4). Laakajoen ja Nurmijoen näytteissä on suhteellisesti eniten niukka- tai keskisävyisissä (oligotrofit, oligo-mesotrofit) oloissa viihtyvää lajistoa, joka on tyypillistä alueen virtavesille.



Kuva 4. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (‰) eri trofiatasoja suosiviin lajeihin jokinäytteissä.

5. TULOSTEN TARKASTELU

5.1 Oulujoen suunta

IPS-indeksin perusteella Kalliojoen näyte edustaa erinomaista luokkaa. TDI-indeksi on hieman heikentynyt, mutta lajisto edustaa edelleen niukkaravinteisia oloja. Kalliojoen näytteessä tavattiin murtovesissä esiintyvää *Diatoma moniliformis* lajia, mutta osuus (5 %) oli laskenut vuodesta 2014. Kalliojoen sulfaattipitoisuus on pysynyt keskimäärin samana kuin vuonna 2014. Näytteen taksonimäärä jäi pieneksi, koska *Achnanthis minutissimum* muodostaa yli puolet lajistosta. Havaittu vedenlaatu tukee piilevästön perusteella tehtyjä johtopäätöksiä.

Tuhkajoen IPS-arvo sijoittui erinomaiseen laatuluokkaan. Myös Tuhkajoessa tavataan *D. moniliformis* lajia (12 %), joka suosii elektrolyyttipitoista vettä ja vaatii alkalisia oloja (pH yli 7). Näytteessä on myös kohtalaisesti *Eunotia*-lajistoa, jotka suosivat happamia olosuhteita, joten lajisto viittaa suuriin vaihteluihin vedenlaadussa. Veden pH-arvot ovat melko tasaisesti pysyneet välillä 6,1–6,5, joten happamuuden vaihtelu näyttää olevan melko vähäistä.

Jormasjoen IPS-arvon mukaan näytteen tila on erinomainen. Jormasjoen lajisto koostuu alueen humuksisille ja niukkaravinteisille vesille tyypillisestä lajistosta. Suolapitoista vettä suosivan *D. moniliformis* lajin osuus (5 %) on pysynyt edellisvuoteen verrattuna samana. Jormasjoen vedenlaatu on pysynyt vuoteen 2014 verrattuna vakaana ja piilevälajisto heijastaa vedenlaatua hyvin.

5.2 Vuoksen suunta

IPS-arvon perusteella Lumijoen näytteen laatuluokka on hyvän ja erinomaisen rajalla. Ekologisen tilan määrittelyyn liittyy kuitenkin epätarkkuutta, joka on seurausta toisaalta hyvin erilaisia ympäristövaatimuksia omaavien lajien ja toisaalta erilaisia olosuhteita sietävien lajien vuoksi. Tämä voi johtua mm. suurista vedenlaadun vaihteluista kesän aikana. Runsaimpina lajina esiintyi happamuutta suosiva *Eunotia minor*, joka sietää myös ravinnekuormitusta. Toiseksi runsaimpina esiintyi murtovesilajiksi luokiteltu *D. moniliformis*. Edellisvuoden tapaan näytteessä esiintyi myös epifyyttistä *A. minutissimum* -piilevää leveänä muotona, mikä viittaa heikentyneeseen vedenlaatuun. Näyte poikkeaa luonnontilaisesta mm. murtovesilajien osalta, mutta hieman yli puolet lajistosta voidaan kuitenkin katsoa kuuluvaksi tyypilliseen lajistoon. Lajisto heijastaa hyvin vedenlaatua, mm. pH-arvoissa ja ravinnetasoissa on helmi-syyskuussa ollut vaihtelua.

IPS-arvon perusteella Kivijoen näytteen laatuluokka on erinomaisen ja hyvän rajalla ja TDI osoittaa keskivälikäisiä oloja. Näytteen runsain laji oli *Gomphonema exilissimum*, jonka indikaattoriarvo on huono sillä laji esiintyy lähinnä neutraaleissa vesissä. Näytteessä esiintyy myös *G. par-*

vulum lajia, joka on *G. exilissimum* -piilevää leveämpi muoto ja indikoi rehevyyttä. Leveyden pystyy näkemään vain valva-puolelta, joten tuloksissa voi olla epätarkkuutta. Muita melko runsaana esiintyviä lajeja olivat *A. minutissimum* ja murtovesissä esiintyvä *D. moniliformis*, jonka osuus (15 %) on pysynyt ennallaan. Piilevälajisto kuvaa hyvin vedenlaatua ja lajistossa havaitaan luonnontilaisesta poikkeavia piirteitä.

Laakajoen tila on IPS-indeksin perusteella erinomainen. Lajisto edusti tutkimuksessa näytteessä luonnontilaisia humusvesiä, vastaten hyvin tutkittua vedenlaatua. Runsaimpina esiintyi yleinen epifyytti *A. minutissimum*. Tyypillisiä lajeja olivat *Eunotia*-, *Achnanthes*-, *Fragilaria*-, ja *Tabellaria*-sukujen lajit. Lajisto osoittaa niukkaravinteisia, lähellä luonnontilaa olevia olosuhteita, ja siten erinomaista ekologista tilaa.

Nurmijoen Haapakosken tila on IPS-indeksin perusteella erinomainen, tosin alhainen ACID-arvo tuo vähäistä epätarkkuutta tulokseen. Kokonaisuutena lajisto on normaalia suolaisuuden ja happamuuden suhteen. Näytteessä esiintyi tyypillinen humusvesien lajisto, mutta samalla havaittiin merkkejä lievästä rehevöitymisestä. Rehevyytason lievään nousuun viittaa planktisten lajien *Assterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua*, *Eunotia zasuminensis* esiintyminen. Havaitut fosforipitoisuudet edustavat niukkaravinteisuutta.

5.3 Vertailu edellisiin vuosiin

Laskettujen kuorien määrä on pysynyt melko vakiona kaikkina tutkimusvuosina. Taksonimäärä on pysynyt pääosin samana kuin edellisinä vuosina, mutta Tuhkajoella ja Lumijoella tavattiin huomattavasti enemmän taksoneita kuin vuonna 2014.

Kaivostoiminnan vaikutus on näkynyt erityisesti murtovettä (suolaisuutta) ja alkalisuutta (emäksisyyttä) suosivan lajiston lisääntymisenä. Vuonna 2008 murtovettä suosivia lajeja ei vielä juuri-kaan esiintynyt, mutta vuoden 2010 tutkimuksen jälkeen murtovesilajiston osuus on kasvanut. Vuonna 2014 murtovesilajistoa tavattiin runsaasti tai melko runsaasti Kalliojoen, Tuhkajoen, Lumijoen ja Kivijoen näytteistä. Tässä tutkimuksessa myös Jormasjoesta havaittiin murtovesilajeja. Laakajoen ja Nurmijoen näytteiden lajisto oli alueelle tyypillistä. Alueen virtavedet ovat tyypillisesti humuksisia ja lievästi happamia. Alkalisia oloja suosivien lajien osuus on hieman vähentynyt edellisvuodesta.

Pääasiassa orgaanista kuormitusta ja rehevöitymistä kuvaavan IPS indeksin perusteella vedenlaatu on pysynyt jotakuinkin samana tai parantunut hieman (taulukko 4). Oulujoen suunnan havaintopisteet ovat indeksin perusteella erinomaisessa tilassa. Vuoksen suunnalla Lumijoen ja Kivijoen indeksi on noussut edellisvuodesta.

TDI-indeksi korreloi fosforipitoisuuden kanssa ja kuvaa siten veden ravinteikkuutta. Tutkimuksen perusteella kaivoksen läheisyydessä sijaitsevilla jokivesillä on havaittavissa heikkenevää suuntausta (kuva 1). Yleisesti ottaen arvot kuvastavat niukkaravinteisuutta tai keskiravinteisuutta.

6. YHTEENVETO JA SUOSITUKSET

Piilevien seuranta toteutettiin syyskuussa 2015 kaikkiaan seitsemällä havaintopisteellä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kaivosalueen vaikutuksia läheisten virtavesien veden laatuun ja piilevayhteisöihin. Piilevät indikoivat vesistöjen ekologista tilaa, ravinteisuutta ja orgaanista kuormitusta. Piilevayhteisön säännöllisellä seurannalla voidaan havainnoida vesien tilan muutoksia.

Tulosten perusteella:

- *Taksonien määrä näyttää hieman nousseen. Tähän vaikuttaa jonkin verran vuosien välinen vaihtelu.*
- *Alueen vesistöt ovat luontaisesti lievästi happamia. Luonnontilaisesta poiketen Kalliojoen, Tuhkajoen, Jormasjoen, Lumijoen, Kivijoen ja Nurmijoen Haapakosken yhteisöissä esiintyy alkalisia (emäksisiä) oloja suosivia tai vaativia lajeja.*

- *Kaivostoiminnan vaikutuksista kertoo myös murtovesilajien esiintyminen näytteissä. Murto-vesilajeja esiintyy luonnontilaisesta poiketen Kalliojoen, Tuhkajoen, Jormasjoen sekä Kivijoen ja Lumijoen näytteissä.*
- *Jormasjoessa, Laakajoessa ja Nurmijoessa lajikoostumus ja indeksit osoittivat luonnontilaista tai lähes luonnontilaista tasoa, eikä kaivostoiminnan vaikutuksia tämän tutkimuksen perusteella todettu.*
- *Lajisto vastaa pääpiirteissään niukka-/keskiravinteista vedenlaatua, mutta mm. Kivijoen näytteissä tavattiin myös runsasravinteisuutta suosivia lajeja.*
- *IPS-indeksin perusteella vesistöt edustavat hyvää/erinomaista laatuluokkaa.*
- *TDI-indeksin arvot kuvastavat niukka-/keskiravinteisia oloja. Indeksissä voidaan havaita lievä heikkenevä suuntaus.*

Vuonna 2013 piilevätulosten tarkastelussa käytettiin ensimmäisen kerran ympäristöhallinnon käyttämiä ekologisen luokituksen indeksejä, jotka kuvaavat paikan tyyppilajistoa ja prosenttista mallinkaltaisuutta (Pöyry Oy 2014). Indeksit on kehitetty ensisijaisesti ympäristöhallinnon tarpeisiin liittyen EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin toimeenpanoon. Vuosittaisessa tarkkailussa suosittelemme vakiintuneiden IPS- ja TDI-indeksien käyttöä, jotka korreloivat vahvasti vedenlaatuun ja ovat helposti tulkittavia. Ekologisen luokittelun indeksien laskenta olisi kuitenkin hyvä suorittaa esimerkiksi 5-7 vuoden välein, jolloin laskennan tulosten tulkinnassa on käytettävissä laajempi aineisto.

7. 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.

Ecomonitor Oy, 2014. Kittilän kaivoksen vesistötarkkailu – piilevämääritykset syyskuu 2014. 4.11.2014. 11 s.

Eloranta, P., 2009. Kevitsan kaivoksen alapuolisten vesistöjen tarkkailu, Liite 5: Piilevätutkimusten tulokset 2009. Julkaisussa Lapin vesitutkimus Oy, 2010. Kevitsan kaivoksen rakentamista edeltävä vesistötarkkailu 2008–2009. 20173/2010.

Eloranta P., Karjalainen S., Vuori K-M., 2007. Piileväyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet. Ympäristöopas, 58 s. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu. ISBN 978-952-11-2570-6 (PDF)

European Standard EN 14407, 8/2004. Water quality - Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters.

Hakala, A. 2013. Agnico-Eagle Finland Oy. Kittilän kaivoksen biologinen tarkkailu pintavesissä – piilevät 2013. 7 s.

Oravainen, R 1999. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein varustettuna. 24 s.

Pöyry Oy, 2012. Tuotantovaiheen ja tuotannon ylösajovaiheen (Ramp Up) tarkkailusuunnitelma. 18.2.2012.

LIITE 1

ECOMONITOR OY:N RAPORTTI SYYSKUUN 2015 PIILEVÄTUTKIMUKSISTA



Raportti 28.09.2015

Juha Miettinen

Talvivaaran kaivoksen vesistötarkkailu
– piilevämääritykset syyskuu 2015



Raportti 28.09.2015

Juha Miettinen

Piilevämääritykset syyskuu 2015

Ecomonitor Oy
Länsikatu 15
80110 JOENSUU

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

Tekijä: Juha Miettinen, FT

Tilaaja: Ramboll Finland Oy
Katariina Koikkalainen
Niemenkatu 73
15140 LAHTI

SISÄLTÖ

JOHDANTO	4
MENETELMÄT	4
TULOKSET	6
TULOSTEN TARKASTELU	8
KIRJALLISUUS	11
MÄÄRITYSKIRJALLISUUS	11

JOHDANTO

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

Tässä työssä tutkittiin seitsemän kappaletta Ramboll Oy:n syyskuussa 2015 keräämää piilevänäytettä kaivosalueen etelä- ja pohjoispuolisista virtavesistä (Taulukko 1). Tavoitteena on seurata virtavesien ekologista tilaa, ja luokitella tutkittujen vesimuodostumien ekologinen tila pohjalevien osalta.

Kaikki määritykset on tehnyt FT Juha Miettinen. Määritysaineisto on saatavissa digitaalisessa muodossa taulukkoina sekä Omnidia-ohjelmiston siirtotiedostona.

Taulukko 1. Tutkitut virtavesinäytteet.

Paikka	Sijainti	KKJ (Y)	KKJ (X)	pvm
Lumijoki	etelä 6 km	7093110	3545530	10.9.2014
Kivijoki	etelä 10 km	7090880	3545040	10.9.2014
Laakajoki Multa-Väärä	etelä 20 km	7079230	3543868	9.9.2014
Nurmijoki Haapakoski	etelä 30 km	7073260	3538160	9.9.2014
Kalliojoki	pohjoinen 3 km	7102660	3550970	10.9.2014
Tuhkajoki	pohjoinen 8 km	7105380	3554310	10.9.2014
Jormasjoki	pohjoinen 20 km	7114700	3553300	11.9.2014

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).

Määrittystulosten pohjalta laskettiin **Omnidia v. 5.2**-ohjelmistolla (päivitysversio 2015) piileväindeksien arvot (/20) kullekin näytteelle, sekä erilaisiin ekologisiin ryhmiin kuuluvien piilevien osuuksia (ekologiset jakaumat).

Suomessa virtavesien päällyslievien perusteella määntyvät ekologisten laatuluokkien rajat määritellään IPS-indeksin (*Indice de polluo-sensitivité*, Cemagref 1982) arvoina (Taulukko 2), minkä lisäksi muita indeksejä ja ekologisia jakaumia voidaan käyttää apuna ekologisen laadun luokituksessa erityisesti humuspitoisissa vesissä. IPS-arvo osoittaa lähinnä veden ravinnetasoa (orgaaninen ja epäorgaaninen kuormitus); muiden tekijöiden merkitys on arvioitava eri menetelmillä. 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 päällyslievillä Suomen ympäristökeskuksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen luokitteluoppaan ”Pintavesien ekologisen luokittelun vertailuolot ja luokan määrittäminen”, 15.1.2008, mukaan.

Laatuluokka	Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Heikko
IPS-indeksin arvo	17–20	15–17	12–15	9–12	0–9

IPS-tulosten lisäksi esitetään Suomessa käytettyjen 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 kuormitusta sietävien lajien osuutta (%PTV; Pollution Tolerant Values), joka kertoo orgaanisesta likaantumisesta.

Happamissa vesissä Omnidian laskemat indeksit pyrkivät 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

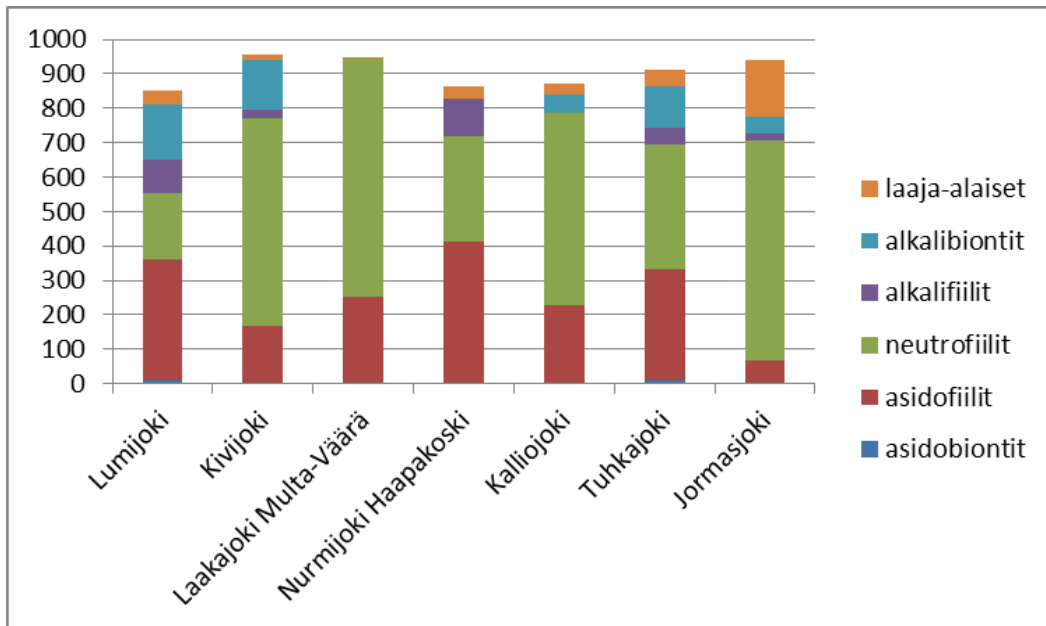
Taulukossa 4 on esitetty aineiston perustiedot ja tärkeimmät Omnidia-ohjelmiston laskemat muuttujat.

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

Joki	Yksiköt	Taksonit	ACID	IPS	TDI	%PT	Luokka
Lumijoki	422	34	4,73	16,8	11,2	0,5	Hyvä/Erinomainen
Kivijoki	433	21	5,88	17,2	11	9,2	Erinomainen/Hyvä
Laakajoki	420	24	5,86	19,7	13,6	0	Erinomainen
Nurmijoki	414	36	4,23	19,1	14,3	2,2	Erinomainen
Kalliojoki	437	15	5,93	19,3	13,8	0	Erinomainen
Tuhkajoki	410	40	5,04	18	13,1	4,4	Erinomainen
Jormasjoki	425	24	6,25	19,3	10,9	0	Erinomainen

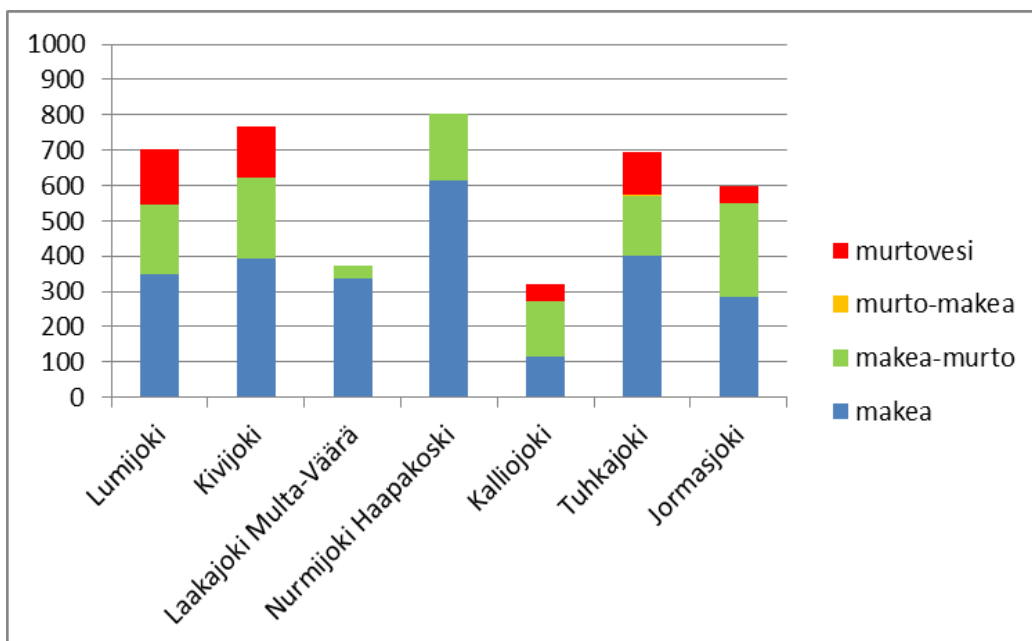
ACID-arvojen perusteella yksikään näyte ei edusta voimakasta veden happamuutta. IPS:n perusteella kaivosalueen eteläpuolella lähimmät näytepaikat Lumijoki ja Kivijoki ovat hyvän ja erinomaisen laatuluokan rajalla, ja muut paikat erinomaisessa laatuluokassa.

Ekologisista jakaumista tarkasteltaessa lajistojen pH-vaatimuksia (Kuva 1), nähdään että Laakajokea ja Nurmijokea lukuun ottamatta näytteissä havaitaan sekä happamuutta suosivaa asidofiilia lajistoa, että pH-tasoa yli 7 vaativia alkalibiontteja piileviä. Tämä viittaa voimakkaisiin vaihteluihin veden pH-tasossa. Alueen vesistöt ovat luontaisesti humuksen vaikutuksesta lievästi happamia, joten Laakajoen näyte edustaa lähinnä alueen luonnontilaista jokea.



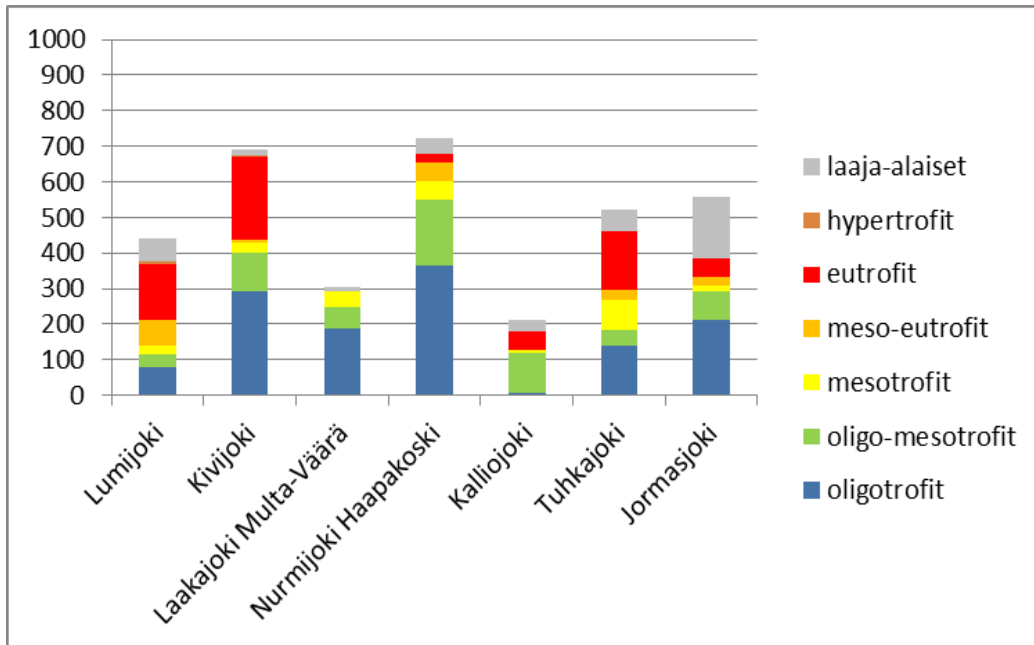
Kuva 1. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (‰) eri pH-tasojen suosiviin lajeihin virtavesinäytteissä.

Kuvassa 2 esitetään lajitojen suolaisuusvaatimukset eri näytteissä. Sekä kaivoksen etelän että pohjoisen puolissa näytteissä havaitaan jonkin verran murtoveden lajiksi luokiteltua lajia *Diatoma moniliformis*.



Kuva 2. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (‰) eri suolaisuustasojen suosiviin lajeihin jokinäytteissä.

Ravinteisuusvaatimukset (trofiataso) ovat huonosti tunnettuja useimpien näytteiden lajistoille (Kuva 3). Runsasravinteisuutta suosivia eutrofeja on kuitenkin enemmän kuin vähäravinteisuutta suosivia oligotrofeja Lumijoen, Kivijoen, Kalliojoen ja Tuhkajoen näytteissä.



Kuva 3. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (‰) eri trofiatasoja suosiviin lajeihin jokinäytteissä.

TULOSTEN TARKASTELU

Lumijoki

Näytteessä runsain laji on happamuutta suosiva *Eunotia minor*, joka sietää myös ravinnekuormitusta. Toiseksi runsain laji noin 15 %:n osuudella on murtoveden lajiksi luokiteltu *Diatoma moniliformis*, ja lähes yhtä suurella osuudella esiintyy epifyyttinen *Achnanthydium minutissimum*. *A. minutissimum* esiintyy keskimäärin leveinä muotoina (solujen leveys > 2.8 µm), mikä viittaa heikentyneeseen vedenlaatuun.

Näytteen edustaman ekologisen tilan määrittely on tavallista epätarkempaa, toisaalta hyvin erilaisia ympäristövaatimuksia omaavien lajien, ja toisaalta erilaisia olosuhteita sietävien lajien vuoksi.

Tämä voi johtua mm. suurista vaihteluista veden laadussa kesän aikana. IPS-arvo luokittaa näytteen hyvän ja erinomaisen laatuluokan rajalle, ja TDI-arvo osoittaa keskiravinteisia olosuhteita. Näyte poikkeaa luonnontilaisesta mm. murtoveden lajin esiintymisen vuoksi, mutta hieman yli puolet näytteen piilevien koostumuksesta voidaan katsoa kuuluvan tyypilliseen lajistoon.

Kivijoki

Kivijoen näytteessä havaitaan vähemmän happamuutta suosivaa *Eunotia*-lajistoa kuin Lumijoessa. Murtovesissä esiintyvä *Diatoma moniliformis* havaitaan edelleen noin 15 %:n osuudella.

Tutkitun näytteen perusteella Kivijoen vesi on vähemmän hapanta kuin Lumijoessa, ja ainakin ajoittain vesi on ollut suolaista. IPS-arvo luokittaa näytteen erinomaisen ja hyvän laatuluokan rajalle, ja TDI-arvo osoittaa lähinnä keskiravinteisia olosuhteita.

Laakajoki

Näytteestä yli puolet muodostaa erittäin yleinen epifyytti *Achnanthydium minutissimum*. Näytteessä on runsaasti happamia humusvesiä suosivia *Eunotia*-suvun lajeja, sekä muita luonnontilaisten vesien lajeja (*Gomphonema exilissimum*, *Tabellaria flocculosa*). Lajisto osoittaa vähäravinteista, lähellä luonnontilaa olevaa ekologista tilaa Laakajoessa päällykslevästön osalta.

Nurmijoki Haapakoski

Haapakosken näytteessä havaitaan tyypillinen humusvesien päällykslevälajisto, sekä lisäksi joitain merkkejä lievästä rehevöitymisestä (planktiset *Asterionella formosa*, *Aulacoseira ambigua*, *Eunotia zasuminensis*). Lajisto kokonaisuutena on veden suolaisuuden ja happamuuden osalta normaalia, mutta viittaa lievään rehevöitymiseen. IPS-arvo osoittaa erinomaista tilaa, mutta happamuuden (ACID-arvo 4,23) vuoksi IPS on taipuvainen antamaan korkeita arvoja.

Kalliojoki

Kalliojoen näytteessä havaitaan murtovesissä esiintyvä *Diatoma moniliformis* vain noin 5 %:n osuudella. Muu lajisto on normaalia, ja osoittaa lähinnä vähäravinteisia olosuhteita (fosforipitoisuus) ja humuksisuutta. *Achnanthidium minutissimum* muodostaa yli puolet piilevien koostumuksesta, ja siten näytteessä havaitaan pieni taksonimäärä.

IPS-arvo sijoittuu erinomaiseen luokkaan, ja TDI-arvo osoittaa vähäravinteisia olosuhteita. Suolaisen veden lajin esiintyminen tosin osoittaa pienemmälläkin osuudella voimakkaita veden laadun muutoksia joskin vain lyhytaikaisesti.

Tuhkajoki

Diatoma moniliformis esiintyy Tuhkajoessa Kalliojokea suuremmalla osuudella (n. 12 %). *D. moniliformis* vaatii pH-tasoa yli 7, mutta näytteessä on huomattava osuus myös happamuutta suosivaa *Eunotia*-lajistoa. Lajisto viittaa siten suuriin vaihteluihin veden laadussa.

Muuten näyte koostuu pääosin tyypillisistä *Achnanthidium*-, *Eunotia*- ja *Gomphonema*-sukujen lajeista. IPS-arvo sijoittuu erinomaiseen laatuluokkaan.

Jormasjoki

Jormasjoen näytteessä *Diatoma moniliformis* havaittiin edelleen n. 5 %:n osuudella. Muuten näyte koostuu tyypillisestä humuksisen ja oligotrofisen joen lajistosta, runsaimpina lajeina *Achnanthidium minutissimum*, *Gomphonema exilissimum* ja *Eunotia bilunaris*. IPS-arvo luokittaa näytteen erinomaiseksi.

KIRJALLISUUS

- Andrén, C. and Jarlman, A. (2008). Benthic diatoms as indicators of acidity in streams. *Fundamental and Applied Limnology* 173/3 : 237-253.
- 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. 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

- Krammer K. & Lange-Bertalot H. 1986-1991. Bacillariophyceae. Teil 1-4. *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, Band 4/1-4. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- 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. (ed. 2011) *Diatomeen im Süsswasser-Benthos von Mitteleuropa*. A.R.G. Gantner-Verlag K.G.
- Krammer K. (2002) *Diatoms of Europe*, vol. 3. *Cymbella*. A.R.G. Gantner Verlag K.

LIITE 2
KARTTA TUTKIMUSALUEESTA

● Piilevätarkkailupiste

□ Kaivospiiri

● Jormasjoki

● Tuhkajoki

● Kalliojoki

● Lumijoki

● Kivijoki

● Laakajoki Multa-Väära

● Nurmijoki Haapakoski

0 20,00
kilometres



LIITE 3
PIILEVÄNÄYTTEENOTON YHTEYDESSÄ OTETTUJEN YLIMÄÄRÄISTEN
VESINÄYTTEIDEN TUTKIMUSTODISTUKSET

Tutkimustodistus

1/1

Projekti: 1510016678-010/4

Terrafame Oy

Talvivaarantie 66
88120 TUHKAKYLÄ

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, pintavesien biologinen tarkkailu

Näytteenottopvm: 14.9.2015

Näyte saapui: 16.9.2015

Näytteenottaja: Jarno Lappalainen

Analysointi aloitettu: 16.9.2015

Pintavesi

			Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Laakajo- ki, Mul- taväärä	Nurmi- joki, Haapa- koski			
Näytenumero	15VV 02894	15VV 02895			
MÄÄRITYKSET					
Väriluku	100	40	mg Pt/l	RA2014*	L
pH	6,0	6,0		RA2000*	L
Sähkönjohtavuus	8,0	6,2	mS/m	RA2013*	L
Alkaliteetti	0,030	0,039	mmol/l	RA2001*	L
Kiintoaine (GF/C)	<2,0	<2,0	mg/l	RA2029*	L
CODCr	<25	27	mgO2/l	RA2011*	L
Typpi (N), kokonais-	310	320	µg/l	RA2085*	L
Fosfori (P), kokonais-	11	13	µg/l	RA2008*	L

* FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Ramboll Analytics



Paula Jäntti

FM, limnologi, +358 50 434 4095

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa

Jakelu katariina.koikkalainen@ramboll.fi; jarno.lappalainen@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

LIITE 4
PIILEVÄLAJILISTA

Taksoni	Koodi	Huom.	Lumijoki	Kivijoki	Laakajoki Multa- Vaara	Nurmijoki Haapakoski	Kalliojoki	Tuhkajoki	Jormasjoki
ACHNANTHES J.B.M. Bory de St. Vincent	ACHN		3	0	3	4	0	1	0
Achnanthes linearoides Lange-Bertalot	ALIO		0	0	2	0	0	0	1
Achnanthidium catenatum (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	ADCT		0	0	2	0	0	2	0
Achnanthidium helveticum (Hustedt) Monnier Lange-Bertalot & Ector	ADHE		1	0	0	5	0	5	0
Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki group 2	ADM2	2.2-2.8 um leveät lajiryhmä	0	79	239	29	239	82	147
Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki group 3	ADM3	lajiryhmä	66	0	0	0	0	0	0
Adlafia minuscula (Grunow) Lange-Bertalot	ADMS		0	6	1	7	0	0	0
Asterionella formosa Hassall	AFOR		0	0	0	21	0	0	0
Aulacoseira alpigena(Grunow) Krammer	AUAL		0	0	1	0	0	0	0
Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen	AAMB		0	0	0	11	0	0	0
Aulacoseira distans (Ehr.)Simonsen	AUDI	s.l.	0	0	0	9	0	2	2
Aulacoseira distans(Ehr.) Simonsen var. tenella (Nygaard) Ross in Hartley	AUDT		0	0	0	0	0	0	4
Aulacoseira lacustris (Grunow) Krammer	AULC		0	0	0	9	0	0	0
Aulacoseira lirata (Ehr.) Ross in Hartley	ALIR		5	0	0	6	2	0	4
Aulacoseira subarctica (O.Muller) Haworth	AUSU		0	1	6	7	0	0	0
Aulacoseira valida(Grunow)Krammer	AUVA		0	0	0	2	0	0	0
Brachysira brebissonii Ross in Hartley ssp. brebissonii	BBRE		0	0	0	1	0	0	0
Brachysira garrensis (Lange-Bertalot & Krammer) Lange-Bertalot	BGAR		24	8	0	0	35	0	6
Brachysira neoexilis Lange-Bertalot	BNEO		12	27	2	8	50	7	7
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve	CBAC		0	0	0	0	0	1	0
Cavinula jaernefeltii (Hustedt) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	CJAR		0	0	0	2	0	0	0
Cyclotella meneghiniana Kützing	CMEN		0	0	0	0	0	3	0
Cyclotella rossii Hlkansson	CROS		0	0	0	0	0	0	1
Diatoma mesodon (Ehrenberg) Kützing	DMES		0	0	0	0	0	0	2
Diatoma moniliformis Kützing ssp.moniliformis (moniliforme?)	DMON		67	63	0	0	22	49	21
Encyonema neogracile Krammer	ENNG		0	0	0	9	0	2	0
Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	ESLE		0	0	2	2	0	2	0
Encyonopsis subminuta Krammer & Reichardt	ESUM		2	0	0	0	0	0	0
EUNOTIA C.G. Ehrenberg	EUNO		6	4	2	7	14	6	1
Eunotia bilunaris (Ehr.) Mills var. bilunaris	EBIL		18	7	2	15	15	20	70
Eunotia botuliformis Wild, Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	EBOT		6	0	0	0	18	27	0
Eunotia implicata Nörpel-Schempp Alles & Lange-Bertalot in Alles & al.	EIMP		17	14	0	0	2	14	0
Eunotia incisa Gregory var.incisa	EINC		0	0	14	69	0	0	0
Eunotia meisterioides Lange-Bertalot	EMEO		0	4	14	2	0	6	0
Eunotia minor (Kützing) Grunow in Van Heurck	EMIN	s.l.	83	20	28	28	26	30	14
Eunotia muscicola Krasske var. tridentula Norpel et Lange-Bertalot	EMTR		0	0	3	0	0	0	0
Eunotia naegelii Migula	ENAE		0	0	0	2	0	1	0
Eunotia paludosa Grunow	EUPA	cf.	2	0	0	0	0	0	0
Eunotia rhomboidea Hustedt	ERHO		19	0	27	17	0	13	0
Eunotia serra Ehrenberg var.serra	ESER		0	0	0	2	0	0	0
Eunotia tenella (Grunow in Van Heurck) Hustedt in Schmidt & al	ETEN		0	0	2	0	0	2	0
Eunotia zasuminensis (Cabejszekowna)Körner	EZAS		0	0	0	28	0	0	0
Fallacia vitrea (Oestrup) D.G. Mann	FVTR		1	0	0	0	0	0	0
Fragilaria capucina Desmazieres	FCAP	lajiryhmä	5	8	0	0	4	0	4
Fragilaria famelica (Kützing) Lange-Bertalot var. famelica	FFAM		2	0	0	0	0	0	0
Fragilaria gracilis Rstrup	FGRA		1	14	10	18	0	8	24
Frustulia crassinervia (Breb.) Lange-Bertalot et Krammer	FCRS		2	0	0	0	0	1	0
Frustulia erifuga Lange-Bertalot & Krammer	FERI		0	0	1	2	0	2	0
Frustulia krammeri Lange-Bertalot & Metzeltin	FKRA		2	0	0	0	0	0	0
Frustulia saxonia Rabenhorst	FSAX		0	0	0	1	0	0	0
GOMPHONEMA C.G. Ehrenberg	GOMP		2	0	0	0	2	10	11
Gomphonema clavatum Ehr.	GCLA	s.l.	0	0	0	0	0	0	6
Gomphonema exilissimum(Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	GEXL		0	120	16	14	2	31	82
Gomphonema parvulus Lange-Bertalot & Reichardt	GPVL	cf.	8	0	0	2	0	0	6
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing var. parvulum f. parvulum	GPAR		0	38	0	0	0	15	0
Gomphonema varioeduncum Jüttner, Ector, Reichardt, Van de Vijver & Cox	GVRD	cf.	11	0	0	1	3	4	0
Karayevia suchlandtii (Hustedt) Bukhtiyarova	KASU		0	0	0	9	0	2	0
Microcostatus maceria (Schimanski) Lange-Bertalot. Kusber & Metzeltin	MMAC		0	2	0	0	3	7	0
NAVICULA J.B.M. Bory de St. Vincent	NAVI		6	0	0	0	0	2	0
Navicula heimansioides Lange-Bertalot	NHMD	cf.	0	5	2	0	0	1	0
Navicula rhynchocephala Kützing	NRHY		5	0	0	0	0	1	1
Navicula subtilissima Cleve	NSUB		0	0	0	0	0	3	0
Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer in Krammer & Lange-Bertalot	NEAM		1	0	0	0	0	0	0
NITZSCHIA A.H. Hassall	NITZ		4	3	0	0	0	5	0
Nitzschia acidoclinata Lange-Bertalot	NACD		0	0	0	0	0	4	0
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow ssp.dissipata	NDIS		31	0	0	0	0	11	0
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var. palea	NPAL		2	2	0	0	0	0	0
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var.debilis(Kützing)Grunow in Cl. & Grun	NPAD		0	0	0	0	0	1	0
Pinnularia gibba Ehrenberg	PGIB		3	0	0	0	0	0	0
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg	PVIR		0	0	0	0	0	2	0
Psammothidium subatomoides (Hustedt) Bukhtiyarova et Round	PSAT	cf.	0	0	5	0	0	0	0
Reimeria sinuata (Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN		0	0	0	0	0	1	0
Rossthidium petersenii (Hustedt) Round & Bukhtiyarova	RPET		0	0	16	4	0	0	0
Stauroforma exiguiiformis (Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	SEXG		0	0	0	12	0	0	0
Staurosira brevistriata (Grunow) Grunow	SBRV		0	0	0	0	0	0	2
Staurosira construens Ehrenberg	SCON		0	4	0	0	0	0	4
Surirella linearis W.M.Smith in Schmidt & al.	SLIN		1	0	0	0	0	0	0
Tabellaria fenestrata (Lyngbye) Kützing	TFEN		0	0	0	32	0	0	4
Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing	TFLO		2	4	20	17	0	24	0
Ulnaria danica (Kützing) Compère et Bukhtiyarova	UDAN		0	0	0	0	0	0	1
Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère	UULN		2	0	0	0	0	0	0

LIITE 5
PIILEVÄINDEKSIEN TULOKSET

No	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351
Joki	Lumijoki	Kivijoki	Laakajoki Multa-Väärä	Nurmijoki Haapakoski	Kalliojoki	Tuhkajoki	Jormasjoki
Etäisyys	etelään 6 km	etelään 10 km	etelään 20 km	etelään 30 km	pohjoiseen 3 km	pohjoiseen 8 km	pohjoiseen 20 km
KKJ-Y	7093110	7090880	7079230	7073260	7102660	7105380	7114700
KKJ-X	3545530	3545040	3543868	3538160	3550970	3554310	3553300
pvm	10.9.2015	10.9.2015	9.9.2015	9.9.2015	10.9.2015	10.9.2015	11.9.2015
Yksiköt	422	433	420	414	437	410	425
Taksonit	34	21	24	36	15	40	24
ACID	4,73	5,88	5,86	4,23	5,93	5,04	6,25
IPS	16,8	17,2	19,7	19,1	19,3	18	19,3
TDI	11,2	11	13,6	14,3	13,8	13,1	10,9
%PT	0,5	9,2	0	2,2	0	4,4	0
Luokka	Hyvä/Erinomainen	Erinomainen/Hyvä	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen
SLA	15,9	14,5	16,5	16,9	15,7	15,8	16,2
DESCY	18,8	15	16,9	18,8	16,7	18	18,3
IDSE/5	4,37	3,99	4,38	4,22	4,53	4,18	4,35
SHE	15,1	13,4	16,8	16	17,1	14,6	16,4
WAT	12,7	12,4	16,9	13,2	15,7	13,9	13,9
GENRE	17	15,7	17,7	18	18,1	16,7	16,6
CEE	17,7	15,4	0	18,5	19,6	17,2	19,1
IBD	20	20	20	20	20	20	20
IDAP	15,2	8,3	15,2	10	0	12,4	15,2
EPI-D	15,5	13,9	18,2	18,2	16,4	15,5	17,1
DI_CH	15	13,2	17,4	15,3	15,7	14,1	15,6
IDP	13,4	7,1	11,7	13,7	17,6	9,4	14,7
LOBO	2,5	7,6	2,1	1,6	1,8	3,7	1,4
SID	15,7	15,4	19,3	19,2	17,2	16,5	15,9
TID	12,6	13,5	17,4	16,7	13,7	13,7	15,6

LIITE 6
PIILEVIEN EKOLOGISET JAKAUMAT

PREP. N° Van Dam ym. (1994) mukaan	Ekologiset jakaumat						
	Kalliojoki	Tuhkajoki	Jormasjoki	Lumijoki	Kivijoki	Laakajoki Multa-Väärä	Nurmijoki Haapakoski
	‰	‰	‰	‰	‰	‰	‰
pH							
asidobiontit	0	10	0	9	0	0	2
asidofiilit	227	322	68	353	166	250	411
neutrofiilit	561	361	638	192	605	693	307
alkalifiilit	0	51	19	97	23	2	106
alkalibiontit	50	120	49	159	145	0	0
laaja-alaiset	34	49	165	43	16	5	36
SUOLAISUUS							
makea	114	402	285	348	393	336	616
makea-murto	158	166	266	197	231	38	186
murto-makea	0	7	0	0	0	0	0
murtovesi	50	120	49	159	145	0	0
N-HETEROTROFIA							
autotrofit herkat	160	320	329	128	404	295	572
autotrofit kestävät	34	102	167	142	16	10	130
heterotrofit fakult.	0	44	0	0	88	0	0
heterotrofit	0	0	0	5	5	0	0
HAPPIPITOISUUS							
100 %	5	237	313	90	342	290	551
75 %	149	107	181	147	79	10	121
50 %	0	10	0	12	0	5	31
30 %	0	39	2	17	92	0	0
10 %	0	7	0	0	0	0	0
SAPROBIA							
oligosaprobitt	178	271	344	313	432	314	534
beta-mesosaprobitt	43	156	198	147	67	55	249
alfa-mesosaprobitt	0	5	0	7	0	5	5
meso-polysaprobitt	0	44	0	5	88	0	0
polysaprobitt	0	0	0	5	5	0	0
TROFIATASO							
oligotrofit	5	141	212	78	291	186	365
oligo-mesotrofit	114	44	82	36	109	60	184
mesotrofit	9	83	14	24	28	48	53
meso-eutrofit	0	29	24	73	9	0	51
eutrofit	50	163	52	159	233	0	27
hypertrofit	0	0	0	5	5	0	0
laaja-alaiset	34	61	172	66	16	10	41
KOSTEUS							
akvaattiset	0	10	16	0	12	33	121
aerofiilit sat.	114	39	42	52	62	40	242
akvaattiset-aero	43	366	358	227	427	160	200
aerofiilit	59	73	33	201	60	69	85
terrestriset	0	0	0	0	0	0	0