

Vastaanottaja  
**Boliden Kevitsa Mining Oy**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**28.2.2017**

Viite  
**1510022875**

# **BOLIDEN KEVITSA MINING OY** **PIILEVÄSEURANTA 2016**



**BOLIDEN KEVITSA MINING OY**  
**PIILEVÄSEURANTA 2016**

Laatija **Anna Hakala**  
Tarkastaja **Sanna Sopanen**  
Kuvaus **Raportti piilevätarkkailusta vuonna 2016**

Viite 1510022875-006

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>NÄYTTEENOTTO JA AINEISTON ANALYSOINTI</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>PINTAVESIEN LAATU</b>	<b>2</b>
3.1	Mataraoja	2
3.2	Kitinen	2
3.3	Viivajoki	2
<b>4.</b>	<b>PIILEVÄYHTEISÖT</b>	<b>3</b>
4.1	Lajisto ja piileväindeksit	3
4.2	Piilevien ekologiset jakaumat	4
<b>5.</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>8</b>
<b>6.</b>	<b>KIRJALLISUUS</b>	<b>8</b>

## LIITTEET

### **Liite 1**

Kartta tutkimusalueesta

### **Liite 2**

Vesinäytteiden tulokset

### **Liite 3**

Ecomonitor Oy:n raportti piilevätutkimuksista

### **Liite 4**

Piilevälajilista

### **Liite 5**

Piileväindeksien tulokset

### **Liite 6**

Piilevien ekologiset jakaumat

## 1. JOHDANTO

Boliden Kevitsa Mining Oy:n Kevitsan kaivoksella louhitaan nikkeliä, kuparia, kultaa, kobolttia ja platinaryhmän metalleja. Kaivoksen tuotteita ovat nikkeli- ja kuparirikasteet.

Boliden Kevitsa Mining Oy:n Kevitsan kaivoksen ympäristötarkkailun ja muun ympäristön tilan seurannan osana on tutkittu piileväyhteisön koostumusta vuosina 2009, 2012 sekä Mataraojan ja Kitisen osalta kahdesti vuonna 2014, vuonna 2015 sekä tuoreimpana tutkimuksena tässä raportissa esitetty vuoden 2016 tutkimus. Tarkkailuohjelman (Ramboll Finland Oy 2015, päivitetty 2.10.2015) mukaisesti piilevätarkkailua toteutetaan jatkossa vuosittain.

Piilevätutkimuksen avulla pyritään täydentämään veden laadun seurantatietoja. Piileviä esiintyy kaikissa vesistöissä ja ne muodostavat merkittävän osan perustuottajista etenkin pienissä virtavesissä. Virtavesien kivipinnoilla kasvavat piilevät saavat kaiken ravintonsa ympäröivästä vedestä ja siten leväyhteisön rakenne kuvastaa hyvin vesistön ekologista laatua ja rehevyyttä sekä vesistöön mahdollisesti kohdistuvaa kuormitusta. Lajiyhteisöt ovat usein hyvin monipuolisia ja yhdenkin piilevänäytteen perusteella saadaan fysikaalis-kemiallista vedenlaadun seurantaa tukevaa ja täydentävää tietoa vesistön tilasta. Voimakkaimmin piileväyhteisön rakenteeseen vaikuttavat vesistön pH-tasoon ja suolapitoisuuteen liittyvät tekijät, veden ravinnepitoisuudet sekä esimerkiksi metallikuormitus. Erityisesti vähäravinteisten virtavesien piileväyhteisöt reagoivat jopa viikossa veden laadussa tapahtuneisiin muutoksiin.

## 2. NÄYTTEENOTTO JA AINEISTON ANALYSOINTI

Näytteet otettiin tarkkailuohjelman mukaisesti 12.–14.9.2016 Mataraojasta, Kitisestä ja Viivajoesta virtavesien biologisten näytteiden seurantapaikoilta, joiden perustiedot on koottu taulukkoon 1. Näytteenottoaikat on esitetty kartalla liitteessä 1. Tutkimuspisteiden nimistöä yhdenmukaistettiin vastaamaan vedenlaadun havaintopaikkojen nimistöä niiltä osin kun pisteet ovat samat.

**Taulukko 1. Piilevien näytteenottoalueiden sijaintitiedot ja kuvaus kohteesta.**

Kohde	Päivitetty nimi	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)	Kuvaus kohteesta	Vedenlaatumietto
Mataraoja 2	KevS-4	493735-7509286	50-100 m Kevitsaan menevän tien sillan yläpuolella	KevS-4
Mataraoja 3	Mataraoja 3	492675-7505333	Kiviportinkoski	näyte
Mataraoja 5	KevS-10	491123-7502880	50 m Mataraojan metsäautotien sillan yläpuolella	KevS-10
Viivajoki 2	Viivajoki 2	499897-7503938	800 m Mustaselkään menevän metsäautotien sillan yläpuolella	näyte
Kitinen, Petkula	KevS-8	490075-7506749	Länsiranta, Petkulan kylä	KevS-8
Kitinen, Mataraoja yp	Kitinen Mataraoja yp	490539-7503594	Itäranta, n. 1,4 km Mataraojan suusta ylävirtaan	KevS-11

Näytteenotossa, näytteiden käsittelyssä ja laskennassa noudatettiin standardien SFS-EN 13946 ja SFS-EN 14407 ja ympäristöhallinnon ohjeistusta (Eloranta ym. 2007). Näytteet otettiin virtavesistä kivipinnoilta. Pisteiltä tai niiden välittömässä läheisyydessä olevilta vedenlaadun seurantapaikoilta otettiin vesinäytteet piilevänäytteenoton yhteydessä, näytetulokset on koottu liitteeseen 2 ja yhteenveto vedenlaadusta kappaleeseen 3. Näytteet otti Mika Kallo 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 3). Piileväindeksien arvot ja lajiston ekologiset jakaumat laskettiin Ecomonitor Oy:ssä Omnidia v. 5.2 -ohjelmiston avulla.

**Taulukko 2. Näytteenottoalueiden kenttähavainnot (virtausnopeus I = nopea virtaus >0,5 m s<sup>-1</sup>, II = keskinopea virtaus 0,2-0,5 m s<sup>-1</sup>, III = hidaskvirtaus <0,2 m s<sup>-1</sup>. Varjostus ja peittävyys + = vähän (<10 % näytteenottoaikasta, ++ kohtalaisesti (n. 10-50 %), +++ runsaasti (>50 %))**

Kohde	Päivitetty nimi	pvm	lämpötila	näytesyvyys	virtausnopeus	varjostus	peittävyys kivillä
Mataraoja 2	KevS-4	12.9.2016	10,2	n. 45 cm	III	+	org./savi ++
Mataraoja 3	Mataraoja 3	14.9.2016	9,5	20-45 cm	II	+	sammal + org./savi ++
Mataraoja 5	KevS-10	12.9.2016	9,8	n. 40 cm	II	+	org. / savi +
Viivajoki 2	Viivajoki 2	14.9.2016	8,0	n. 45 cm	II	+	sammal + org./savi +
Kitinen, Petkula	KevS-8	12.9.2016	10,7	30-50 cm	III	+	org./savi ++
Kitinen, Mataraoja yp	Kitinen Mataraoja yp	12.9.2016	10,5	30-60 cm	III	0	org./savi ++

### 3. PINTAVESIEN LAATU

#### 3.1 Mataraoja

Mataraoja on pieni turvemaiden joki, jonka hydrologiaa ei ole luokiteltu voimakkaasti muutetuksi. Joen ekologinen ja kemiallinen tila on luokiteltu hyväksi vesienhoidon toisella suunnittelukaudella.

Veden pH Mataraojassa on ollut vuonna 2016 neutraalin tuntumassa. Piilevänäytteenoton aikaan pH oli 7,3 pisteellä KevS-4, 7,1 pisteellä Mataraoja 3 ja 7,1 pisteellä KevS-10.

Veden johtokyky Mataraojassa oli keskimäärin 10,2 mS/m ja tasolla, jolle se vakiintui vuoden 2015 aikana. Sulfaattipitoisuus pisteellä KevS-4 vaihteli välillä 0,6–5,6 mg/l ja pisteellä KevS-10 5,1–38 mg/l. Pitoisuudet olivat vuonna 2016 keskimääräisesti alle edellisvuosien tason sateisen kesän ja syksyn ansiosta sulfaattipitoisuudet ovat olleet pieniä. Kokonaistyyppipitoisuus vaihteli luontaisella tasolla välillä 77–350 µg/l ja oli keskimäärin hieman korkeampi Mataraojan yläosassa. Kokonaisfosforin pitoisuus oli välillä <2,0–8,2 µg/l ollen keskimäärin 3,5 µg/l. Liukoisten ravinteiden (NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P) pitoisuudet olivat alle määrittämissä rajoissa.

#### 3.2 Kitinen

Kitinen kuuluu erittäin suurten turvemaiden jokien tyyppiin. Joki on luokiteltu voimakkaasti muutetuksi useiden voimalaitosten allastusten vuoksi. Joen saavutettavissa oleva ekologinen ja kemiallinen tila on luokiteltu hyväksi toisella vesienhoidon suunnittelukaudella.

Kitisen pH vaihtelee vuodenvaihtelun mukaan välillä 6,8–7,1, ollen alhaisimmillaan kevätkuukauden aikana. Piilevänäytteenoton yhteydessä otetuissa vesinäytteissä Kitisen pisteillä pH oli neutraalin tuntumassa tasolla 7-7,1. Petkulan havaintopaikalla (KevS-8) pH oli kuitenkin muihin havaintoihin nähden poikkeuksellisen korkea 8,4, mille ei ole löytynyt yksittäistä selittävää tekijää. Sähkönjohtavuus on alhainen, pääosin 3-5 mS/m. Myös sulfaatin pitoisuudet ovat alhaiset (1,5–5,0 mg/l). Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelevat jonkin verran vuodenaikojen mukaan, mutta ovat Kitisellä alhaisella tasolla (200–370 µg/l). Liukoista nitraattityyppiä havaittiin alhaisia pitoisuuksia. Kokonaisfosforin pitoisuudet ovat Kitisellä keskimäärin noin 6,5 µg/l, ajoittaista vuodenaikavaihtelua havaitaan. Liukoista fosfaattifosforia havaittiin pieniä pitoisuuksia pääsääntöisesti kasvukauden ulkopuolella, muuten pitoisuudet olivat alle määrittämissä rajoissa (<2,0 µg/l).

Vuoden 2016 näytteenottoaikaan vedenlaatu vastasi keskimääräistä havaittua vedenlaatua poikkeuksellisen korkeaa Petkulan pH:ta lukuun ottamatta.

#### 3.3 Viivajoki

Viivajoki on pienehkö ja humuspitoinen joki. Veden pH näytteenoton aikaan oli 6,7 ja sähkönjohtavuus alhainen 2,8 mS/m. Kokonaistyyppipitoisuus oli 410 µg/l ja kokonaisfosforin 12 µg/l.

## 4. PIILEVÄYHTEISÖT

### 4.1 Lajisto ja piileväindeksit

Piilevien lajilista on esitetty liitteessä 4. Taulukkoon 3 on koottu tiedot eri vuosina havaittujen piileväkuorien ja -taksonien määristä sekä piileväindeksien arvoista tutkimusalueilla. Kaikki veden laatua kuvaavat piilevien indeksit perustuvat lajien suhteellisiin runsauksiin. IPS-indeksi kuvaa veden orgaanista kuormitusta, mutta myös yleistä veden laatua. TDI kuvaa veden ravinteisuutta, ja osittain se heijastaa mm. rehevöitymistapauksissa orgaanista kuormitusta (%PT). Varsinaisia mm. kaivosten alapuolisten vesien suolaisuuteen tai metallipitoisten vesien kuormituksen kuvaamiseen ei tällä hetkellä ole käytössä indeksejä.

Piileväkuorien määrä oli eri näytteissä varsin tasainen vaihdellen välillä 400–438. Havaittujen taksonien määrä vaihtelee jonkin verran eri tutkimuskertojen välillä eikä selkeitä kehityssuuntia vielä voida erottaa.

Kitiseltä tutkittujen näytteiden perusteella Kitisen vedenlaatu on happamuudeltaan turvemaiden joeksi lähellä neutraalia, ja happamuutta suosivia lajeja esiintyy aiemmin havaitun tapaan vähän. Kitisen Petkulan näytteessä esiintyy runsaana tavallinen *A. minutissimum* (kapeammat muodot 2,2-2,8 µm). *Tabellaria flocculosa* esiintyy runsaana molemmilla Kitisen havaintopaikoilla. Mataraojan yläpuolisessa näytteessä esiintyi runsaana myös *Rossithidium pusillum*. Kesäkuussa 2014 Petkulan näytteessä havaittua suolaisempaa vettä suosivaa lajia *Diatoma tenue* havaittiin vuonna 2015 vähemmän ja vuonna 2016 lajia ei havaittu lainkaan, mikä vastaa havaintoja veden sähköjohtavuudesta ja sulfaattipitoisuuksista.

Mataraojan ylä- (KevS-4) ja keskiosassa (Mataraoja 3) piilevälajisto vastaa pääosin luonnontilaisista piileväyhteisön koostumusta. Runsaampia taksonia ovat *Brachysira neoexilis*, *Caloneis tenuis*, *Rossithidium pusillum*, *Fragilaria gracilis*, *Achnanthydium minutissimum* ja *Gomphonema clavatum*. Taksonikoostumus osoittaa vähäravinteisia ja lievästi happamia olosuhteita näillä paikoilla. Vesinäytteiden perusteella ympäristö on neutraali.

Mataraojan alaosissa pisteellä KevS-10 (Mataraoja 5) lajistossa hallitsevina lajeina esiintyvät *Rossithidium pusillum* ja *Achnanthydium minutissimum*. Tavallinen epifyytti *Achnanthydium minutissimum* esiintyy pääosin leveinä muotoina (>2.8 µm<sup>1</sup>). Lajiston ja lajistoa kuvaavien indeksien perusteella näytteessä on havaittavissa pieni ekologisen tilan muutos, joka jää kuitenkin edellisvuotta pienemmäksi.

Viivajoen näytteestä suurimman osan muodostavat tavalliset ja elinympäristövaatimuksiltaan laaja-alaiset *Fragilaria gracilis* ja *Staurosira venter*. Lisäksi havaitaan *Achnanthydium minutissimum*, joka esiintyy keskimäärin leveinä muotoina. Myös rehevien vesien lajeja havaitaan pieniä määriä (*Eolimna minima*, *Gomphonema parvulum* f. *parvulum*).

IPS-indeksin arvo osoittaa erinomaista tilaa kaikille Kitisen ja Mataraojan näytteille. TDI-arvot ovat vähäravinteisella tasolla. Viivajoella IPS on aiempaan tapaan hyvässä luokassa ja TDI-arvon perusteella otot ovat ravinteisemmat kuin muilla tutkituilla alueilla.

---

<sup>1</sup> *Achnanthydium minutissimum* -lajin leveämpien muotojen (ADM3 > 2.8 µm) on huomattu usein esiintyvän jollain tavoin likaantuneissa tai kuormitetuissa paikoissa. Sen indikaatioarvo ei ole kuitenkaan ehdoton, vain suuntaa-antava.

**Taulukko 3. Jokiympäristöjen piilevänäytteistä laskettujen leväyksikköjen (piileväkuorien) määrä ja taksonien lukumäärä sekä tärkeimpien Omnidia-ohjelmiston indeksien arvot vuodesta 2012 eteenpäin.**

vanha nimi päivitetty nimi	Kitinen Petkula <b>Kitinen KevS-8</b>	Kitinen Matara yp <b>Kitinen Matara yp</b>	Mataraoja 2 <b>Matara KevS-4</b>	Mataraoja 3 <b>Mataraoja 3</b>	Mataraoja 5 <b>Matara KevS-10</b>	Viivajoki <b>Viivajoki 2</b>
<b>Kuorien määrä</b>						
2012	433	441	414	406	424	430
06/2014	408	447	417	423	475	-
09/2014	445	423	405	428	412	-
2015	421	416	415	414	412	417
<b>2016</b>	<b>420</b>	<b>425</b>	<b>403</b>	<b>400</b>	<b>408</b>	<b>438</b>
<b>Taksonit</b>						
2012	29	45	29	19	35	28
06/2014	38	40	28	26	33	-
09/2014	26	40	37	35	31	-
2015	37	41	32	37	32	31
<b>2016</b>	<b>40</b>	<b>43</b>	<b>34</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>40</b>
<b>IPS</b>						
2012	19,1	19	19,3	19,5	18,2	15,8
06/2014	17,5	18,7	19,4	18,8	18,3	-
09/2014	19,2	18,1	19,5	18,9	16,9	-
2015	18,3	19,1	19,5	19	16,6	16,2
<b>2016</b>	<b>18,8</b>	<b>18,3</b>	<b>19,6</b>	<b>19,7</b>	<b>18,4</b>	<b>16,5</b>
<b>TDI</b>						
2012	14,9	14,1	15,6	16,2	12,7	12,5
06/2014	16,1	14	14,2	14,9	16	-
09/2014	15,1	12,7	14,8	14,7	14,9	-
2015	14,4	15,2	13,8	11,2	13,1	9
<b>2016</b>	<b>14,7</b>	<b>13,2</b>	<b>12,9</b>	<b>13,3</b>	<b>14,6</b>	<b>9,5</b>
<b>%PT</b>						
2012	2,3	2	1	0,2	0,2	2,1
06/2014	0,5	1,4	0,5	0,5	3,2	-
09/2014	1,6	2,4	0	0,2	2,2	-
2015	1,2	1,7	0,2	1,2	0	3,1
<b>2016</b>	<b>1</b>	<b>0,7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,7</b>	<b>4,6</b>

=tyydyttävä

=hyvä

=erinomainen

#### 4.2 Piilevien ekologiset jakaumat

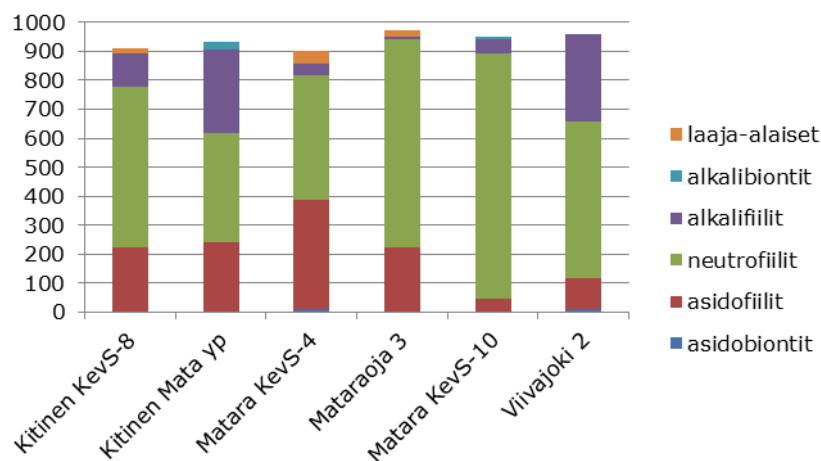
Piileväindeksien lisäksi veden laatua ja siinä tapahtuvia muutoksia voidaan arvioida erilaisten ekologisten jakaumien avulla. Lajien ekologista jakaumaa tutkittiin niiden ravinnevaatimusten, saprobian, pH:n, suolaisuuden ja typpiaineenvaihdunnan suhteen sekä jakautumista makean- ja murtoveden lajistoon (taulukko 4). Tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6.

Trofiavaatimukset viittaavat epäorgaanisten ravinteiden pitoisuuksiin vesistössä. Oligotrofiaa ilmentävä lajisto kuvaa karuja olosuhteita, mesotrofiaa ilmentävä lajisto keskiravinteisia oloja ja eutrofinen lajisto reheviä oloja. Hypertrofian ilmentäjät kuvaavat puolestaan erittäin reheviä olosuhteita. Oligo-eutrofit esiintyvät laajasti eri rehevyysoloissa. Saprobijakaumalla voidaan kuvailla jokien orgaanista kuormitusta piilevälajiston perusteella ja se liittyy rehevyyteen, koska perustuotannon kasvaessa myös hajotettavan aineksen määrä kasvaa.

**Taulukko 4. Ekologisiin jakaumiin käytetyt piilevätaksonien indikaattoriarvojen luokittelut. Lisäksi trofia-taso jaetaan luokkiin: oligotrofit, oligo-mesotrofit, mesotrofit, meso-eutrofit, eutrofit, hypertrofit, sekä laaja-alaiset (oligo-eutrofit).**

pH-luokka	pH-alue
<b>1 asidobiontit</b>	<5.5
<b>2 asidofiilit</b>	<7
<b>3 neutrofiilit</b>	lähellä 7
<b>4 alkalifiilit</b>	pääasiassa >7
<b>5 alkalibiontit</b>	aina >7
<b>6 indifferentit</b>	ei selvää optimia
Typenkäyttömuodot	Vaatimukset
<b>1 autotrofit herkät</b>	sietävät vain pieniä orgaanisen typen pitoisuuksia
<b>2 autotrofit kestävät</b>	sietävät kohonneita orgaanisen typen pitoisuuksia
<b>3 heterotrofit fakult.</b>	voivat käyttää vaihtoehtoisesti orgaanista typpeä
<b>4 heterotrofit</b>	tarvitsevat orgaanista typpeä
Saprobia	BOD <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)
<b>oligosaprobitt</b>	<2
<b>beta-mesosaprobitt</b>	2-4
<b>alfa-mesosaprobitt</b>	4-13
<b>meso-polysaprobitt</b>	13-22
<b>polysaprobitt</b>	>22

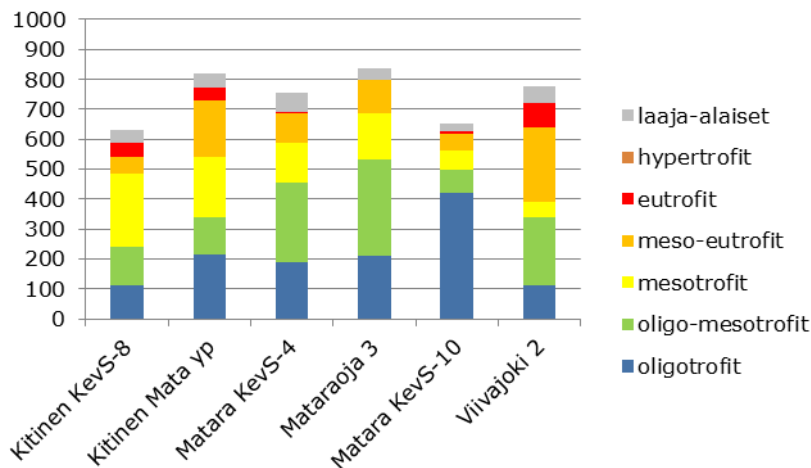
Kaikilla pisteillä vallitsevina olivat neutraalia ympäristön pH-tasoa vaativat neutrofiilit piilevälajit (kuva 1). Lisäksi havaittiin asidofiilejä happaman ympäristön lajeja. Emäksisen ympäristön alkalifiilejä taksoniteita havaittiin jonkin verran Kitisessä ja Viivajoessa. Vuonna 2015 Mataraojan alimalla pisteellä (KevS-10) havaittiin alkalifiilejä taksoniteja poikkeavan paljon ja tilanne tasaantui vuoden 2016 näytteessä.



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

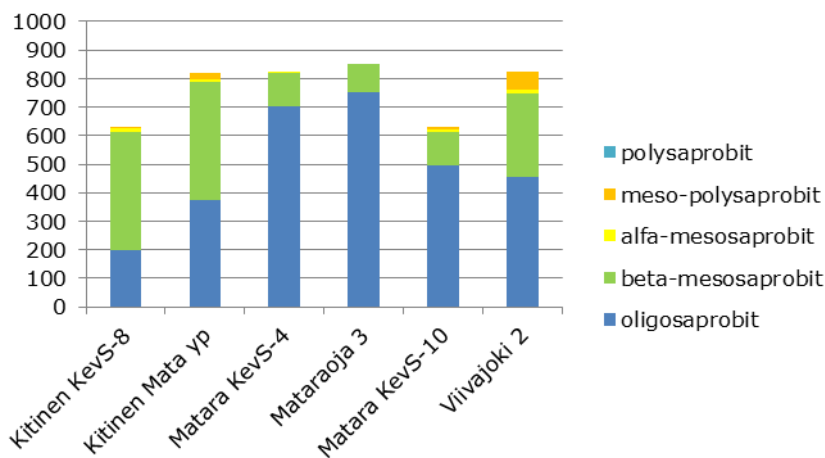
Vuoden 2016 piilevänäytteiden lajistossa näkyy Kitisen ja Mataraojan alhainen ravinnetaso (kuva 2). Viivajoella havaittiin myös rehevämmän ympäristön lajistoa, lähes yhtä paljon kuin karun ympäristön lajistoa. Merkittäviä muutoksia lajistossa ei havaittu. Vuonna 2015 Mataraojan alaosan näytteessä (KevS-10) havaittiin selvästi runsaammin eutrofeja lajeja ja niiden osuus oli nyt tasoittunut vuosina 2012 ja 2014 havaitulle tasolle.





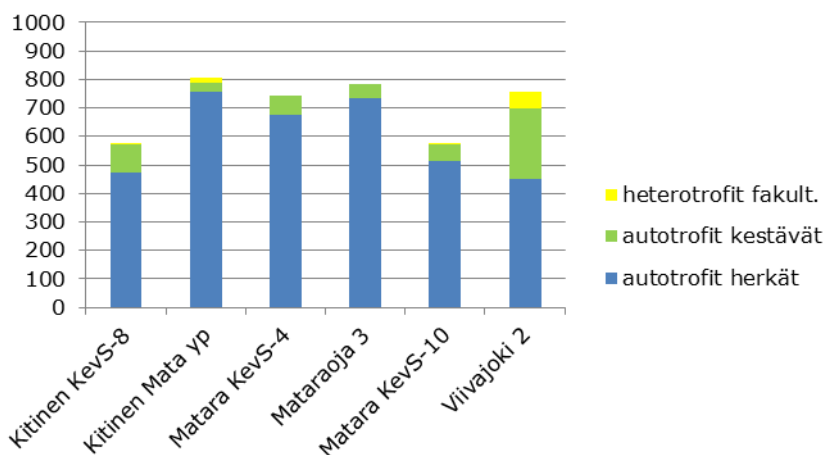
**Kuva 2. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri trofiatasoja suosiviin lajeihin virtavesinäytteissä.**

Orgaanisesta kuormituksesta kertovat lajit (polysaprobitt) ovat taipuvaisia käyttämään orgaanista ainetta ravintonaan, ennemmin kuin yhteyttämään sitä auringonvalon avulla epäorgaanisesta aineksestä. Tutkitut näytteet viittaavat kaikki alhaiseen saprobia-tason lajistoon, mikä osoittaa alhaisia orgaanisten ravinteiden pitoisuustasoa ja että lajisto käyttää pääosin epäorgaanisia yhdisteitä ravinnonlähteenään (kuva 3). Viivajoen näytteessä on muutaman prosentin osuuksilla myös meso-polysaprobeja piileviä. Piilevien saprobiajakaumassa ei ole tapahtunut muutoksia.



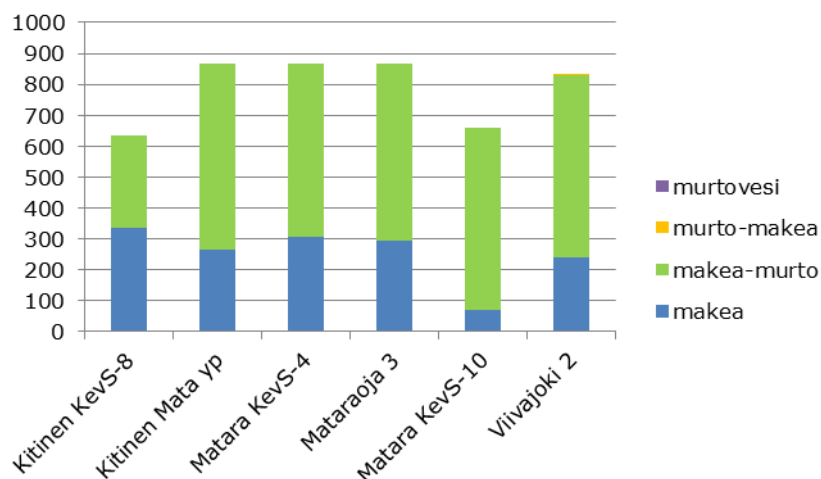
**Kuva 3. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) saprobian mukaan.**

Piilevät ottavat vedestä tarvitsemansa typpi-yhdisteet eri tavoin ja toisaalta sietävät erilaisia etenkin orgaanisten typpi-yhdisteiden esiintymistä. Piilevälajiston typpiaineenvaihdunnan mukaan voidaan arvioida esimerkiksi jätevesien aiheuttamaa kuormitusta. Valtaosa tutkituista lajeista oli herkkiä ja kestäviä typpi-autotrofeja, mikä indikoi aiempaan tapaan olematonta typpikuormitusta alueella (kuva 4).



**Kuva 4. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen lajiston (%) typpiaineenvaihdunnan mukaan.**

Piilevälajien jakautumista arvioitiin myös suhteessa lajien suolaisuusvaatimuksiin. Kaikilla näytepisteillä lajisto koostui pääosin normaaleista makean ja makea-murtoveden lajeista (kuva 5). Aiemmin Kitisen pisteiltä havaittuja suolaisemman murto-makean ympäristön lajistoa ei havaittu vuonna 2016. Muutoin lajisto ei eronnut suolaisuusvaatimusten suhteen aiempien vuosien tarkkailussa havaitusta lajistosta.



**Kuva 5. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) makean- ja murtoveden lajistoon.**

Lajiston ekologiset jakaumat vastasivat pääosin aiemmin havaittua piilevälajistoa ja vesistöistä kerättyä vedenlaatutietoa. Kevitsan kaivoksen ylitevedet johdetaan Kitiseen, eikä vuonna 2016 juoksutettu poikkeuksellisesti tai havaittu vesien vuotavan muihin suuntiin. Kaivoksen ylitevesien mahdollista vaikutusta piileväyhteisöihin on aiemmin havaittu Kitisen näytteistä havaitussa murtovesilajistossa. Tällaisia viitteitä ei havaittu vuonna 2016. Lajistossa muuten epätyypillinen murtovesilajisto voisi viitata vesiin kohdistuvaan sulfaattikuormitukseen, joka on tutkituissa vesistöissä kaikkiaan vähäistä ja vesistöissä havaitut pitoisuudet alhaisia.

Vuonna 2015 havaittiin Mataraojan alaosissa pisteellä KevS-10 aiempaan nähden piilevälajistossa muutoksia. Muutokset viittasivat veden pH-tason nousuun, ravinteisuuden sekä orgaanisen kuormituksen ja erityisesti orgaanisen typpikuormituksen lisääntymiseen, eikä niitä enää havaittu vuonna 2016.

Piileväyhteisössä ei vuoden 2016 tarkkailun perusteella havaittu muutoksia aiempaan verrattuna. Kevitsan kaivoksen vaikutuksesta Kitisen, Mataraojan tai Viivajoen piileväyhteisön rakenteeseen ei ole havaittavissa viitteitä.

## 5. YHTEENVETO

Kevitsan kaivoksen piileväseuranta toteutettiin syyskuussa 2016 kaikkiaan kuudella havaintopisteellä. Aiemmin vastaava tutkimus on toteutettu syksyllä 2009, syksyllä 2012, keväällä ja syksyllä vuonna 2014 sekä syksyllä 2015. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko Kevitsan kaivosalueelta ja kaivosalueen suunnasta tulevilla vesillä vaikutusta alapuolisten vesistöjen piileväyhteisöihin. Piilevät indikoivat vesistöjen ekologista tilaa, ravinteisuutta ja orgaanista kuormitusta. Piileväyhteisön säännöllisellä seurannalla voidaan havaita mahdollisia muutoksia vesien tilassa.

Orgaanista kuormitusta ja yleistä vedenlaatua kuvaavan IPS-indeksin perusteella jokivesien ekologinen tila oli kaikilla havaintopisteillä hyvä tai erinomainen. Viivajoen tila on pysynyt hyvänä vuodesta 2012. Mataraojan alaosassa pisteellä KevS-10 tila oli IPS-indeksin perusteella noussut takaisin erinomaiseen tilaan. Muilla pisteillä tila on pysynyt erinomaisena.

Lajiston ekologiset jakaumat vastasivat pääosin aiemmin havaittua piilevälajistoa ja vesistöistä kerättyä vedenlaatutietoa. Kevitsan kaivoksen ylitevedet johdetaan Kitiseen, eikä vuonna 2016 vesiä johdettu tai vuotoja havaittu muihin suuntiin. Kaivoksen mahdollinen vaikutus piileväyhteisöihin on aiemmin havaittu Kitisen näytteistä havaitussa murtovesilajistossa, jota ei havaittu vuonna 2016. Lajistossa muuten epätyypillinen murtovesilajisto voisi viitata vesiin kohdistuvaan sulfaattikuormitukseen, joka on kaikkiaan vähäistä ja vesistöissä havaitut pitoisuudet alhaisia.

Vuonna 2015 havaittiin Mataraojan alaosissa pisteellä KevS-10 aiempaan nähden muutoksia piilevälajistossa jotka olivat tasaantuneet vuonna 2016. Muutokset viittasivat veden pH-tason nousuun, ravinteisuuden sekä orgaanisen kuormituksen ja erityisesti orgaanisen typpikuormituksen lisääntymiseen.

Piileväyhteisössä ei vuoden 2016 tarkkailun perusteella havaittu muutoksia aiempaan verrattuna. Kevitsan kaivoksen vaikutuksesta Kitisen, Mataraojan tai Viivajoen piileväyhteisön rakenteeseen ei ole havaittavissa viitteitä. Tarkkailua suositellaan jatkettavaksi toistaiseksi vuosittain kaikilla tutkimuspisteillä tarkkailuohjelman mukaisesti syksyisin.

## 6. KIRJALLISUUS

Eloranta, P., Karjalainen, S.-M., Vuori, K.-M. 2007. Piileväyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet. Ympäristöopas 2007. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. ISBN978-952-11-2570-6 (pdf), ISSN 1796-167X (verkkoy.)

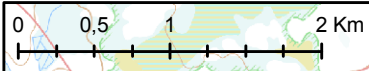
Ramboll Finland Oy 2015. FQM Kevitsa Mining Oy – Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma. Täydennys 2.10.2015.

Ramboll Finland Oy 2016. FQM Kevitsa Mining Oy – Piileväseuranta vuonna 2015. 26.2.2016.

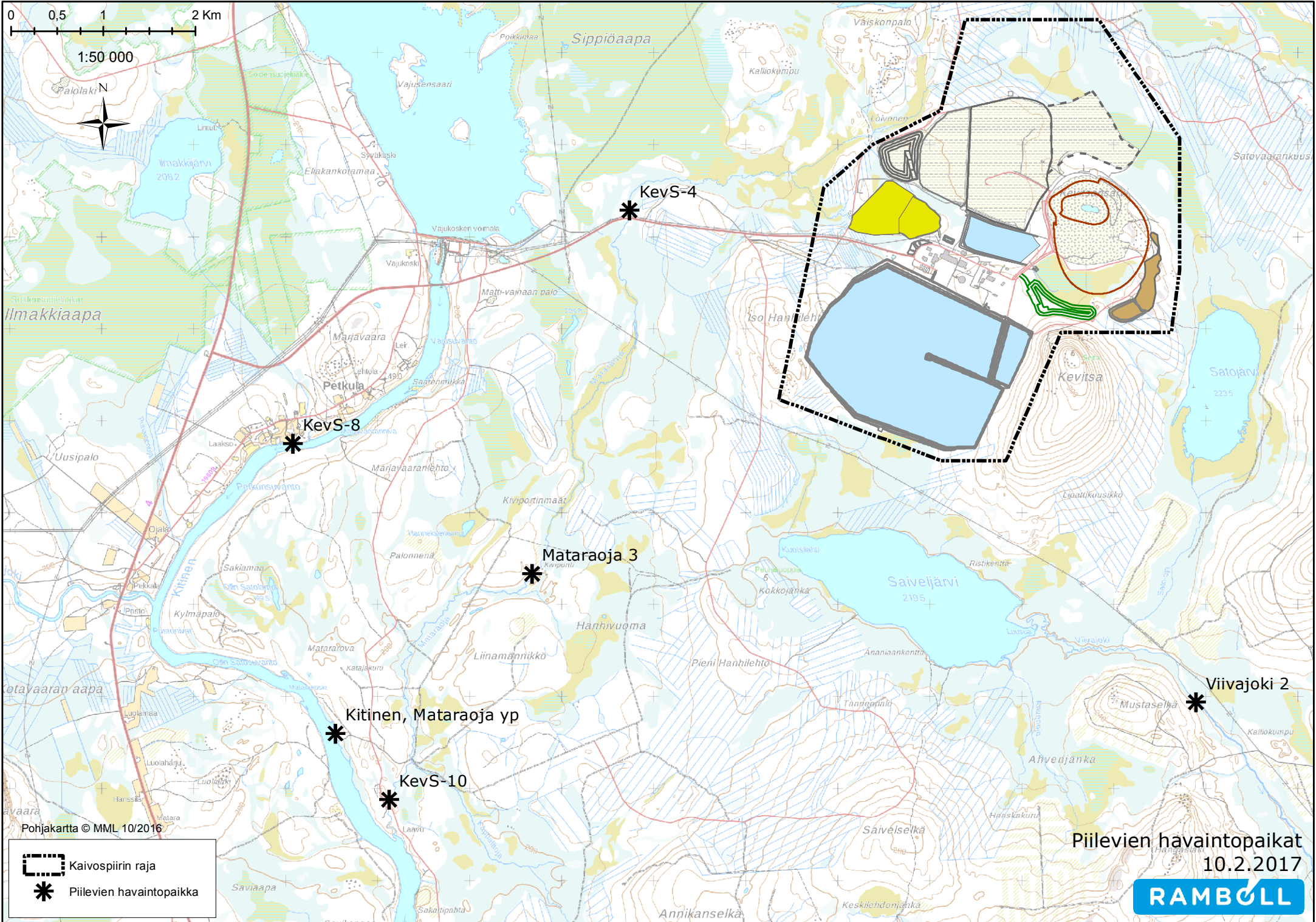
Ramboll Finland Oy 2014. FQM Kevitsa Mining Oy – Piilevien lisätarkkailu Mataraojassa ja Kitisessä vuonna 2014.

Ramboll Finland Oy 2013. FQM Kevitsa Mining Oy – Kevitsan kaivoksen biologinen tarkkailu pintavesissä – Piilevät 2012.



**LIITE 1**  
**KARTTA TUTKIMUSALUEESTA**



1:50 000



Pohjakartta © MML 10/2016

-  Kaivospiirin raja
-  Piilevien havaintopaikka

Piilevien havaintopaikat  
10.2.2017



**LIITE 2**  
**VESINÄYTTEIDEN TULOKSET**



# Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 1510022875-006/1

Boliden Kevitsa Mining Oy

Kevitsantie 730  
99670 PETKULA

Tutkimuksen nimi: Kevitsa piileväseuranta 2016, syyskuu

Näytteenottopvm: 14.9.2016

Näyte saapui: 15.9.2016

Näytteenottaja: Mika Kallo

Analysointi aloitettu: 15.9.2016

## Pintavesi

			Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Mata- raoja 3	Viivajoki		
Näyttenumero	16VV 04032	16VV 04033		
<b>MÄÄRITYKSET</b>				
Ulkonäkö	k	k		Kenttät.
Haju	h	h		Kenttät.
Lämpötila	9,3	8,0	°C	Kenttät.
pH	7,1	6,7		RA2000 <sup>1</sup> L
Sähkönjohtavuus	5,6	2,8	mS/m	RA2013 <sup>1</sup> L
Alkaliteetti	0,46	0,17	mmol/l	RA2001 <sup>1</sup> L
Happipitoisuus (O <sub>2</sub> )	9,2	9,3	mg/l	RA2002 <sup>1</sup> L
Kiintoaine (GF/C)	3,6	4,0	mg/l	RA2029 <sup>1</sup> L
CODMn	17	27	mg/l	RA2012 <sup>1</sup> L
Kloridi (Cl)	1,0	0,67	mg/l	RA2018 <sup>1</sup> L
Sulfaatti (SO <sub>4</sub> )	0,75	0,82	mg/l	RA2018 <sup>1</sup> L
Typpi (N), kokonais-	240	410	µg/l	RA2085 <sup>1</sup> L
Nitraattityppi (NO <sub>3</sub> -N)	<4,0	<4,0	µg/l	RA2035 <sup>1</sup> L
Nitriittityppi (NO <sub>2</sub> -N)	<2,0	<2,0	µg/l	RA2035 <sup>1</sup> L
Ammoniumtyppi (NH <sub>4</sub> -N)	<4,0	6,7	µg/l	RA2046 <sup>1</sup> L
Fosfaattifosfori (PO <sub>4</sub> -P), kokonais-	<2,0	5,5	µg/l	RA2010 <sup>1</sup> L
Metallit 1	ok	ok		RA3000 L
Fosfori (P)	4,8	12	µg/l	RA3000 <sup>1</sup> L
Kalium (K)	730	380	µg/l	RA3000 <sup>1</sup> L
Kalsium (Ca)	6000	3100	µg/l	RA3000 <sup>1</sup> L
Kromi (Cr)	<1,0	1,0	µg/l	RA3000 <sup>1</sup> L
Kupari (Cu)	<1,0	<1,0	µg/l	RA3000 <sup>1</sup> L
Magnesium (Mg)	2300	1300	µg/l	RA3000 <sup>1</sup> L
Mangaani (Mn)	300	37	µg/l	RA3000 <sup>1</sup> L
Natrium (Na)	950	750	µg/l	RA3000 <sup>1</sup> L
Nikkeli (Ni)	1,4	1,9	µg/l	RA3000 <sup>1</sup> L
Rauta (Fe)	2200	940	µg/l	RA3000 <sup>1</sup> L

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

# Tutkimustodistus

Projekti: 1510022875-006/1

<sup>1</sup> FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

## Ramboll Analytics



Paula Jäntti  
FM, limnologi, +358 50 434 4095

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

**Laboratoriot** L Analysoitu Lahdessa

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



**LIITE 3**  
**ECOMONITOR OY:N RAPORTTI PIILEVÄTUTKIMUKSISTA**



Raportti 28.10.2016

Juha Miettinen

Kevitsan kaivoksen vesistötarkkailu  
– piilevämääritykset syyskuu 2016



Raportti 28.10.2016

Juha Miettinen

## Kevitsan piilevämääritykset syyskuu 2016

**Ecomonitor Oy**  
Länsikatu 15  
80110 JOENSUU

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

*Tekijä:* Juha Miettinen, FT

Tilaaaja: Ramboll Finland Oy  
Anna Hakala  
Niemenkatu 73  
15140 LAHTI

# SISÄLTÖ

JOHDANTO .....	4
MENETELMÄT .....	4
TULOKSET .....	6
TULOSTEN TARKASTELU .....	9
KIRJALLISUUS .....	11
MÄÄRITYSKIRJALLISUUS .....	11

## JOHDANTO

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

Tässä työssä tutkittiin kuusi kappaletta Ramboll Finland Oy:n syyskuussa 2016 keräämää virtavesien piilevänäytettä (Taulukko 1). Tavoitteena on seurata Kitisen vesistön virtavesien ekologista tilaa, ja luokitella tutkittujen vesimuodostumien ekologinen tila päällyslevien osalta.

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

Taulukko 1. Tutkitut virtavesinäytteet.

Paikka	YKJ (Y)	YKJ (X)	pvm
Kitinen Mataraojan yläp.	7506730	3490708	12.9.2016
Mataraoja 2	7512424	3493905	12.9.2016
Mataraoja 3	7508474	3492843	14.9.2016
Mataraoja 5	7506016	3491292	12.9.2016
Kitinen Petkula	7509886	3490244	12.9.2016
Viivajoki 2	7507103	3500033	14.9.2016

## 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).

Määrittäytulosten 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 päällykslevien perusteella määräytyvät 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-indeksin virhemarginaalina määrittämisestä osalta kokeneella määrittäjällä pidetään  $\pm 0,5$  IPS-yksikköä, kun  $IPS > 12$ , ja  $\pm 1$  IPS-yksikkö, kun  $IPS < 12$  (Kahlert ym. 2009).

Taulukko 2. Ekologisten laatuluokkien luokkarajat päällyksleville 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.

<b>Luokka</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
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, typpiainevaihdunta, 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 määrittämisestä tulokinnassa tähän seurantaan soveltuvina pH-, suolaisuus-, saprobia- ja trofiavaatimuksia.

## TULOKSET

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

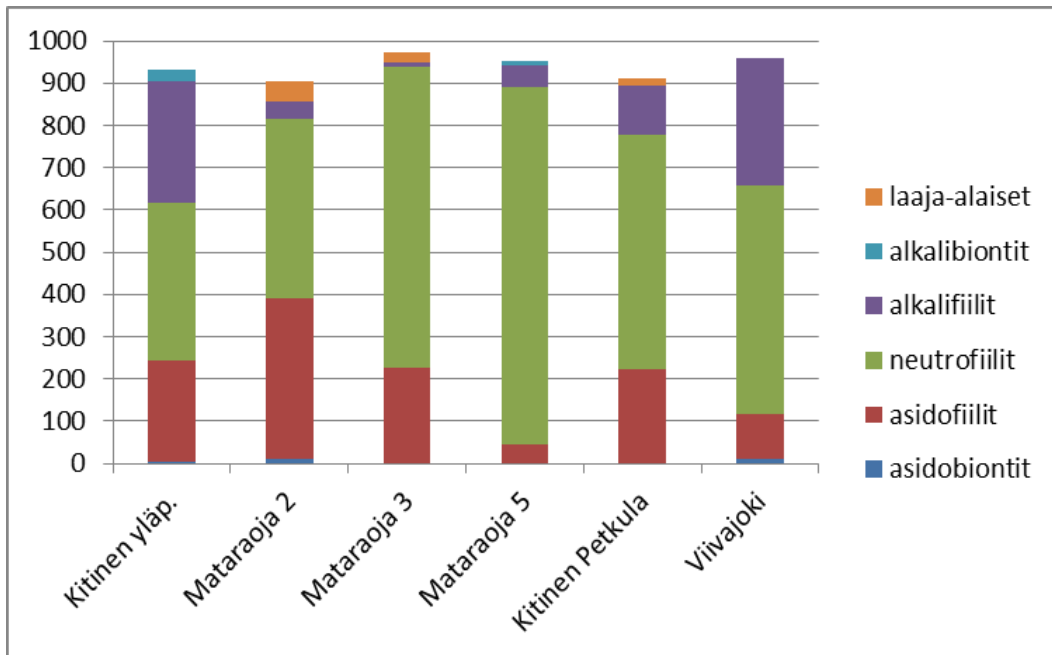
Taulukko 4. Jokinäytteistä laskettujen leväyksikköjen (piileväkuorien) määrä ja taksonien lukumäärä, ACID-arvot, sekä tärkeimpien Omnidia-ohjelmiston indeksien arvot ja IPS-arvon perusteella määräytyvä laatuluokka.

Paikka	Kuoria	Taksonit	ACID	IPS	TDI	%PT	Luokka
Kitinen yläp.	425	43	6,87	18,3	13,2	0,7	Erinomainen
Mataraoja 2	403	34	4,62	19,6	12,9	0	Erinomainen
Mataraoja 3	400	28	5,67	19,7	13,3	0	Erinomainen
Mataraoja 5	408	25	7,62	18,4	14,6	2,7	Erinomainen
Kitinen Petkula	420	40	6,62	18,8	14,7	1	Erinomainen
Viivajoki	438	40	6,11	16,5	9,5	4,6	Hyvä

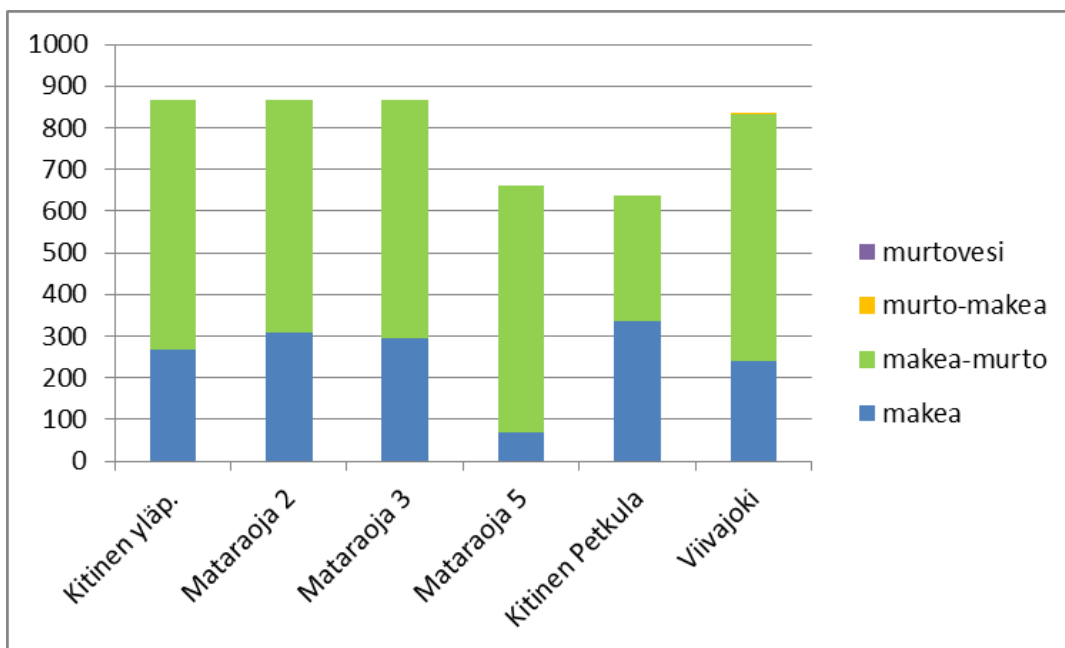
ACID-arvojen perusteella yksikään tutkituista näytteistä ei edusta voimakasta veden happamuutta, joten IPS on käyttökelpoinen ekologisen tilan arvioinnissa. IPS:n perusteella muut näytepaikat ovat erinomaisessa tilassa, paitsi Viivajoki hyvässä tilassa. TDI-arvot osoittavat vähä- tai keskirasvanteista vedenlaatua, paitsi Viivajoen kohdalla melko runsasravinteisia olosuhteita. Orgaanisten ravinteiden kuormitus on vähäistä %PT:n perusteella.

Tarkasteltaessa lajistojen pH-vaatimuksia (Kuva 1), nähdään että näytteet muodostuvat pääosin neutrofiileista (lähellä neutraalia veden pH-tasoa vaativat) piilevistä, joiden lisäksi esiintyy asidofiileja (pH<7 suosivat) lajeja. Alkalifiileja (yli 7 pH suosivat) taksoneja havaitaan vain pieniä määriä Mataraojassa, mutta jonkin verran enemmän Kitisessä ja Viivajoessa. Jakaumien perusteella vesi on lievästi hapanta Mataraojassa, ja neutraalia Kitisessä ja Viivajoessa.

Suolaisuusvaatimuksiltaan lajistot koostuvat normaaleista makeanveden lajeista (Kuva 2), suoloista murtoveittä suosivia lajeja ei havaita näissä vuoden 2016 näytteissä.



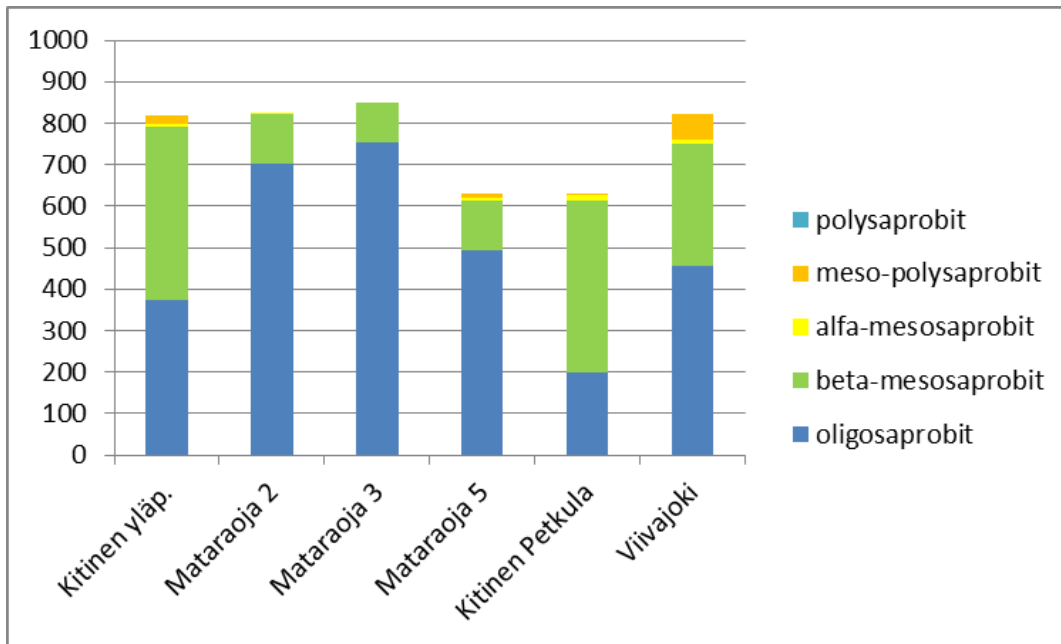
Kuva 1. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri pH-tasojä suosiivin lajeihin virtavesinäytteissä.



Kuva 2. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri suolaisuustasojä suosiivin lajeihin jokinäytteissä.

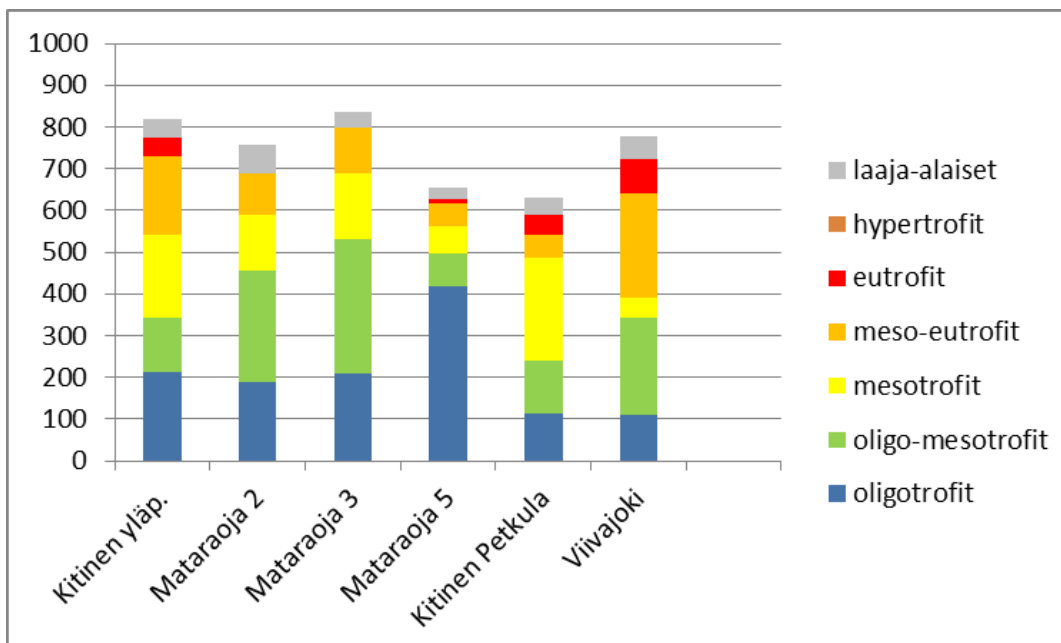
Kaikissa näytteissä lajisto on pääosin alhaisten saprobiatasojen lajistoa, osoittaen alhaisia orgaanisten ravinteiden tasojä (Kuva 3). Viivajoen näytteessä on kuitenkin noin kuuden prosentin osuudella myös meso-polysaprobeja piileviä.





Kuva 3. Määrättyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri saprobia-tasojen suosiviin lajeihin jokinäytteissä.

Trofiavaatimukset, jotka viittaavat epäorgaanisten ravinteiden pitoisuuksiin, ovat selkeästi enemmän vähäravinteisella kuin runsasravinteisellä tasolla Mataraojan ja Kitisen näytteissä. Viivajoen näytteessä eutrofeja havaitaan lähes yhtä paljon kuin oligotrofeja.



Kuva 4. Määrättyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri trofia-tasojen suosiviin lajeihin jokinäytteissä.

# TULOSTEN TARKASTELU

## Mataraoja

Mataraoja on pieni turvemaiden joki, jonka hydrologiaa ei ole luokiteltu voimakkaasti muutetuksi. Joen ekologinen ja kemiallinen tila on luokiteltu hyväksi vesienhoidon toisella suunnittelukaudella. Joesta on kerätty kolme piilevänäytettä: Mataraoja 2, 3 ja 5. Samoista paikoista on kerätty piilevänäytteet edellisen kerran syksyllä 2015.

Näytteissä Mataraoja 2 ja 3 on hyvin samankaltainen piilevien koostumus. Runsaimpia taksoneita ovat *Brachysira neoexilis*, *Caloneis tenuis*, *Rossithidium pusillum*, *Fragilaria gracilis*, *Achnanthydium minutissimum* ja *Gomphonema clavatum*. Taksonien koostumus osoittaa vähäravinteisia ja lievästi happamia olosuhteita näillä paikoilla.

Näytteessä Mataraoja 5 hallitsee kaksi lajia: *Rossithidium pusillum* ja *Achnanthydium minutissimum*. *A. minutissimum* esiintyy keskimäärin leveinä muotoina (>2.8 µm). Näytteessä ei havaita juurikaan happamuutta sietäviä piileviä, mutta hieman rehevempiä vesiä suosivia lajeja havaitaan pieniä määriä.

IPS-arvo on erinomaisessa luokassa kaikille Mataraojan näytteille, tosin hieman alempi näytteelle Mataraoja 5. TDI-arvot ovat vähäravinteisella tasolla. Näytteiden Mataraoja 2 ja 3 lajistot vastaavat pääosin luonnontilaista piilevyyhteisön koostumusta, ja näytteessä Mataraoja 5 on nähtävissä pieni pH-tason ja ekologisen tilan muutos. Muutos on kuitenkin pienempi kuin edellisen vuoden näytteessä.

## Kitinen

Kitinen kuuluu erittäin suurten turvemaiden jokien tyyppiin. Joki on luokiteltu voimakkaasti muutetuksi useiden voimalaitosten allastusten vuoksi. Joen saavutettavissa oleva ekologinen ja kemiallinen tila on luokiteltu hyväksi toisella vesienhoidon suunnittelukaudella. Joesta on otettu näyte Mataraojan yläpuolelta sekä Petkulasta. Samoilta paikoilta on tutkittu piilevänäytteet edellisen kerran syksyllä 2015.

Tutkittujen näytteiden perusteella Kitisen vedenlaatu on happamuudeltaan turvemaiden joeksi lähellä neutraalia, ja happamuutta suosivia lajeja esiintyy vähän. Mataraojan yläpuolisessa näytteessä runsaimmat lajit ovat *Tabellaria flocculosa* ja *Rossithidium pusillum*. Petkulan näytteessä runsaimmat taksonit ovat *Achnanthydium minutissimum* ja *Tabellaria flocculosa*. Petkulan näytteessä havaitaan myös runsaammin planktisia *Aulacoseira*-suvun lajeja, jotka suosivat vähintään keskiravinteisia humusvesiä. Lajiston perusteella kokonaisuutena Petkulan näyte edustaa edelleen melko vähäravinteista veden laatua, mutta kuitenkin hieman korkeampaa ravinne- ja humuspitoisuutta kuin Mataraojan yläpuolinen näyte.

Indeksien perusteella molemmat Kitisen näytteet edustavat erinomaista tilaa ja melko vähäravinteisia olosuhteita. Aiemmin Petkulan näytteessä havaittua suolaisempaa vettä suosivaa lajia *Diatoma tenue* ei havaittu syyskuun 2016 näytteessä.

## **Viivajoki**

Viivajoesta tutkittiin yksi näyte. Näytteestä suurimman osan muodostavat tavalliset ja laaja-alaiset *Fragilaria gracilis* ja *Staurosira venter*. Lisäksi havaitaan *Achnanthydium minutissimum*, joka esiintyy keskimäärin leveinä muotoina. Myös rehevien vesien lajeja havaitaan pieniä määriä (*Eolimna minima*, *Gomphonema parvulum* f. *parvulum*).

IPS-arvo on hyvässä luokassa, ja TDI-arvo on selkeästi alhaisempi kuin muissa näytteissä, osoittaen ravinteikkaampia olosuhteita kuin Kitisessä. Ekologisen tilan arviointi on näytteen perusteella tavallista epätarkempaa; näytteen perusteella lievää rehevöitymistä on kuitenkin havaittavissa.

## 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'appr ciation 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) Piilev yhteis t jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelm ohjeet. Ymp rist opas 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.

## M  RITYSKIRJALLISUUS

- Krammer K. & Lange-Bertalot H. 1986-1991. Bacillariophyceae. Teil 1-4. *S sswasserflora 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 4**  
**PIILEVÄLAJILISTA**

## Ecomonitor Oy - Juha Miettinen

Taksioni	Koodi	Huom.	Kitinen	Kitinen	Mataraoja	Mataraoja	Mataraoja	Viivajoki
			Petkula	yläp.	2	3	5	
			Kitinen	Kitinen	Mataraoja	Mataraoja	Mataraoja	Viivajoki 2
			KeyS-8	Mata yp	KeyS-4	3	KeyS-10	
Achnanthes impexa Lange-Bertalot	AIPX		0	1	0	0	1	0
ACHNANTHES J.B.M. Bory de St. Vincent	ACHN		0	0	3	0	0	0
Achnanthes stolidia (Krasske) Krasske	ASTO		4	12	0	0	6	0
Achnantheidium caledonicum(Lange-Bertalot)Lange-Bertalot	ADCA		11	11	0	0	0	0
Achnantheidium helveticum (Hustedt) Monnier Lange-Bertalot & Ector	ADHE		2	0	0	0	0	0
Achnantheidium minutissimum (Kützing) Czarneccki group 2	ADM2	2.2-2.8 um	97	26	29	39	0	0
Achnantheidium minutissimum (Kützing) Czarneccki group 3	ADM3	>2.8 um	0	0	0	0	121	57
Adlafia minuscula (Grunow) Lange-Bertalot	ADMS		0	3	0	0	0	1
Amphipleura pellucida Kützing	APEL		0	0	0	0	3	0
Asterionella formosa Hassall	AFOR		0	0	0	0	0	2
Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen	AAMB		16	7	0	0	0	6
Aulacoseira distans (Ehr.)Simonsen	AUDI	s.l.	5	2	0	0	0	0
Aulacoseira lacustris (Grunow) Krammer	AULC		0	4	0	0	0	0
Aulacoseira subarctica (O.Muller) Haworth	AUSU		7	1	0	0	0	0
Aulacoseira subarctica fo.subborealis (Nygaard) Haworth	AUSS		18	0	0	0	0	0
Brachysira neoexilis Lange-Bertalot	BNEO		2	27	69	47	1	0
Brachysira procera Lange-Bertalot & Moser	BPRO		0	0	1	9	0	0
Caloneis tenuis (Gregory) Krammer	CATE		0	0	29	44	0	4
Cavinula jaernefeltii (Hustedt) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	CIAR		0	0	0	0	2	0
Cavinula pseudoscutiformis (Hustedt) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	CPSE		0	5	0	0	0	6
Chamaepinnularia mediocris (Krasske) Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Metzeltin	CHME		0	0	3	6	0	0
Cocconeis placentula Ehrenberg var. placentula	CPLA		0	0	0	0	2	3
Cyclotella glomerata Bachmann	CGLO		0	0	0	0	0	3
Cyclotella rossii Håkansson	CROS		16	0	0	0	0	0
Cyclotella stelligera (Cleve et Grunow in Cleve) Van Heurck	CSTE		2	1	0	0	0	0
DIATOMA J.B.M. Bory de St. Vincent	DIAT		2	0	0	0	0	0
ENCYONEMA F.T. Kützing	ENCY		2	0	1	0	0	2
Encyonema minutum (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	ENMI		0	0	0	0	0	0
Encyonema neogracile Krammer	ENNG		0	2	0	5	0	0
Encyonema silesiacum (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	ESLE		5	0	0	0	0	0
Encyonema ventricosum (Agardh) Grunow in Schmidt & al.	ENVE		0	0	0	0	0	0
Encyonema vulgare Krammer var. vulgare	EVUL		0	0	0	4	0	0
Encyonopsis cesatii (Rabenhorst) Krammer	ECES		0	0	6	0	0	0
Encyonopsis descripta (Hustedt) Krammer	EDES		4	0	13	1	0	0
Encyonopsis falaisensis (Grunow) Krammer	ECFA		0	0	3	4	0	0
Encyonopsis minuta Krammer & Reichardt	ECPM		0	0	0	0	0	0
Encyonopsis subminuta Krammer & Reichardt	ESUM		2	0	6	13	2	0
Eolimna minima(Grunow) Lange-Bertalot	EOMI		0	7	0	0	0	12
Epithemia adnata (Kützing) Brébisson	EADN		0	8	0	0	4	0
Eucocconeis laevis (Oestrup) Lange-Bertalot	EULA		7	3	0	0	0	0
EUNOTIA C.G. Ehrenberg	EUNO		0	1	0	0	4	3
Eunotia bilunaris (Ehr.) Mills var. bilunaris	EBIL		7	0	18	9	0	0
Eunotia botuliformis Wild, Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	EBOT		0	0	2	0	0	0
Eunotia exigua (Breb.) Rabenhorst var.tenella (Grunow) Nörpel et Alles	EETE		0	0	3	0	0	0
Eunotia faba (Ehrenberg) Grunow in Van Heurck	EFAB		0	0	1	2	0	4
Eunotia formica Ehrenberg sensu stricto	EFOR		0	0	13	0	0	0
Eunotia implicata Nörpel-Schempp Alles & Lange-Bertalot in Alles & al.	EIMP		0	0	15	2	0	2
Eunotia minor (Kützing) Grunow in Van Heurck	EMIN	s.l.	0	0	27	6	2	23
Eunotia praerupta Ehrenberg var. praerupta	EPRA		0	0	5	8	0	0
Fragilaria capucina Desmazieres	FCAP	lajiryhmä	21	2	0	7	19	3
Fragilaria gracilis Rstrup	FGRA		23	12	29	62	19	95
Fragilaria mesolepta Rabenhorst	FMES		0	19	0	0	0	0
Fragilaria tenera (W.Smith) Lange-Bertalot	FTEN	cf. S.l.	0	0	0	0	7	0
Frustulia crassinervia (Breb.) Lange-Bertalot et Krammer	FCRS		0	1	5	0	0	0
Frustulia erifuga Lange-Bertalot & Krammer	FERI		2	2	0	2	0	3
GOMPHONEMA C.G. Ehrenberg	GOMP		2	2	5	0	0	4
Gomphonema acuminatum Ehrenberg var.acuminatum	GACU		0	0	0	0	0	0
Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst	GANG		0	0	0	0	11	0
Gomphonema clavatum Ehr.	GCLA	s.l.	0	0	23	39	0	12
Gomphonema exilissimum(Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	GEXL		0	0	0	16	0	24
Gomphonema gracile Ehrenberg	GGRA	s.l.	0	8	0	0	0	0
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing var. parvulum f. parvulum	GPAR		0	0	0	0	0	6
Gomphonema truncatum Ehr.	GTRU		0	2	0	0	0	2
Karayevia suchlandtii (Hustedt) Bukhtiyarova	KASU		3	2	0	0	9	4
Kobayasiella subtilissima (Cleve) Lange-Bertalot	KOSU		0	0	0	0	0	4
Meridion circulare (Greville) C.A.Agardh var. circulare	MCIR		0	0	0	0	8	0
Microcystus maceria (Schimanski) Lange-Bertalot. Kusber & Metzeltin	MMAC		1	0	1	0	0	0
NAVICULA J.B.M. Bory de St. Vincent	NAVI		4	0	5	0	0	7
Navicula amphiceropsis Lange-Bertalot & Rumrich	NAAM		0	0	0	0	0	0
Navicula angusta Grunow	NAAN		0	0	0	1	0	0
Navicula cryptocephala Kützing	NCRY		0	0	1	0	3	2
Navicula heimansioides Lange-Bertalot	NHMD		4	0	0	0	0	2
Navicula radiosa Kützing	NRAD		2	2	9	5	0	4
Navicula rhynchocephala Kützing	NRHY		1	0	0	0	0	0
NITZSCHIA A.H. Hassall	NITZ		0	4	6	4	7	0
Nitzschia acicularis(Kützing) W.M.Smith	NACI		0	0	0	0	0	0
Nitzschia acidoclinata Lange-Bertalot	NACD		0	2	0	10	1	1
Nitzschia alpina Hustedt	NZAL		0	4	0	0	1	1
Nitzschia angustata (W.Smith) Grunow	NIAN		0	4	0	0	0	0
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow ssp.dissipata	NDIS		2	0	0	0	8	8
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var.debilis(Kützing)Grunow in Cl. & Grun	NPAD		0	0	0	0	0	1
PINNULARIA C.G. Ehrenberg	PNIN		0	0	3	2	0	0
Pinnularia gibba Ehrenberg	PGIB		0	2	0	0	0	0
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg var.viridis morphotype 1	PVIR		0	0	0	6	0	0
Placoneis clementis (Grunow) Cox	PCLT		0	0	0	0	0	1
Planothidium lanceolatum(Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot	PTLA		1	0	0	0	0	0
Planothidium peragalloi (Brun & Heribaud) Round & Bukhtiyarova	PTPE		1	0	0	0	0	0
Psammothidium didymum (Hustedt ) Bukhtiyarova et Round	PDID		7	7	0	0	0	0
Rossthidium petersenii (Hustedt) Round & Bukhtiyarova	RPET		0	0	0	0	0	10
Rossthidium pusillum (Grunow) F.E.Round & Bukhtiyarova	RPUS		6	53	40	45	159	0
Sellaphora bacillum (Ehrenberg) D.G.Mann	SEBA		0	0	8	0	0	0
Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkowsky	SPUP		0	2	0	0	0	3
Sellaphora seminulum (Grunow) D.G. Mann	SSEM		1	1	0	0	2	9
Stauroforma exiguiformis (Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	SSEX		6	10	0	0	0	0
Staurosira brevistriata (Grunow) Grunow	SBRV		0	17	8	0	0	13
Staurosira construens Ehrenberg	SCON		19	61	0	0	0	0
Staurosira pinnata Ehrenberg	SRPI		5	0	0	0	0	9
Staurosira venter (Ehr.) Cleve & Moeller	SSVE		0	0	0	0	0	69
Surirella angusta Kützing	SANG		2	0	0	0	0	0
Tabellaria fenestrata (Lyngbye) Kützing	TFEN		18	12	0	0	0	0
Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing	TFLO		80	69	12	2	6	13
Ulnaria danica (Kützing) Compère et Bukhtiyarova	UDAN		0	1	1	0	0	0

**LIITE 5**  
**PIILEVÄINDEKSIEN TULOKSET**

## Ecomonitor Oy - Juha Miettinen

No	2918	2914	2915	2916	2917	2919
<b>Paikka</b>	Kitinen Petkula	Kitinen yläp.	Mataraoja 2	Mataraoja 3	Mataraoja 5	Viivajoki
	Kitinen KevS-8	Kitinen, Matara yp	Matara KevS	Mataraoja 3	Matara KevS	Viivajoki 2
<b>Kuoria</b>	420	425	403	400	408	438
<b>Taksonit</b>	40	43	34	28	25	40
<b>ACID</b>	6,62	6,87	4,62	5,67	7,62	6,11
<b>IPS</b>	18,8	18,3	19,6	19,7	18,4	16,5
<b>TDI</b>	14,7	13,2	12,9	13,3	14,6	9,5
<b>%PT</b>	1	0,7	0	0	2,7	4,6
<b>Luokka</b>	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Hyvä
<b>SLA</b>	15,6	15,3	17,1	17,3	14,8	15
<b>DESCY</b>	18,5	18,1	19	19	17	16,9
<b>IDSE/5</b>	4,04	3,99	4,43	4,44	4,01	3,55
<b>SHE</b>	15	15,4	18,2	17,7	16	15,6
<b>WAT</b>	14,8	12,7	11,5	11,5	14,2	11,9
<b>GENRE</b>	17,2	16,2	16,8	15,5	15,3	15
<b>CEE</b>	17,7	15,4	19,6	19,6	17	15,1
<b>IBD</b>	19,9	19,1	20	20	18	19,2
<b>IDAP</b>	10,8	10,3	17	15,9	14,2	12,5
<b>EPI-D</b>	17,2	16,2	17,4	17,4	15,4	15,1
<b>DI_CH</b>	15,9	16,4	17,9	18,5	18,9	15,2
<b>IDP</b>	14,4	13	14	14,4	15,7	12,3
<b>LOBO</b>	7,5	4,7	1,1	2,7	9,4	5,4
<b>SID</b>	18,8	18,8	19	19	19,4	17,6
<b>TID</b>	15,2	14,6	16,4	16,4	16,7	12,6



**LIITE 6**  
**PIILEVIEN EKOLOGISET JAKAUMAT**

Ecomonitor Oy - Juha Miettinen  
Piilevät

EKOLOGISET JAKAUMAT

PREP. N° Van Dam 1994	EKOLOGISET JAKAUMAT					
	Kitinen Petki Kitinen Kev	Kitinen yläp. Kitinen Mata	Mataraoja 2 Mataraoja 2 Kev	Mataraoja 3 Mataraoja 3 Kev	Mataraoja 5 Mataraoja 5 Kev	Viivajoki Viivajoki 2
	%o	%o	%o	%o	%o	%o
<b>pH</b>						
asidobiontit	0	2	12	0	0	9
asidofiilit	224	240	377	225	44	107
neutrofiilit	555	376	427	715	848	543
alkalifiilit	114	287	42	10	51	301
alkalibiontit	0	26	0	0	10	0
laaja-alaiset	17	0	45	23	0	0
<b>SUOLAISUUS</b>						
makea	336	266	308	293	69	240
makea-murto	300	600	558	573	591	591
murto-makea	0	0	0	0	0	2
murtovesi	0	0	0	0	0	0
<b>N-HETEROTROFIA</b>						
autotrofit herkät	471	755	675	735	512	452
autotrofit kestävät	102	31	69	50	59	244
heterotrofit fakult.	2	19	0	0	5	62
heterotrofit	0	0	0	0	0	0
<b>HAPPIPITOISUUS</b>						
100 %	483	649	494	650	505	614
75 %	40	104	258	153	59	50
50 %	52	33	2	15	12	32
30 %	5	19	0	0	5	62
10 %	0	0	0	0	0	0
<b>SAPROBIA</b>						
oligosaprobitt	200	374	702	753	495	457
beta-mesosaprobitt	414	416	119	98	118	292
alfa-mesosaprobitt	14	9	2	0	7	11
meso-polysaprobitt	2	19	0	0	12	62
polysaprobitt	0	0	0	0	0	0
<b>TROFIATASO</b>						
oligotrofit	112	214	189	210	419	110
oligo-mesotrofit	129	127	266	320	78	231
mesotrofit	245	200	134	158	64	48
meso-eutrofit	55	188	99	110	56	251
eutrofit	48	45	2	0	10	82
hypertrofit	0	0	0	0	0	0
laaja-alaiset	43	45	67	38	27	55
<b>KOSTEUS</b>						
akvaattiset	129	181	2	0	20	176
aerofiilit sat.	36	169	305	228	71	105
akvaattiset-aero	260	242	189	168	42	228
aerofiilit	0	7	146	150	5	64
terrestriset	0	0	0	0	0	0