



Raportti 10.12.2019

Juha Miettinen

Terrafamen kaivoksen vesistötarkkailu  
– piilevämääritykset syksy 2019



Raportti 10.12.2019

Juha Miettinen

## Piilevämääritykset syksy 2019

**Ecomonitor Oy**  
Länsikatu 15  
80110 JOENSUU

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

*Tekijä:* Juha Miettinen, FT

Tilaaaja: Ramboll Finland Oy  
Katariina Koikkalainen  
Niemenkatu 73  
15140 LAHTI

# SISÄLTÖ

JOHDANTO .....	4
MENETELMÄT .....	4
TULOKSET .....	6
TULOSTEN TARKASTELU .....	9
KIRJALLISUUS .....	10
MÄÄRITYSKIRJALLISUUS .....	10

## JOHDANTO

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

Tässä työssä tutkittiin kaksi kappaletta Eurofins Environment Testing Finland Oy:n lokakuussa 2019 keräämää piilevänäytettä kaivosalueen etelä- ja pohjoispuolisista virtavesistä (Taulukko 1). Tavoitteena on seurata virtavesien ekologista tilaa, ja luokitella tutkittujen vesimuodostumien ekologinen tila päällyslievien osalta.

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

Taulukko 1. Tutkitut virtavesinäytteet.

Joki	Paikka	ETRS (Y)	ETRS (X)	pvm	etäisyys
Kivijoki	Kivikoski	7087910	544480	9.10.2019	etelään 10 km
Tuhkajoki	1	7102406	554117	10.10.2019	pohjoiseen 8 km

## MENETELMÄT

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

Määrytystulosten pohjalta laskettiin **Omnidia v. 6**-ohjelmistolla (päivitysversio 18.4.2018) piileväindeksien arvot (/20) kullekin näytteelle, sekä erilaisiin ekologisiin ryhmiin kuuluvien piilevien osuuksia (ekologiset jakaumat).

Suomen ympäristökeskuksen kehittämä päällysvä-laatumuuttujan ekologinen luokittelu perustuu kahteen piilevyhteisön rakenteesta laskettuun muuttujaan, tyyppille ominaisten taksonien esiintymiseen (TT) ja piilevyhteisön prosenttiseen mallinkaltaisuuteen (PMA). Luokkarajat perustuvat tyyppikohtaisiin vertailuarvoihin. Piilevien omat jokityypit perustuvat yleisistä jokityypeistä poiketen näytenäytteiden yläpuolisen valuma-alueen kokoon. Epävarmat määritykset, sekä jokien osalta myös sukutason määritykset, jätetään TT- ja PMA-laskujen ulkopuolelle.

Virallisten luokittelumuuttujien lisäksi laskettiin pitkään käytössä olleet Omnidia-ohjelman indeksit ja ekologiset jakaumat. IPS-indeksi (*Indice de polluo-sensitivité*, Cemagref 1982) on kehitetty Keski-Euroopassa, ja on käytetty pitkään myös Suomessa ekologiseen luokitteluun (Taulukko 2). IPS-indeksin virhemarginaalina määrittästyön osalta kokeneella määrittäjällä pidetään  $\pm 0,5$  IPS-yksikköä, kun  $IPS > 12$ , ja  $\pm 1$  IPS-yksikkö, kun  $IPS < 12$  (Kahlert ym. 2009).

Taulukko 2. Ekologisten laatuluokkien luokkarajat päällysväille Suomen ympäristökeskuksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen luokitteluoppaan ”Pintavesien ekologisen luokittelun vertailuolot ja luokan määrittäminen”, 15.1.2008, mukaan.

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

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, 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 esitetään aineiston perustiedot ja tärkeimmät Omnidia-ohjelmiston laskemat muuttujat. Taulukossa 5 esitetään yhteisömuuttujien tulokset.

Taulukko 4. Jokinäytteistä laskettujen leväyksikköjen (piileväkuorien) määrä ja taksonien lukumäärä, *Achnanthydium minutissimum*-lajikompleksin keskileveys (N=10), ACID-arvot, sekä tärkeimpien Omnidia-ohjelmiston indeksien arvot.

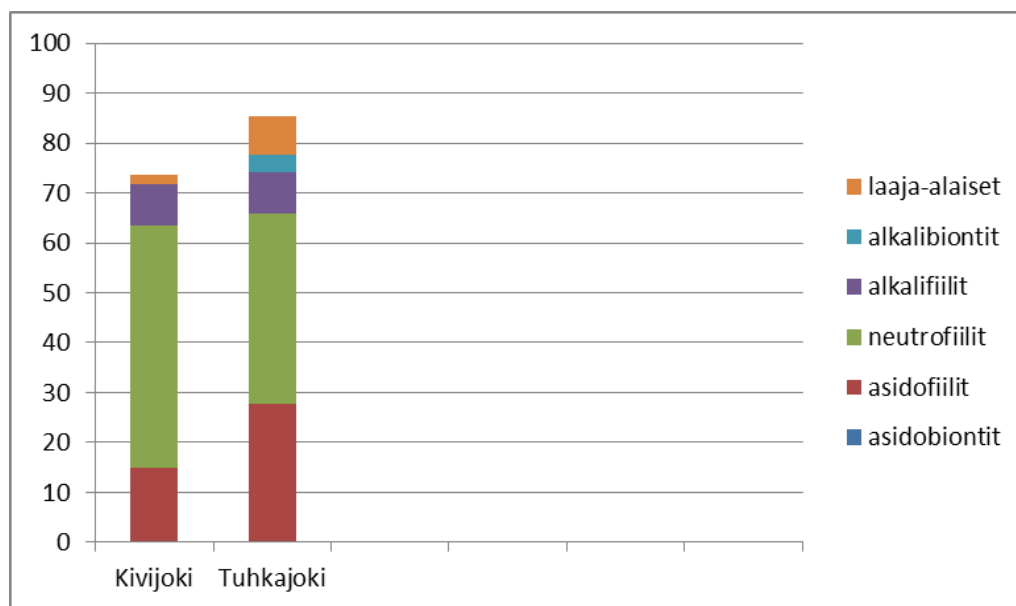
Näyte	Taksonit	Kuoret	ACID	ADMI $\mu\text{m}$	IPS (1-20)	PT %	TDI (1-20)
Kivijoki	27	412	6,50	2,78	19,2	0	14,8
Tuhkajoki	33	413	5,27	2,84	17,8	0,24	13,9

ACID-arvojen perusteella näytteet eivät edusta voimakasta veden happamuutta. IPS:n perusteella näytteet sijoittuvat erinomaiseen laatuluokkaan. TDI-arvot ovat melko vähäravinteisella tasolla, erityisesti Kivijoen näytteelle. Yhteisömuuttujista tyypille ominaisten taksonien määrä TT jää tyydyttävälle tasolle, mutta prosenttiset mallinkaltaisuudet ovat erinomaisella tasolla.

Taulukko 5. Luokittelumuuttujien TT40- ja PMA-arvot sekä niistä määräytyvät laatuluokat virtavesinäytteille. Taksoni- ja yksilömäärät on tähän taulukkoon otettu muuttujien laskemista varten muokatusta aineistosta.

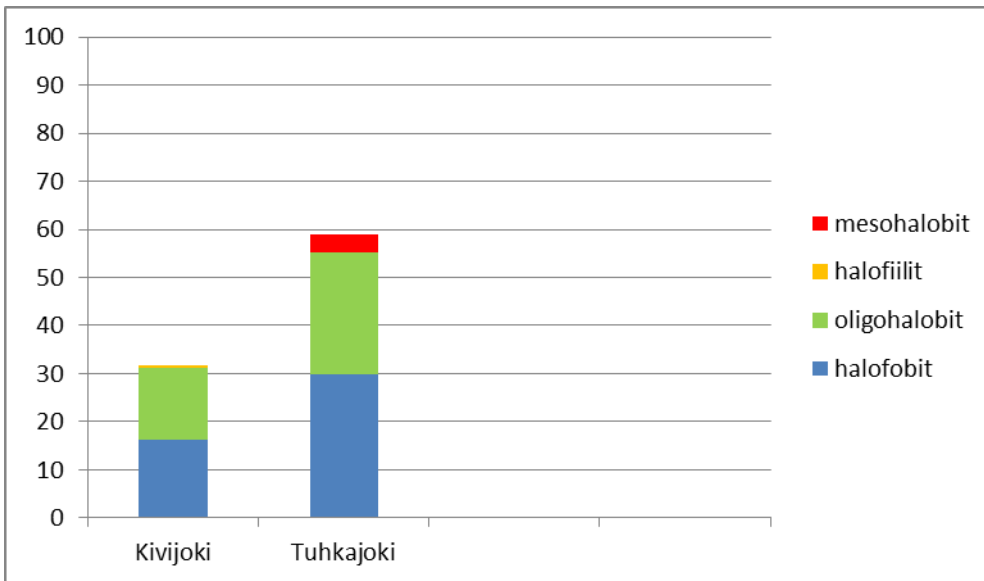
Tyyppi	Näyte	TT40	TT luokka	PMA	PMA luokka	Taksonit	Kuoret
Pt_E	Kivijoki	10	Tyydyttävä	0,389	Erinomainen	22	403
Kt_P	Tuhkajoki	8	Tyydyttävä	0,475	Erinomainen	25	396

Happamuutta suosivien asidofiilien esiintyminen näytteissä kertoo turvemaiden joille tyypillisestä humushappamasta elementistä (Kuva 1). Suurin osa näytteiden piilevistä on neutrofiilejä, mutta näytteissä havaitaan kuitenkin samaan aikaan asidofiilien kanssa myös korkeaa pH-tasoa suosivia alkalifiileja ja alkalibiontteja piileviä.



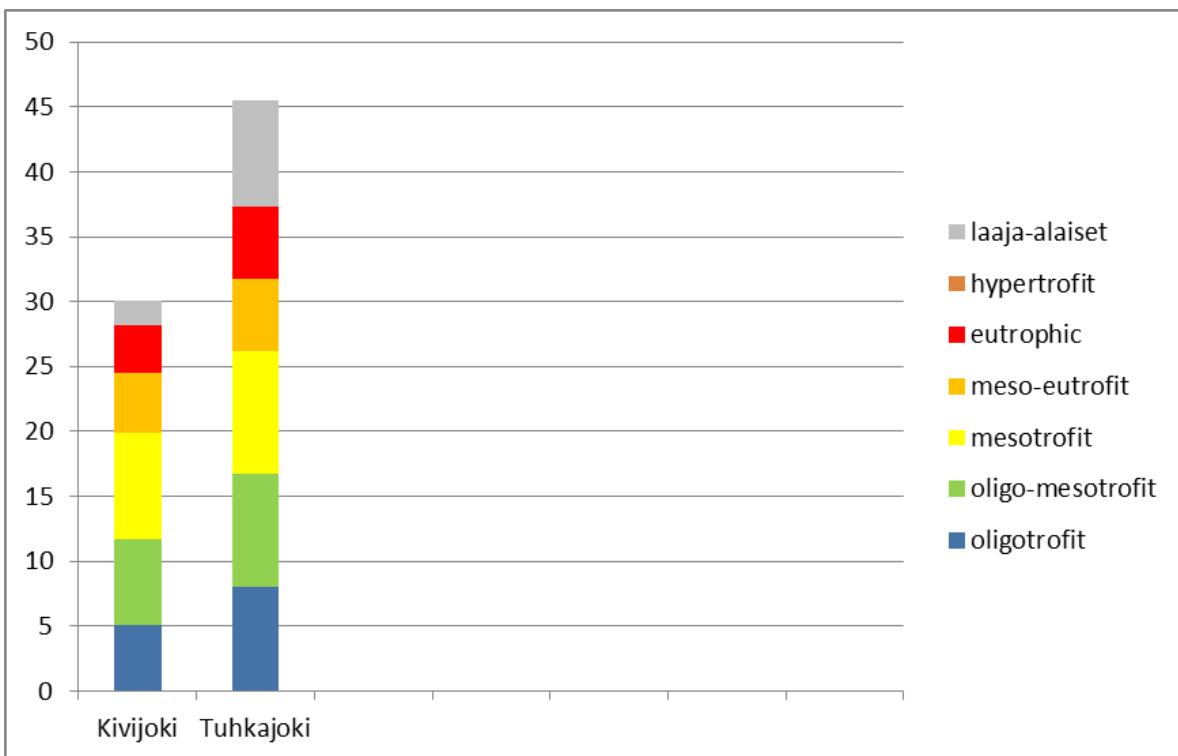
Kuva 1. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri pH-tasojen suosiviin lajeihin virtavesinäytteissä.

Kuvassa 2 esitetään lajitojen suolaisuusvaatimukset eri näytteissä. Näytteissä havaitaan pieniä määriä suolaista vettä suosivia piileviä, Kivijoessa *Diatoma tenue* alle yhden prosentin osuudella, ja Tuhkajoessa *D. moniliformis* noin 3,6 %:n osuudella.



Kuva 2. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri suolaisuustasoja suosiviin lajeihin jokinäytteissä.

Ravinteisuusvaatimukset (trofiataso) ovat suurelta osin luokittelemattomia tutkittujen näytteiden piileville (Huom. osuuksien skaalaus, max. 50 %; Kuva 3). Molemmissa näytteissä havaitaan hieman enemmän vähäravinteisuutta suosivia oligotrofeja kuin runsasravinteisuutta suosivia eutrofeja.



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



# TULOSTEN TARKASTELU

## Kivijoki

Kivijoen näytteessä runsaimpia taksoneita ovat *Achnanthydium minutissimum* ja *Gomphonema varioreduncum*. *Achnanthydium minutissimum* on laaja-alainen, nopeasti kiville kasvava pioneerilaji, ja *Gomphonema varioreduncum* on ekologiaaltaan huonosti tunnettu vaikkakin yleinen taksoni. Nämä kaksi taksonia muodostavat suurimman osan näytteestä, joten veden laadun ja ekologisen tilan arvio näytteen perusteella on tavallista epätarkempi. Lajisto kokonaisuutena osoittaa humuksista ja vähä- tai keskiravinteista vedenlaatua.

IPS-arvo sijoittuu erinomaiseen luokkaan, ja TDI-arvo vähäravinteiselle tasolle. Havaittu tyypille ominaisten taksonien määrä on vain tyydyttävä, mutta mallinkaltaisuus erinomainen.

## Tuhkajoki

Tuhkajoen näytteessä runsain taksoni *Achnanthydium minutissimum* esiintyy keskimäärin leveinä muotoina. Suolaisia vesiä suosiva *Diatoma moniliformis* havaitaan noin 3,6 %:n osuudella. *Eunotia*-suvun runsaus osoittaa humushappamia olosuhteita.

IPS-arvo sijoittuu erinomaiseen laatuluokkaan, ja TDI-arvo melko vähäravinteiselle tasolle. Havaittu tyypille ominaisten taksonien määrä on tyydyttävä, ja mallinkaltaisuus erinomainen. Veden laatu on piilevien koostumuksen perusteella ollut pääosin tyypillinen humushapan ja vähä-keskiravinteinen.

## 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

- Cantonati M., Kelly M.G. & Lange-Bertalot H. 2017. *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species used in Ecological Assessment*. Koeltz Botanical Books.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H. 1986-1991. Bacillariophyceae. Teil 1-4. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 4/1-4. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- 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.