

Raportti 17.3.2021

Juha Miettinen

Terrafamen kaivoksen vesistötarkkailu
– piilevämääritykset syksy 2020



Raportti 17.3.2021

Juha Miettinen

Piilevämääritykset syksy 2020

Ecomonitor Oy
Länsikatu 15
80110 JOENSUU

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

Tekijä: Juha Miettinen, FT

Tilaaaja: Eurofins Environment Testing Finland Oy
Sami Tyrväinen
Niemenkatu 73
15140 LAHTI

SISÄLTÖ

JOHDANTO	4
MENETELMÄT	4
TULOKSET	6
TULOSTEN TARKASTELU	8
KIRJALLISUUS	9
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 2020 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	7087908	544866	7.10.2020	etelään 10 km
Tuhkajoki	Tuhkajoki	7102416	554079	8.10.2020	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 24.2.2020) piileväindeksien arvot (/20) kullekin näytteelle, sekä erilaisiin ekologisiin ryhmiin kuuluvien piilevien osuuksia (ekologiset jakaumat).

Suomen ympäristökeskuksen kehittämä päällyslevä-laatumuuttujan ekologinen luokittelu perustuu kahteen piilevyhteisön rakenteesta laskettuun muuttuajaan, 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 ± 1 IPS-yksikkö, kun $IPS < 12$ (Kahlert ym. 2009).

Taulukko 2. Ekologisten laatuluokkien luokkarajat päällysleville 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.

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

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

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

TULOKSET

Taulukossa 4 esitetään aineiston perustiedot ja tärkeimmät 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	ADMI μm	ACID	IPS (1-20)	PT %	TDI (1-20)
Kivijoki	28	400	2,84	4,15	18,6	0,25	16,0
Tuhkajoki	38	410	2,80	3,82	18,8	1,46	17,5

Kivijoen näytteessä *Achnanthydium minutissimum*-lajiryhmän solut ovat kymmenen mittauksen perusteella leveiden ryhmään 3 kuuluvia ($>2.8 \mu\text{m}$), jotka voivat indikoida rehevyyttä (Kahlert ym. 2009). Lajiryhmän osuus on kuitenkin alle 5 % piilevistä, joten vaikutus indekseihin ei ole suuri.

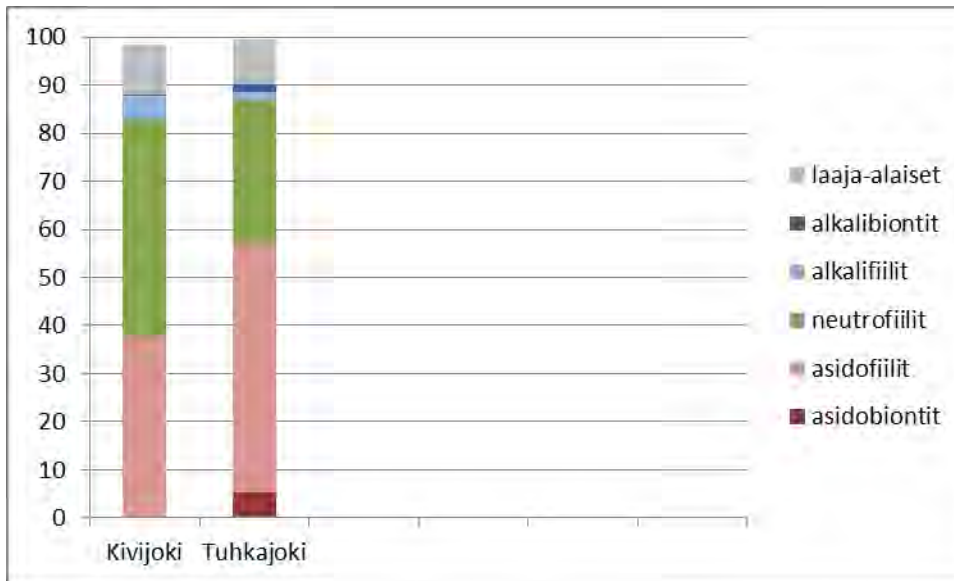
ACID-arvojen perusteella näytteet edustavat hapanta veden laatua, mutta eivät niin voimakkaasti että Omnidia-indeksit olisivat kelvottomia. IPS:n perusteella näytteet sijoittuvat erinomaiseen laatuluokkaan. TDI-arvot ovat vähäravinteisella tasolla, erityisesti Tuhkajoen näytteelle.

Yhteisömuuttujien arvot asettuvat kaikki tyydyttävälle tasolle.

Taulukko 5. Luokittelumuuttujien TT40- ja PMA-arvot sekä niistä määräytyvät laatuluokat vuoden 2020 näytteille. Taksoni- ja yksilömäärät on tähän taulukkoon otettu muuttujien laskemista varten muokatusta aineistosta.

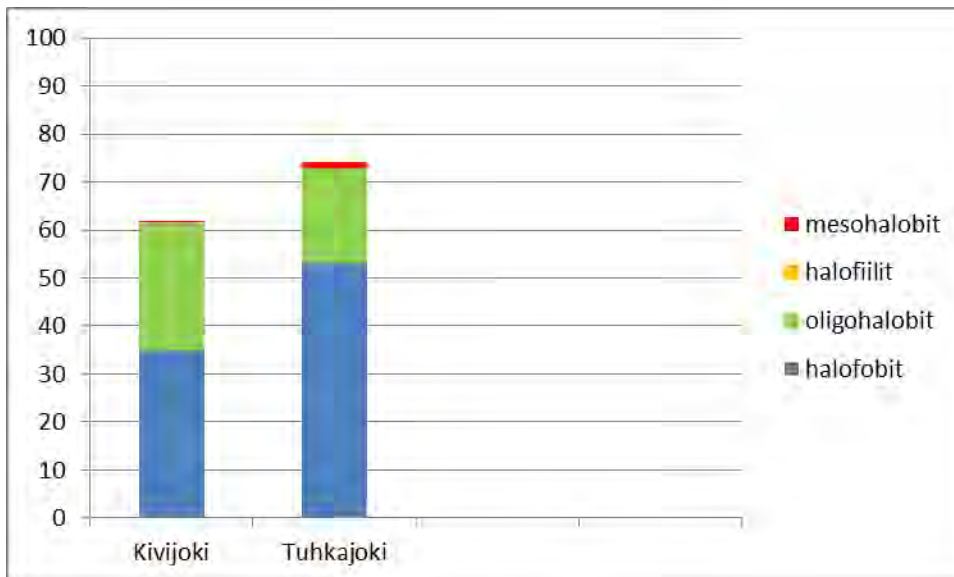
Tyyppi	Näyte	TT40	TT luokka	PMA	PMA luokka	Taksonit	Kuoret
Pt_E	Kivijoki	10	Tyydyttävä	0,221	Tyydyttävä	25	396
Kt_P	Tuhkajoki	10	Tyydyttävä	0,212	Tyydyttävä	33	392

Happamuutta suosivien asidofiilien esiintyminen näytteissä kertoo turvemaille sijaitseville joille tyypillisestä humushappamasta elementistä (Kuva 1).



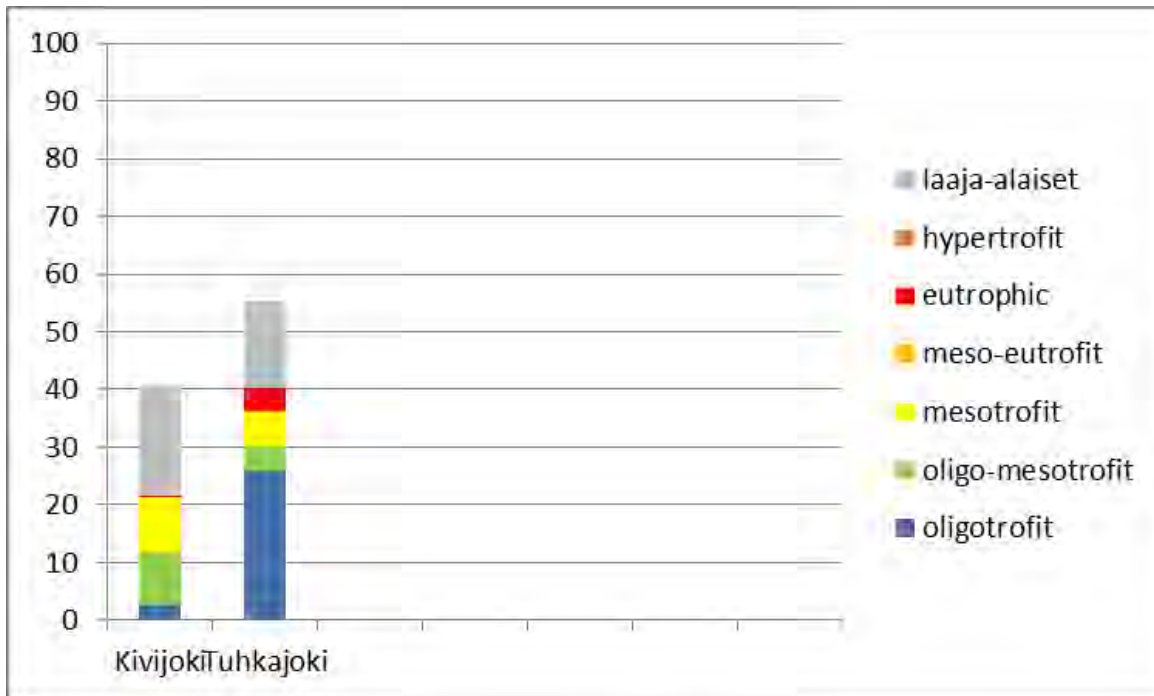
Kuva 1. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri pH-tasojä suosiviin lajeihin virtavesinäytteissä.

Kuvassa 2 esitetään lajitojen suolaisuusvaatimukset eri näytteissä. Lähinnä Tuhkajoen näytteessä havaitaan pienellä osuudella suolaista vettä suosivia piileviä (*Diatoma moniliformis* 1,5 %).



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

Ravinteisuusvaatimukset (trofiataso) ovat suurelta osin luokittelemattomia tutkittujen näytteiden piileville, erityisesti Kivijoen näytteelle (Kuva 3). Tuhkajoessa havaitaan selkeästi enemmän oligotrofeja kuin eutrofeja, mikä indikoi alhaisia ravinnepitoisuuksia.



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

TULOSTEN TARKASTELU

Kivijoki

Kivijoen näytteessä runsaimpia taksoneita ovat *Gomphonema varioreduncum* sekä *Eunotia*-suvun happamuutta suosivat lajit. *Gomphonema varioreduncum* on uuden lajimäärittelyn vuoksi ekologiaaltaan huonosti tunnettu vaikkakaan ei harvinainen taksoni. Lajisto kokonaisuutena osoittaa humuksista ja vähä- tai keskiravinteista vedenlaatua. Vuosien 2018 ja 2019 näytteisiin verrattuna *Achnanthydium minutissimum*-lajiryhmän osuus on selvästi pienentynyt, ja *Eunotia*-suvun happamuutta suosivien piilevien osuus on suurempi. Tämä on turvemaiden joeksi luokitellulle joelle tyypillinen piilevien koostumus.

IPS-arvo sijoittuu erinomaiseen luokkaan, ja TDI-arvo vähäravinteiselle tasolle. Yhteisömuuttajat sijoittuvat tyydyttävään luokkaan (PMA 2019 erinomainen). Muutos on ilmeisesti laskentamenetelmän puutteista ja taksonomian muuttumisesta johtuva, ja vuoden 2020 näytteen koostumus voidaan katsoa edustavan vähintään yhtä hyvää ekologista tilaa kuin 2019 näytteen, ja jokityyppi huomioon ottaen jopa tyyppillisempää lajistoa. Näytteen perusteella ei havaita kaivoksen vaikututtavan päällysläyhteyksien koostumukseen.

Tuhkajoki

Tuhkajoen näytteessä havaitaan samankaltainen piilevien koostumus kuin Kivijoessa, runsaimmat taksonit ovat *Gomphonema varioreduncum* ja *Eunotia*-suku. *Diatoma moniliformis* havaitaan noin 1,5 %:n osuudella, eli on vähentynyt aikaisemmista vuosista (3,6 % v. 2019, 5 % v. 2018).

Eunotia-suvun runsaus osoittaa tyyppille ominaisia humushappamia olosuhteita.

IPS-arvo sijoittuu erinomaiseen laatuluokkaan, ja TDI-arvo erittäin vähäravinteiselle tasolle. Yhteisömuuttajien arvot sijoittuvat tyydyttävään luokkaan (mallinkaltaisuus erinomainen 2019). Kuten Kivijoessa, ero mallinkaltaisuudessa johtuu ilmeisesti tavallisemman taksonin *Achnantheidium minutissimum* korvautumisella vähemmän tavallisella lajilla. Ekologista merkitystä tällä ei kuitenkaan tiedettävästi ole, vaan luokituksen muutos johtuu ilmeisesti laskentamenetelmän ja taksonomian epäsovuvuudesta tällä hetkellä yhden taksonin kohdalla. Lajiston koostumus kokonaisuutena voidaan katsoa olevan enemmänkin tyyppille luonnontilaista vastaava, ja joen tila siten parantunut edellisistä vuosista. Kaivoksen vaikutuksena voidaan nähdä näytteen koostumuksessa vain suolaista vettä suosiva laji *Diatoma moniliformis* osuudella 1,5 %, mikä on aikaisempia vuosia pienempi.

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.