



Raportti 26.3.2021

Juha Miettinen

Kittilän kaivoksen vesistötarkkailu
– piilevämääritykset syyskuu 2020



Raportti 26.3.2021

Juha Miettinen

Kittilän piilevämääritykset 2020

Ecomonitor Oy
Länsikatu 15
80110 JOENSUU

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

Tekijä: Juha Miettinen, FT

Tilaaaja: Eurofins Ahma Oy
Antti Leppänen
Koivurannantie 1
40400 JYVÄSKYLÄ

SISÄLTÖ

| | |
|----------------------------|----|
| JOHDANTO | 4 |
| MENETELMÄT | 4 |
| TULOKSET | 6 |
| TULOSTEN TARKASTELU | 9 |
| KIRJALLISUUS | 13 |
| MÄÄRITYSKIRJALLISUUS | 14 |

JOHDANTO

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

Tässä työssä tutkittiin 13 kappaletta syyskuussa 2020 kerättyjä virtavesien piilevänäytteitä (Taulukko 1). Näytteistä kolme on uusilta tutkimuspaikoilta Loukisesta ja Ounasjoesta, joista ei ole aiempia näytteitä. Tavoitteena on seurata kaivoksen lähialueen virtavesien ekologian tilaa, ja luokitella tutkittujen vesimuodostumien ekologinen tila päällysväyhteisöjen osalta. Vuoden 2020 tuloksia verrataan myös vuosien 2013-2019 tuloksiin niiltä tutkimuspaikoilta joista on aikaisemmin tutkittu näytteitä.

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

Taulukko 1. Tutkitut virtavesinäytteet.

| Näyte no | Joki | Paikka | ETRS (Y) | ETRS (X) | pvm |
|-------------------|-------------|------------------|----------|----------|-----------|
| 749-2020-00024190 | Seurujoki | Talvitiemukka | 7535823 | 430760 | 22.9.2020 |
| 749-2020-00024208 | Seurujoki | Vedenottamo | 7534515 | 431247 | 24.9.2020 |
| 749-2020-00024209 | Seurujoki | Ukonniva | 7533299 | 429100 | 24.9.2020 |
| 749-2020-00024253 | Seurujoki | Mesiniemi | 7529047 | 428791 | 23.9.2020 |
| 749-2020-00024206 | Loukinen 81 | Kiistalan silta | 7528002 | 430338 | 24.9.2020 |
| 749-2020-00024254 | Loukinen 3 | Autionmukka | 7523001 | 428341 | 23.9.2020 |
| 749-2020-00024255 | Loukinen | Putaanperännivat | 7522743 | 417752 | 24.9.2020 |
| 749-2020-00024256 | Loukinen | Sikaniva | 7522970 | 412632 | 24.9.2020 |
| 749-2020-00024259 | Ounasjoki | Köngäs | 7530570 | 409994 | 22.9.2020 |
| 749-2020-00024260 | Ounasjoki | Hossanniva | 7523920 | 410881 | 22.9.2020 |
| 749-2020-00024257 | Ounasjoki | Torpanniva länsi | 7518922 | 413161 | 22.9.2020 |
| 749-2020-00024404 | Ounasjoki | Torpanniva itä | 7518961 | 413227 | 21.9.2020 |
| 749-2020-00024258 | Ounasjoki | Riikonkoski | 7513122 | 413726 | 24.9.2020 |

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. 6**-ohjelmistolla (tietokantaversio 24.2.2020) piileväindeksien arvot kullekin näytteelle, sekä erilaisiin ekologisiin ryhmiin luokiteltujen piilevien osuuksia (ekologiset jakaumat).

Suomen ympäristökeskuksen kehittämä päällysvä-laatumuuttujan ekologinen luokittelu perustuu kahteen piileväyhteisön rakenteesta laskettuun muuttuajaan, tyypille ominaisten taksonien esiintymiseen (TT) ja piileväyhteisön prosenttiseen mallinkaltaisuuteen (PMA). Luokkarajat perustuvat tyyppikohtaisiin vertailuarvoihin. Piilevien omat jokityypit perustuvat yleisistä jokityypeistä poiketen näytepisteiden 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 lähinnä veden ravinteikkuuden arviointiin, ja on käytetty pitkään myös Suomessa ekologiseen luokitteluun (Taulukko 2). IPS-indeksin virhemarginaalina määrittästyön osalta kokeneella määrittäjällä pidetään $\pm 0,5$ IPS-yksikköä, kun $IPS > 12$, ja ± 1 IPS-yksikkö, kun $IPS < 12$ (Kahlert ym. 2009).

Taulukko 2. Ekologisten laatuluokkien luokkarajat 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 TDI:n ja %PTV:n arvot. TDI (*Trophic Diatom Index*; Kelly 1998) on Britanniassa jätevesipuhdistamojen seurantaan kehitetty indeksi, joka korreloi lähinnä veden fosforitason kanssa. Tässä TDI:stä esitetään versio, jossa maksimiarvo on 20 (vähäravinteinen) ja minimiarvo 1 (fosforipitoisuus erittäin korkea; yksikkönä mg/l). TDI-indeksin tulkinnassa käytetään apuna orgaanista kuormitusta sietävien lajien osuutta (%PTV; Pollution Tolerant Values).

Happamissa vesissä 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, 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 määrittystulosten tulkinnassa tähän seurantaan soveltuvina pH-, suolaisuus- ja trofiavaatimuksia.

TULOKSET

Taulukossa 4 esitetään aineiston perustiedot ja tärkeimmät Omnidia-ohjelmiston laskemat muuttujat. Taulukossa 5 esitään yhteisömuuttujien tulokset.

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

| Näyte | Taksonit | Kuoret | ADMI μm | ACID | IPS (1-20) | PT % | TDI (1-20) |
|------------------------|----------|--------|-----------------------|-------|---------------|---------|---------------|
| Seuruj. Talvitienmukka | 38 | 417 | 2,80 | 7,32 | 16,2 | 2,88 | 9,6 |
| Seuruj.Vedenottamo | 19 | 427 | 2,44 | 11,77 | 16,9 | 0,47 | 13,3 |
| Seuruj. Ukonniva | 10 | 447 | 2,60 | 10,19 | 18,6 | 0 | 14,8 |
| Seuruj. Mesiniemi | 15 | 463 | 2,80 | 12,08 | 18,8 | 0,86 | 14,6 |
| Loukinen 81 | 32 | 400 | x | 7,82 | 15,6 | 1,25 | 10,5 |
| Loukinen 3 | 35 | 401 | 2,90 | 11,12 | 14,0 | 12,97 | 5,5 |
| Loukinen Putaanp. | 21 | 453 | 3,02 | 9,31 | 15,5 | 0,22 | 7 |
| Loukinen Sikaniva | 25 | 404 | 2,88 | 8,41 | 16,3 | 0,5 | 11,2 |
| Ounasj. Köngäs | 30 | 407 | 2,92 | 4,48 | 18,3 | 0 | 14,9 |
| Ounasj. Hossanniva | 26 | 416 | 2,78 | 6,66 | 18,0 | 0,48 | 15 |
| Ounasj. Torpanniva L | 24 | 420 | 2,70 | 5,77 | 18,5 | 0 | 15 |
| Ounas. Torpanniva I | 25 | 403 | 2,82 | 7,14 | 17,3 | 0,25 | 13,3 |
| Ounasj. Riikonkoski | 27 | 435 | 2,72 | 6,65 | 17,4 | 0 | 14,4 |

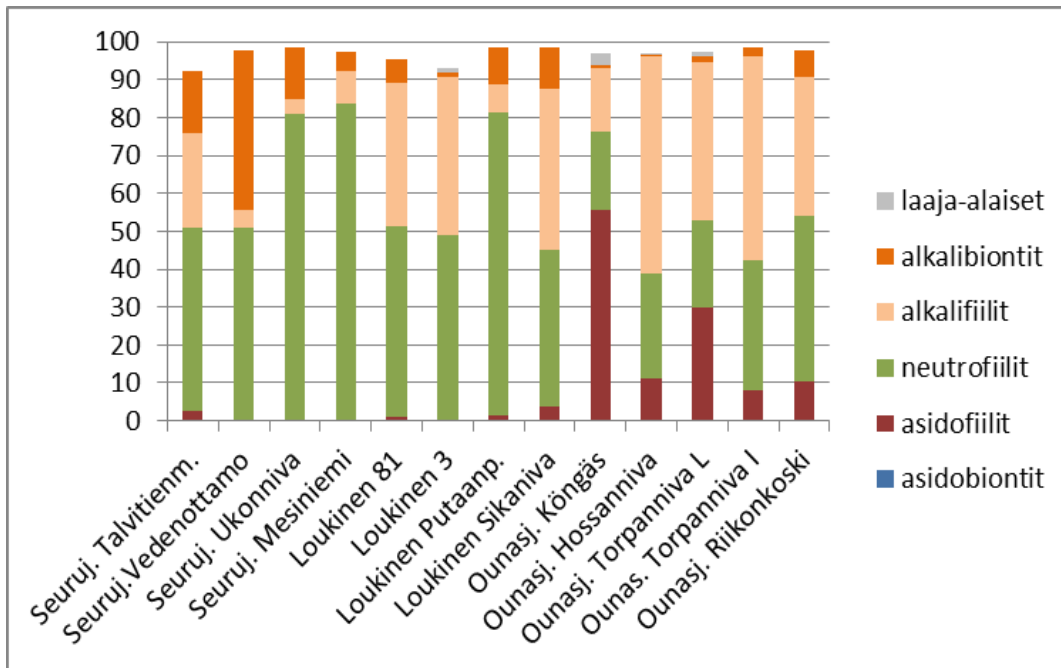
Yksikään tutkituista näytteistä ei edusta voimakkaasti hapanta veden laatua, joten IPS on käyttökelpoinen ekologisen tilan arvioinnissa. IPS-arvojen perusteella Seurujoki on hyvässä tai erinomaisessa tilassa, Loukinen tyydyttävässä tai hyvässä tilassa, ja Ounasjoki erinomaisessa tilassa. Loukisen alemmat indeksin arvot johtuvat joko rehevöitymisestä tai luontaisesti suuremmista ravinnepitoisuuksista (lähinnä epäorgaaninen fosfori). Myös TDI-arvot ovat alimmillaan Loukisessa (eutrofinen taso näytteiden Loukinen 3 ja Loukinen Putaanperännivat kohdalla).

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 |
|---------|------------------------|------|------------|-------|-------------|----------|--------|
| Kt_P | Seuruj. Talvitienmukka | 10 | Hyvä | 0,404 | Erinomainen | 31 | 382 |
| Kt_P | Seuruj.Vedenottamo | 7 | Tyydyttävä | 0,300 | Hyvä | 17 | 420 |
| Kt_P | Seuruj. Ukonniva | 5 | Välttävä | 0,279 | Hyvä | 9 | 446 |
| Kt_P | Seuruj. Mesiniemi | 5 | Välttävä | 0,315 | Hyvä | 11 | 450 |
| Kt_P | Loukinen 81 | 9 | Tyydyttävä | 0,264 | Hyvä | 27 | 382 |
| Kt_P | Loukinen 3 | 8 | Tyydyttävä | 0,355 | Erinomainen | 26 | 342 |
| StEst_P | Loukinen Putaanp. | 8 | Välttävä | 0,391 | Hyvä | 18 | 449 |
| StEst_P | Loukinen Sikaniva | 13 | Hyvä | 0,456 | Hyvä | 23 | 398 |
| StEst_P | Ounasj. Köngäs | 13 | Hyvä | 0,302 | Tyydyttävä | 24 | 394 |
| StEst_P | Ounasj. Hossanniva | 13 | Hyvä | 0,420 | Hyvä | 22 | 405 |
| StEst_P | Ounasj. Torpanniva L | 14 | Hyvä | 0,385 | Hyvä | 19 | 416 |
| StEst_P | Ounas. Torpanniva I | 14 | Hyvä | 0,419 | Hyvä | 23 | 402 |
| StEst_P | Ounasj. Riikonkoski | 16 | Hyvä | 0,497 | Hyvä | 22 | 429 |

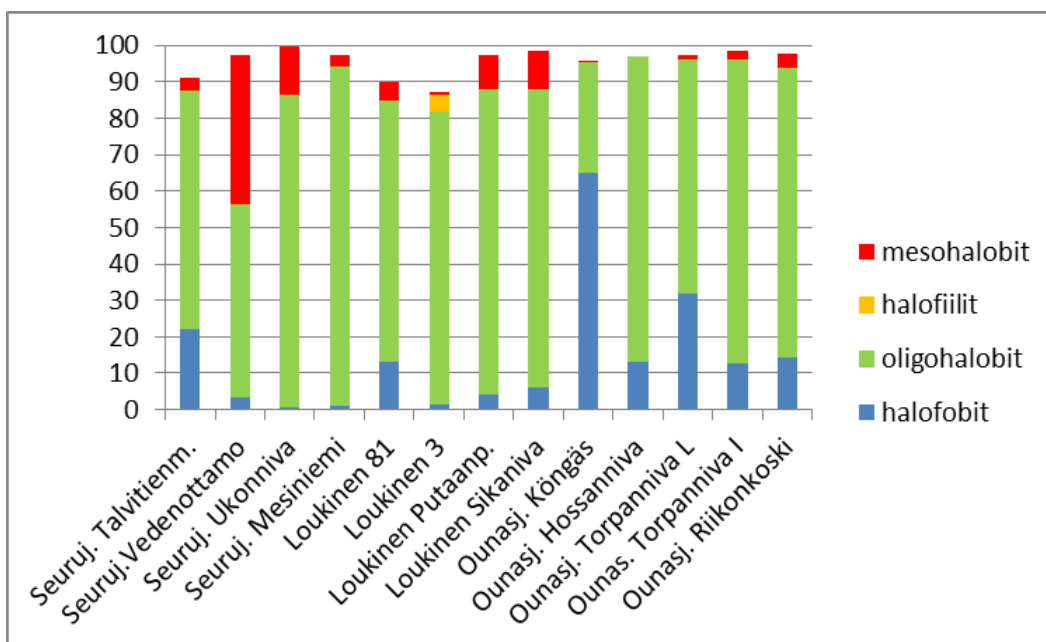
Havaittu tyyppille ominaisten taksonien määrä korreloi havaitun kokonaistaksonimäärän kanssa. Näytteissä, joissa nopeakasvuinen *Achnantheidium minutissimum* muodostaa suurimman osan näytteestä, havaittu taksonimäärä jää alhaiseksi. Prosenttinen mallinkaltaisuus sen sijaan on vähintään hyvällä tasolla kaikille muille näytteille, paitsi Ounasjoki Köngäs on tyydyttävä. Seurujoki, Loukinen ja Ounasjoki on luokiteltu vesienhoidon piirissä turvemaiden tyyppeihin kuuluviksi, mihin piilevien koostumukset ovat lähtökohtaisesti poikkeuksellisen vähän happamia humusvesiä suosivia taksoniteita sisältäviä.

Tarkasteltaessa lajitojen pH-vaatimuksia (Kuva 1), nähdään että kaikissa näytteissä piilevät ovat pääosin vähintään neutraalia veden pH-tasoa suosivia. Myös pH-tasoa yli 7 vaativia piileviä havaitaan erityisesti Seurujoen näytteissä. Ainoastaan Ounasjoen näytteissä on merkittäviä määriä tyyppille ominaisia happamuutta suosivia piileviä.



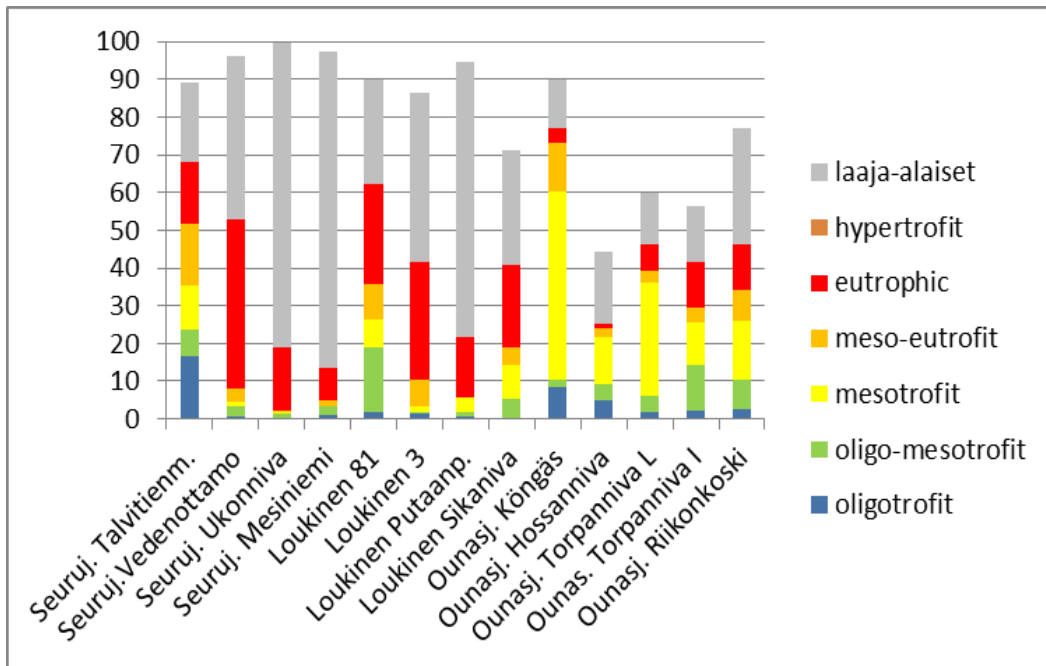
Kuva 1. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri pH-tasojen suosiviin lajeihin virtavesinäytteissä.

Lajistojen suolaisuusvaatimuksista (Kuva 2) nähdään, että suolapitoisissa vesissä esiintyviä piileviä (halofiilit ja mesohalobit) havaitaan kaivoksen alapuolisissa näytteissä. Suolaisia makeita vesiä suosivan lajin, *Diatoma moniliformis*, osuus on suurimmillaan näytteessä Seurujoki Vedenottamo (n. 40 %). Loukisessa lajin osuus on suurimmillaan n. 10 %, ja Ounasjoessa n. 4 %.



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

Luokitellut trofiavaatimukset, jotka viittaavat epäorgaanisten ravinteiden pitoisuuksiin, ovat enemmän runsasravinteisella kuin vähäravinteisellä tasolla Seurujoen ja Loukisen näytteille, paitsi Seurujoen Talvitiemukan näytteelle. Tosin monissa näytteissä suurin osa piilevistä ei kuulu luokiteltuihin taksoneihin tai ovat laaja-alaisia (mm. *Achnantheidium minutissimum*), mikä heikentää jakaumien käyttöarvoa (Kuva 3).



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

TULOSTEN TARKASTELU

Seurujoki

Seurujoesta määritettiin näytteet neljältä paikalta, joista Talvitiemukka kaivoksen yläpuolella. Talvitiemukan näytteessä runsaimmat taksonit ovat *Achnantheidium minutissimum* ja *Epithemia adnata*. *Epithemia adnata* on alkalibiontti laji, mikä osoittaa korkeita veden pH-tasojen. Myös aiempina vuosina *Epithemia adnata* on ollut runsas osoittaen jatkuvasti korkeaa pH-tasoa. Vuoden 2019 näytteessä (raportti P. Eloranta) havaittiin suolaista vettä suosiva *Diatoma moniliformis* suuremmalla osuudella (11 %) kuin nyt. Jatkossa seurannassa suositellaan otettavaksi näyte

ylempää Seurujoen yläjuoksulta jos mahdollista, että voidaan varmistua ylimmän näytteen osoittavan luonnontilaisia olosuhteita.

Vedenottamon näytteessä sekä *Achnanthydium minutissimum*-että *Diatoma moniliformis*-kasvusto on runsas (molempia yli 40%), joten muiden taksonien määrä ja osuudet jäävät pieniksi. *Diatoma moniliformis* ilmentää piileville suolaisuutena ilmenevää veden laadun muutosta. Myös 2019 seurannassa *D. moniliformis* oli runsaimmillaan näytepaikalla Vedenottamo (20 %).

Myös Ukonnivan ja Mesiniemen näytteissä *Achnanthydium minutissimum*-kasvusto on erittäin voimakas, ja *Diatoma moniliformis*-osuus on pienempi (13 ja 3 %). Ukonnivan näytteessä vuonna 2019 oli noin 8 % *Diatoma*-suvun piileviä.

IPS- ja TDI-arvot ovat korkeita Ukonnivan ja Mesiniemen näytteille, koska *Achnanthydium minutissimum* on luokiteltu vähäravinteisuutta suosivaksi. Talvitiemukan näytteessä havaitaan jonkin verran reheville vesille tavallisia piileviä, kuten *Adlafia minuscula*, *Navicula cryptocephala*, ja IPS-arvo on siten hieman alempi ja hyvässä luokassa.

Yhteisömuuttujien arvot ovat korkeimmillaan Talvitiemukan näytteille, hyvässä ja erinomaisessa luokassa. TT (tyypille ominaisten taksonien havaittu määrä) laskee alimmilleen Ukonnivan ja Mesiniemen kohdalla (5, välttävä luokka), mutta PMA (prosenttinen mallinkaltaisuus) on hyvässä luokassa Talvitiemukan alapuolella.

Loukinen

Loukista tutkittiin neljä näytettä, joista Sikaniva alimpana alajuoksulla on ensimmäistä kertaa mukana seurannassa. Loukisen näytepaikoista näyte 81, Kiistalan silta, sijaitsee kaivoksen vaikutusalueen yläpuolella, ja Loukinen 3 (Autionmukka), Putaanperännivat, sekä Sikaniva Seurujoen alapuolella. Keskimäärin matalammat IPS- ja TDI-arvot osoittavat korkeampia ravinnetasoja kuin Seurujoessa.

Runsaimmat taksonit näytteessä 81 ovat *Ulnaria ulna*, *Fragilaria gracilis*, *Fragilaria cf. rumpens*. Lajisto on ravinnevaatimuksiltaan paljolti laaja-alaista, mutta pH-vaatimukset ovat selkeästi pH-tasoilla 7 ja yli. *Diatoma moniliformis* havaitaan näytteessä viiden prosentin osuudella.

Näytteissä 3, ja erityisesti Putaanperännivat, *Achnanthydium minutissimum* on hyvin hallitseva. Muu lajisto jää hyvin vähäiseksi näytteelle Putaanperännivat. Autionmukan näytteessä havaitaan mm.

Amphora pediculus ja *Eolimna minima*, mikä osoittaa korkeita ravinnetasoja. Näytteessä Putaanperännivat *Diatoma moniliformis*-osuus on lähes 10 %.

Sikanivan näytteessä havaitaan runsaimpana taksonina planktinen *Fragilaria mesolepta*, mikä on merkki rehevöitymisestä ja vähintään mesotrofisesta ravinnetasosta. Myös *Diatoma moniliformis* havaitaan 10 %:n osuudella.

IPS laskee tyydyttävään luokkaan Autionmukan näytteelle, ja nousee takaisin hyvään luokkaan alajuoksulle. TDI-arvot ovat myös matalimmillaan Autionmukan näytteelle, ja eutrofinen myös näytteelle Putaanperännivat.

Tyypille ominaisten taksonien määrä on alimmillaan Loukisessa näytteelle Putaanperännivat (välttävä). Mallinkaltaisuus PMA on vähintään hyvällä tasolla kaikille näytteille. Kokonaisuutena yhteisömuuttujien perusteella heikoimmassa tilassa on Loukisessa Putaanperännivat, vastaavasti kuin Seurujoessa Ukonnivat.

Ounasjoki

Ounasjoesta määritettiin yhteensä viisi näytettä, joista uutena seurannalle Köngäs ja Riikonkoski. Köngäs sijaitsee ylimpänä ja myös Hossanniva Loukisen yläpuolella. Torpanniva länsi, Torpanniva itä, sekä Riikonkoski sijaitsevat Loukisen alapuolelta. Veden laatu on näytteiden perusteella neutraali ja keskiravinteinen. Kuten Seurujoessa ja Loukisessa, näytteissä havaitaan suhteellisen vähän turvemaiden joille tavallisia humushappamuutta suosivia taksoneita.

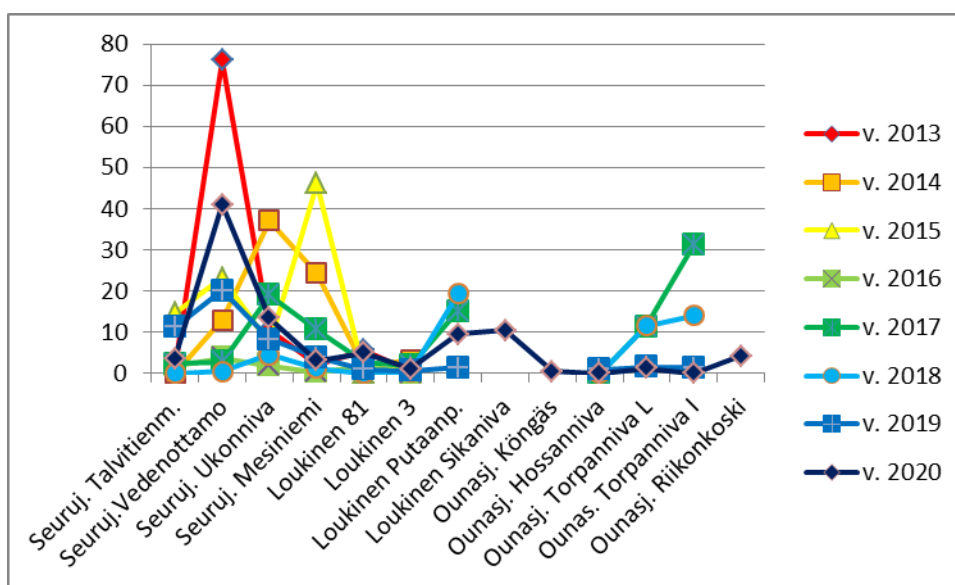
Näytteessä Köngäs on valtalajina *Tabellaria flocculosa*, joka on yleisesti valtalajina Lapin kirkasvetisissä joissa. Hossannivan, Riikonkosken ja Torpannivan näytteissä runsaimmaksi taksoniksi nousee planktinen *Fragilaria mesolepta*, joka viittaa runsaaseen planktonkasvuun ja rehevöitymiseen joessa. Suolaista vettä suosiva *Diatoma moniliformis* havaitaan pienemmillä osuuksilla kuin Seurujoessa ja Loukisessa (enimmillään Riikonkosken näytteessä 3,9 %).

Yleinen tulosten tarkastelu ja vertailu aikaisempiin vuosiin

Alueen piileväseurantaa on tehty vuodesta 2011 lähtien. Tässä vertaillaan tuloksia vuodesta 2013 lähtien. Kaivoksen vaikutus Seurujoessa on näkynyt koko seuranta-aikana parhaiten suolaisuutta suosivien lajien *Diatoma moniformis* ja *D. tenue* esiintymisenä (Kuva 4). Ilmeisesti

sulfaattipitoisuus käytännössä selittää *Diatoma*-lajien esiintymistä. Enimmillään *Diatoma moniliformis* muodosti Vedenottamon näytteestä noin kolme neljäsosaa vuonna 2013, minkä jälkeen sitä on ollut vähemmän, mutta havaittu joka vuosi. Joinain vuosina *Diatoma* on ollut runsaimmillaan alempana kuin Vedenottamo, eli Ukonnivan ja Mesiniemen näytteissä. Vuoden 2020 näytteistä Seurujoessa *Diatoma moniliformis* on runsaimmillaan Vedenottamon kohdalla, kuten myös 2019 (2020 noin 40 %, 2019 n. 20 %).

Loukisessa *Diatoma*-lajien osuus on suurimmillaan vuoden 2020 näytteessä noin 10 % ja Ounasjoessa noin 4 %. Vuonna 2019 *Diatoma*-lajien osuus oli tätä pienempi sekä Loukisessa että Ounasjoessa. Edellisinä vuosina 2018 ja 2017 *Diatoma moniliformis* havaittiin selvästi runsaampana sekä Loukisen Putaanperännivan, että Ounasjoen Torpannivan näytteissä. Tämän perusteella kaivoksen vaikutus on ollut suurimmillaan Ounasjoessa asti 2017-2018 aikoihin.



Kuva 4. *Diatoma*-suvun (*D. moniliformis*, *D. tenue*) piilevien osuus (%) määritettyjen näytteiden piilevistä vuosina 2013-2020. Aineisto Ecomonitor Oy/Juha Miettinen, paitsi 2019 Pertti Eloranta. Aiempia Loukisen suun ja Ounasjoen ylä- ja alapuolen näytepisteitä ei ole käytetty vertailussa, koska näytepaikkoja on siirretty.

Kaivoksen metallipäästöjen vaikutus päällysleväyhteisöihin on vaikeampi arvioida kuin sulfaattipäästöjen. Kohonneet metallipitoisuudet voivat toksisuuden kautta vaikuttaa diversiteettia alentavasti, ja siten selittää yhden taksonin (*Achnantheidium minutissimum*, joka tiedetään metalleja sietäväksi; mm. Salonen ym. 2006, Kahlert 2014) dominanssia näytteissä. *Achnantheidium minutissimum* muodostaa suuren osan näytteistä kaivoksen vaikutuksen alapuolella Seurujoessa ja

Loukissa, joissa näytteiden lajimäärä on alhaisempi kuin kaivoksen yläpuolella, ja sama ilmiö on nähtävissä myös edeltävien vuosien näytteissä. Yhdistettynä Pertti Elorannan havaintoon vuoden 2019 näytteiden epämuodostuneista piileväkuorista, tämä voi olla seurausta toksisesta metallikuormituksesta. Tässä syy-seuraus-suhde ei ole kuitenkaan niin ilmeinen, kuin *Diatoma*-lajien esiintymisessä suolaisuuden seurauksena.

KIRJALLISUUS

Cemagref (1982). Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux., Q.E. Lyon-A.F.Bassion Rhône-Méditerranée-Corse: 218.

CEN/TC 230 (2004) Water quality – Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. *European Standard EN 14407*, 8/2004.

Eloranta, P., Karjalainen, S.-M. & Vuori, K.-M. (2007) Piileväyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet. Ympäristöopas 2007.

Kahlert, M. (2014) Using diatoms as biological screening method for heavy metals, pesticides and other hazardous substances. Swedish University of Agricultural Sciences.

Kahlert, M. et al. (2009). "Harmonization is more important than experience - results of the first Nordic-Baltic diatom intercalibration exercise 2007 (stream monitoring)." *Journal of Applied Phycology* 21: 471–482.

Kelly M.G. (1998) Use of the Trophic Diatom Index to monitor eutrophication in rivers. *Wat. Res.* 32: 236-242.

Salonen, V.-P., Tuovinen, N. & Valpola, S. (2006) History of mine impact on Lake Orijärvi algal communities, SW Finland. *Journal of Paleolimnology* 35: 289-303.

Van Dam H., Mertens A & Sinkeldam J (1994) A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands, *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28, 117-133.

MÄÄRITYSKIRJALLISUUS

Cantonati M., Kelly M.G. & Lange-Bertalot H. 2017. *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species used in Ecological Assessment*. Koeltz Botanical Books.

Krammer K. & Lange-Bertalot H. 1986-1991. Bacillariophyceae. Teil 1-4. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 4/1-4. G. Fischer Verlag, Stuttgart.

Krammer K. (2002) *Diatoms of Europe, vol. 3. Cymbella*. A.R.G. Gantner Verlag K.

Lange-Bertalot H. (2001) *Diatoms of Europe, vol. 2. Navicula sensu stricto – 10 genera separated from Navicula sensu lato Frustulia*. A.R.G. Gantner-Verlag K.G.

Lange-Bertalot H. (ed. 2011) *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. A.R.G. Gantner-Verlag K.G.