



Environment Testing

Eurofins Ahma Oy  
Projekti 11245  
30.4.2024

TERRAFAME OY

# PIILEVÄTARKKAILU 2023

## TERRAFAME OY, PIILEVÄTARKKAILU 2023

### Sisällysluettelo

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>MENETELMÄT</b> .....	<b>1</b>
2.1	NÄYTTEENOTTO .....	1
2.2	AINEISTO JA TULOSTEN KÄSITTELY .....	1
<b>3.</b>	<b>TULOKSET</b> .....	<b>4</b>
3.1	LAJISTO JA LAATUINDEKSIT .....	4
3.2	EKOLOGISET JAKAUMAT.....	6
3.3	VEDENLAADUN KEHITYS PIILEVÄINDEKSIEN PERUSTEELLA.....	9
	<b>YHTEENVETO</b> .....	<b>12</b>
	<b>VIITTEET</b> .....	<b>13</b>
	<b>LIITTEET</b> .....	<b>14</b>

#### LIITTEET

Liite 1. Piilevien laskentatulokset 2023

30.4.2024

**Eurofins Ahma Oy**

Joonas Kellokumpu  
Ympäristöasiantuntija

#### Yhteystiedot

Nuottasaarentie 17  
90400 OULU  
Sähköposti: etunimi.sukunimi@etn.eurofins.com

[www.eurofins.fi](http://www.eurofins.fi)

# 1. JOHDANTO

Osana Terrafame Oy:n vesistötarkkailuja kerätään näytteitä päällysleväyhteisöistä (vedessä erilaisilla pinnoilla kasvavat levät). Piikuoiset piilevät muodostavat huomattavan osan päällyslevien yhteisöstä useimmissa vesiympäristöissä Suomen oloissa, ja niitä käytetään kuvaamaan tutkimuskohteiden vesistöjen tilaa, jota luonnehditaan erilaisten indeksien ja indikaattorilajien perusteella.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää Terrafamen alueelta lähtevien vesien vaikutusta tuotantoalueen etelä- ja pohjoispuolisten virtavesien piileväyhteisöihin, sekä seurata tutkittujen vesistöjen vedenlaatua ja luokitella niiden ekologinen tila piileväyhteisöjen perusteella. Tässä tutkimuksessa piileviä kerättiin ja tutkittiin syyskuussa 2023 kahdelta näytepisteeltä alueen etelä- ja pohjoispuolelta, Kivijoelta ja Tuhkajoelta.

Terrafamen alueen lounaispuolella sijaitseva Kivijoki kuuluu Kivijoen valuma-alueeseen (04.645) ja laskee Vuoksen vesistön suuntaan. Kivijoki on luokiteltu vesienhoidon 3. suunnittelukaudella pintavesityypiltään luokkaan pienet turvemaiden joet (Pt) ja sen ekologinen tila on tyydyttävä. Terrafamen alueen koillispuolella sijaitseva Tuhkajoki kuuluu Tuhkajoen valuma-alueeseen (59.885) ja laskee puolestaan Oulujoen vesistön suuntaan. Tuhkajoki on luokiteltu pintavesityypiltään keskisuuriin turvemaiden jokiin (Kt) ja sen ekologinen tila on hyvä.

## 2. MENETELMÄT

Kaikki preparaattien valmistukset sekä piilevien määritykset on tehnyt FM Aino Juutinen. Määritysaineisto on saatavissa digitaalisessa muodossa Excel-tiedostoina sekä Suomen ympäristökeskuksen hallinnoimassa PIIRE-tietokannassa (jokien ja järvien piilevärekisteri).

### 2.1 Näytteenotto

Piilevätarkkailun näytteet otettiin 25.9.2023 ja 28.9.2023 kahdelta näytepisteeltä, Kivijoelta ja Tuhkajoelta (Taulukko 2-1). Näytepisteiden piilevänäytteet saatiin kerättyä ohjeistuksen mukaisilta koskipaikoilta noin nyrkinkokoisten kivien pinnoilta. Molemmat näytteet koottiin viideltä eri kasvualustalta. Näytteenottosyvyys oli Kivijoen osalta noin 40–50 cm ja havaintoalueen pituus n. 15 m. Tuhkajoen osalta näytteenottosyvyys oli noin 30 cm ja havaintoalueen pituus n. 20 m.

**Taulukko 2-1. Tutkitut virtavesinäytteet vuonna 2023.**

Paikka	PIIRE-ID	N-otto pvm.	ETRS-TM35FIN		Vesistöalue	Etäisyys tuotantoalueesta
			y	x		
Kivijoki	101072	28.9.2023	7087904	544881	59.885 Tuhkajoen va.	koilliseen 10 km
Tuhkajoki	101073	25.9.2023	7102411	554035	04.645 Kivijoen va.	lounaaseen 8 km

Näytteenotossa, näytteiden käsittelyssä ja laskennassa noudatettiin standardien SFS-EN 13946 ja SFS-EN 14407 sekä ympäristöhallinnon ohjeistusta (Eloranta ym. 2007). Näytteet otettiin koskipaikoilta kivien pinnoilta sertifioitujen näytteenottajien toimesta. Piilevänäytteet toimitettiin Eurofins Ahma Oy:n Oulun toimipaikan biologiseen laboratorioon analysointia varten etanoliin säilöttyinä.

### 2.2 Aineisto ja tulosten käsittely

Näytteet käsiteltiin kuumalla vetyperoksidimenetelmällä, kunnes orgaaninen aines oli hajonnut ja vain piilevien kuoret (ja mahdollinen mineraaliaines) jäivät jäljelle. Käsittelyn jälkeen piilevämassa pestiin tislattulla vedellä, jonka jälkeen näytteet pipetoitiin preparaattien peitinlaseille. Kustakin näytteestä valmistettiin kestopreparaatit

Naphrax -petaushartsia käyttäen. Preparaattien valmistus ja piilevien määritykset tehtiin Elorannan ym. (2007) sekä CEN/TC 230 (2004) ohjeiden ja standardien mukaisesti. Preparaatit lähetetään Suomen ympäristökeskuksen piileväarkistoon.

Piilevänäytteet määritettiin Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa tutkimusmikroskoopilla 1000-kertaisella suurennuksella öljyimmersiota käyttäen. Näytteistä määritettiin vähintään 400 valvaa, eli piileväsolun kuoren puolikasta. Näytteistä määritettiin piilevälajisto tarkimmalle mahdolliselle taksonomiselle tasolle, yleensä lajitasolle.

Terrafame Oy:n päivitetyn tarkkailuohjelman (Terrafame Oy 2023) mukaan ”Piilevätarkkailun raportissa esitetään keskeiset, Omnidia- tai PIIRE-ohjelmiston laskemat indeksit, viralliset luokittelumuuttujat (yhteisömuuttujat TT ja PMA), sekä piilevien ekologiset jakaumat (pH, trofia, saprobia, happi, N-metabolia, suolapitoisuus). Raportissa esitetään piilevien perusteella määräytyvä tutkimuskohteiden ekologinen tila.” Virallisia luokittelumuuttujia (TT ja PMA) ei voitu laskea vuoden 2023 määritystuloksista, koska aikaisemmin saatavilla ollut laskenta-Excel perustuu vanhentuneeseen luokitteluun, eikä tulosten oikeellisuutta voitu taata (SYKE 2023). Yhteisömuuttujien TT ja PMA laskenta tulee jatkossa tapahtumaan uuden PISARA-järjestelmän kautta, mutta se on vielä keskeneräinen. Aiemmin paljon käytetyn Omnidia-ohjelmiston sijaan käytettiin uutta Suomen ympäristökeskuksen hallinnoimaa PIIRE-järjestelmää indeksien ja ekologisten jakaumien laskentaan.

Määritetty piileväaineisto syötettiin PIIRE-tietokantaan, joka sisältää piilevätaksonien tiedot erilaisten ympäristövaatimusten suhteen. Tarkasteltavia muuttujia PIIRE:ssä ovat pH, saliniteetti, typen esiintymismuotojen käyttö, happipitoisuus, saprobia (orgaaninen kuormitus), ravinteisuus (trofia-aste), kosteus ja kasvupaikka. Piileväyhteisön lajiston kokoonpanon perusteella voidaan tarkastella erilaisia luokitteluja, veden tilaa kuvaavia indeksejä ja muita tunnuslukuja.

Tässä tarkkailussa eri indikaattoriryhmien suhteellisten osuuksien perusteella tarkasteltiin happamuustason indikaattorilajien jakaumaa, suolaisuutta kuvaavaa saliniteettiluokitusta, hapen vaatimustarvetta kuvaavaa happitilaneluokkaa, orgaanista kuormitusta kuvaavaa saprobiaaluokitusta, typen käyttöluokitusta eli typpiaineenvaihduntaa, sekä ravinteisuutta kuvaavaa trofialuokitusta (van Dam ym. 1994) (Taulukko 2-2). Lisäksi tarkasteltiin piilevien avulla määritettyä laskennallista pH-arvoa (Renberg & Hellberg 1982). Kaikki veden laatua kuvaavat piilevien indeksit perustuvat lajien suhteellisiin runsauksiin.

**Taulukko 2-2. Käytetyt piilevätaksonien ekologisten indikaattoreiden luokittelut (van Dam ym. 1994).**

<b>pH-luokka</b>		<b>Kuvaus</b>	
1	Asidobiontit	Optimialue pH <5,5	
2	Asidofiilit	Pääasiassa pH <7	
3	Neutrofiilit	Pääasiassa noin pH 7	
4	Alkalifiilit	Pääasiassa pH >7	
5	Alkalibiontit	Ainoastaan pH >7	
6	Indifferentit	Ei selvää optimi-pH:ta	
<b>Saliniteetti</b>		<b>Kuvaus</b>	
1	Makea	Cl (mg/l) <100, Saliniteetti (‰) <0,2	
2	Makea-murtovesi	Cl (mg/l) <500, Saliniteetti (‰) <0,9	
3	Murtovesi-makea	Cl (mg/l) 500–1000, Saliniteetti (‰) 0,9–1,8	
4	Murtovesi	Cl (mg/l) 1000–5000, Saliniteetti (‰) 1,8–9,0	
<b>Typpimetabolia</b>		<b>Kuvaus</b>	
1	Typpiautotrofi 1	Sietävät vain pieniä pitoisuuksia orgaanista typpeä	
2	Typpiautotrofi 2	Sietävät kohonneita orgaanisen typen pitoisuuksia	
3	Fakultatiivinen typpiheterotrofi	Voivat käyttää vaihtoehtoisesti orgaanista typpeä	
4	Typpiheterotrofi	Tarvitsevat orgaanista typpeä	
<b>Hapen tarve</b>		<b>Kuvaus</b>	
1	Jatkuvasti korkea	Hapen kyllästysaste ≈ 100 %	
2	Melko korkea	Hapen kyllästysaste >75 %	
3	Kohtalainen	Hapen kyllästysaste >50 %	
4	Matala	Hapen kyllästysaste >30 %	
5	Erittäin matala	Hapen kyllästysaste ≈ 10 %	
<b>Saprobialuokka</b>		<b>Hapen kyllästysaste (%)</b>	<b>BOD5 (mg O2/l)</b>
1	Oligosaprobia	>85	<2
2	Beeta-mesosaprobia	70–85	2–4
3	Alfa-mesosaprobia	25–70	4–13
4	Alfa-meso/polysaprobia	10–25	13–22
5	Polysaprobia	<10	>22
<b>Trofiataso</b>		<b>Kuvaus</b>	
1	Oligotrofia	Esiintyy vähäravinteisissa vesissä.	
2	Oligo-mesotrofia	Esiintyy vähä-keskiravinteisissa vesissä.	
3	Mesotrofia	Esiintyy keskiravinteisissa vesissä.	
4	Meso-eutrofia	Esiintyy keski-runsasravinteisissa vesissä.	
5	Eutrofia	Esiintyy runsasravinteisissa vesissä.	
6	Hypereutrofia	Esiintyy hyvin runsasravinteisissa vesissä.	
7	Indifferentti	Esiintyy monenlaisissa ravinneolosuhteissa.	

Tutkimuskohteiden ekologisen luokituksen arvioimiseksi tarkasteltiin saasteherkkyyssindeksiä IPS (Indice de polluo-sensitivité, Cemagref 1982). Se on alkujaan kehitetty Keski-Euroopassa, ja sitä on käytetty pitkään myös Suomessa ekologiseen luokitteluun (Taulukko 2-3). Tässä käytetty indeksi on IPS 20, jossa puhtaimmat vedet saavat arvon 20 ja kuormittuneimmat vedet arvon 1. IPS-indeksin ohella yleistä vedenlaatua ja vesistöön kohdistuvaa orgaanisen kuormituksen määrää kuvaa myös indeksi GDI (Generic Diatom Index). IPS-indeksin

laskenta perustuu eri piilevälajien indikaattoriarvoihin, mutta GDI-indeksin puolestaan eri piileväsukuihin. IPS-indeksin herkkyyden kuvata vedenlaatua on GDI-indeksiä tarkempi, mutta GDI-indeksissä piilevien määrityksessä tunnistukseen liittyvät riskit ovat pienemmät (Eloranta ym. 2007).

Lisäksi tarkasteltiin Suomessa käytettyjen indeksien TDI:n ja %PT:n arvoja. TDI (Trophic Diatom Index; Kelly 1998) on Britanniassa jätevesipuhdistamojen seurantaan kehitetty indeksi, joka korreloi lähinnä veden fosforitason kanssa. Tässä yhteydessä käytetty indeksi on TDI 20, jossa maksimiarvo on 20 (vähäravinteinen) ja minimiarvo 1 (fosforipitoisuus erittäin korkea). TDI-indeksin tulkinnassa käytetään apuna orgaanista kuormitusta sietävien lajien suhteellista osuutta (%PT; Pollution Tolerant Taxa), joka kertoo orgaanisesta likaantumuksesta. Jos %PT osuus on < 20 %, TDI-indeksin voidaan olettaa antavan edustavan kuvan jokiveden ravinteikkuudesta.

Happamissa vesissä PIIRE:n lasketut indeksit pyrkivät antamaan aina erinomaisia tuloksia, joten lisäksi sovellettiin Ruotsissa kehitettyä ACID-indeksiä (Andrén & Jarlman 2008), joka mallintaa vesistön happamuutta (Taulukko 2-3). Jos ACID-arvo sijoittuu luokkaan E, on vesistössä happamuutta siinä määrin, että IPS-indeksi ei sovellu käytettäväksi vesistön ekologiseen luokitteluun.

Lisäksi piilevämääritysten yhteydessä havainnoitiin *Achnanthydium minutissimum* -lajikompleksin piileväkuorien keskileveys (ADMI  $\mu\text{m}$ , n=10). Lajiryhmän keskileveyden ollessa >2,8  $\mu\text{m}$ , katsotaan sen edustavan rehevyyttä suosivia muotoja (Kahlert ym. 2009).

**Taulukko 2-3. Ekologisten laatuluokkien luokkarajat päällysleville Suomen jokivesissä (Eloranta ym. 2002; Vuori ym. 2009) sekä ACID-indeksin luokkarajat (Andrén & Jarlman 2008).**

ACID	Happamuusluokka	IPS, GDI	Laatuluokka	TDI	Ravinteisuus
>7,5	A	17–20	Erinomainen	>14	oligotrofinen
5,8–7,5	B	15–17	Hyvä	11–14	oligo-mesotrofinen
4,2–5,8	C	12–15	Tyydyttävä	8–11	mesotrofinen
2,2–4,2	D	9–12	Välttävä	5–8	meso-eutrofinen
<2,2	E	0–9	Huono	<5	eutrofinen

## 3. TULOKSET

Vuoden 2023 piilevänäytteet on kerätty molempien näytepisteiden osalta ohjeistuksen mukaisilta noin nyrkinkokoisilta kiviltä viideltä eri kasvualustalta. Jos näytteitä on otettu useammalta kuin yhdeltä kasvualustalta, voi näytteen olettaa olevan monipuolisempi, kuin jos näytteet olisi otettu vain yhdeltä näytealustalta. Näytepisteiltä on saatavilla myös aikaisempien vuosien tuloksia PIIRE-järjestelmässä.

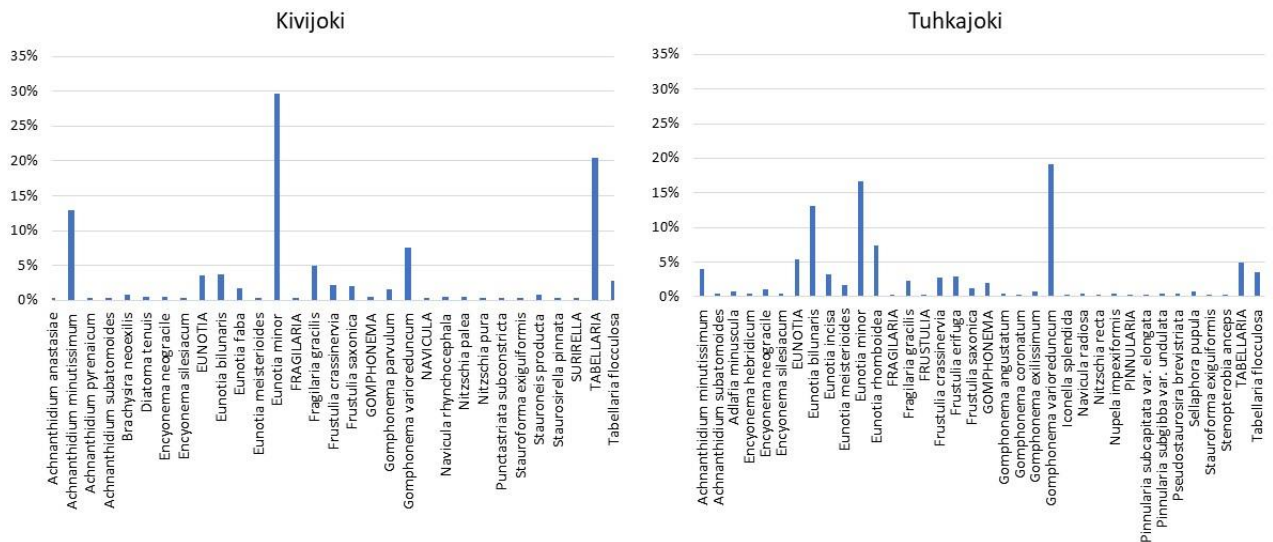
### 3.1 Lajisto ja laatuindeksit

Kivijoen näytepisteellä taksonimäärä oli 31 ja sukumäärä 16. Tuhkajoen näytepisteellä taksonimäärä oli 36 ja sukumäärä 17. Näytteiden diversiteetti- ja tasaisuusindeksin arvot ilmensivät taksonien osalta monipuolista lajimäärää sekä lajien melko tasapuolista jakaantumista piileväyhteisössä (Taulukko 3-1).

Runsaimmat havaitut taksonit Kivijoessa olivat *Eunotia minor* (29,7 %), *Achnanthydium minutissimum* (13,0 %) ja *Gomphonema varioreduncum* (7,5 %). Sukutasolla *Eunotia* (38,9 %), *Tabellaria* (23,2 %) ja *Achnanthydium* (13,7 %) olivat runsaimpia. Tuhkajoessa runsaimmat taksonit olivat *Gomphonema varioreduncum* (19,2 %), *Eunotia minor* (16,7 %) ja *Eunotia bilunaris* (13,2 %). Sukutasolla dominoivat *Eunotia* (47,8 %), *Gomphonema* (22,6 %) ja *Tabellaria* (8,5 %). Alla kuvassa 3-1 on esitetty näytteistä määritetyt piilevälajit ja niiden suhteelliset osuudet.

**Taulukko 3-1. Näytteistä laskettujen piileväkuorien määrä, taksonien lukumäärä, sekä lajistoja kuvaavien diversiteetti- ja tasaisuusindeksien arvot.**

Paikka	Laskettu lkm. (kpl)	Taksonimäärä (kpl)	Diversiteetti (Shannon-Wiener, H')	Tasaisuus (J')
Kivijoki Kivikoski	401	31	3,34	0,67
Tuhkajoki	402	36	3,94	0,76



**Kuva 3-1. Piilevälajit ja niiden suhteelliset osuudet Kivijoen ja Tuhkajoen näytteissä.**

ACID-arvon (3,48) perusteella Kivijoen näyte ilmensi melko hapanta vedenlaatua ja sijoittui Happamuusluokkaan D. Tuhkajoen näytteen ACID-arvo (1,93) edusti puolestaan happamuutta vesistössä siinä määrin, että näyte sijoittui alimpaan happamuusluokkaan E. Piilevälajiston laskennallisten pH-arvojen (pH Renberg & Hellberg) perusteella näytteet indikoivat lievästi happamaa vedenlaatua. (Taulukko 3-2).

IPS-indeksien arvojen perusteella molempien tutkimuskohteiden näytteet sijoittuivat erinomaiseen laatuiluokkaan, mutta Tuhkajoen näyte oli niin voimakkaasti hapan ACID-arvon perusteella, että PIIRE-indeksien ei katsota olevan käyttökelpoisia tutkimuskohteen ekologisen tilan arviointiin. Myös GDI-arvojen perusteella näytteet sijoittuivat erinomaiseen laatuiluokkaan. (Taulukko 3-2).

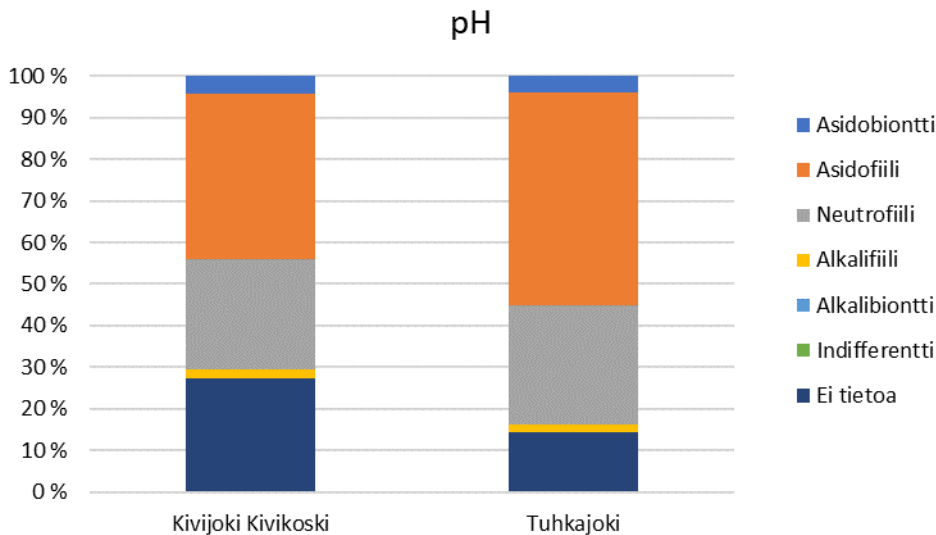
TDI-arvot (>14) ilmensivät näytteissä vähäravinteisia eli oligotrofisia olosuhteista (Eloranta ym. 2007). %PT-indeksien arvot olivat alhaisia, joten TDI-indeksiä voitiin käyttää luotettavasti kuvaamaan havaintopaikan rehevyystasoa. Yhteisömuuttujia TT ja PMA ei laskettu (ks. kappale 2.2). Piilevänäytteiden ADMI  $\mu\text{m}$  keskileveydet (n=10) olivat kaikilla havaintoasemilla alle 2,8  $\mu\text{m}$ , eikä rehevyyttä suosivia muotoja siten havaittu. (Taulukko 3-2).

**Taulukko 3-2. Jokinäytteistä laskettujen tärkeimpien indeksien arvot.**

Näytepiste	ADMI $\mu\text{m}$ ka. (n=10)	ACID	IPS	GDI	TDI	%PT	pH (Renberg & Hellberg)
Kivijoki Kivikoski	2,6	3,48	18,75	17,66	15,69	0,75	5,49
Tuhkajoki	2,2	1,93	19,13	17,45	17,14	0,25	5,46
<b>Erinomainen</b>	<i>IPS, GDI 17–20; TDI &gt;14</i>						
<b>ACID luokka E</b>	<i>ACID-arvo alueella, jossa IPS-indeksi ei ole käyttökelpoinen luokituksessa</i>						

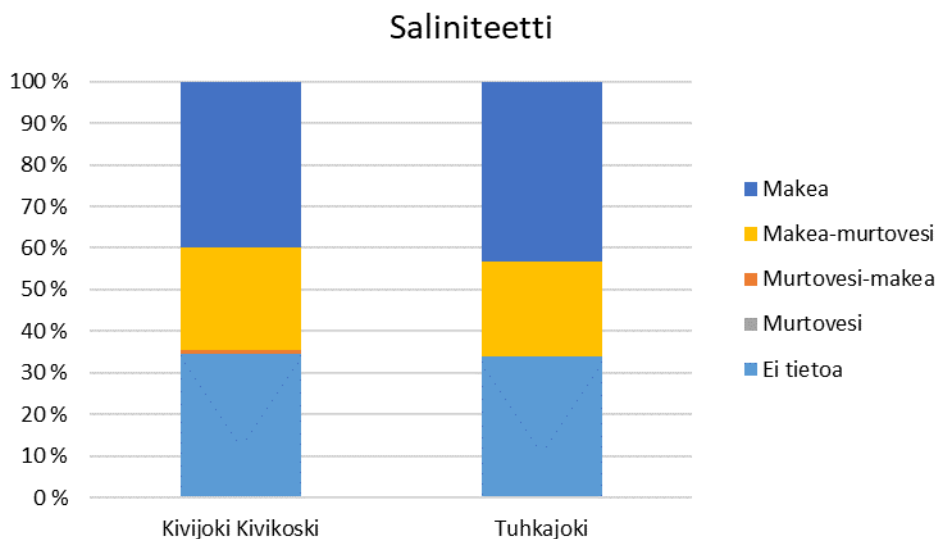
## 3.2 Ekologiset jakaumat

Laskennallisten pH-arvojen perusteella (ks. Taulukko 3-2) näytteet indikoivat lievästi happamaa vedenlaatua. Myös pH-luokkien ekologisen jakauman mukaan piilevälajisto painottui suurimmaksi osaksi asidofiileihin eli happamien vesien lajeihin. Happamuutta suosivien lajien esiintyminen voi kertoa suo- ja turvevaltaisten alueiden joille tyypillisestä humushappamuudesta. Myös neutrofiilejä eli happamuustasoltaan neutraaleita olosuhteita suosivia lajeja esiintyi näytteissä runsaasti (Kuva 3-2).



**Kuva 3-2. Määritettyjen piilevien jakautuminen (%) eri pH-tasoja suosiviin lajeihin.**

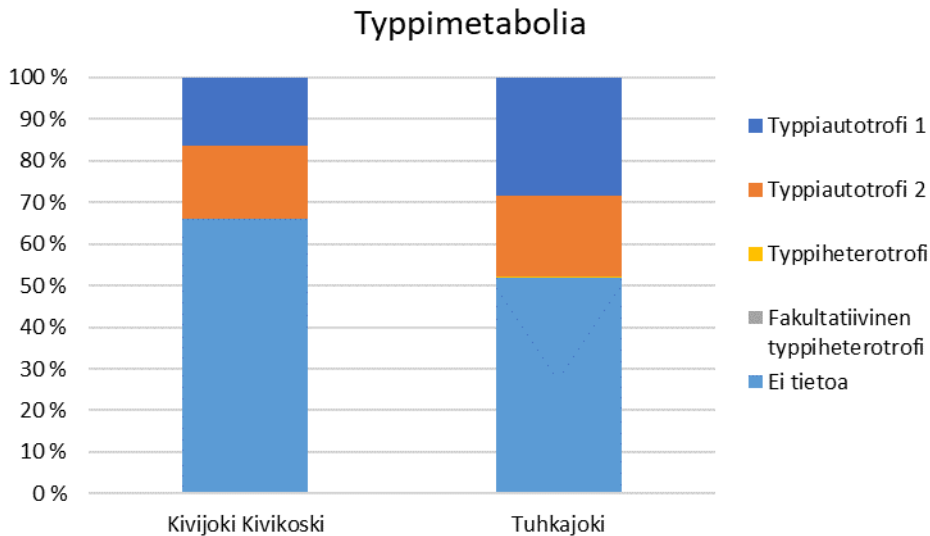
Näytteiden piileväyhteisöissä ei havaittu suolaista vettä suosivia piilevälajeja, mikä voisi indikoida tuotannosta johtuvia mahdollisia päästöjä. Näytteissä suurin osa lajeista painottui makean veden sekä makean-murtoveden piileviin (Kuva 3-3).



**Kuva 3-3. Määritettyjen piilevien jakautuminen (%) eri suolaisuustasoja suosiviin lajeihin.**

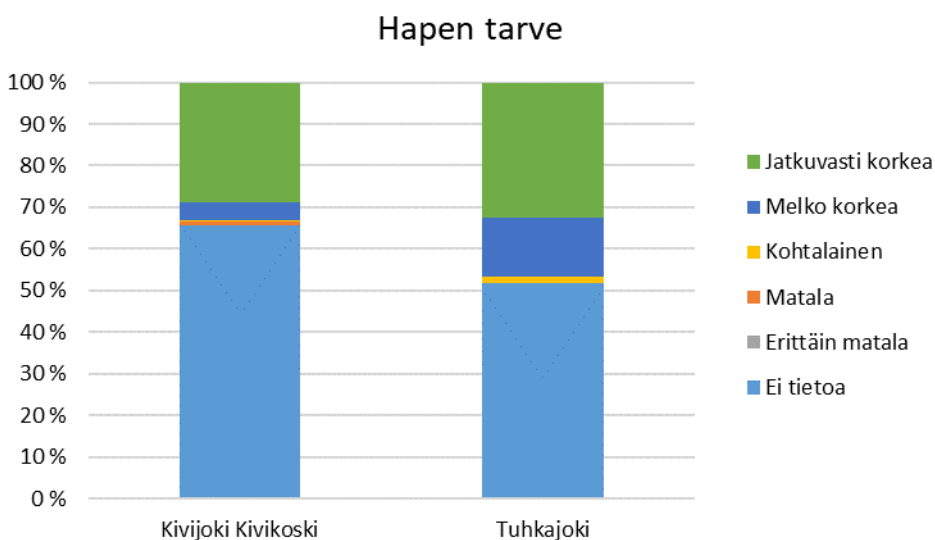


Piilevät ottavat vedestä tarvitsemansa typpiyhdisteet eri tavoin ja myös sietävät eri tavalla etenkin orgaanisten typpiyhdisteiden esiintymistä vesistössä. Piilevälajiston typpiaineenvaihdunnan perusteella on mahdollista arvioida esimerkiksi jätevesien aiheuttamaa kuormitusta. Molemmissa näytteissä typpimetabolian jakaumista ei suurimmaksi osin ole saatavilla tietoa (Kuva 3-4). Lajeista, joista tietoa oli saatavilla, suurin osa koostui typpiautotrofeista, ja vain pieni osa luokitui typpiheterotrofeiksi. Kivijoen näytteessä suurin osa yhteisöstä koostui ryhmän 2 typpiautotrofeista, jotka sietävät kohonneita orgaanisen typen pitoisuuksia, sekä hieman pienemmältä osin ryhmän 1 typpiautotrofeista, jotka sietävät vain pieniä määriä orgaanista typpeä. Tuhkajossa puolestaan suurin osuus yhteisöstä koostui ryhmän 1 typpiautotrofeista sekä hieman pienempi osuus oli ryhmän 2 typpiautotrofeja.



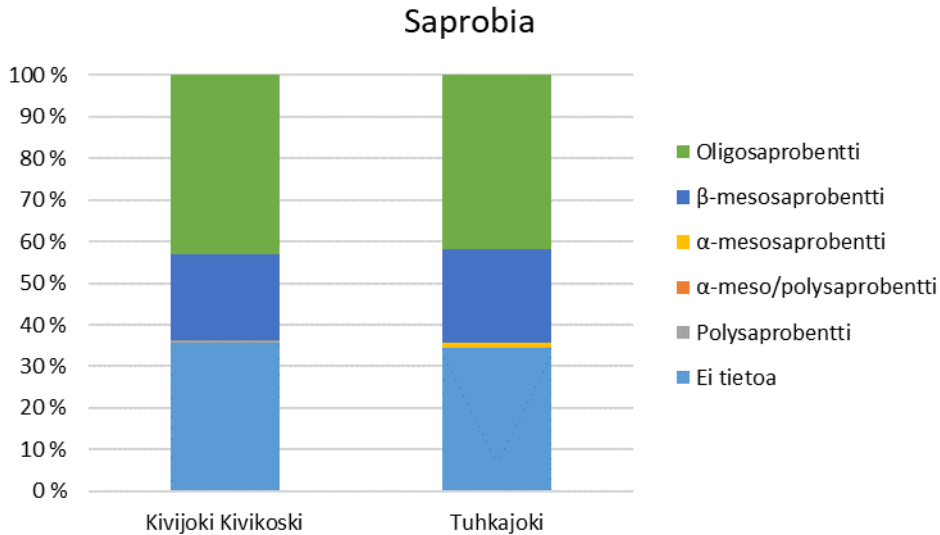
**Kuva 3-4. Määritettyjen piilevien jakautuminen (%) eri typpimetaboliala suosiviin lajeihin.**

Näytteissä hapen tarpeen vaatimusten osalta suurin osa piileväyhteisöstä sijoittui luokittelemattomiin lajeihin (Kuva 3-5). Toiseksi suurimmat osuudet jakaumassa painottuvat piilevälajeihin, joilla on jatkuvasti korkea hapen tarve.



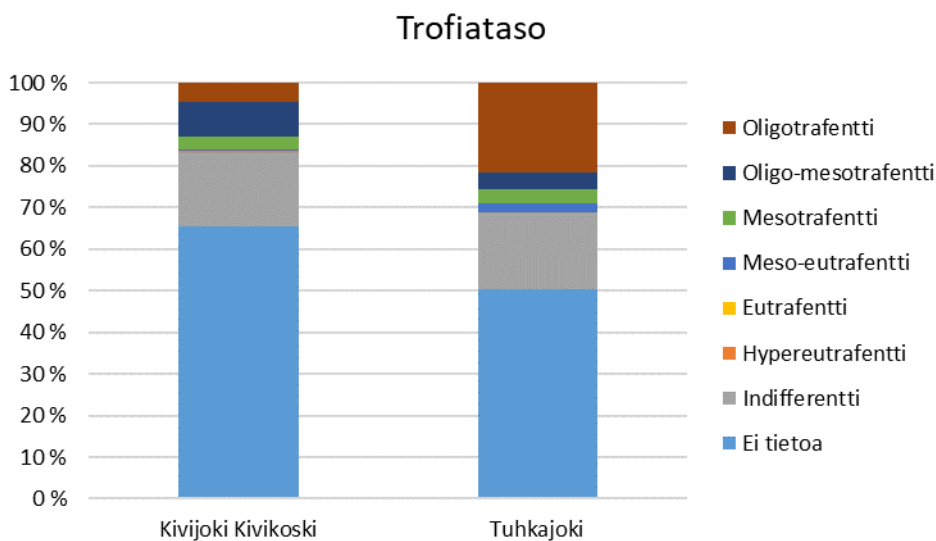
**Kuva 3-5. Määritettyjen piilevien jakautuminen (%) eri happitasoja suosiviin lajeihin.**

Orgaanista kuormitusta indikoivat lajit (polysaprobitt) ovat taipuvaisia käyttämään orgaanista ainetta ravintonaan ennemmin, kuin yhteyttämään sitä auringonvalon avulla epäorgaanisesta aineksestä. Näytteissä ekologisen jakauman mukaan suurin osa piileväyhteisöstä koostui oligo- ja  $\beta$ -mesosaprobeista eli alhaisia tai melko alhaisia saprobiatasoja (runsashappisia ja vähäkuormitteisia olosuhteita) suosivista lajeista. Myös luokittelemattomien lajien osuus oli melko suuri. Polysaprobeja ei näytteissä käytännössä esiintynyt. Kivijoessa polysaprobeja havaittiin lukumäärältään vain 2 ja Tuhkajoessa ei yhtään. (Kuva 3-6).



**Kuva 3-6. Määritettyjen piilevien jakautuminen (%) eri saprobiatasoja suosiviin lajeihin.**

Piileväyhteisöt koostuivat näytteissä ravinteisuusvaatimusten eli trofiatasojen perusteella suurimmaksi osaksi luokittelemattomista tai laaja-alaisista lajeista (indifferentit) joilla ei ole selkeitä trofiavaatimuksia. Näytteissä oli enemmän vähäravinteisuutta suosivia oligotrofeja kuin runsasravinteisuutta suosivia eutrofeja. Tuhkajoessa oligotrofien osuus oli korkeampi kuin Kivijoessa, jossa oligo-mesotrofien osuus oli puolestaan hieman suurempi. (Kuva 3-7).



**Kuva 3-7. Määritettyjen piilevien jakautuminen (%) eri trofiatasoja suosiviin lajeihin.**

### 3.3 Vedenlaadun kehitys piileväindeksien perusteella

Piilevien taksonimäärien sekä indeksien ACID, IPS, TDI ja ADMI  $\mu\text{m}$  ilmentämän vedenlaadun kehitystä Kivijoen ja Tuhkajoen havaintopaikoilla vuosina 2008, 2010, 2013–2015 ja 2017–2023 on esitetty taulukossa 3-3 sekä havainnollistettu kuvassa 3-8.

Piileväseurannan määrittelytulosten perusteella lajiston monimuotoisuus Oulujokeen laskevassa Tuhkajoessa taksonimääränä (36 kpl) tarkasteltuna on ollut samaa luokkaa kuin keskimäärin aiempina tarkkailuvuosina 2014–2022 (ka. 36,7 kpl). Kivijoessa taksonimäärät (31 kpl) olivat vuonna 2023 hieman korkeampaa tasoa kuin keskimäärin aiempina tarkkailuvuosina 2014–2022 (ka. 27,1 kpl). Taksonimäärät ovat olleet korkeimmillaan molemmilla jokipisteillä vuosien 2017–2018 aikana, kääntyen sen jälkeen laskuun. Vuodesta 2021 lähtien taksonimäärät ovat nousseet molemmilla pisteillä.

Piileväindeksien perusteella Tuhkajoen ACID-arvot ovat olleet alhaisia vuosien 2008 ja 2010 aikana, ja vuoden osalta 2008 ACID-arvo 1,9 indikoi happamista ACID-luokkaa E. Korkeimmillaan ACID-arvo oli vuonna 2013, minkä jälkeen arvot ovat pysyneet pääosin luokassa C. Vuonna 2023 Tuhkajoessa lajiston ACID-arvo 1,93 indikoi jälleen alinta happamuusluokkaa E. Tähän vaikutti pääasiassa *Eunotia*-suvun dominanssi näytteessä. Vuokseen laskevassa Kivijoessa ACID-arvot ovat myös olleet tarkkailujaksolla pääosin luokassa C, mutta jaksolla havaitaan lievää laskevaa suuntausta ja edellisvuosina 2020–2021 ja 2023 ACID-arvot ovatkin indikoineet happamuusluokkaa D.

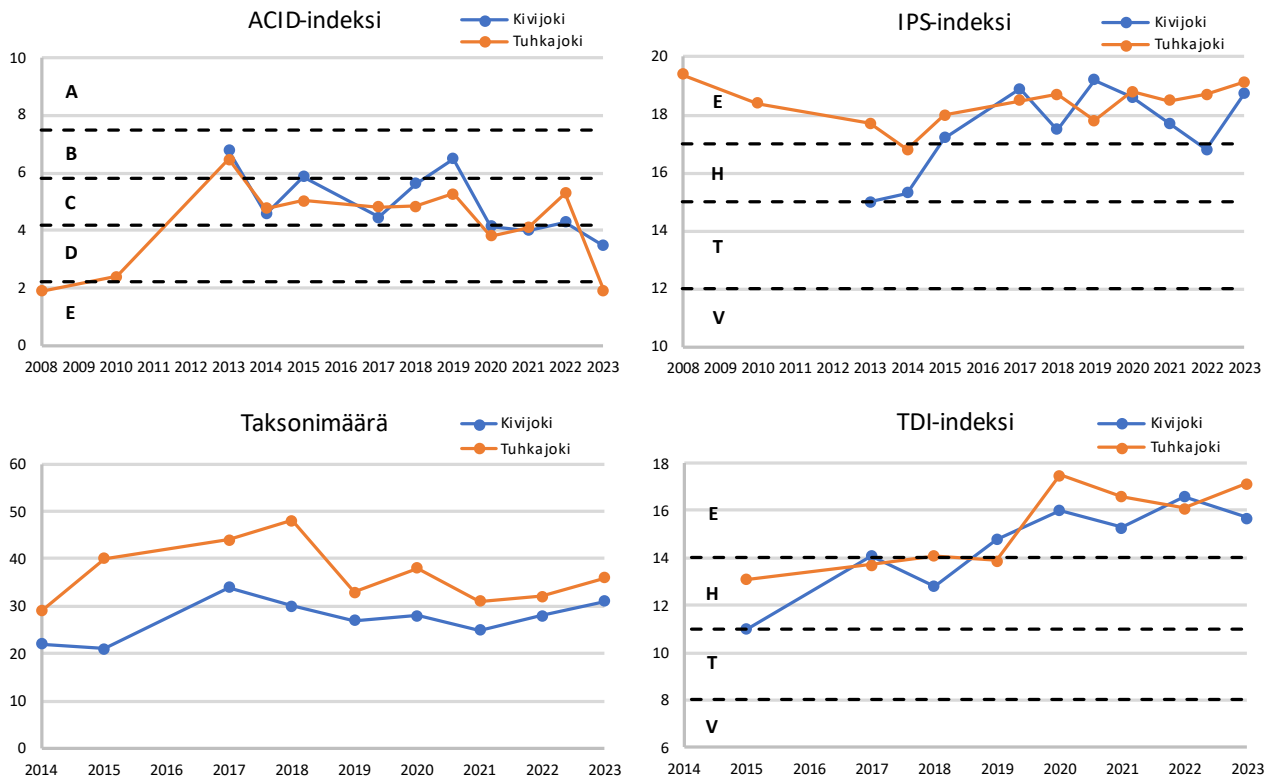
Tuhkajoen ekologinen tila on ollut IPS-indeksin perusteella tarkkailujaksolla 2008–2022 keskimäärin erinomainen (IPS-indeksin ka. 18,3). Alimmillaan IPS-indeksi oli vuonna 2014, jonka jälkeen arvot ovat olleet noususuuntaisia. Vuonna 2023 Tuhkajoen IPS-indeksin arvo 19,1 sijoittui erinomaiseen laatuluokkaan, mutta indeksi ei ollut käyttökelpoinen vesistön ekologiseen luokitteluun johtuen näytteen alhaisesta ACID-arvosta. Kivijoessa IPS-indeksi on ollut alimmillaan vuonna 2013 ja sen jälkeen trendi on ollut nouseva. Kivijoen IPS-indeksin keskiarvo tarkkailujaksolta 2013–2022 on ollut tasoa 17,4 ja vuonna 2023 se oli tasoa 18,8.

Myös TDI-indeksissä havaitaan nousevaa suuntausta molempien jokien osalta tarkkailujaksolla 2015–2023. Alimmillaankin TDI-indeksi on indikoinut hyvää laatuluokkaa molempien jokipisteiden osalta. Vuodesta 2019 lähtien Kivijoessa sekä vuodesta 2020 lähtien Tuhkajoessa TDI-indeksi-arvot ovat indikoineet erinomaista vesistön laatuluokkaa.

PIIRE-järjestelmän laskemat indeksitulokset muodostuvat suurimmaksi osaksi näytteen valtalajeista. Muiden lajien merkitys tulee näkyviin ekologisissa jakaumissa. Edellisvuosien tarkkailukertojen tuloksiin verrattuna tilanne oli tavanomainen Tuhkajoen ACID-arvoa lukuun ottamatta. Erot eri tarkkailuvuosina saattavat selittyä osaksi myös muutoksilla hydrologisissa olosuhteissa.

**Taulukko 3-3. Piilevien taksonimäärä sekä indeksin ACID, IPS, TDI ja ADMI µm ilmentämä vedenlaatu Kivijoen ja Tuhkajoen havaintopaikoilla vuosina 2008, 2010, 2013–2015 ja 2017–2023.**

Oulujoen suunta	Vuosi	Taksonimäärä	ACID	IPS	TDI	ADMI µm
Tuhkajoki	2008	37	1,9	19,4	-	-
Tuhkajoki	2010	35	2,4	18,4	-	-
Tuhkajoki	2013	37	6,5	17,7	-	-
Tuhkajoki	2014	29	4,8	16,8	-	-
Tuhkajoki	2015	40	5,0	18,0	13,1	-
Tuhkajoki	2017	44	4,8	18,5	13,7	2,80
Tuhkajoki	2018	48	4,8	18,7	14,1	2,56
Tuhkajoki	2019	33	5,3	17,8	13,9	2,84
Tuhkajoki	2020	38	3,8	18,8	17,5	2,80
Tuhkajoki	2021	31	4,1	18,5	16,6	2,88
Tuhkajoki	2022	32	5,3	18,7	16,1	2,54
Tuhkajoki	2023	36	1,9	19,1	17,1	2,20
Vuoksen suunta	Vuosi	Taksonimäärä	ACID	IPS	TDI	ADMI µm
Kivijoki	2008	-	-	-	-	-
Kivijoki	2010	-	-	-	-	-
Kivijoki	2013	29	6,8	15,0	-	-
Kivijoki	2014	22	4,6	15,3	-	-
Kivijoki	2015	21	5,9	17,2	11,0	-
Kivijoki	2017	34	4,5	18,9	14,1	2,76
Kivijoki	2018	30	5,6	17,5	12,8	2,82
Kivijoki	2019	27	6,5	19,2	14,8	2,78
Kivijoki	2020	28	4,2	18,6	16,0	2,84
Kivijoki	2021	25	4,0	17,7	15,3	2,92
Kivijoki	2022	28	4,3	16,8	16,6	2,72
Kivijoki	2023	31	3,5	18,8	15,7	2,60
<b>Erinomainen</b>	<i>IPS 17–20; TDI &gt;14</i>					
<b>Hyvä</b>	<i>IPS 15–17; TDI 11–14</i>					
<b>ACID luokka E</b>	<i>ACID-arvo alueella, jossa IPS-indeksi ei ole käyttökelpoinen luokituksessa</i>					
<b>ADMI µm &gt; 2,8</b>	<i>ADMI µm alueella, jossa sen katsotaan edustavan rehevyyttä suosivia muotoja</i>					



Kuva 3-8. Piilevien taksonimäärä sekä ACID-, IPS- ja TDI-indeksin ilmentämä vedenlaatu Kivijoen ja Tuhkajoen havaintopaikoilla vuosina 2008, 2010, 2013–2015 ja 2017–2023. (Huom. laatuluokat merkitty kuvaajiin seuraavasti: E = erinomainen, H = hyvä, T = tyydyttävä, V = välttävä. ACID-indeksin luokat A–E on esitetty taulukossa 2-3).

# YHTEENVETO

Nykyisen Terrafamen alueella on toteutettu piileväseuranta vuodesta 2008 lähtien ja vuodesta 2013 alkaen vuosittain. Piileväseuranta toteutettiin vuonna 2023 syyskuussa Tuhkajoessa sekä Kivijoessa. Piileväseurannan tarkoituksena on selvittää, onko tuotantoalueelta ja sen suunnasta tulevilla vesillä vaikutusta alapuolisten vesistöjen piileväyhteisöihin. Piilevät ovat indikaattoreita vesistöjen ekologiselle tilalle, ravinteisuudelle sekä kuormitukselle ja niiden säännöllisellä seurannalla voidaan havaita mahdollisia muutoksia vesistöjen tilassa.

Suolaisuutta suosivia tai vaativia piileviä ei havaittu kummassakaan virtavesinäytteessä. Kivijoen vedenlaatu oli piilevälajiston perusteella lähinnä vähähumuksista ja vähä-keskiravinteista, ja Tuhkajoen vedenlaatu pääosin vähähumuksista ja vähäravinteista. Molemmilla näytepisteillä laskennallinen pH oli noin luokkaa 5,5. Näytteissä esiintyi lähinnä oligotrofisia ja laaja-alaisia ravinnevaatimuksia sekä humushappamuutta ilmentäviä lajeja, jotka saprobia-tasojen perusteella eivät kerro merkittävästä orgaanisesta kuormituksesta. Typpimetabolian perusteella Kivijoen näytteessä oli havaittavissa lievää kuormitusta, mutta Tuhkajoen näytteessä tätäkin vähemmän.

Kivijoen näytteessä runsaimmat taksonit olivat humushappamuutta suosivia *Eunotia*-suvun piileviä, lähinnä *Eunotia minor* lajia. Myös *Tabellaria*-suvun piilevien sekä ympäristövaatimuksiltaan laaja-alaisen ja kohonneita metallipitoisuuksia sietävän lajikompleksin *Achnanthydium minutissimum* esiintyvyyttä oli runsasta. Jonkin verran esiintyi myös *Gomphonema varioreduncum* lajia, joka ilmentää pääosin neutraaleja olosuhteita. Kaivoksen vaikutusta kuvaavaa ja menneinä vuosina havaittua (v. 2015: 15 % ja v. 2017: 1 %) suolaisten vesien piilevälajia *Diatoma moniliformis* ei havaittu, kuten ei myöskään edellisvuosina 2018–2023.

Tuhkajoen näytteessä havaittiin runsaina *Gomphonema varioreduncum*, *Eunotia minor* ja *Eunotia bilunaris* lajeja, sekä muitakin *Eunotia*-suvun lajeja. *Eunotia*-suvun runsaus ilmentää myös Tuhkajoen osalta humushappamia olosuhteita ja selittää havaitun alhaisen ACID-arvon. Suolaisuutta suosivaa ja kaivoksen vaikutusta kuvaavaa *Diatoma moniliformis* lajia ei havaittu. Lajia on tavattu aikaisempina vuosina yhä vähenevissä määrin (v. 2021: 0,5 %, v. 2020: 1,5 %, v. 2019: 3,6 %, v. 2018: 5 % ja v. 2015: 12 %).

Kivijoen ekologinen tila sijoittui IPS-arvon perusteella erinomaiseen laatuluokkaan ja TDI-arvo oli vähäravinteisella tasolla. Tuhkajoessa ACID-arvon sijoittuminen alimpaan happamuusluokkaan E esti vesistön ekologisen tilan arvioinnin.

Sekä Kivijoen että Tuhkajoen piileväyhteisöjen indeksiarvojen ilmentämä vedenlaadun kehitys tarkkailujaksolla 2008–2023 on ollut pääosin paranemaan päin tai palautumassa kohti luontaista tilaansa. Veden happamuutta indikoivissa ACID-arvoissa on kuitenkin ollut havaittavissa laskevaa suuntausta viimeisen kolmen vuoden aikana. Pintavesitarkkailun tuloksiin peilaten myös Tuhka- ja Kivijoelta mitatuissa pH-arvoissa havaitaan laskua viime vuosien aikana. Laskevat pH-arvot sekä ACID-arvot voivat kertoa vesistöjen palautumisesta kohti luontaista (turvemaiden) humushapanta tilaansa, erityisesti purkuputken siirron jälkeen sekä Vuoksen suuntaan puretun vähäisemmän vesimäärän vuoksi. On mahdollista, että matalammat ACID-arvot selittävät osin myös parantuneita indeksituloksia. Näytteistä määritetyt taksonimäärät eivät ole muuttuneet merkittävästi tarkkailun aikana.

## VIITTEET

- 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. Bassin 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. & Soininen, J. 2002. Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. *J. Appl. Phycol.* 14: 1–7.
- Eloranta, P., Karjalainen S.M. ja Vuori, K-M. 2007. Piilevâyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa - menetelmäohjeet. Ympäristöopas, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 56 s.
- Vuori, K-M., Mitikka, S. & Vuoristo, H. 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Osa I: Vertailuolot ja luokan määrittäminen. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009.
- Kahlert, M. ym. (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.
- Renberg, I. & Hellberg, T. 1982. The pH history of lakes in southwestern Sweden, as calculated from the subfossil diatom flora of the sediments. *Ambio* 11:30-33.
- SFS-EN 13946 (2003): Veden laatu. Jokivesien piilevien näytteenotto ja esikäsittely. – Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki.
- SFS-EN 14407 (2005): Water quality. Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. – Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki.
- Suomen ympäristökeskus, SYKE. 2023. Kirjallinen tiedonanto 18.1.2024.
- Terrafame Oy. 2023. Ympäristötarkkailuohjelma. Päivitetty 7.12.2023. s. 86.
- van Dam, H., Mertens, A. & Sinkeldam, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth. J. aquat. Ecol.* 28: 117-133.

# LIITTEET



Havaintoalue	Paikan tunnus	N-oton tunnus	Paikka	Pvm	Heimo	Suku	Tieteellinen nimi	Auktori	Laskentayks. [kpl]	Osuus [%]
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Achnanthidiaceae	Achnanthidium	Achnanthidium anastasiae	(Kaczmarek) Chudaev et Golobova	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Achnanthidiaceae	Achnanthidium	Achnanthidium minutissimum sensu lato		52	12,97
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Achnanthidiaceae	Achnanthidium	Achnanthidium pyrenaicum	(Hustedt) Kobayasi	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Achnanthidiaceae	Achnanthidium	Achnanthidium subatomoides	(Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot et Ector	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Brachysiraceae	Brachysira	Brachysira neoexilis	Lange-Bertalot	3	0,75
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Fragilariaceae	Diatoma	Diatoma tenuis	C. Agardh	2	0,5
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Cymbellaceae	Encyonema	Encyonema neogracile	Krammer	2	0,5
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Cymbellaceae	Encyonema	Encyonema silesiacum	(Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	EUNOTIA	C.G. Ehrenberg	14	3,49
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	Eunotia bilunaris	(Ehrenberg) Schaarschmidt	15	3,74
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	Eunotia faba	(Ehrenberg) Grunow in Van Heurck	7	1,75
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	Eunotia meisterioides	Lange-Bertalot	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	Eunotia minor	(Kützing) Grunow in Van Heurck	119	29,68
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Fragilariaceae	Fragilaria	FRAGILARIA	H.C. Lyngbye	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Fragilariaceae	Fragilaria	Fragilaria gracilis	Østrup	20	4,99
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Amphipleuraceae	Frustulia	Frustulia crassinervia	(Breb.) Lange-Bertalot et Krammer	9	2,24
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Amphipleuraceae	Frustulia	Frustulia saxonica	Rabenhorst	8	2
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Gomphonemataceae	Gomphonema	GOMPHONEMA	C.G. Ehrenberg	2	0,5
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Gomphonemataceae	Gomphonema	Gomphonema parvulum	(Kützing) Kützing	6	1,5
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Gomphonemataceae	Gomphonema	Gomphonema varioreducum	Jüttner, Ector, E.Reichardt, Van de Vijver & E.J. Cox	30	7,48
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Naviculaceae	Navicula	NAVICULA	J.B.M. Bory de St. Vincent	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Naviculaceae	Navicula	Navicula rhynchocephala	Kützing	2	0,5
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Bacillariaceae	Nitzschia	Nitzschia palea	(Kützing) W.Smith	2	0,5
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Bacillariaceae	Nitzschia	Nitzschia pura	Hustedt	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Fragilariaceae	Punctastriata	Punctastriata subconstricta	(Grunow) Kulikovskiy & Genkal	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Fragilariaceae	Stauroforma	Stauroforma exiguiformis	(Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Stauroneidaceae	Stauroneis	Stauroneis producta	Grunow in Van Heurck	3	0,75
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Fragilariaceae	Staurosirella	Staurosirella pinnata	(Ehrenberg) Williams & Round	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Surirellaceae	Surirella	SURIRELLA	P. J.F. Turpin	1	0,25
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Tabellariaceae	Tabellaria	TABELLARIA	C.G. Ehrenberg	82	20,45
Kivijoki_Kivikoski	7873	8349	Kivijoki_Kivikoski_iKi	28.9.2023	Tabellariaceae	Tabellaria	Tabellaria flocculosa	(Roth) Kützing	11	2,74
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Achnanthidiaceae	Achnanthidium	Achnanthidium minutissimum sensu lato		16	3,98
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Achnanthidiaceae	Achnanthidium	Achnanthidium subatomoides	(Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot et Ector	2	0,5
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Sellaphoraceae	Adlafia	Adlafia minuscula	(Grunow) Lange-Bertalot	3	0,75
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Cymbellaceae	Encyonema	Encyonema hebridicum	Grunow ex Cleve	2	0,5
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Cymbellaceae	Encyonema	Encyonema neogracile	Krammer	4	1
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Cymbellaceae	Encyonema	Encyonema silesiacum	(Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	2	0,5
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	EUNOTIA	C.G. Ehrenberg	22	5,47
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	Eunotia bilunaris	(Ehrenberg) Schaarschmidt	53	13,18
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	Eunotia incisa	Gregory	13	3,23
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	Eunotia meisterioides	Lange-Bertalot	7	1,74
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	Eunotia minor	(Kützing) Grunow in Van Heurck	67	16,67
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Eunotiaceae	Eunotia	Eunotia rhomboidea	Hustedt	30	7,46
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Fragilariaceae	Fragilaria	FRAGILARIA	H.C. Lyngbye	1	0,25
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Fragilariaceae	Fragilaria	Fragilaria gracilis	Østrup	9	2,24
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Amphipleuraceae	Frustulia	FRUSTULIA	L. Rabenhorst	1	0,25
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Amphipleuraceae	Frustulia	Frustulia crassinervia	(Breb.) Lange-Bertalot et Krammer	11	2,74
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Amphipleuraceae	Frustulia	Frustulia erifuga	Lange-Bertalot & Krammer	12	2,99
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Amphipleuraceae	Frustulia	Frustulia saxonica	Rabenhorst	5	1,24
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Gomphonemataceae	Gomphonema	GOMPHONEMA	C.G. Ehrenberg	8	1,99
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Gomphonemataceae	Gomphonema	Gomphonema angustatum	(Kützing) Rabenhorst	2	0,5
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Gomphonemataceae	Gomphonema	Gomphonema coronatum	Ehrenberg	1	0,25
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Gomphonemataceae	Gomphonema	Gomphonema exilissimum	(Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	3	0,75
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Gomphonemataceae	Gomphonema	Gomphonema varioreducum	Jüttner, Ector, E.Reichardt, Van de Vijver & E.J. Cox	77	19,15
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Surirellaceae	Iconella	Iconella splendida	(Ehrenberg) Ruck & Nakov	1	0,25
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Naviculaceae	Navicula	Navicula radiosa	Kützing	2	0,5
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Bacillariaceae	Nitzschia	Nitzschia recta	Hantzsch in Rabenhorst	1	0,25
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Naviculaceae	Nupela	Nupela impexiformis	(Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	2	0,5
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Pinnulariaceae	Pinnularia	PINNULARIA	C.G. Ehrenberg	1	0,25
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Pinnulariaceae	Pinnularia	Pinnularia subcapitata var. elongata	Krammer	1	0,25
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Pinnulariaceae	Pinnularia	Pinnularia subgibba var. undulata	Krammer	2	0,5
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Fragilariaceae	Pseudostaurosira	Pseudostaurosira brevistriata	(Grun.) in Van Heurck) Williams & Round	2	0,5
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Sellaphoraceae	Sellaphora	Sellaphora pupula	(Kützing) Mereschkowsky	3	0,75
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Fragilariaceae	Stauroforma	Stauroforma exiguiformis	(Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	1	0,25
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Surirellaceae	Stenopterobia	Stenopterobia anceps	(Lewis) Brebisson ex Van Heurck	1	0,25
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Tabellariaceae	Tabellaria	TABELLARIA	C.G. Ehrenberg	20	4,98
Tuhkajoki	4179	8350	Tuhkajoki_pKi	25.9.2023	Tabellariaceae	Tabellaria	Tabellaria flocculosa	(Roth) Kützing	14	3,48