



Raportti 31.3.2025

Juha Miettinen

Terrafame, vesistötarkkailu
– päällyslevämääritykset 2024



Raportti 31.3.2025

Terrafame, piilevämääritykset 2024

Ecomonitor Oy
Länsikatu 15
80110 JOENSUU

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

Tekijä: Juha Miettinen, FT
Ecomonitor Oy

Tilaaja: Eurofins Ahma Oy

Taulukot 5–10: Juha Kotiranta, FM
Eurofins Ahma Oy

SISÄLTÖ

JOHDANTO	4
MENETELMÄT	4
TULOKSET	7
TULOSTEN TARKASTELU	10
KIRJALLISUUS	15
MÄÄRITYSKIRJALLISUUS	15

JOHDANTO

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

Tässä työssä tutkittiin kuusi syksyllä 2024 kerättyä piilevänäyttettä (Taulukko 1). Tavoitteena on seurata virtavesien ekologista tilaa päällyslevästäön osalta.

Kaikki määritykset on tehnyt FT Juha Miettinen. Määritysaineisto on saatavissa digitaalisessa muodossa taulukkoina ja Omnidia-ohjelmiston siirtotiedostona, sekä ladattavissa piilevärekisterissä (PiiRe).

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on antanut vuoden 2024 joulukuussa päätökset nro 171/2024 ja nro 172/2024 (Dnro PSAVI/13214/2023, 18.2.2024) koskien Terrafamen tarkkailuohjelmaa. Päätöksissä osa vaikutustarkkailusta on muutettu ehdolliseksi siten, että tarkkailun toteuttamista on jatkettava, jos muu vaikutustarkkailu osoittaa, että päästöjen vaikutukset ovat muuttuneet ympäristön kannalta huonompaan suuntaan. Tällaisia muutoksia on hyväksytty etäällä toiminnan keskeisistä vaikutusalueista sijaitseville tarkkailuille. Terrafame on velvoitettu vuosittain arvioimaan tarvetta näiden tarkkailujen palauttamiseen, joten ne ovat tätä kautta mukana tarkkailussa. Näin toteutettuna muutos rinnastuu tarkkailuvälin harventamiseen.

Taulukko 1. Tutkitut virtavesinäytteet.

Paikka	ETRS pohj	ETRS itä	Pvm	Pintavesityyppi
Lumijoki 4	7090166	545365	11.9.2024	Pienet turvemaiden joet
Kivijoki 4	7088406	544566	11.9.2024	Pienet turvemaiden joet
Laakajoki Multa-Väärä	7076310	543620	11.11.2024	Keskisuuret turvemaiden joet
Kalliojoki	7099685	550765	26.9.2024	Keskisuuret turvemaiden joet
Tuhkajoki	7102417	554084	12.9.2024	Keskisuuret turvemaiden joet
Jormasjoki 9	7111721	553106	12.9.2024	Keskisuuret turvemaiden joet

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).

Määritystulokset tallennettiin Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään piilevärekisteriin (PiiRe). Määritystulosten pohjalta laskettiin **Omnidia v. 6.1**-ohjelmistolla (tietokantaversio slu.se 2018) piileväindeksien arvot (/20) kullekin näytteelle, sekä erilaisiin ekologisiin ryhmiin kuuluvien piilevien osuuksia (ekologiset jakaumat). Viralliset ekologisen tilan luokittelevat muuttujat lasketaan keskitetysti Pisara-järjestelmässä ympäristöhallinnon toimesta.

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 määritystyön 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 päälyysleville 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 tulkinnessa käytetään apuna kuormitusta sietävien lajien osuutta (%PTV; Pollution Tolerant Valves), 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.

Nykyisin käytössä olevat viralliset ekologisen tilan luokittelevat muuttujat (yhteisömuuttujat TT ja PMA), ovat laskettavissa ainoastaan Suomen ympäristökeskuksessa, joka lukee määrittysaineiston PiiRe-tietokannasta. Tässä raportissa esitetyt ekologisen tilan arviot ovat tekijän asiantuntijana esittämiä arvioita , jotka eivät perustu virallisiin ekologisen tilan luokitteleviin muuttujiin.

TULOKSET

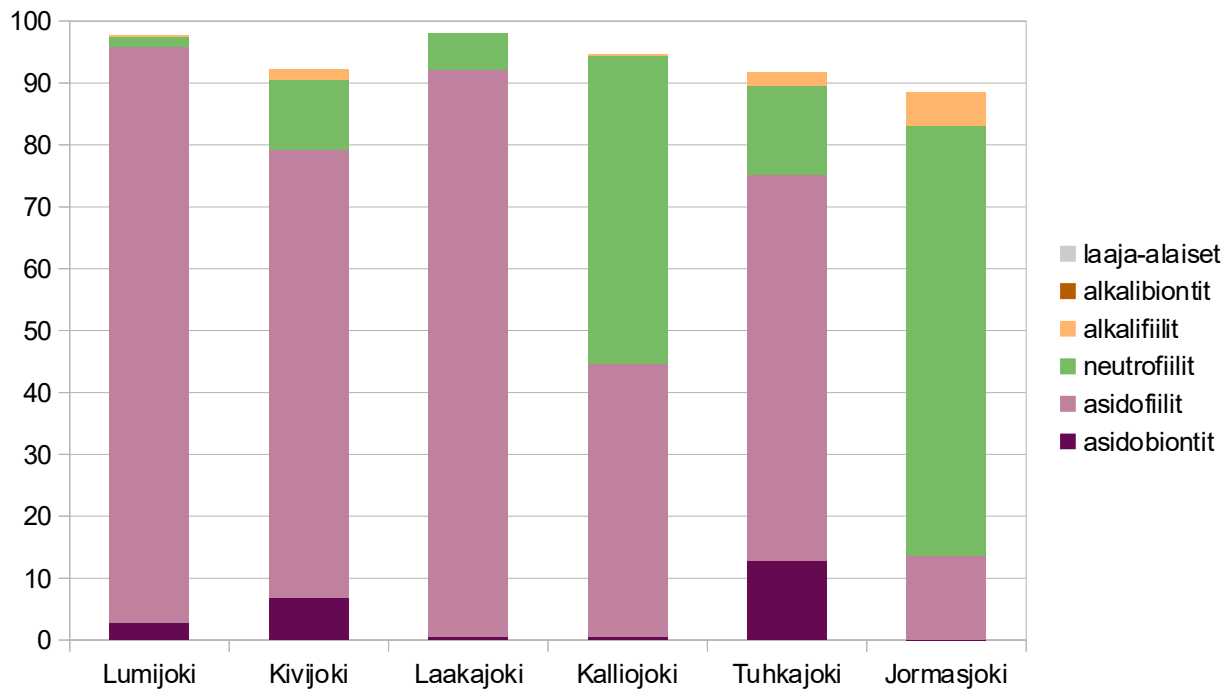
Taulukossa 4 esitetään aineiston perustiedot, ja tärkeimmät Omnidia-ohjelmiston laskemat muuttujat.

Taulukko 4. Vuoden 2024 laskettujen leväyksikköjen (piileväkuorien) määrä ja taksonien lukumäärä, epämuodostuneiden piileväkuorien määrä, sekä tärkeimpien Omnidia-ohjelmiston indeksien arvot.

Näyte	Yks .	Epä-muod.	Taksonit	ACID	IPS (1-20)	TDI (1-20)	PT %
Lumijoki	404	0	22	1,6	17,2	17,6	0,25
Kivijoki	410	0	32	2,5	18,0	17,8	1,95
Laakajoki	408	0	24	2,0	19,0	19,1	0
Kalliojoki	405	2	26	3,5	18,6	17,4	0
Tuhkajoki	400	0	35	2,9	18,3	17,4	2
Jormasjoki	424	0	38	5,2	17,8	14,5	1,67

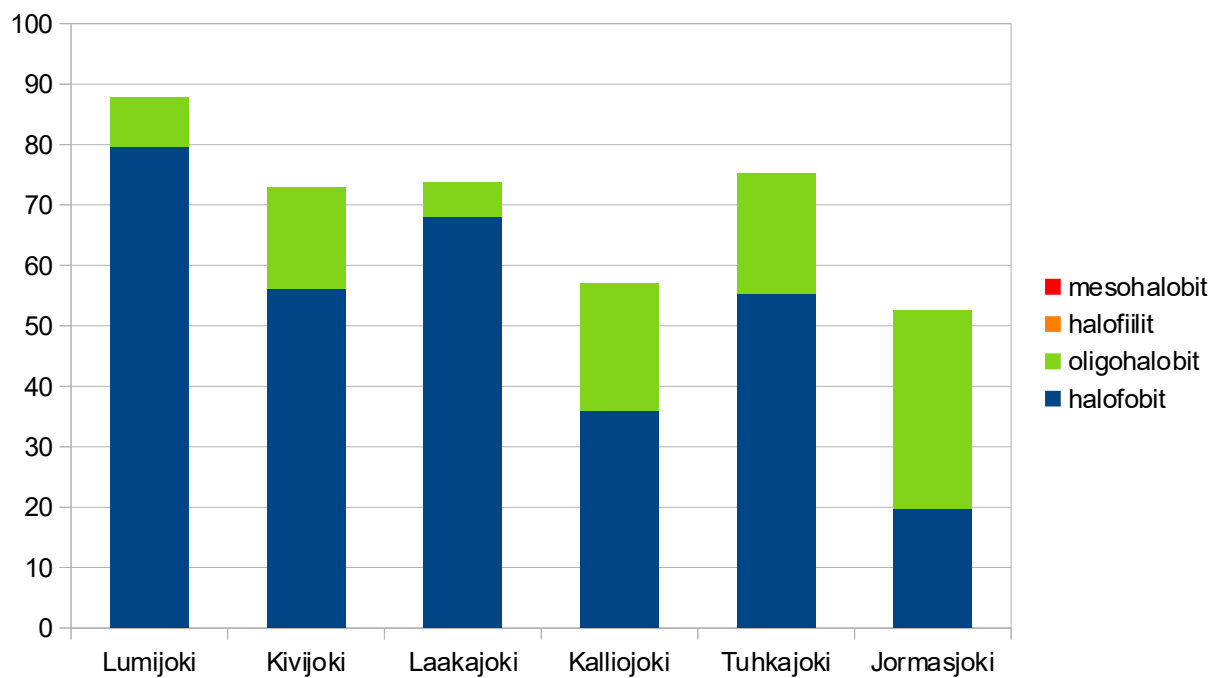
ACID-arvojen perusteella Lumijoen ja Laakajoen näytteet edustavat voimakkaasti hapanta veden laatua, eikä Omnidia-indeksejä siten voida käyttää ekologisen tilan määrittelyyn näille näytteille. IPS:n perusteella muut näytteet sijoittuvat erinomaiseen luokkaan. TDI-arvot ovat myös vähäravinteisella tasolla.

Happamuutta suosivien asidofiilien esiintyminen näytteissä kertoo turvemailla sijaitseville joille tyypillisestä humushappamasta elementistä (Kuva 1). Jormasjoki poikkeaa muista näytteistä pienellä happamuutta suosivien piilevien osuudellaan.

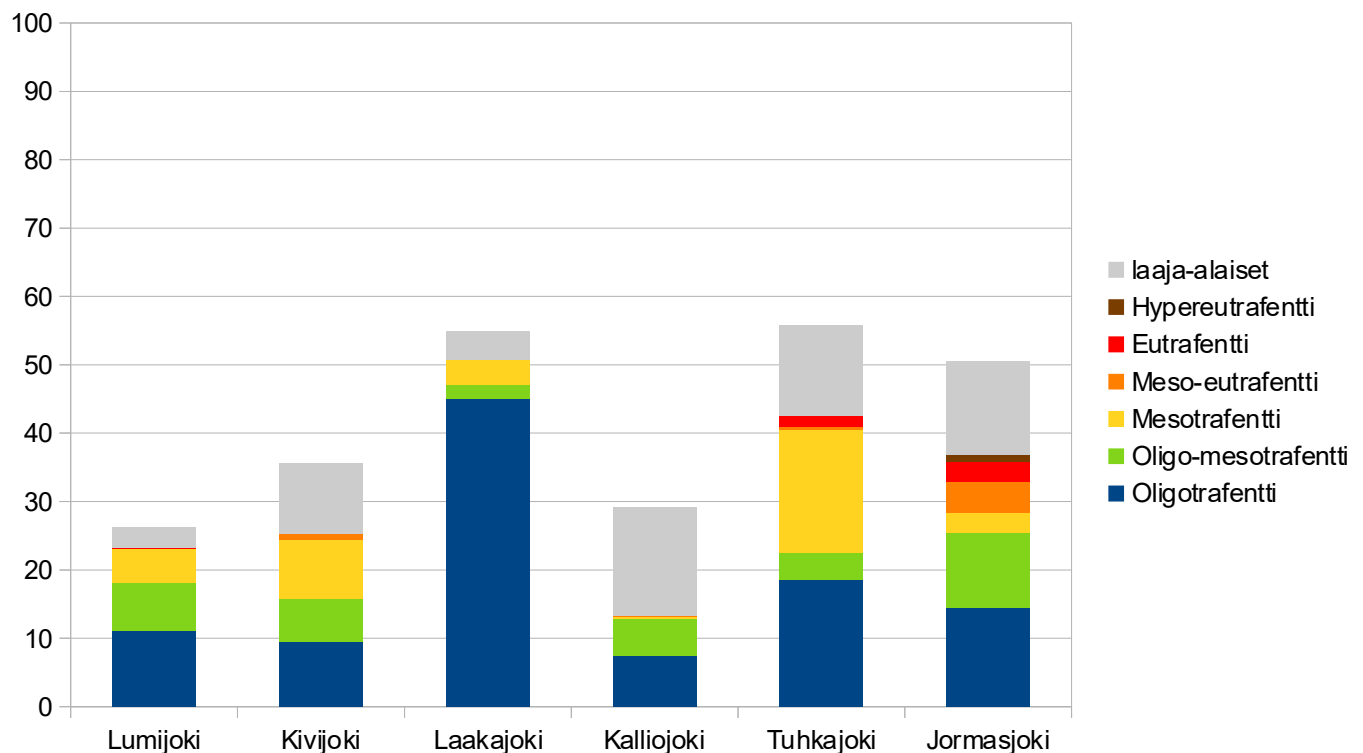


Kuva 1. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri pH-tasoja suosiviin lajeihin virtavesinäytteissä.

Kuvassa 2 esitetään lajistojen suolaisuusvaatimukset eri näytteissä. Näytteissä ei havaita suolaista vettä suosivia piileviä (mesohalobit tai halofiilit). Ravinteisuusvaatimukset (trofiataso) ovat suurelta osin luokittelemattomia tai laaja-alaisia tutkittujen näytteiden piileville (Kuva 3). Kaikissa näytteissä on enemmän oligotrafentteja kuin eutrafentteja piileviä.



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



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

TULOSTEN TARKASTELU

VUOKSEN SUUNTA

Lumijoki (tyypittelemätön, pieni turvemaiden joki/puro)

Lumijoen näytteessä *Eunotia minor* muodostaa näytteestä yli 60%. Näyte koostuu lähes pelkästään humushappamuutta suosivista taksoneista. Havaittu taksonimäärä on alhainen, mutta ei pienelle ja humushappamalle joelle poikkeuksellinen. Noin viiden prosentin osuudella havaittu *Pinnularia subcapitata* on tavallinen voimakkaasti humuskuormitetuissa vesissä (MaaMet-projektin aineisto). Koostumuksen perusteella veden laatu on erittäin hapan (pH<5) ja voimakkaasti humuksinen. Ravinteisuustasoa ei voida hyvin arvioida happamuuden vuoksi. Leville käyttökelpoisen fosforin pitoisuus on ilmeisesti pieni, mutta kokonaisravinnepitoisuudet voivat olla kohollakin.

Ekologisen tilan arviointi on epätarkkaa yksipuolisen, happamuutta suosivan lajiston vuoksi. Ekologinen tila riippuu luontaiseksi katsottavan happamuuden voimakkuudesta. Vuosina 2018 ja 2021 otetuissa näytteissä havaitaan samaa lajistoa, eikä näytteiden koostumuksen perusteella ole nähtävissä merkittäviä muutoksia ekologisessa tilassa. Happamuutta suosiva lajisto on katsottava luontaiseksi näytepaikalle, joten lisääntyvä happamuus voi johtua Terrafamen toiminnan vähenevästä vaikutuksesta veden laatuun 2018–2024. Suolaista vettä suosivia piileviä havaittiin huomattavasti 2018, vähän 2021, ja ei ollenkaan 2024.

Taulukko 5. Vuoden 2024 laskettujen taksonien lukumäärä, sekä ACID-, IPS- ja TDI-indeksien arvot.

Tarkkailupiste	Vuosi	Taksonimäärä	ACID	Laatuluokka IPS	Ravinteisuus TDI
Lumijoki	2008	22	1,38	19,8	-
Lumijoki	2010	15	8,41	16	-
Lumijoki	2013	25	9,37	17,7	-
Lumijoki	2014	25	5,56	15,5	-
Lumijoki	2015	34	4,73	16,8	-
Lumijoki	2018	41	2,93	18,0	-
Lumijoki	2021	25	2,1	18,9	18,8
Lumijoki	2024	22	1,6	17,2	17,6

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

Kivijoki (pieni turvemaiden joki)

Myös Kivikosken näytteessä runsain taksoni on *Eunotia minor*. Havaittu lajisto on hieman monipuolisempi kuin Lumijoessa, mutta enemmistö piilevistä on edelleen humushappamuutta suosivia *Eunotia*-suvun piileviä. Veden pH on noin 5, humuoksisuus voimakasta, ja ravinnetaso oligo-mesotrofinen.

IPS-arvo on erinomainen, mutta matala ACID-arvo viittaa optimistisiin IPS-arvoihin. Kivijoesta on tutkittu näytteet vuosittain. Vuosien 2021 ja 2022 näytteissä havaittiin runsaasti planktonia, ja näytteet osoittivat korkeampaa pH-tasoa.. Kuten Lumijoessa, tutkittu näyte osoittaa lisääntyvää happamuutta, mikä on luultavasti luontaista. Suolaista vettä suosivia piileviä ei havaita, kuten ei enää useaan vuoteen. Piilevien koostumus voidaan katsoa tyypilliseksi pienelle ojitetun turvemaiden joelle, eikä kuormitusta indikoivia piilevätaksoneita havaita.

Taulukko 6. Vuoden 2024 laskettujen taksonien lukumäärä, sekä ACID-, IPS- ja TDI-indeksien arvot.

Tarkkailupiste	Vuosi	Taksonimäärä	ACID	Laatuluokka IPS	Ravinteisuus TDI
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
Kivijoki	2018	30	5,6	17,5	12,8
Kivijoki	2019	27	6,5	19,2	14,8
Kivijoki	2020	28	4,2	18,6	16,0
Kivijoki	2021	25	4,0	17,7	15,3
Kivijoki	2022	28	4,3	16,8	16,6
Kivijoki	2023	31	3,5	18,8	15,7
Kivijoki	2024	32	2,5	18,0	17,8

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

Laakajoki (keskisuuri turvemaiden joki)

Multa-Väärän näytteessä havaitaan alhainen piilevien pitoisuus, mutta standardin mukainen yksilömäärä saatiin kuitenkin määritettyä. Runsaimmat taksonit ovat humushappamuutta suosivat *Eunotia rhomboidea*, *E. minor*, *E. meisterioides*, *Frustulia erifuga*. Näyte koostuu melkein yksinomaan humushappamuutta suosivista piilevistä, osoittaen jatkuvasti alhaista veden pH-tasoa (<5). Rehevyyden indikaattoreita ei havaita, mutta ravinnetasoa ei voida arvioida tarkemmin.

ACID-arvo on erittäin alhainen. Vuoden 2021 näytteen koostumus osoitti hieman korkeampaa pH-tasoa (>5).. Vertailtaessa vuosien 2018, 2021 ja 2024 piilevien koostumusta, nähdään happamuuden lisääntyminen ja mahdollisesti ravinteisuuden väheneminen vedessä. Humushappamuus voidaan katsoa luontaiseksi, joten Terrafamen toiminnan vaikutusta ei nähdä näytteissä. Vuonna 2012 tutkittujen alueen vertailujokien Sopenjoen ja Ukonjoen lajistot ovat vastaavia ja osoittavat vastaavaa happamuutta. Tulosten perusteella ei siten ole tarvetta tarkkailun ulottamiselle alempaan vesistöön.

Taulukko 7. Vuoden 2024 laskettujen taksonien lukumäärä, sekä ACID-, IPS- ja TDI-indeksien arvot.

Tarkkailupiste	Vuosi	Taksonimäärä	ACID	Laatuluokka IPS	Ravinteisuus TDI
Laakajoki	2013	41	3,37	19,3	-
Laakajoki	2014	37	-0,99	19,7	-
Laakajoki	2015	24	5,86	19,7	-
Laakajoki	2018	37	4,51	19,0	-
Laakajoki	2021	26	3,2	18,8	18,6
Laakajoki	2024	24	2,0	19,0	19,1

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

Kalliojoki (keskisuuri turvemaiden joki)

Kalliojoen näytteessä havaitaan runsaina *Achnanthydium lineare*, *A. cf. microcephalum*, sekä *Eunotia minor*. Havaittu lajisto on melko yksipuolinen, mutta pääosin tyypillinen. Vesi on runsashumuksista, pH välillä 5 – 6, ja ravinnetaso oligotrofinen.

IPS-arvo sijoittuu erinomaiseen luokkaan, ja TDI-arvo on vähäravinteisella tasolla. Näytteen voidaan katsoa edustavan vähintään hyvää päällystevästön ekologista tilaa. Myös aikaisemmissa näytteissä 2018 ja 2021 havaittiin runsaina samoja *Achnanthydium*- ja *Eunotia*-lajeja. ACID-arvojen perusteella veden happamuus on lisääntynyt, kuten myös eteläpuolisessa vesistössä. ACID-arvo oli 5.6 v. 2018, 4.1 v. 2021, ja 3.5 v. 2024. Piilevien koostumuksessa ei nähdä kaivostoimintaa indikoivia lajeja, kuten suolaista vettä suosivia lajeja (edellinen havainto suolaista vettä suosivista piilevistä v. 2018 n. 1 %), Lisääntynyt happamuus voidaan arvioida olevan luontaista (suoperäistä).

Taulukko 8. Vuoden 2024 laskettujen taksonien lukumäärä, sekä ACID-, IPS- ja TDI-indeksien arvot.

Tarkkailupiste	Vuosi	Taksonimäärä	ACID	Laatuluokka IPS	Ravinteisuus TDI
Kalliojoki	2008	20	0,94	19,7	-
Kalliojoki	2010	31	1,15	19,3	-
Kalliojoki	2013	18	6,72	18,1	-
Kalliojoki	2014	16	6,02	17,7	-
Kalliojoki	2015	15	5,93	19,3	-
Kalliojoki	2018	25	5,6	19,7	-
Kalliojoki	2021	28	3,2	18,0	17,6
Kalliojoki	2024	26	3,5	18,6	17,4

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

Tuhkajoki (keskisuuri turvemaiden joki)

Tuhkajoen näytteessä havaitaan runsaina *Tabellaria flocculosa*, *T. quadrisepata*, *Eunotia minor*, *E. bilunaris*. Veden pH on noin 5 tai hieman yli, humuksisuus voimakasta, ja ravinnetaso oligo-mesotrofinen.

IPS-arvo sijoittuu erinomaiseen laatuluokkaan, ja TDI-arvo vähäravinteiselle tasolle. Näytteen voidaan katsoa edustavan vähintään hyvää päällykslevästön ekologista tilaa. Myös Tuhkajoessa happamuus on lisääntynyt, ja suolaista vettä suosivia piileviä ei havaita (n. 5 % v. 2018, 1 % v. 2021).

Taulukko 9. Vuoden 2024 laskettujen taksonien lukumäärä, sekä ACID-, IPS- ja TDI-indeksien arvot.

Tarkkailupiste	Vuosi	Taksonimäärä	ACID	Laatuluokka IPS	Ravinteisuus TDI
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
Tuhkajoki	2018	48	4,8	18,7	14,1
Tuhkajoki	2019	33	5,3	17,8	13,9
Tuhkajoki	2020	38	3,8	18,8	17,5
Tuhkajoki	2021	31	4,1	18,5	16,6
Tuhkajoki	2022	32	5,3	18,7	16,1
Tuhkajoki	2023	36	1,9	19,1	17,1
Tuhkajoki	2024	35	2,9	18,3	17,4

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

Jormasjoki (keskisuuri turvemaiden joki)

Jormasjoen näytteessä havaitaan runsaana *Achnanthydium lineare*. Näytteen monipuolisemmassa lajistossa on muihin tutkittuihin näytteisiin verrattuna vähemmän humushappamuutta suosivaa lajistoa. Näyte edustaa neutraalimpaa veden laatua. Myös rehevyyden indikaattoreita havaitaan yksittäisiä kuoria (*Sellaphora nigri*, *Nitzschia palea*). Pääosin havaitut taksonit voidaan kuitenkin katsoa tyypillisiksi. Näytteen voidaan katsoa edustavan lähinnä hyvää päällykslevästön ekologista tilaa. Suolaista vettä suosivia piileviä ei havaita (n. 7 % v. 2018, ei havaittu 2021).

Taulukko 10. Vuoden 2024 laskettujen taksonien lukumäärä, sekä ACID-, IPS- ja TDI-indeksien arvot.

Tarkkailupiste	Vuosi	Taksonimäärä	ACID	Laatuluokka IPS	Ravinteisuus TDI
Jormasjoki	2013	51	6,42	18,9	-
Jormasjoki	2014	20	4,52	19,6	-
Jormasjoki	2015	24	6,25	19,3	-
Jormasjoki	2018	35	6,12	18,9	-
Jormasjoki	2021	31	6,0	17,9	15,0
Jormasjoki	2024	38	5,2	17,8	14,5

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

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.
- 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.
- Novais M.H. ym. (2015) Morphological variability within the *Achnantheidium minutissimum* species complex (Bacillariophyta): comparison between the type material of *Achnanthes minutissima* and related taxa, and new freshwater *Achnantheidium* species from Portugal. *Phytotaxa* 224: 101-139.