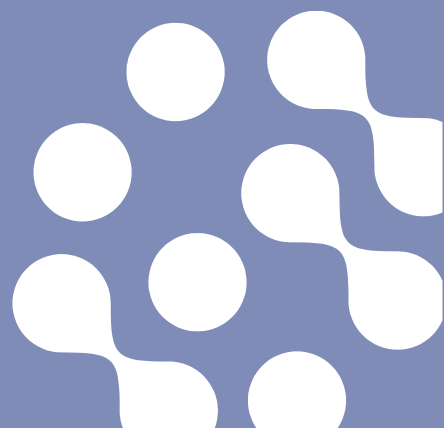


Eurofins Ahma Oy
Projekti 11245
15.3.2022

TERRAFAME OY

POHJAEÄLÄINTARKKAILU 2021



TERRAFAME OY, POHJAEÄINTARKKAILU V. 2021

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	1
2.	AINEISTO JA MENETELMÄT	1
2.1	TUTKIMUSAJANKOHDAT JA –ALUEET	1
2.1.1	<i>Järvet</i>	1
2.1.2	<i>Virtavesi</i>	2
2.2	NÄYTTEENOTTOMENETELMÄT SEKÄ NÄYTTEIDEN JA TULOSTEN KÄSITTELY	3
2.2.1	<i>Järvinäytteet</i>	3
2.2.2	<i>Virtavesinäytteet</i>	4
3.	TULOKSET	5
3.1	JÄRVIKOHEET	5
3.1.1	<i>Kalliojärvi</i>	7
3.1.2	<i>Kolmisoppi</i>	8
3.1.3	<i>Jormasjärvi</i>	8
3.1.4	<i>Kivijärvi</i>	9
3.1.5	<i>Laakajärvi</i>	9
3.1.6	<i>Kiltuanjärvi</i>	10
3.1.7	<i>Rehja-Nuasjärvi</i>	10
3.2	VIRTAVESIKOHEET	12
3.2.1	<i>Kalliojoki</i>	14
3.2.2	<i>Tuhkajoki</i>	15
3.2.3	<i>Jormasjoki</i>	15
3.2.4	<i>Lumijoki</i>	15
3.2.5	<i>Kivijoki</i>	16
3.2.6	<i>Nurmijoki</i>	16
4.	TULOSTEN TARKASTELU	17
4.1	OULUJOEN VESISTÖALUE (59)	17
4.1.1	<i>Tuhkajoen valuma-alue (59.885)</i>	17
4.1.2	<i>Jormasjärven valuma-alue (59.882)</i>	19
4.1.3	<i>Jormasjoen valuma-alue (59.881)</i>	19
4.1.4	<i>Nuasjärven lähialue (59.811)</i>	19
4.2	VUOKSEN VESISTÖALUE (04)	20
4.2.1	<i>Kivijoen valuma-alue (04.645)</i>	21
4.2.2	<i>Laakajärven valuma-alue (04.644)</i>	22
4.2.3	<i>Kiltuanjärven valuma-alue (04.643)</i>	22
4.2.4	<i>Sälevän – Nurmijoen valuma-alue (04.642)</i>	22
	YHTEENVETO	23
	VIITTEET	24
	MÄÄRITYSKIRJALLISUUS	24

LIITTEET

Liite 1. Havaintopaikkojen sijainti kartalla

Liite 2. Järvikohteiden tulokset

Liite 3. Jokikohteiden tulokset

15.3.2022

Eurofins Ahma Oy

Jessica Åsbacka

Ympäristöasiantuntija, FM

Terhi Lensu

Ympäristöasiantuntija, FM

Oivaltajantie 10
60100 Seinäjoki
Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

Pohjaeläintarkkailuja käytetään yleisesti virta- ja järvivesiin kohdistuvien paineiden ekologisten vaikutusten arvioimiseen. Pohjaeläimet ovat yksi biologinen osatekijä vesistöjen ekologisessa tila-arvioinnissa. Tarkkailua toteutetaan Ramboll Finland Oy:n 18.12.2019 (täydennetty 26.5.2020) kokoaman tarkkailuohjelman mukaisesti.

Terrafamen toiminta-alueen lähivesistöissä on tehty pohjaeläintarkkailua vuosina 2008, 2010, 2012, 2013 ja 2015. Vuonna 2012 tehtiin ohjelmasta poiketen ylimääräinen tarkkailukierros vain järvipisteillä, ja tällöin mukaan tarkkailuun tuli myös Laakajärvi. Kiltuanjärven tarkkailu aloitettiin vuonna 2013. Vuonna 2015 tarkkailu laajentui Nuasjärven ja Rehjan alueelle, josta näytteet otettiin ennen uuden purkuputken käyttöönottoa. Nuasjärvestä ja Rehjasta näytteet otettiin myös ensimmäisenä jätevesien purkuputken johtamisvuonna 2016. Vuodesta 2018 lähtien näytteitä on otettu joka 3. vuosi. Tässä raportissa esitetään vuoden 2021 tarkkailutulokset.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Tutkimusajankohdat ja -alueet

2.1.1 Järvet

Vuonna 2021 järvisyvänteiden pohjaeläinnäytteet otettiin syys- ja lokakuussa. Näytteenottopäivämäärät sekä havaintopaikkojen taustatiedot esitetään taulukossa 2-1. Havaintopaikkojen sijainti kartalla esitetään raportin liitteessä 1.

Meissner ym. (2019) ohjeistuksen mukaan järvien syvänteistä (profundaali) Ekman-noutimella pyritään ottamaan vähintään kuusi (6) rinnakkaisnäytettä. Aineistojen kansallisen vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi muiden näytteenottimien käyttöä järvisyvänteillä tulee välttää. Terrafamen pohjaeläintarkkailussa järvisyvänteistä otettiin kuusi rinnakkaisnäytettä.

Taulukko 2-1. Pohjaeläintarkkailun järvipaikat. Rh = Runsashumuksiset järvet, MRh = Matalat runsashumuksiset järvet, Kh = Keskikokoiset humusjärvet, Sh = Suuret humusjärvet.

Havainto- paikka	Paikan nimi Hertassa	Koordinaatit ETRS-TM35FIN	Pintavesi- tyyppi	Vesistöalue	N.otto- pvm	N.oton syvyysväli, m
Kalliojärvi	Kalliojärvi 1	7098423-548938	MRh	59.885	29.9.2021	5,4-5,6
Kolmisoppi	Kolmisoppi 1	7100692-550972	Rh	59.885	21.9.2021	13,9-14,7
Jormasjärvi, Talvilahti	Jormasjärvi 5	7101150-556233	Kh	59.882	8.9.2021	16,5-18,5
Jormasjärvi, syväne	Jormasjärvi 3	7103315-556714	Kh	59.882	8.9.2021	24,0-28,0
Kivijärvi, pohjoisosa	Kivijärvi 2	7089970-544190	Rh	04.645	28.9.2021	7,0-7,6
Kivijärvi, keskiosa	Kivijärvi 1	7088675-544686	Rh	04.645	20.9.2021	4,6-5,5
Laakajärvi, pohjoisosa	Laakajärvi 13	7084471-544910	Rh	04.644	27.10.2021	8,0-10,5
Laakajärvi, keskiosa	Laakajärvi 081	7078525-545867	Rh	04.644	26.10.2021	21,0-24,5
Kiltuanjärvi	Kiltuanjärvi 4	7075686-541331	Rh	04.643	26.10.2021	34,5-38,5
Nuasjärvi	Nuasjärvi_Nj34	7114943-556137	Sh	59.811	7.9.2021	10,5-12,5
Nuasjärvi	Nuasjärvi_Nj35	7115889-552956	Sh	59.811	7.9.2021	29,0-31,5
Nuasjärvi	Nuasjärvi_Nj37	7117103-548426	Sh	59.811	7.9.2021	23,0-25,0
Rehja itä	Rehja Itä	7119603-544883	Sh	59.811	6.9.2021	25,0-28,0
Rehja	Rehja-Nuasjärvi (syv.)	7121688-542620	Sh	59.811	6.9.2021	37,0-45,0

2.1.2 Virtavesi

Vuonna 2021 jokien pohjaeläinnäytteet otettiin syyskuussa. Näytteenottopäivämäärät sekä havaintopaikkojen taustatiedot esitetään taulukossa 2-2. Havaintopaikkojen sijainti kartalla esitetään raportin liitteessä 1.

Meissner ym. (2019) ohjeistuksen mukaan pienissä ja keskisuurissa jokityypeissä (valuma-alueen koko 10-1000 km²) otetaan yhdeltä koskijaksolta 2 rinnakkaisnäytettä/pohjanlaatutyyppi (pohjanlaatutyytit: iKi = karkea kivikko, vuolas virtaus ja pKi = pikku kivikko, keskinopea virtaus). Potkuhaavinäytteitä tulee tällöin yhdeltä koskijaksolta yhteensä 4 kappaletta. Vuodesta 2014 lähtien näytteitä ei ole enää otettu hienojakoisemmalta pohjalta (ns. H-näytteet), joka ei tuonut lisäinformaatiota pohjaeläinseurantaan. Terrafamen pohjaeläintarkkailussa koskijaksoilta otettiin 4 rinnakkaisnäytettä (2x iKi, 2x pKi), myös Nurmijoen Haapakosken koskijaksolta, joka on pintavesityypiltään suuri turvemaiden joki.

Taulukko 2-2. Pohjaeläintarkkailun jokipaikat. Kt = Keskisuuret turvemaiden joet, Pt = Pienet turvemaiden joet, St = Suuret turvemaiden joet. Taulukossa esitetyt koordinaatit edustava iKi-havaintopisteen koordinaatteja.

Havaintopaikka	Paikan nimi/nimet Hertassa	Koordinaatit ETRS-TM35FIN	Pintavesityyppi	Vesistöalue	N.ottopvm
Kalliojoki, suu	Kalliojoki_iKi, Kalliojoki_pKi	7099685-550765	Kt	59.885	15.9.2021
Tuhkajoki 1	Tuhkajoki_iKi, Tuhkajoki_pKi	7102358-554173	Kt	59.885	13.9.2021
Jormasjoki 9	Jormasjoki_iKi, Jormasjoki_pKi	7111567-553317	Kt	59.881	13.9.2021
Lumijoki	Lumijoki_iKi, Lumijoki_pKi	7090140-545344	Pt	04.645	20.9.2021
Kivijoki 4	Kivijoki 4	7088406-544566	Pt	04.645	20.9.2021
Nurmijoki, Haapakoski	Nurmijoki_Haapakoski_iKi, Nurmijoki_Haapakoski_pKi	7070301-537945	St	04.642	30.9.2021

2.2 Näytteenottomenetelmät sekä näytteiden ja tulosten käsittely

Pohjaeläinnäytteet otetaan ympäristöhallinnon jokien ja järvien biologisen seurantaohjeen (Meissner ym. 2019 tai uudempi) mukaisesti. Ohje löytyy ymparisto.fi –sivustolta nimellä ”Jokien ja järvien biologinen seuranta-näytteenotosta tiedon tallentamiseen” (versio 6.9.2019 tai uudempi).

Näytteet seulotaan 0,5 mm seulalla. Seulottaessa ei tule käyttää liian pitkää seulonta-aikaa ja voimakasta vesisuihkua, jotka voivat rikkoa osan eläimistä. Mikäli näytteet kuljetetaan rannalle seulontaa varten, tulee huuhteluvesi ensin seuloa, jottei näytteisiin tule rantavedestä selkärangattomia. Näytteiden kuivumisen estämiseksi käytetään näyteastioina hyvin sulkeutuvia purkkeja (mielellään kierrekorkillisia lasipurkkeja). Näytteiden kestävässä ja säilytyksessä noudatetaan standardia SFS-ISO-EN 5667-3. Jokainen rinnakkaisnäyte säilötään erikseen etanoliin, siten että lopullinen väkevyys on 70 %.

Näytteiden sisältämät pohjaeläimet pyritään määrittämään vähintään biologisen seurantaohjeen vaatimalle tavoitetaksonomiatasolle. Nuorien pohjaeläinyksilöiden kohdalla vaadittuun tavoitetaksonomiatasoon ei nykytiedon avulla pystytä. Pohjaeläinten näytteenotot ja niiden taustatiedot, sekä määrittystulokset kirjataan ympäristöhallinnon ylläpitämään POHJE-rekisteriin. Saatuja pohjaeläintuloksia verrataan aiempien vuosien pohjaeläimistöselvityksiin.

Tulosten raportoinnissa käytetään ympäristöhallinnon pintavesien ekologisen tilan luokitteluun kehitettyjä indeksejä (Aroviita ym. 2019).

2.2.1 Järvinäytteet

Pohjaeläinten näytteenotto tapahtui tarkkailuohjelman mukaisista näytteenottopisteistä Ekman-noutimella (näytteenottimen pinta-ala 297 cm²) ympäristöhallinnon ohjeistusta (Meissner ym. 2019) ja standardia SFS 5076 soveltaen. Näytteet ottivat Eurofins Ahma Oy:n näytteenottajat.

Pohjaeläinnäytteet poimittiin Eurofins Ahma Oy:n Rovaniemen laboratoriossa. Pohjaeläimet määritettiin pääsääntöisesti lajitasolle tarvittaessa näytteistä tehtyjä preparaatteja apuna käyttäen. Määrittyskirjallisuus on esitetty lähdeluettelossa. Lajikohtaiset yksilömäärät määritettiin jokaisesta näytteestä.

Järvien syvänteiden pohjaeläimistön tilan arviointi perustuu kahteen muuttuajaan. Pohjaeläimistön kuormituksen sietokykyä ja tilan yleistä heikentymistä mitataan vesienhoidon 2. suunnittelukaudelle kehitetyn syvänpohjaeläinindeksin avulla (PICM, Profundal Invertebrate Community Metric; Jyväsjärvi & Hämäläinen 2011, Jyväsjärvi ym. 2014). PICM perustuu Wiederholmin (1980) BQ-indeksiin, mutta se huomioi surviaissääskien ohella myös muut taksonomiset ryhmät ja siten mittaa koko syvänpohjaeläimistön rakennetta paremmin kuin alkuperäinen BQ-indeksi. Syvänpohjaeläimistön runsaussuhteiden muutoksia mitataan lajiston prosenttisen mallinkaltaisuuden (PMA) avulla.

Keskisyvydeltään alle kolme metriä olevien järvien kohdalla ei käytetä PICM- tai PMA-indeksiä, vaan matalien järviyppien kohdalla pohjaeläimistöön perustuva ekologisen tilan arviointi tulisi pohjautua rantavyöhykkeen pohjaeläimistöön. Tästä syystä matalat runsashumuksiset järvet -tyyppiin (MRh) kuuluvan Kalliojärven syvänpohjaeläinaineistoista ei laskettu ekologisen tilaluokan mittareita. PMA-mittaria ei käytetä runsashumuksiset järvet-tyypin (Rh) tila-arvioinnissa (Aroviita ym. 2019).

PICM-indeksiarvojen laskennoissa käytetyt järvien keskiyvytydet haettiin Hertta-tietokannasta. PICM-indeksiarvojen laskennoissa käytettiin seuraavia väriarvoja (haettu Hertta-tietokannasta 16.2.2022):

- Kolmisoppi (Hertta-ID 34538): vuosien 2005-2016 keskiarvo 172 mgPt/l
- Jormasjärvi (Hertta-ID 34545): vuosien 2000-2016 keskiarvo 96 mgPt/l
- Kivijärvi (Hertta-ID 71073): 11.12.2012 tarkkailukerran keskiarvo 203 mgPt/l
- Laakajärvi (Hertta-ID 70923): vuosien 2012 ja 2016 keskiarvo 179 mgPt/l
- Kiltuanjärvi (Hertta-ID 19257): vuosien 2000-2021 keskiarvo 146 mgPt/l
- Nuasjärvi (Hertta-ID 72497 ja 72498): 6.3.2014 tarkkailukerran keskiarvo 87 mgPt/l
- Rehja (Hertta-ID 34018): vuosien 2000-2012 keskiarvo 70 mgPt/l

2.2.2 Virtavesinäytteet

Pohjaeläinten näytteenotto tapahtui tarkkailuohjelman mukaisista näytteenottopisteistä käsihaavilla ympäristöhallinnon ohjeistusta (Meissner ym. 2019) ja standardia SFS 5077 soveltaen. Nurmijoen (pintavesityyppi St) havaintopaikalta otettiin kuitenkin vain neljä rinnakkaisnäytettä. Näytteet ottivat Eurofins Ahma Oy:n näytteenottajat.

Pohjaeläinnäytteet poimittiin Eurofins Ahma Oy:n Rovaniemen laboratoriossa. Pohjaeläimet määritettiin pääsääntöisesti lajitasolle tarvittaessa näytteistä tehtyjä preparaatteja apuna käyttäen. Määrittyskirjallisuus on esitetty lähdeluettelossa. Lajikohtaiset yksilömäärät määritettiin jokaisesta näytteestä.

Jokien pohjaeläimistön tilan luokittelu perustuu vesienhoidon 1. suunnittelukaudelle kehitettyyn menetelmään, jossa on kolme eläimistön tilaa kuvaavaa muuttujaa. Nämä ovat tyyppille ominaisten pohjaeläintaksonien lukumäärä (TT), tyyppille ominaisten EPT-heimojen (päivänkorennot, koskikorennot ja vesiperhoset; Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera; EPT_h) lukumäärä, ja lajiston prosenttinen mallinkaltaisuus (PMA-indeksi). ASPT-indeksillä kuvataan pohjaeläinyhteisön tilaa suhteessa orgaaniseen kuormitukseen (Armitage ym. 1983).

Tutkimuskohteiden pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuutta kuvattiin myös Shannon-Wiener diverseiteetti-indeksillä (H') (Krebs 1985). Indeksien arvo on sitä suurempi, mitä enemmän lajeja havaitaan ja mitä tasaisemmin ne esiintyvät. Kuten vuoden 2018 tarkkailussa, Shannon-Wiener-indeksin laskennassa *Baetis niger*-, *Baetis vernus*- ja *Sialis lutaria*-ryhmän sekä Leptophlebia-, Diura-, Isoperla-, Nemoura-, Protonemura-, Athripsodes-sukujen sekä Limnephilidae-heimon pohjaeläinyksilöt yhdistettiin ryhmäkohtaisille tasoille (Ramboll Finland Oy 2019).

Orgaanista kuormitusta kuvaan ASPT-indeksin arvot haettiin POHJE-rekisteristä. BMWP-indeksissä eri pohjaeläinheimot/-luokat jaetaan erilaisiin pisteryhmiin (1–8 ja 10 pistettä). Pisteryhmät määräytyvät sen mukaan kuinka herkkiä keskimäärin kunkin heimon edustajat ovat vedenlaadun muutoksille. Herkimmät heimot/luokat saavat kymmenen pistettä ja vähiten herkkä saavat yhden pisteen. Kunkin näytteenottopaikan pisteytetyt pohjaeläinheimot/-luokat lasketaan yhteen BMWP-arvoksi. BMWP-indeksi ei huomioi lajimääriä, joten se on kvalitatiivinen muuttuja kuten myös ASPT-indeksi. ASPT-indeksi on pisteytettyjen heimojen keskiarvo ja se kertoo keskimääräisen vedenlaatuindeksin pohjaeläinheimoa kohden. Mitä korkeampi ASPT-indeksin arvo on, sitä puhtaampia vedet ovat näytteenottopaikan yläpuolella ja matalat arvot kertovat taas

mahdollisesta näytteenottoaikan yläpuolisesta kuormituksesta. ASPT-indeksi ei kuulu virallisiin virtavesien ekologisen tilan luokittelumittareihin.

3. TULOKSET

3.1 Järvikohteet

Kalliojärven, Kolmisopen, Kivijärvi 1 ja Jormasjärven havaintoalueilta on tuloksia vuosilta 2008, 2010, 2012, 2013, 2015, 2018 ja 2021. Kivijärvi 2, Kiltuanjärven ja Laakajärven havaintoalueilta on tuloksia vuosilta 2012, 2013, 2015, 2018 ja 2021. Rehja-Nuasjärven havaintoalueilta on pohjaeläintuloksia vuosilta 2015, 2016, 2018 ja 2021. Vuosien 2008, 2010, 2012, 2013, 2015 ja 2018 tulokset on poimittu aiemmasta raportista (Ramboll Finland Oy 2019) (taulukot 3-1 – 3-4).

Vuoden 2021 tarkkailussa, tai aiempina tarkkailuvuosina, havaintoalueilta ei havaittu uhanalaisena pidettyjä pohjaeläinlajeja (Rassi ym. 2010). Vuosien välillä esiintyy melko voimakasta vaihtelua pohjaeläintiheyksissä ja taksonimäärissä havaintoalueiden välillä ja myös havaintoalueiden sisällä (taulukko 3-1).

Taulukko 3-1. Tutkittujen järvisyvänteiden yksilö- ja taksonimäärät.

Havaintopaikka	Tarkkailu- vuosi	Yksilömäärä yks/m ²	Taksonimäärä	Havaintopaikka	Tarkkailu- vuosi	Yksilömäärä yks/m ²	Taksonimäärä
Kalliojärvi 1	2008	2000	5	Laakajärvi 13	2012	1240	9
	2010	311	3		2013	363	11
	2012	110	1		2015	225	9
	2013	-	-		2018	1140	10
	2015	29	2		2021	2419	11
	2018	171	4				
	2021	870	2				
Kolmisoppi 1	2008	1439	8	Laakajärvi 081	2012	773	9
	2010	159	3		2013	536	7
	2012	475	4		2015	476	5
	2013	231	6		2018	1197	3
	2015	58	2		2021	752	10
	2018	385	3				
	2021	331	3				
Jormasjärvi 5	2008	1093	10	Nuasjärvi_Nj34	2015	629	12
	2010	491	6		2016	1299	12
	2012	542	10		2018	863	8
	2013	467	7		2021	802	10
	2015	698	4				
	2018	4624	7				
	2021	2598	9				
Jormasjärvi 3	2008	1439	8	Nuasjärvi_Nj35	2015	1367	5
	2010	879	8		2016	2943	9
	2012	525	11		2018	1845	8
	2013	1055	9		2021	1605	9
	2015	1142	9				
	2018	2728	12				
	2021	2312	8				
Kivijärvi 2	2012	1678	2	Nuasjärvi_Nj37	2015	617	18
	2013	156	2		2016	1975	20
	2015	159	2		2018	1118	12
	2018	413	1		2021	976	18
	2021	67	2				
Kivijärvi 1	2008	2623	7	Rehja Itä	2015	4560	8
	2010	318	3		2016	2515	9
	2012	2215	4		2018	1522	12
	2013	-	-		2021	2323	14
	2015	152	2				
	2018	427	8				
	2021	253	5				
Kiltuanjärvi 4	2012	815	11	Rehja-Nuasjärvi	2015	1847	9
	2013	93	6		2016	1584	7
	2015	58	4		2018	741	8
	2018	504	7		2021	1296	11
	2021	387	5				

Taulukko 3-2. Kolmisopen ja Jormasjärven havaintopaikkojen PICM- ja PMA-indeksien arvot, sekä niiden perusteella annettu tilaluokitus. PMA-mittaria ei käytetä runsashumuksiset järvet-tyyppin (Rh) kuuluvassa Kolmisopen tila-arvioinnissa. O = observed/havaittu, E = expected/odotettu ja ELS = ekologinen laatusuhde (O/E). n = rinnakkaisnäytteiden määrä, E = erinomainen, Hy = hyvä ja T = tyydyttävä.

Havaintopaikka Pintavesityyppi	Kolmisoppi 1 Rh							Jormasjärvi 5 Kh							Jormasjärvi 3 Kh							
	Vuosi	2008	2010	2012	2013	2015	2018	2021	2008	2010	2012	2013	2015	2018	2021	2008	2010	2012	2013	2015	2018	2021
n	5	5	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6
PICM (O)	1.46	0.81	1.30	2.12	0.60	0.60	0.60	1.47	1.26	1.73	1.31	0.6	0.77	1.40	1.46	1.36	1.90	1.97	1.54	1.40	1.21	
PICM (E)	1.20	1.28	1.32	1.30	1.32	1.28	1.30	1.65	1.58	1.67	1.65	1.24	1.65	1.59	1.88	1.90	1.90	1.90	1.88	1.90	1.86	
PICM ELS	1.22	0.63	0.98	1.63	0.45	0.47	0.46	0.89	0.80	1.04	0.79	0.48	0.47	0.88	0.78	0.72	1.00	1.04	0.82	0.74	0.65	
Luokka (PICM)	E	Hy	E	E	T	T	T	E	Hy	E	Hy	Hy	T	E	Hy	Hy	E	E	E	Hy	Hy	
PMA (O)	-	-	-	-	-	-	-	0.67	0.55	0.42	0.64	0.49	0.37	0.68	0.51	0.55	0.55	0.46	0.47	0.39	0.64	
PMA (E)	-	-	-	-	-	-	-	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	
PMA ELS	-	-	-	-	-	-	-	1.63	1.34	1.02	1.56	1.2	0.9	1.67	1.24	1.34	1.34	1.12	1.15	0.95	1.57	
Luokka (PMA)	-	-	-	-	-	-	-	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	

Taulukko 3-3. Kivijärven, Laakajärven ja Kiltuanjärven havaintopaikkojen PICM-indeksien arvot, sekä sen perusteella annettu tilaluokitus. PMA-mittaria ei käytetä runsashumuksiset järvet-tyyppin (Rh) tila-arvioinnissa. O = observed/havaittu, E = expected/odotettu ja ELS = ekologinen laatusuhde (O/E). n = rinnakkaisnäytteiden määrä, E = erinomainen, Hy = hyvä ja T = tyydyttävä.

Havaintopaikka Pintavesityyppi	Kivijärvi 2 Rh			Kivijärvi 1 Rh			Laakajärvi 13 Rh					Laakajärvi 081 Rh					Kiltuanjärvi 4 Rh					
	Vuosi	2015	2018	2021	2015	2018	2021	2012	2013	2015	2018	2021	2012	2013	2015	2018	2021	2012	2013	2015	2018	2021
n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
PICM (O)	0.60	0.60	0.60	0.60	1.33	0.80	0.89	1.32	1.78	1.65	1.15	1.84	1.47	1.67	0.81	1.34	1.32	3.27	1.82	1.89	1.86	
PICM (E)	0.88	0.75	0.71	0.68	0.58	0.58	0.92	0.99	0.93	0.92	0.90	1.6	1.49	1.52	1.46	1.41	2.31	2.26	2.32	2.28	2.26	
PICM ELS	0.68	0.80	0.85	0.88	2.29	1.39	0.97	1.33	1.91	1.79	1.27	1.15	0.99	1.10	0.55	0.95	0.57	1.45	0.78	0.83	0.82	
Luokka (PICM)	Hy	E/Hy	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	Hy	E	T	E	Hy	E	E	

Taulukko 3-4. Rehja-Nuasjärven PICM- ja PMA-indeksien arvot, sekä niiden perusteella annettu tilaluokitus. O = observed/havaittu, E = expected/odotettu ja ELS = ekologinen laatusuhde (O/E). n = rinnakkaisnäytteiden määrä, E = erinomainen, Hy = hyvä, T = tyydyttävä ja V = välttävä.

Havaintopaikka Pintavesityyppi	Nuasjärvi_Nj34 Sh				Nuasjärvi_Nj35 Sh				Nuasjärvi_Nj37 Sh				Rehja Itä Sh				Rehja-Nuasjärvi (syv.) Sh				
	Vuosi	2015	2016	2018	2021	2015	2016	2018	2021	2015	2016	2018	2021	2015	2016	2018	2021	2015	2016	2018	2021
n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
PICM (O)	1.52	1.58	1.03	1.46	0.87	1.35	1.28	1.27	1.77	1.97	1.32	1.80	1.19	1.37	1.79	1.58	1.46	1.29	1.27	1.75	
PICM (E)	1.68	1.68	1.64	1.65	2.32	2.29	2.29	2.27	2.09	2.09	2.05	2.09	2.18	2.18	2.15	2.22	2.56	2.54	2.56	2.59	
PICM ELS	0.90	0.94	0.63	0.88	0.38	0.59	0.56	0.56	0.85	0.94	0.64	0.86	0.55	0.63	0.83	0.71	0.57	0.51	0.50	0.68	
Luokka (PICM)	E	E	Hy	E	V	T	T	T	E	E	Hy	E	T	Hy	E	Hy	T	T	T	Hy	
PMA (O)	0.39	0.35	0.32	0.35	0.21	0.25	0.33	0.46	0.39	0.36	0.33	0.38	0.34	0.33	0.23	0.36	0.33	0.28	0.20	0.29	
PMA (E)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	
PMA ELS	0.87	0.78	0.71	0.77	0.47	0.56	0.73	1.01	0.87	0.80	0.73	0.85	0.76	0.73	0.51	0.80	0.73	0.62	0.44	0.64	
Luokka (PMA)	E	E	E	Hy	T	Hy	E	E	E	E	E	Hy	E	E	Hy	Hy	E	Hy	T	Hy	

3.1.1 Kalliojärvi

Kalliojärvi on pintavesityyppiltään matala runsashumuksinen järvi (MRh) ja tämän takia Kalliojärven osalta ei laskettu ekologisen tilaluokittelun mittareita.

Ennen toiminnan varsinaista aloittamista (ks. taulukko 3-1, vuosi 2008) Kalliojärven havaittiin keskimäärin noin 2 000 pohjaeläinyksilöä/m² ja viisi pohjaeläinlajia. Vuoden 2008 tarkkailussa havaitut taksonit olivat sulkasääskilajin toukkia (*Chaoborus flavicans*), Procladius-suvun surviaissääskiä, *Zalutschia zalutschicola*-surviaissääskilajia, *Chironomus anthracinus*-surviaissääskilajia ja Sergentia-suvun surviaissääskiä. Sulkasääskien toukat kuuluvat toiminnallisesti eläinplanktonyhteisöön. Sulkasääskien toukat uivat vapaasti vesipatsaassa ja kestävät vähähappisia olosuhteita. Runsa esiintyminen voi myös viitata vähäkalaisuuteen,

veden sameuteen tai veden humuksisuuteen. Procladius-suvun surviaissääsket viihtyvät monenlaisessa elinympäristössä, eikä niillä ole erityistä indikaattoriarvoa. *Zalutshia zalutshicola*-surviaissääskilaji on tavallinen laji humuspitoisissa järvissä ja *Chironomus anthracinus*-surviaissääskilaji ilmentää rehevyyttä. Sergentia-suvun surviaissääsket ilmentävät mesotrofiaa.

Vuoden 2008 tarkkailun jälkeen yksilöitiheydet ja taksonimäärät ovat olleet selvästi alhaisempia. Vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuoto kuormitti Kalliojärveä huomattavasti. Vuonna 2013 havaintoalueen näytteistä ei havaittu enää yhtään pohjaeläinyksilöitä. Vuoden 2021 tarkkailussa havaittiin toiseksi korkein yksilöitiheys havaintoalueella, mutta taksonimäärä oli laskenut vuoden 2018 tarkkailun tasosta. Vuoden 2021 tarkkailussa suurin osa havaituista yksilöistä (n. 98 %) oli sulkasääskilajin toukkia (*Chaoborus flavicans*) ja niiden lisäksi havaittiin joitakin Procladius-sukuun kuuluvia yksilöitä.

3.1.2 Kolmisoppi

Kolmisoppi on pintavesityypiltään runsashumuksinen järvi (Rh) ja siitä johtuen Kolmisopen osalta ei laskettu PMA-indeksin arvoa. Vuoden 2008 tarkkailussa, ennen varsinaisen toiminnan aloittamista, pohjaeläintiheys oli noin 1439 yks./m² ja tarkkailussa havaittiin yhteensä 8 pohjaeläinlajia (taulukko 3-1). Vuonna 2008 näytteistä määritettiin harvasukasmatoihin kuuluvia lajeja (*Tubifex tubifex* ja *Spirosperma ferox*), Pisidium-suvun simpukkaa, sulkasääskilajin toukkia (*Chaoborus flavicans*), Procladius-suvun surviaissääskiä, *Chironomus anthracinus*-surviaissääskilajia ja Tanytarsus-suvun surviaissääskejä. Harvasukasmatot hyötyvät yleensä orgaanisesta kuormituksesta ja *Spirosperma ferox*-laji on oligotrofian ilmentäjä.

Muina tarkkailuvuosina sekä yksilöitiheydet että taksonimäärät ovat olleet alhaisempia. Vuoden 2021 tarkkailussa taksonimäärä ja yksilöitiheys oli melko samalla tasolla kuin vuonna 2018, mutta selvästi alhaisempi kuin vuoden 2008 tarkkailussa. Vuonna 2021 suurin osa havaituista yksilöistä (n. 61 %) oli sulkasääskilajin toukkia (*Chaoborus flavicans*) ja toiseksi eniten havaittiin harvasukasmatoja (n. 36 %, Potamothrix/Tubifex). Edellä mainittujen lisäksi havaittiin joitakin Procladius-sukuun kuuluvia yksilöitä.

PICM-indeksin perusteella Kolmisoppi on ollut erinomaisessa tilassa vuosina 2008, 2012 ja 2013. Vuonna 2010 PICM-indeksin arvo ilmensi hyvää tilaa ja vuosina 2015, 2018 ja 2021 indeksiarvo on ilmentänyt tyydyttävää tilaa (taulukko 3-2).

3.1.3 Jormasjärvi

Jormasjärvi on pintavesityypiltään keskikokoinen humusjärvi (Kh). Jormasjärvessä on kaksi havaintoaluetta: järven eteläosassa sijaitseva Talvilahden havaintoalue (Jormasjärvi 5) ja Jormasjärven syväne, suunnilleen järven keskiosassa (Jormasjärvi 3).

Vuonna 2008 ennen varsinaista toimintaa Talvilahden havaintoalueen pohjaeläintiheys oli 1093 yks./m² ja taksonimäärä oli 10 ja syvännepisteellä pohjaeläintiheys oli 1439 yks./m² ja taksonimäärä oli 8. Vuoden 2008 tarkkailussa Talvilahden alueella havaittiin kaksi surviaissääskilajia, joita ei havaittu syvännepisteellä: *Chironomus plumosus*-t. ja *Sergentia* sp. Muilta osin vuonna 2008 havaitut lajit olivat samoja molemmilla havaintoalueilla: harvasukasmatoja (*Tubifex tubifex* ja *Spirosperma ferox*), Pisidium-suvun simpukoita, hankajalkaisia (Cyclopoida), sulkasääskilajin toukkia (*Chaoborus flavicans*), Procladius-suvun surviaissääskiä, *Chironomus anthracinus*-surviaissääskilajia ja Tanytarsus-suvun surviaissääskiä.

Vuoden 2021 tarkkailussa Talvilahden pohjaeläintiheys oli 2598 yks./m² ja taksonimäärä oli 9, kun taas Jormasjärven keskiosan pohjaeläintiheys oli 2312 yks./m² ja taksonimäärä 8. Eli molempien havaintoalueiden osalta pohjaeläintiheydet olivat suurempia kuin vuonna 2008, mutta olivat laskeneet vuoden 2018 tasosta. Talvilahden havaintoalueen osalta vuonna 2021 havaittiin yksi taksoni vähemmän kuin vuonna 2008, mutta kaksi enemmän kuin vuonna 2018. Keskiosan syvännepisteen osalta taksonimäärä oli samalla tasolla vuonna 2008 ja 2021, mutta vuonna 2021 havaittiin neljä taksonia vähemmän kuin vuoden 2018 tarkkailussa (taulukko 3-1).

Vuonna 2021 Jormasjärven havaintoalueilla havaittiin harvasukasmatoja (*Spirosperma ferox* ja *Potamothrix/Tubifex*), Pisidium-suvun simpukoita, *Chaoborus flavicans*-sulkasääsken toukkia, sekä surviaissääskilajeja (*Procladius* sp., *Chironomus anthracinus*, *Chironomus neocorax*-agg. ja *Tanytarsus* sp.). Lisäksi Talvilahden havaintoalueella havaittiin yksi *Sergentia coracina*-surviaissääskiyksilö.

PMA-indeksiarvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa sekä Talvilahden että syvännepisteen tarkkailualueilla kaikkien tarkkailuvuosien osalta. Talvilahden havaintoalueen PICM-indeksiarvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa vuosina 2008, 2012 ja 2021. Vuosina 2010, 2013 ja 2015 PICM-indeksiarvot viittasivat hyvään tilaan ja vuonna 2018 PICM-indeksiarvo oli tyydyttävällä tasolla. Järven keskiosassa PICM-indeksiarvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa vuosina 2012, 2013 ja 2015 ja hyvää tilaa vuosina 2008, 2010, 2018 ja 2021 (taulukko 3-2).

3.1.4 Kivijärvi

Kivijärvi on pintavesityypiltään runsashumuksinen järvi (Rh) ja sen seurauksena Kivijärven havaintoalueiden osalta ei laskettu PMA-indeksiä. Kivijärven osalta tarkkailussa on kaksi havaintoaluetta: yksi järven pohjoisosassa (Kivijärvi 2) ja toinen järven keskiosassa (Kivijärvi 1).

Ennen varsinaista toimintaa (v. 2008) tarkkailtiin ainoastaan järven keskiosan havaintoaluetta ja silloin pohjaeläintiheys oli 2623 yks./m² ja pohjaeläinlajeja havaittiin 7 kappaletta. Vuoden 2008 tarkkailussa havaintoalueella tavattiin *Chaoborus flavicans*-sulkasääsken toukkien lisäksi surviaissääskiä (*Procladius* sp., *Zalutschia zalutschicola*, *Chironomus anthracinus*, *Chironomus plumosus-t.*, *Cladopelma viridulum* ja *Tanytarsus* sp.). Vuoden 2013 tarkkailussa Kivijärven keskiosan näytteistä ei havaittu yhtään pohjaeläinyksilöitä. Kivijärven pohjoisosan ensimmäinen tarkkailuvuosi oli 2012 (ennen kipsiakka-altaan vuotoa) ja tuolloin havaittiin keskimäärin 1678 yks./m² ja kaksi taksonia. Suurin osa havaituista (n. 98 %) yksilöistä oli *Chironomus plumosus-t.*-surviaissääskilajia ja loput havaitut yksilöt olivat *Chaoborus flavicans*-sulkasääsken toukkia.

Vuoden 2021 tarkkailussa Kivijärven pohjaeläintiheydet olivat selvästi laskeneet ensimmäisten tarkkailuvuosien tasosta ja lisäksi tiheydet olivat laskeneet vuoden 2018 tarkkailuun verrattuna. Vuonna 2021 Kivijärven pohjoisosassa havaittiin 67 yks./m² ja kaksi pohjaeläinlajia, kun taas keskiosassa havaittiin 253 yks./m² ja viisi pohjaeläinlajia (taulukko 3-1). Kivijärven pohjoisosassa suurin osa yksilöistä (n. 83 %) koostui *Chaoborus flavicans*-sulkasääsken toukista ja niiden lisäksi havaittiin *Procladius*-suvun surviaissääskiä. Kivijärven keskiosassa valtaosa pohjaeläimistä (n. 31 %) oli *Pisidium*-suvun simpukoita. Kivijärven keskiosan pohjaeläimistöstä toiseksi suurin osuus koostui *Chaoborus flavicans*-sulkasääsken toukista (n. 29 %) ja kolmanneksi suurin osuus *Procladius*-suvun surviaissääskistä (n. 27 %). Edellä mainittujen lisäksi, Kivijärven keskiosan näytteissä havaittiin pieniä määriä *Chironomus anthracinus*- ja *Tanytarsus*-suvun surviaissääskiä.

PICM-mittarin soveltuvuutta Kivijärven ekologisessa tilaluokittelussa on syytä tarkastella kriittisesti. PICM on kehitetty isojen järvi muodostumien syvänteiden pohjaeläinyhteisöille. Kivijärvi on hyvin pieni ja varsinkin matala (keskisyvyys n. 3,2 m). Lisäksi Kivijärvestä puuttuu varsinainen järvisyväne. Kivijärven pohjoisosan (Kivijärvi 2) PICM-indeksiarvo vuonna 2015 ilmensi hyvää tilaa ja vuonna 2018 indeksiarvo oli erinomaisen ja hyvän tilan rajalla. Vuonna 2021 pohjoisosan PICM-indeksiarvo viittasi erinomaiseen tilaan. Kivijärven keskiosan PICM-indeksiarvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa vuosina 2015, 2018 ja 2021 (taulukko 3-3).

3.1.5 Laakajärvi

Laakajärvi on pintavesityypiltään runsashumuksinen järvi (Rh) ja sen seurauksena Laakajärven havaintoalueiden osalta ei laskettu PMA-indeksiä. Laakajärven osalta tarkkailussa on kaksi havaintoaluetta: yksi järven pohjoisosassa (Laakajärvi 13) ja toinen järven keskiosassa (Laakajärvi 081).

Ensimmäiset saatavilla olevat pohjaeläintulokset Laakajärven havaintoalueiden osalta ovat vuodelta 2012 (ennen kipsiakka-altaan vuotoa). Vuoden 2012 tarkkailussa Laakajärven pohjoisosan havaintoalueella pohjaeläintiheys oli 1240 yks./m² ja lajeja havaittiin 9 kappaletta. Vuonna 2012 Laakajärven keskiosan havaintoalueella pohjaeläintiheys oli 773 yks./m² ja lajimäärä oli 9. Vaikka havaintoalueiden lajimäärä oli sama, niin lajikoostumus ei ollut identtinen. Laakajärven pohjoisosassa havaittiin vuonna 2012 *Potamothrix hammoniensus* (harvasukasmato), *Chironomus anthracinus* (surviaissääski) ja *Chironomus plumosus-t.* (surviaissääski) lajien yksilöitä, joita ei tavattu Laakajärven keskiosassa. Laakajärven keskiosassa tavattiin toisaalta *Pisidium* sp. simpukoita, *Asellus aquaticus* vesisiiraa, *Pagastiella orophila* ja *Stictochironomus rosenschoeldi* surviaissääskiä, joita ei tavattu Laakajärven pohjoisosassa. Molemmilla havaintoalueilla määritettiin em. lisäksi *Hydracarina*-vesipunkkeja, hankajalkaisia (Cyclopoida), *Chaoborus flavicans*-sulkasääsken toukkia, *Procladius*-suvun surviaissääskiä ja *Zalutschia zalutschicola* surviaissääskiä. *Stictochironomus rosenschoeldi*-laji ilmentää mesotrofiaa.

Vuoden 2021 tarkkailussa Laakajärven pohjoisosan pohjaeläintiheys (2419 yks./m²) ja taksonimäärä (11) olivat nousseet sekä vuoden 2012 että edellisen tarkkailuvuoden, 2018, tasosta. Laakajärven keskiosan pohjaeläintiheys (752 yks./m²) oli hieman alhaisemmalla tasolla kuin vuonna 2012, mutta selvästi alhaisempi kuin vuonna 2018 (taulukko 3-1). Vuonna 2021 Laakajärven keskiosassa havaittiin yksi taksoni enemmän kuin vuonna 2012, mutta taksonimäärä oli selvästi noussut vuoden 2018 tasosta. Vuonna 2018 Laakajärven keskiosan näytteissä havaittiin vain kolme taksonia (*Chaoborus flavicans*, *Procladius* sp. ja *Chironomus anthracinus*).

Vuonna 2021 suurimmat osuudet Laakajärven pohjoisosassa havaituista pohjaeläimistä oli Tanytarsus-suvun (n. 41 %) ja *Chironomus anthracinus* (n. 20 %) surviaissäskiä, sekä *Chaoborus flavicans*-sulkasääsken toukkia (n. 20 %). Edellä mainittujen lisäksi pohjoisosassa tavattiin muitakin surviaissäskilajeja (*Procladius* sp., *Zalutschia zalutschicola*, *Chironomus plumosus*-t., *Dicrotendipes* sp. ja *Pagastiella orophila*), Hydracarina-vesipunkki, Pisidium-suvun simpukoita ja Potamothrix/Tubifex harvasukasmatoja. Vuonna 2021 suurimmat osuudet Laakajärven keskiosassa havaituista pohjaeläimistä oli *Procladius* sp. surviaissäskiä (n. 34 %), *Chaoborus flavicans*-sulkasääsken toukkia (n. 29 %) ja *Chironomus anthracinus* (n. 16 %) surviaissäskiä. Edellä mainittujen lisäksi keskiosassa tavattiin muitakin surviaissäskilajeja (*Zalutschia zalutschicola*, *Stictochironomus rosenschoeldi* ja *Tanytarsus* sp.), sukkulamato (Nematoda), harvasukasmatoja (*Tubifex tubifex* ja *Arcteonais lomondi*) ja yksi järrisirkä (*Phryganea bipunctata*, vesiperhonen). Lajilistan perusteella Laakajärven keskiosassa ei ole aiemmin tavattu sukkulamatoja tai vesiperhosia.

PICM-indeksi-arvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa Laakajärven pohjoisosassa. Laakajärven keskiosassa PICM-indeksi-arvo ilmensi hyvää tilaa vuonna 2018, mutta muilta osin indeksi-arvot ovat viitanneet erinomaiseen tilaan (taulukko 3-3).

3.1.6 Kiltuanjärvi

Kiltuanjärvi on pintavesityypiltään runsashumuksinen järvi (Rh) ja sen seurauksena Kiltuanjärven havaintoalueiden osalta ei laskettu PMA-indeksiä.

Ensimmäiset saatavilla olevat pohjaeläintulokset Kiltuanjärven havaintoalueen osalta on vuodelta 2012 (ennen kipsiakka-altaan vuotoa), jolloin pohjaeläintiheys oli 815 yks./m² ja lajimäärä oli 12. Vuoden 2012 lajisto koostui laakamadoista (*Turbellaria*), harvasukasmadoista (*Spirosperma ferox* ja *Potamothrix/Tubifex*), Pisidium-suvun simpukoista, sulkahyttysistä (*Chaoborus flavicans*) ja surviaissäskistä (*Procladius* sp., *Zalutschia zalutschicola*, *Chironomus anthracinus*, *Cladopelma viridulum*, *Sergentia coracina* ja *Tanytarsus* sp.).

Vuonna 2021 Kiltuanjärven pohjaeläinten yksilötiheys (387 yks./m²) oli laskenut sekä vuoden 2012 tasosta että vuoden 2018 tasosta. Myös taksonimäärä (5) oli alhaisempi kuin vuosina 2012 ja 2018. Vuonna 2021 pohjaeläinnäytteissä havaittiin suuruusjärjestyksessä sulkahyttysistä (*Chaoborus flavicans*), harvasukasmatoja (*Spirosperma ferox* ja *Potamothrix/Tubifex*), *Procladius*-suvun surviaissäskiä ja laakamatoja (*Turbellaria*).

Vuonna 2012 PICM-indeksi-arvo ilmensi tyydyttävää tilaa ja vuonna 2015 hyvää tilaa. Vuosina 2013, 2018 ja 2021 PICM-indeksi-arvot ovat viitanneet erinomaiseen tilaluokkaan (taulukko 3-3).

3.1.7 Rehja-Nuasjärvi

Rehja-Nuasjärvi on pintavesityypiltään suuri humusjärvi (Sh). Terrafamen pohjaeläintarkkailussa Nuasjärven keskiosassa on kolme havaintoaluetta: kaakkoisosassa Nuasjärvi_Nj34, keskiosassa Nuasjärvi_Nj35 ja luoteisosassa Nuasjärvi_Nj37. Rehjan osalta tarkkaillaan kahta aluetta: Rehjan itäosaa (Rehja Itä) ja Rehjan syväntä (Rehja-Nuasjärvi (syv.)).

Nuasjärvi

Ensimmäiset saatavilla olevat pohjaeläintulokset Nuasjärven havaintoalueilta ovat vuodelta 2015. Näytteet otettiin ennen purkuputken koekäyttöä tai muutama päivä sen jälkeen. Vuoden 2015 tarkkailussa Nuasjärven keskiosassa pohjaeläintiheys oli 629 yks./m² ja taksonilukumäärä oli 12, Nuasjärven luoteisosassa pohjaeläintiheys oli 1367 yks./m² ja taksonilukumäärä oli 5, kun taas Nuasjärven keskiosassa

pohjaeläintiheys oli 617 yks./m² ja taksonilukumäärä oli 18. Vuoden 2015 tarkkailussa Nuasjärven keskiosassa (Nuasjärvi_Nj35) havaittiin vähiten taksoneja ja ne olivat: *Limnodrilus hoffmeisteri* ja *Potamothrix/Tubifex* (harvasukasmatoja), *Pisidium*-suvun simpukoita, *Chaoborus flavicans* (sulkahyttysiä) ja *Chironomus anthracinus* (surviaissääskiä). Nuasjärven kaakkoisosassa (Nuasjärvi_Nj34) havaittiin keskiosassa esiintyneen lajiston lisäksi *Sphaerium*-suvun simpukoita sekä surviaissääskilajeja: *Procladius* sp., *Zalutschia zalutschicola*, *Cladopelma viridulum*, *Polypedilum pullum*, *Stictoichironomus rosenschoeldi* ja *Tanytarsus* sp. Nuasjärven luoteisosassa (Nuasjärvi_Nj37) havaittiin keskiosassa esiintyneen lajiston lisäksi harvasukasmatoja (*Psammoryctides barbatus* ja *Aulodrilus pluriseti*), valkokatkaa (*Monoporeia affinis*), sekä surviaissääskilajeja: *Procladius* sp., *Zalutschia zalutschicola*, *Chironomus neocorax*, *Chironomus plumosus-t.*, *Cladopelma viridulum*, *Harnischia curtilamellata*, *Pagastiella orophila*, *Polypedilum pullum*, *Stictoichironomus rosenschoeldi* ja *Tanytarsus* sp.

Vuoden 2021 tarkkailussa Nuasjärven kaakkoisosan pohjaeläintiheys oli 802 yks./m² ja taksonilukumäärä oli 10, Nuasjärven keskiosan pohjaeläintiheys oli 1605 yks./m² ja taksonilukumäärä oli 9, kun taas Nuasjärven luoteisosan pohjaeläintiheys oli 976 yks./m² ja taksonilukumäärä 18. Pohjaeläintiheydet olivat pienempiä kuin vuonna 2018, mutta suurempia kuin vuonna 2015 (taulukko 3-1).

Vuoden 2021 tarkkailussa Nuasjärven havaintoalueilla määritettiin pääasiassa alueille tuttuja lajeja. Kaikilla havaintoalueilla tavattiin sulkahyttysiä (*Chaoborus flavicans*), sekä *Procladius*-suvun ja *Chironomus*-suvun (*Chironomus anthracinus*, *Chironomus neocorax-agg.* ja *Chironomus plumosus-t.*) surviaissääskiä. Nuasjärven kaakkoisosassa (Nj34), sekä Nuasjärven luoteisosassa (Nj37), määritettiin edellä mainittujen lisäksi *Limnodrilus*-suvun harvasukasmatoja, jäännemassiaista (*Mysis relicta*), valkokatkaa (*Monoporeia affinis*), sekä surviaissääskiä (*Polypedilum pullum* ja *Tanytarsus* sp.). Nuasjärven keskiosassa (Nj35), sekä Nuasjärven luoteisosassa (Nj37), määritettiin ensimmäisenä mainittujen yhteisten lajien lisäksi *Pisidium*-suvun simpukkaa ja surviaissääskiä (*Monodiamesa bathyphila* ja *Sergentia coracina*). Lisäksi Nuasjärven luoteisosassa (Nj37) määritettiin joitakin lajeja, joita ei havaittu Nuasjärven muilla havaintoalueilla: sukkulamatoja (Nematoda), *Psammoryctides barbatus* ja *Aulodrilus pluriseti* (harvasukasmatoja), pari surviaissääskilajia (*Cladopelma viridulum* ja *Harnischia curtilamellata*), sekä yksi *Ephemera*-suvun nuori yksilö (päivänkorento). Lajilistan perusteella Nuasjärvessä ei ole aiemmin tavattu päivänkorentoja. Indeksilaskennassa *Ephemera* juv. merkittiin *Ephemera vulgata*-yksilöksi. Valkokatka on karujen vesialueiden tyyppilaji ja *Monodiamesa bathyphila*-laji ilmentää mesotrofiaa.

PMA-indeksiarvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa Nuasjärven kaakkoisosassa (Nj34) ja luoteisosassa (Nj37) vuosina 2015, 2016 ja 2018, mutta vuonna 2021 PMA-indeksit ilmensivät alueilla hyvää tilaa. Nuasjärven keskiosassa (Nj35) PMA-arvo ilmensi vuonna 2015 tyydyttävää tilaa, vuonna 2016 hyvää tilaa ja vuosina 2018 ja 2021 erinomaista tilaa. PICM-indeksiarvot ovat ilmentäneet hyvää tilaa Nuasjärven kaakkoisosassa ja luoteisosassa vuonna 2018 ja erinomaista tilaa vuosina 2015, 2016 ja 2021. Nuasjärven keskiosassa PICM-indeksiarvo on ilmentänyt välttävää tilaa vuonna 2015 ja tyydyttävää tilaa vuosina 2016, 2018 ja 2021 (taulukko 3-4).

Rehja

Ensimmäiset saatavilla olevat pohjaeläintulokset Rehjan havaintoalueilla ovat vuodelta 2015. Vuoden 2015 tarkkailussa Rehjan itäosan pohjaeläintiheys oli 4560 yks./m² ja taksonilukumäärä oli 8 ja Rehjan syvänteeseen pohjaeläintiheys oli 1847 yks./m² ja taksonimäärä 9. Vuoden 2015 tarkkailussa Rehjan havaintoalueilla havaittiin harvasukasmatoja (*Potamothrix/Tubifex*), *Pisidium*-suvun simpukoita, sulkahyttysiä (*Chaoborus flavicans*), sekä surviaissääskiä (*Procladius* sp., *Chironomus anthracinus*, *Chironomus neocorax*, *Sergentia coracina* ja *Tanytarsus* sp.). Lisäksi syvännepisteellä havaittiin *Stichtoichironomus rosenschoeldi*-surviaissääskilajia.

Vuoden 2021 tarkkailussa Rehjan itäosan pohjaeläintiheys oli 2323 yks./m² ja taksonilukumäärä oli 14 ja Rehjan syvännepisteellä pohjaeläintiheys oli 1296 yks./m² ja taksonilukumäärä oli 11 (taulukko 3-1). Molempien havaintoalueiden osalta pohjaeläintiheys oli alhaisempi kuin vuonna 2015, mutta taksonilukumäärä oli noussut vuoteen 2015 verrattuna. Lisäksi sekä pohjaeläintiheydet että taksonilukumäärät olivat vuonna 2021 suurempia kuin vuoden 2018 tarkkailussa. Vuoden 2021 tarkkailussa Rehjan molemmilla havaintoalueilla havaittiin harvasukasmatoja (*Limnodrilus* sp. ja *Potamothrix/Tubifex*), *Pisidium*-suvun simpukkaa, sulkahyttysiä (*Chaoborus flavicans*) ja surviaissääskiä (*Procladius* sp., *Chironomus neocorax-agg.*, *Sergentia coracina* ja *Tanytarsus* sp.). Edellä mainittujen lisäksi Rehjan itäosassa havaittiin *Spirosperma ferox*-harvasukasmato, sekä lisää surviaissääskilajeja: *Monodiamesa bathyphila*, *Zalutschia* sp., *Chironomus anthracinus*, *Chironomus plumosus-t.* ja *Demicryptochironomus vulneratus*. Rehjan syvännepisteellä havaittiin yhteisten lajien lisäksi okakatkaa (*Pallaseopsis quadrispinosa*), sekä lisää surviaissääskilajeja: *Chironomus*

thummi-t. ja *Stichtochironomus* sp. Rehjan tarkkailussa havaittiin okakatkaa (*Pallaseopsis quadrispinosa*) ja *Demicryptochironomus vulneratus*-surviaissääskilajia, joita ei tavattu muissa järvi-kohteissa. Okakatkan osuus Rehjan syvänteiden kokonaisuusilömäärästä oli pieni (<2,0 %), mutta runsaana esiintyessään laji ilmentää puhtaita ja hapekkaita oloja.

Rehjan itäosassa PMA-indeksi-arvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa vuosina 2015 ja 2016 ja hyvää tilaa vuosina 2018 ja 2021. Rehjan itäosan PICM-indeksi-arvoissa on ollut enemmän vaihtelua tarkkailuvuosien välillä: vuonna 2015 indeksi-arvo ilmensi tyydyttävää tilaa, vuonna 2018 erinomaista tilaa ja vuosina 2016 ja 2021 hyvää tilaa. Rehjan syvänteillä PMA:ssa on esiintynyt vaihtelua tarkkailuvuosien välillä: PMA-indeksi-arvo ilmensi vuonna 2015 erinomaista tilaa, vuonna 2018 tyydyttävää tilaa ja vuosina 2016 ja 2021 hyvää tilaa. Syvänteillä PICM-indeksi-arvot ovat ilmentäneet tyydyttävää tilaa vuosina 2015, 2016 ja 2018, mutta vuonna 2021 indeksi-arvo viittasi hyvään tilaan (taulukko 3-4).

3.2 Virtavesikohteet

Kalliojoen, Tuhkajoen ja Lumijoen havaintoalueilta on tuloksia vuosilta 2008, 2010, 2012, 2013, 2015, 2018 ja 2021. Jormasjoen ja Kivijoen havaintoalueilta on tuloksia vuosilta 2013, 2015, 2018 ja 2021. Nurmijoen havaintoalueilta on pohjaeläintuloksia vuosilta 2015, 2018 ja 2021. Vuosien 2008, 2010, 2012, 2013, 2015 ja 2018 tulokset on poimittu aiemmasta raportista (Ramboll Finland Oy 2019) (taulukot 3-5 – 3-7).

Vuoden 2021 tarkkailussa havaintoalueilta ei havaittu uhanalaisena pidettyjä pohjaeläinlajeja (Rassi ym. 2010). Vuosien välillä esiintyy melko voimakasta vaihtelua pohjaeläintiheyksissä ja jonkin verran vaihtelua taksonimäärissä havaintoalueiden välillä ja myös havaintoalueiden sisällä (taulukko 3-5).

Taulukko 3-5. Virtavesikohteiden pohjaeläinyhteisöjä kuvaavia tunnuslukuja (exp H' = eksponenttimuunnettu Shannon-Wiener-arvo ja ASPT = ASPT-indeksi).

Havaintopaikka	Tarkkailuvuosi	Yksilömäärä	Taksoni-lukumäärä	EPT-lukumäärä	exp H'	ASPT
Kalliojoki, suu	2008	8062	29	18	4.06	6.63
	2010	386	16	9	4.88	6.85
	2012	202	21	14	8.07	6.67
	2013	260	26	19	7.85	6.68
	2015	559	34	23	11.66	6.26
	2018	486	34	23	15.19	6.38
	2021	1563	33	20	11.33	6.41
Tuhkajoki 1	2008	1995	39	26	11.11	6.82
	2010	1443	38	27	16.66	6.78
	2012	495	29	20	13.12	6.45
	2013	1742	37	28	11.68	7.04
	2015	675	30	22	12.93	6.60
	2018	759	30	19	9.53	6.32
	2021	1606	37	24	13.06	6.68
Jormasjoki 9	2013	4703	48	33	15.75	6.32
	2015	2223	45	29	22.15	6.56
	2018	566	35	24	12.06	6.38
	2021	753	39	25	16.42	6.36
Lumijoki	2008	1069	17	11	4.33	6.10
	2010	612	17	10	3.04	6.08
	2012	241	18	11	4.21	5.50
	2013	1484	32	18	5.94	6.09
	2015	2494	25	17	3.81	6.37
	2018	856	31	21	10.02	6.42
	2021	994	23	11	10.23	6.16
Kivijoki 4	2013	3046	14	9	2.74	5.90
	2015	7255	20	10	3.87	5.23
	2018	4069	15	10	1.86	7.00
	2021	10505	21	11	3.94	6.38
Nurmijoki, Haapakoski	2015	5159	31	20	4.39	6.95
	2018	876	23	19	8.71	7.53
	2021	4312	25	20	7.84	6.94

Taulukko 3-6. Kalliojoen, Tuhkajoen ja Jormasjoen jokityyppikohtaiset tyyppilajimäärät (TT), EPT-heimomäärät (EPT_h; Ephemeroptera - päivänkorennot, Plecoptera - koskikorennot, Trichoptera - vesiperhoset) ja PMA-indeksin arvot, sekä niiden perusteella annettu tilaluokitus. O = observed/havaittu, E = expected/odotettu ja ELS = ekologinen laatusuhde (O/E). Kt = keskiuureturvemaiden joet, E = erinomainen, Hy = hyvä, T = tyydyttävä ja V = välttävä.

Havaintopaikka Pintavesityyppi Vuosi	Kalliojoki Kt								Tuhkajoki Kt								Jormasjoki Kt			
	2008	2010	2012	2013	2015	2018	2021	2008	2010	2012	2013	2015	2018	2021	2013	2015	2018	2021		
TT (O)	19	9	13	16	22	24	20	25	22	21	25	23	20	23	25	26	21	21		
TT (E)	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3		
TT ELS	0.89	0.42	0.61	0.75	1.03	1.13	0.94	1.17	1.03	0.99	1.17	1.08	0.94	1.08	1.17	1.22	0.99	0.99		
Luokka (TT)	E	T/V	T	Hy	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		
EPT _h (O)	9	7	10	11	11	13	12	12	12	12	14	12	12	13	15	17	12	14		
EPT _h (E)	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1		
EPT _h ELS	0.69	0.53	0.76	0.84	0.84	0.99	0.92	0.92	0.92	0.92	1.07	0.92	0.92	0.99	1.15	1.3	0.92	1.07		
Luokka (EPT _h)	Hy/T	T	Hy	Hy	Hy	E	E/Hy	E/Hy	E/Hy	E/Hy	E	E/Hy	E/Hy	E	E	E	E/Hy	E		
PMA (O)	0.29	0.23	0.24	0.35	0.31	0.49	0.36	0.44	0.51	0.44	0.33	0.41	0.39	0.43	0.43	0.52	0.46	0.42		
PMA (E)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42		
PMA ELS	0.67	0.54	0.56	0.83	0.74	1.16	0.84	1.05	1.20	1.05	0.78	0.98	0.91	1.02	1.02	1.23	1.08	0.99		
Luokka (PMA)	Hy/T	T	T	Hy	Hy	E	Hy	E	E	E	Hy	E	E	E	E	E	E	E		

Taulukko 3-7. Lumijoen, Kivijoen ja Nurmijoen jokityyppikohtaiset tyyppilajimäärät (TT), EPT-heimomäärät (EPT_h; Ephemeroptera - päivänkorennot, Plecoptera - koskikorennot, Trichoptera - vesiperhoset) ja PMA-indeksin arvot, sekä niiden perusteella annettu tilaluokitus. O = observed/havaittu, E = expected/odotettu ja ELS = ekologinen laatusuhde (O/E). Pt = pienet turvemaiden joet, St = suuret turvemaiden joet, E = erinomainen, Hy = hyvä, T = tyydyttävä, V = välttävä ja Hu = huono.

Havaintopaikka Pintavesityyppi Vuosi	Lumijoki Pt								Kivijoki Pt				Nurmijoki St		
	2008	2010	2012	2013	2015	2018	2021	2013	2015	2018	2021	2015	2018	2021	
TT (O)	10	10	12	17	15	15	11	6	10	6	9	21	19	19	
TT (E)	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	26.4	26.4	26.4	
TT ELS	0.7	0.7	0.84	1.19	1.05	1.05	0.77	0.42	0.7	0.42	0.63	0.8	0.72	0.72	
Luokka (TT)	Hy	Hy	E/Hy	E	E	E	Hy	T/V	Hy	T/V	Hy/T	Hy	Hy	Hy	
EPT _h (O)	6	7	7	11	11	11	10	6	6	6	8	14	13	12	
EPT _h (E)	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	14.1	14.1	14.1	
EPT _h ELS	0.63	0.74	0.74	1.16	1.16	1.16	1.05	0.63	0.63	0.63	0.84	0.99	0.92	0.85	
Luokka (EPT _h)	Hy/T	Hy	Hy	E	E	E	E	Hy/T	Hy/T	Hy/T	E/Hy	E	E/Hy	Hy	
PMA (O)	0.37	0.23	0.25	0.23	0.25	0.50	0.34	0.12	0.19	0.07	0.17	0.28	0.41	0.37	
PMA (E)	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.45	0.45	0.45	
PMA ELS	0.86	0.53	0.58	0.55	0.59	1.17	0.79	0.28	0.43	0.15	0.39	0.62	0.92	0.83	
Luokka (PMA)	E	T	T	T	T	E	Hy	V	T	Hu	V	T	E	Hy	

3.2.1 Kalliojoki

Ennen toiminnan varsinaista aloittamista (ks. taulukko 3-5, vuosi 2008) Kalliojoen havaintoalueella havaittiin yhteensä 8062 pohjaeläinyksilöä ja taksonilukumäärä oli 29. Vuoden 2008 tarkkailun jälkeen havaintoalueen yksilömäärät ovat laskeneet selvästi, mutta vuoden 2021 tarkkailussa havaittiin suurin yksilömäärä (1563 yks.) vuoden 2008 jälkeen. Lajimäärä on vuoden 2008 jälkeen vaihdellut välillä 16-34, ollen korkeimmillaan vuosina 2015 ja 2018 ja alhaisimmillaan vuonna 2010. Vuoden 2021 tarkkailussa havaittiin 33 pohjaeläinlajia (taulukko 3-5).

Vuoden 2021 tarkkailussa havaitut lajit olivat pääasiassa samoja kuin aiempina vuosina, mutta joitakin havaintoalueelle uusia lajeja havaittiin myös: *Baetis vernus*-ryhmän yksilöitä, isosirvikäs (*Phryganea grandis*), sinisarvekas (*Mystacides azurea*), polttiaisia (Ceratopogonidae), aitokirsikkäitä (Tipula sp.) ja Limnophora sp.

ASPT-indeksillä mitattuna Kalliojoen pohjaeläinyhteisö on kärsinyt viime vuosina hieman orgaanisesta kuormituksesta (ASPT-2 arvot ovat olleet alhaisempia kuin vertailuvesistössä), mutta ASPT:n arvo oli noussut vuosiin 2015 ja 2018 verrattuna. Orgaanisella kuormituksella tarkoitetaan tässä yhteydessä humusaineiden kuormitusta vesistöön ja ASPT-indeksillä tutkitaan sen vaikutusta pohjaeläimistöön. ASPT-indeksi ei kuitenkaan paljasta orgaanisen kuormituksen lähdettä. Pohjaeläinyhteisön monimuotoisuutta kuvaava Shannon-Wiener-arvo oli hieman laskenut vuoden 2018 tasosta, mutta oli melko samalla tasolla kuin vuonna 2015 (taulukko 3-5).

Ekologisten mittareiden perusteella Kalliojoen tila oli tyyppiominaisten taksonien perusteella erinomainen, tyyppiominaisten EPT-lajien perusteella erinomaisen ja hyvän tilan rajalla ja PMA:n perusteella hyvä. Edelliseen tarkkailuvuoteen verrattuna TT-indeksin tila oli samalla tasolla, T-EPT-hindeksin tila oli todella lievästi heikompi ja PMA-indeksin tila oli heikentynyt yhdellä tilaluokalla (taulukko 3-6).

3.2.2 Tuhkajoki

Vuoden 2008 tarkkailussa, ennen varsinaisen toiminnan aloittamista, pohjaeläinten yksilömäärä Tuhkajoessa oli 1995 ja lajeja havaittiin 39 kappaletta. Vuosien välillä on ollut suuria eroja yksilömäärissä ja vuonna 2021 havaittiin yhteensä 1606 pohjaeläinyksilöä ja lajilukumäärä oli 37. Sekä yksilömäärä että lajilukumäärä nousi vuoden 2018 tarkkailuun verrattuna (taulukko 3-5).

Vuoden 2021 tarkkailussa havaitut lajit olivat pääasiassa samoja kuin aiempina vuosina, mutta joitakin havaintoalueelle uusia lajeja havaittiin myös: *Helobdella stagnalis*, *Ephemera vulgata* ja *Serratella ignita*.

ASPT-indeksillä mitattuna Tuhkajoen pohjaeläinyhteisö on kärsinyt viime vuosina hieman orgaanisesta kuormituksesta, mutta vuonna 2021 ASPT:n arvo oli noussut vuosiin 2015 ja 2018 verrattuna. Vuoden 2021 ASPT-arvo oli vertailuvesistön tasolla. Pohjaeläinyhteisön monimuotoisuutta kuvaava Shannon-Wiener-arvo oli noussut vuoden 2018 tasosta (taulukko 3-5).

Ekologisten mittareiden perusteella Tuhkajoen tila oli erinomainen ja indeksiarvot olivat nousseet vuoden 2018 tasoon verrattuna (taulukko 3-6).

3.2.3 Jormasjoki

Ensimmäiset saatavilla olevat pohjaeläintulokset Jormasjoen havaintoalueen osalta ovat vuodelta 2013. Vuoden 2013 tarkkailussa Jormasjoen yksilömäärä oli 4703 ja lajeja havaittiin 48 kappaletta. Vuoden 2013 jälkeisinä tarkkailuvuosina sekä yksilömäärät että taksonilukumäärät ovat laskeneet vuosittain, mutta vuoden 2021 tarkkailussa määrät nousivat hieman vuoden 2018 tasosta, yksilömäärän ollen 753 ja taksonilukumäärän ollen 39 (taulukko 3-5).

Vuoden 2021 tarkkailussa havaitut lajit olivat pääasiassa samoja kuin aiempina vuosina, mutta joitakin havaintoalueelle uusia lajeja havaittiin myös: *Eloeophila* sp. ja *Wiedemannia* sp.

ASPT-indeksillä mitattuna Jormasjoen pohjaeläinyhteisö on kärsinyt viime vuosina hieman orgaanisesta kuormituksesta, mutta ASPT:n arvo on pysynyt melko samalla tasolla vuodesta toiseen. Shannon-Wiener-arvo oli noussut vuoden 2018 tasosta ja oli lisäksi virtavesikohteiden suurin havaittu arvo vuonna 2021 (taulukko 3-5).

Ekologisten mittareiden perusteella Jormasjoen tila oli erinomainen. TT-arvo oli samalla tasolla kuin vuonna 2018, mutta T-EPT-hindeksin arvo oli noussut ja PMA-arvo lievästi laskenut verrattuna vuoteen 2018 (taulukko 3-6).

3.2.4 Lumijoki

Vuoden 2008 tarkkailussa, ennen varsinaisen toiminnan aloittamista, pohjaeläinten yksilömäärä Lumijoessa oli 1069 ja lajeja havaittiin 17 kappaletta. Vuosien välillä on ollut suuria eroja yksilömäärissä ja vuonna 2021

havaittiin yhteensä 994 pohjaeläinyksilöä ja lajilukumäärä oli 23. Edellisen tarkkailuvuoteen verrattuna (v. 2018) yksilömäärä nousi ja taksonilukumäärä laski vuonna 2021 (taulukko 3-5).

Vuoden 2021 tarkkailussa havaitut lajit olivat pääasiassa samoja kuin aiempina vuosina, mutta joitakin havaintoalueelle uusia lajeja havaittiin myös: *Eiseniella tetraeda* ja *Somatochlora metallica*.

ASPT-indeksillä mitattuna Lumijoen pohjaeläinyhteisö on kärsinyt hieman orgaanisesta kuormituksesta, mutta vuonna 2021 ASPT-indeksi-arvo oli melko samalla tasolla kuin vuonna 2008, vaikka olikin laskenut vuoden 2018 tasosta. Pohjaeläinyhteisön monimuotoisuutta kuvaava Shannon-Wiener-arvo oli suurin, mitä Lumijoelta on tarkkailuhistorian aikana havaittu (taulukko 3-5).

Ekologisten mittareiden perusteella Lumijoen tila oli tyyppiominaisten taksonien sekä PMA:n perusteella hyvä ja tyyppiominaisten EPT-lajien perusteella erinomainen. Kaikkien indeksien arvot olivat hieman laskeneet vuoteen 2018 verrattuna, mutta tilaluokka heikkeni pelkästään TT- ja PMA-indeksien osalta (taulukko 3-7).

3.2.5 Kivijoki

Ensimmäiset saatavilla olevat pohjaeläintulokset Kivijoen havaintoalueen osalta ovat vuodelta 2013. Vuoden 2013 tarkkailussa Kivijoen yksilömäärä oli 3046 ja lajeja havaittiin 14 kappaletta. Vuoden 2013 jälkeen yksilömäärien ja taksonilukumäärien kehitys on ollut noususuuntainen. Vuoden 2021 tarkkailussa yksilömäärä oli yli kaksinkertainen verrattuna vuoteen 2018 ja myös lajimäärä oli suurempi. Vuonna 2021 havaittiin tähän mennessä koko tarkkailun suurin yksilömäärä 10505. Lajilukumäärä oli 21 ollen suurempi kuin vuonna 2018 (taulukko 3-5).

Vuoden 2021 tarkkailussa havaitut lajit olivat pääasiassa samoja kuin aiempina vuosina, mutta joitakin havaintoalueelle uusia lajeja havaittiin myös: *Kageronia fuscogrisea*, *Sisyra* sp., *Oligostomis reticulata*, Ceratopogonidae ja *Tipula* sp. Vuoden 2021 tarkkailussa havaittiin tavanomaista enemmän täplätorvirysäkästä (*Neureclipsis bimaculata*) ja surviaissääskiä (Chironomidae). Vuosien 2013, 2015 ja 2018 määritystuloksia tarkasteltaessa yksilömäärät ovat olleet täplätorvirysäkkään osalta keskimäärin 3278 yksilöä, kun taas vuonna 2021 lajin yksilömäärä oli 5644. Samalla tavalla tarkasteltuna aiempina vuosina surviaissääskien yksilömäärä on ollut keskimäärin 467, kun se vuonna 2021 oli 2978.

Kivijoen pohjaeläinyhteisöt ovat vuosina 2013, 2015 ja 2021 kärsineet orgaanisesta kuormituksesta (ASPT-arvot alhaisempia kuin vertailuvesistössä). Vuonna 2018 tarkkailussa ASPT-arvot olivat vertailuvesistöä korkeammalla tasolla. Monimuotoisuutta kuvaavan Shannon-Wiener-indeksin arvoja voidaan pitää alhaisina ja ovat jatkuvasti olleet Terrafamen pohjaeläintarkkailun alhaisimpia. Vuonna 2021 Shannon-Wiener-arvo oli kuitenkin noussut vuoden 2018 alhaisesta tasosta (taulukko 3-5).

Vuonna 2021 ekologisten mittareiden arvot olivat nousseet vuoden 2018 tasosta. Tyyppiominaisten taksonit olivat hyvän ja tyydyttävän tilan rajalla ja tyyppiominaisten EPT-lajit olivat erinomaisen ja hyvän tilan rajalla. Suhteellisen mallinkaltaisuuden (PMA) arvo ilmensi välttävää tilaa (taulukko 3-7).

3.2.6 Nurmijoki

Ensimmäiset saatavilla olevat pohjaeläintulokset Nurmijoen havaintoalueen osalta ovat vuodelta 2015. Vuoden 2015 tarkkailussa Nurmijoen yksilömäärä oli 5159 ja lajilukumäärä oli 31. Vuoden 2015 tarkkailun jälkeen sekä yksilömäärän että taksonilukumäärän kehityssuunta on ollut laskeva. Vuonna 2021 taksoneja havaittiin 25 kappaletta ja yksilömäärä oli 4312, ollen korkeammalla tasolla kuin vuonna 2018 (taulukko 3-5).

Vuoden 2021 tarkkailussa havaitut lajit olivat pääasiassa samoja kuin aiempina vuosina, mutta joitakin havaintoalueelle uusia lajeja havaittiin myös: *Turbellaria*, *Ithytrichia* sp., *Polycentropus flavomaculatus*, *Ceraclea nigronervosa*, *Ceraclea perplexa* ja *Athripsodes* sp. Lisäksi havaintoalueella on aiemmin havaittu *Hydropsyche*-suvun lajeja, mutta Nurmijoen havaintoalueella havaittiin ensimmäistä kertaa *Hydropsyche angustipennis*-lajia.

Nurmijoen Haapakosken havaintoalueen ASPT-arvot ovat olleet vertailuvesistöä korkeammalla tasolla jokaisella tarkkailukerralla, eli pohjaeläinyhteisöt eivät ole kärsineet orgaanisesta kuormituksesta. Shannon-Wiener-indeksin perusteella lajisto oli vuonna 2021 monimuotoisempi kuin vuonna 2015, mutta vähemmän monimuotoinen kuin vuonna 2018 (taulukko 3-5).

Vuonna 2021 ekologisten mittareiden arvot ilmensivät hyvää tilaa Nurmijoen osalta. TT-indeksin arvo oli samalla tasolla kuin vuonna 2018, mutta TEPTH- ja PMA-indeksien arvot olivat lievästi laskeneet edellisen tarkkailuvuoden tasosta (taulukko 3-7).

4. TULOSTEN TARKASTELU

Terrafamen alue sijaitsee vedenjakajalla, jonka alueen vesiä on johdettu pohjoiseen Oulujoen suuntaan sekä etelään Vuoksen vesistön suuntaan. Nykyään Oulujoen suuntaan vesiä johdetaan pääasiassa Nuasjärven purkupuutken kautta sekä Latosuon vesivarastoaltaalta Kuusijokeen ja edelleen Kalliojokeen. Nuasjärven purkupuutke otettiin käyttöön marraskuussa 2015. Vuoden 2021 tammi-toukokuussa purkuvesiä juoksutettiin alueelta sekä pohjoisen että etelän suuntaan. Kesäkuusta lähtien purkuvedet on johdettu pohjoisen suuntaan ja lähes kokonaisuudessaan purkupuutkeen. Syyskuussa viikoilla 37 ja 38 pieni määrä vesiä (yhteensä 1 944 m³) päätyi pohjoisen luontaiselle reitille purkupuutken venttiilivuodon vuoksi. Vesimäärä oli vain 0,3 % syyskuussa purkupuutkeen johdetuista vesistä. Vuonna 2021 alueelta johdettiin ulos vesistöihin noin 8,92 milj. m³ käsiteltyä jätevesiä. Vedestä noin 7,7 milj. m³ johdettiin purkupuutken pitkin Nuasjärveen. Vuonna 2021 (tammi-, helmi-, huhti-, touko- ja syyskuussa) purettiin yhteensä noin 0,56 milj. m³ vettä Latosuon kautta pohjoiseen suuntautuvalla purkureitillä, sekä noin 0,65 milj. m³ vettä (tammi-toukokuussa) Kortelampi 1 kautta etelään suuntautuvalla purkureitille (Eurofins Ahma Oy 2022).

Kaivos- ja teollisuustoiminnan toiminnan vaikutuksia on havaittu etenkin lähialueen vesissä. Tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin huomioitava, että aluetta lähimpänä sijaitsevat pohjaeläintutkimuskohteet sijaitsevat vesistöissä, joiden valuma-alueilla esiintyy mustaliuskealueita. Mustaliuskealueiden vesistöjen vedet ovat yleensä luontaisesti happamia. Pohjaeläinyhteisöt ovat lajistollisesti köyhempiä luontaisesti happamissa vesistöissä (esim. Annala ym. 2014). Lisäksi Terrafamen pohjaeläintarkkailussa ei ole ns. vertailukohteita, joille ei kohdistu vesistövaikutuksia. Näin ollen muutokset tutkimuskohteiden pohjaeläimistöissä voi yhtä hyvin johtua luontaisesti esiintyvistä vaihtelusta vuosien välillä kuin Terrafamen toiminnasta.

4.1 Oulujoen vesistöalue (59)

4.1.1 Tuhkajoen valuma-alue (59.885)

Kalliojärvi

Kalliojärvi (MRh) on Oulujoen vesistöalueen ensimmäinen pohjaeläintarkkailun havaintopaikka. Terrafamen alueelta on aiemmin johdettu vesiä Kalliojärveen (ei vuoden 2016 jälkeen).

Teollisuus- ja kaivostoiminnan vaikutus Kalliojärveen on ollut havaittavissa esimerkiksi pintavesitarkkailun myötä. Vuoden 2018 pohjaeläintarkkailussa (Ramboll Finland Oy 2019) luetellaan esimerkiksi seuraavia kuormitusvaikutuksia: vuonna 2010 mangaanipitoisuudet ylittivät Kalliojärvessä vesieliöstölle haitallisena pidettävän tason, alusveden mangaani- ja natriumpitoisuudet ovat olleet suuria ja järvi on pysyvästi ollut hapen ja sähkönjohtavuuden suhteen kerrostunut vuodesta 2011 lähtien (johtuen tiheän sulfaattipitoisen veden kertymisestä alusveteen). Merkittävin muutos Kalliojärven ja -joen vedenlaatuun tapahtui vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon yhteydessä, jolloin happamia sekä metalli- ja sulfaattipitoisia vesiä virtasi Kalliojoen kautta Kalliojärveen. Järven tila on kuitenkin parantunut viime vuosina.

Pintavesityyppinsä ansiosta, Kalliojärven ekologista tilaa ei arvioida profundaalin pohjaeläimistön avulla. Ympäristöviranomaisen toimesta Kalliojärvelle ei ole annettu ekologista tilaluokitusta (Hertta-tietokanta 2022). Kalliojärven litoraalin pohjaeläimistöä on tutkittu vuosina 2012 ja 2013: vuonna 2012 TT-indeksi ilmensi hyvää tilaa ja PMA-indeksi viittasi välttävään tilaan, kun taas vuonna 2013 TT-indeksi ilmensi välttävää ja PMA-indeksi huonoa tilaa (Pöyry Finland Oy 2014).

Vuoden 2008 tarkkailun jälkeen yksilötiheydet ja taksonimäärät ovat olleet selvästi alhaisempia ja vuonna 2013 havaintoalueen näytteistä ei havaittu enää yhtään pohjaeläinyksilöitä. Vuoden 2021 tarkkailussa havaittiin toiseksi korkein yksilötiheys havaintoalueella, mutta taksonimäärä oli laskenut vuoden 2018 tarkkailun tasosta.

Vuoden 2021 tarkkailussa suurin osa havaituista yksilöistä (n. 98 %) oli sulkasääskilajin toukkia (*Chaoborus flavicans*) ja niiden lisäksi havaittiin joitakin Procladius-sukuun kuuluvia yksilöitä. Sulkasääsken toukat ovat eläinplanktonia syöviä petoja. Jos niitä on runsaasti järvissä, ne voivat säädellä eläinplanktonin runsautta ja siten aiheuttaa tai voimistaa sinileväkukintoja. Kun eläinplankton ei syö kasviplanktonia, sinilevä pääsee kasvamaan. Kalliojärven tulokset indikoivat järven profundaalin olevan heikossa tilassa.

Kalliojoki

Kalliojärvi purkaa vetensä Korentojoen alajuoksun sivu-uoman kautta Kalliojokeen (Kt). Terrafamen alueen vesiä ei johdeta Korentojokeen ja siksi Korentojoki ei kuulu pohjaeläintarkkailuun. Kalliojoen alaosalla on tapahtunut muutoksia pohjaeläintarkkailuvuosien aikana. Alueen virtausolosuhteissa on tapahtunut muutoksia, koska aiemmin alajuoksun pohjapato allasti yläpuolista koskialuetta. Lisäksi Kolmisopen pinnannosto on peittänyt Kalliojoen alkuperäisen näytteenottoalueen, joten vuodesta 2013 eteenpäin näytteet on otettu ylempää ylävirrasta kuin vuosien 2008, 2010 ja 2012 näytteet. Alueen hydrologis-morfologisten muutosten mahdolliset vaikutukset pohjaeläimistöön on myös huomioitava verrattessa tuloksia tarkkailuvuosien välillä.

Ympäristöviranomaisen toimesta Kalliojoelle ei ole annettu ekologista tilaluokitusta (Hertta-tietokanta 2022). Ekologisten mittareiden perusteella Kalliojoen tila oli vuonna 2021 tyyppiominaisten taksonien perusteella erinomainen, tyyppiominaisten EPT-lajien perusteella erinomaisen ja hyvän tilan rajalla ja PMA:n perusteella hyvä. Edelliseen tarkkailuvuoteen verrattuna (v. 2018) TT-indeksin tila oli samalla tasolla, T-EPTh-indeksin tila oli todella lievästi heikompi ja PMA-indeksin tila oli heikentynyt yhdellä tilaluokalla. Yleisellä tasolla tarkasteltuna ekologisten mittareiden arvot ovat parantuneet alueen hydrologis-morfologisten muutosten jälkeen. Vuosien 2008, 2010 ja 2012 keskimääräisiä arvoja tarkasteltaessa TT-arvo ilmentänyt hyvää tilaa ja T-EPTh- sekä PMA-indeksit tyydyttävää tilaa. Vuosien 2013, 2015, 2018 ja 2021 keskimääräisiä arvoja tarkasteltaessa TT-indeksi on ilmentänyt erinomaista tilaa ja T-EPTh- sekä PMA-indeksit hyvää tilaa. Näin ollen näyttäisi siltä, että alueen muutokset ovat vaikuttaneet positiivisesti Kalliojoen tilaan.

Kolmisoppi

Vuoden 2021 ensimmäisellä puoliskolla vesiä juoksetettiin pohjoiseen ns. vanhaa reittiä viikot 1-8 ja 15-21. Syyskuussa, viikoilla 37-38 pohjoiselle reitille päätyi hetkellisesti pieni määrä vesiä purkuputken venttiilivuodon vuoksi. Vesimäärä oli kokonaisuudessaan vain 0,3% purkuputken syyskuussa johdetusta vesimäärästä, eivätkä poikkeaman vaikutukset olleet havaittavissa vesinäytteiden tuloksissa. Kevään juoksetusten vaikutukset olivat havaittavissa Kolmisopen väli- ja alusvesien sulfaattipitoisuuksissa sekä sähkönjohtavuuksissa (Eurofins Ahma Oy 2022). Alusveden heikko happitilanne ja kohonneet sulfaattipitoisuudet ovat voineet vaikuttaa pohjaeläimistöön.

Vesienhoidon 3. suunnittelukaudella Kolmisopen (59.885.1.002_001) ekologinen tila on tyydyttävä ja kemiallinen tila on hyvää huonompi. Biologisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (kasviplankton – erinomainen, pohjaeläimet – hyvä, kalat – tyydyttävä), fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella ekologinen tila on tyydyttävä (laskennallisesti kokonaisfosfori ja –typpi ilmentävät erinomaista tilaa, mutta tila on asiantuntija-arvion perusteella tyydyttävä) ja hydrologis-morfologisen muuttujien perusteella huono (hydrologia – välttävä, morfologia – hyvä, esteettömyys – välttävä) (Hertta-tietokanta 2022).

Kolmisoppi on pintavesityypiltään runsashumuksinen järvi (Rh) ja siitä johtuen Kolmisopen osalta ei laskettu PMA-indeksin arvoa. PICM-indeksin perusteella Kolmisoppi on ollut erinomaisessa tilassa vuosina 2008, 2012 ja 2013. Vuonna 2010 PICM-indeksin arvo ilmensi hyvää tilaa ja vuosina 2015, 2018 ja 2021 indeksiarvo on ilmentänyt tyydyttävää tilaa. Lisäksi Kolmisopen pohjaeläintiheys on laskenut selvästi vuodesta 2008, jolloin toiminta ei ollut vielä varsinaisesti käynnistynyt.

Tuhkajoki

Kolmisoppi laskee vetensä Tuhkajokeen. Vesienhoidon 3. suunnittelukaudella Tuhkajoki_Korentojoki (59.885_001) on luokiteltu ekologiselta tilaltaan tyydyttäväksi ja kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi. Biologisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (perifyton – tyydyttävä, pohjaeläimet – erinomainen, kalat – tyydyttävä), fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella ekologinen tila on tyydyttävä (laskennallisesti kokonaistyyppi ilmentää erinomaista ja –fosfori sekä pH-minimi ilmentävät hyvää tilaa, mutta tila on asiantuntija-

arvion perusteella tyydyttävä) ja hydrologis-morfologisen muuttujien perusteella tyydyttävä (hydrologia – hyvä, morfologia – erinomainen, esteettömyys – välttävä) (Hertta-tietokanta 2022).

Ekologisten mittareiden perusteella Tuhkajoen pohjaeläimistö on ollut lähinnä erinomaisessa tilassa. TT-indeksin perusteella Tuhkajoki on ollut erinomainen jokaisena tarkkailuvuonna ja T-EPT_H-indeksin perusteella tila on ollut pääasiassa erinomaisen ja hyvän tilan rajalla, paitsi vuosina 2013 ja 2021, jolloin tila oli T-EPT_H:n perusteella erinomainen. PMA:n arvo on vuonna 2013 ilmentänyt hyvää tilaa, mutta muina tarkkailuvuosina erinomaista tilaa.

4.1.2 Jormasjärven valuma-alue (59.882)

Jormasjärvi

Tuhkajoki laskee Jormasjärveen (Kh). Vesienhoidon 3. suunnittelukaudella Jormasjärvi (59.882.1.001_001) on luokiteltu ekologiselta tilaltaan hyväksi ja kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi. Biologisten muuttujien perusteella ekologinen tila on erinomainen (kasviplankton – erinomainen, pohjaeläimet – erinomainen, kalat – hyvä), fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (laskennallisesti kokonaisfosfori ja –typpi ilmentävät erinomaista tilaa, mutta tila on asiantuntija-arvion perusteella hyvä) ja hydrologis-morfologisen muuttujien perusteella hyvä (hydrologia – erinomainen, morfologia – tyydyttävä, esteettömyys – erinomainen) (Hertta-tietokanta 2022).

Jormasjärvessä on kaksi havaintoaluetta: järven eteläosassa sijaitseva Talvilahden syväne (Jormasjärvi 5) ja Jormasjärven keskiosan syväne (Jormasjärvi 3). PMA-indeksi-arvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa sekä Talvilahden että syvänealueilla kaikkien tarkkailuvuosien osalta. Talvilahden havaintoalueen PICM-indeksi-arvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa vuosina 2008, 2012 ja 2021. Vuosina 2010, 2013 ja 2015 PICM-indeksi-arvot viittasivat hyvään tilaan ja vuonna 2018 PICM-indeksi-arvo oli tyydyttävällä tasolla. Järven keskiosassa PICM-indeksi-arvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa vuosina 2012, 2013 ja 2015 ja hyvää tilaa vuosina 2008, 2010, 2018 ja 2021. Näin ollen, vuotta 2021 lukuun ottamatta, PICM-indeksi-arvot ovat olleet heikommalla tasolla Talvilahden havaintoalueella, joka sijaitsee lähempänä Tuhkajoen suuaukkoa.

4.1.3 Jormasjoen valuma-alue (59.881)

Jormasjoki

Jormasjärvi purkaa vetensä Jormasjokeen (Kt). Vesienhoidon 3. suunnittelukaudella Jormasjoki (59.881_001) on luokiteltu ekologiselta tilaltaan hyväksi ja kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi. Biologisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (perifyton – hyvä, pohjaeläimet – erinomainen, kalat – tyydyttävä), fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (laskennallisesti kokonaisfosfori ja –typpi ilmentävät erinomaista tilaa, mutta tila on asiantuntija-arvion perusteella hyvä) ja hydrologis-morfologisen muuttujien perusteella erinomainen (hydrologia, morfologia ja esteettömyys – erinomainen) (Hertta-tietokanta 2022).

Ekologisten mittareiden perusteella Jormasjoen tila oli erinomainen vuonna 2021. TT-arvo oli samalla tasolla kuin vuonna 2018, mutta T-EPT_H-arvo oli noussut ja PMA-arvo lievästi laskenut verrattuna vuoteen 2018. Vuosina 2013 ja 2015 TT-, T-EPT_H- ja PMA-indeksi ovat kaikki ilmentäneet erinomaista tilaa.

4.1.4 Nuasjärven lähialue (59.811)

Jormasjoki laskee Rehja-Nuasjärvi (Sh) vesimuodostumaan. Ensimmäinen syvänepohjaeläintarkkailu toteutettiin vuonna 2015 Rehja-Nuasjärvellä liittyen purkuputken tarkkailuun. Purkuputken kautta johdettavien vesien mahdollisten vaikutusten arvioinnissa käytetään vuoden 2015 aineistoja vertailuaineistona.

Rehja-Nuasjärvi (59.811.1.001_001) on vesienhoidon 3. suunnittelukaudella luokiteltu ekologiselta tilaltaan hyväksi ja kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi. Biologisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (kasviplankton – hyvä, pohjaeläimet – hyvä, kalat – tyydyttävä), fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (laskennallisesti kokonaisfosfori ja –typpi ilmentävät erinomaista tilaa,

mutta tila on asiantuntija-arvion perusteella hyvä) ja hydrologis-morfologisen muuttujien perusteella huono (hydrologia – tyydyttävä, morfologia – välttämättä ja esteettömyys – välttävä) (Hertta-tietokanta 2022).

Nuasjärveen purkuputken kautta johdettavien vesien vaikutus näkyy etenkin purkuputkea lähimpien syvänteiden alusveden laadussa kohonneina sulfaatti- ja rikkipitoisuuksina sekä sähkönjohtavuuden nousuna (Eurofins Ahma Oy 2022).

Nuasjärvi

Terrafamen pohjaeläintarkkailussa Nuasjärvessä on kolme havaintoaluetta: kaakkoisosassa Nuasjärvi_Nj34, keskiosassa Nuasjärvi_Nj35 ja luoteisosassa Nuasjärvi_Nj37.

PMA-indeksiarvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa Nuasjärven kaakkoisosassa (Nj34) ja luoteisosassa (Nj37) vuosina 2015, 2016 ja 2018, mutta vuonna 2021 PMA-indeksit ilmensivät alueilla hyvää tilaa. Nuasjärven keskiosassa (Nj35) PMA-arvo ilmensi vuonna 2015 tyydyttävää tilaa, vuonna 2016 hyvää tilaa ja vuosina 2018 ja 2021 erinomaista tilaa. PICM-indeksiarvot ovat ilmentäneet hyvää tilaa Nuasjärven kaakkoisosassa ja luoteisosassa vuonna 2018 ja erinomaista tilaa vuosina 2015, 2016 ja 2021. Nuasjärven keskiosassa PICM-indeksiarvo on ilmentänyt välttävää tilaa vuonna 2015 ja tyydyttävää tilaa vuosina 2016, 2018 ja 2021.

Vertaillessa vuoden 2021 tuloksia vertailuaineistoon (v. 2015 tulokset) Nj_34 havaintopisteen yksilömäärä on noussut, mutta lajimäärä on lievästi laskenut. Havaintopisteen Nj_35 osalta sekä yksilömäärä että taksonilukumäärä on noussut vuoteen 2015 verrattuna ja havaintopisteen Nj_37 osalta yksilömäärä on noussut ja taksonilukumäärä on samalla tasolla kuin vuonna 2015. Ekologisten mittareiden osalta tila on parantunut havaintopisteellä Nj_35, mutta pisteillä Nj_34 ja Nj_37 tila on samalla tasolla PICM-indeksin osalta, mutta PMA-indeksin osalta ekologinen tila on heikentynyt yhdellä tilaluokalla (erinomainen → hyvä). Vaikka purkuvedet ovat vaikuttaneet etenkin Rehja-Nuasjärven vesimuodostuman alusveteen, purkuvesien tarkkaa vaikutusta pohjaeläimistön tilaan ei voida vielä täysin osoittaa, sillä seurantahistoria on vielä liian lyhyt.

Rehja

Rehjan osalta tarkkaillaan kahta aluetta: Rehjan itäosaa (Rehja Itä) ja Rehjan syvännettä (Rehja-Nuasjärvi (syv.)).

Rehjan itäosassa PMA-indeksiarvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa vuosina 2015 ja 2016 ja hyvää tilaa vuosina 2018 ja 2021. Rehjan itäosan PICM-indeksiarvoissa on ollut enemmän vaihtelua tarkkailuvuosien välillä: vuonna 2015 indeksiarvo ilmensi tyydyttävää tilaa, vuonna 2018 erinomaista tilaa ja vuosina 2016 ja 2021 hyvää tilaa. Rehjan syvännepisteellä PMA:ssa on esiintynyt vaihtelua tarkkailuvuosien välillä: PMA-indeksiarvo ilmensi vuonna 2015 erinomaista tilaa, vuonna 2018 tyydyttävää tilaa ja vuosina 2016 ja 2021 hyvää tilaa. Syvännepisteellä PICM-indeksiarvot ovat ilmentäneet tyydyttävää tilaa vuosina 2015, 2016 ja 2018, mutta vuonna 2021 indeksiarvo viittasi hyvään tilaan.

Rehjan PMA-indeksien perusteella pohjaeläinyhteisön tila näyttäisi huonontuneen verrattuna vuoden 2015 tuloksiin, mutta PICM-indeksi kuvaa pohjaeläinyhteisöjen tilan parantuneen. Pohjaeläintarkkailua tulisi jatkaa, jotta purkuvesistön mahdollisesti johtuvia syy-seuraussuhteita voitaisiin jatkossa luotettavammin tutkia ja todentaa.

4.2 Vuoksen vesistöalue (04)

Terrafamen alueelta ei ole johdettu Vuoksen suuntaan vesiä vuosina 2017-2019. Vuosina 2020 ja 2021 vettä johdettiin Kortelammen patoaltaan kautta Lumijokeen, eteläiselle reitille Vuoksen suuntaan.

4.2.1 Kivijoen valuma-alue (04.645)

Lumijoki

Terrafamen alueelta Vuoksen vesistön suuntaan ensimmäinen pohjaeläinnäytteenottoalue sijaitsee Lumijoen (Pt) alaosalla. Vuoden 2010 tarkkailussa Lumijoen vedessä havaittiin kohonneita nikkelin ja mangaanin pitoisuuksia. Kipsisakka-allasvuoto (v. 2012) kasvatti Lumijoen kuormitusta entisestään. Ympäristöviranomaisen toimesta Lumijoelle ei ole annettu ekologista tilaluokitusta (Hertta-tietokanta 2022).

Ekologisten mittareiden perusteella Lumijoen tila oli tyyppiominaisten taksonien sekä PMA:n perusteella hyvä ja tyyppiominaisten EPT-lajien perusteella erinomainen. Kaikkien indeksien arvot olivat hieman laskeneet vuoteen 2018 verrattuna, mutta tilaluokka heikkeni pelkästään TT- ja PMA-indeksien osalta. Vuonna 2008 TT-indeksi ilmensi hyvää tilaa, T-EPT_h-indeksin arvo oli hyvän ja tyydyttävän tilan rajalla ja PMA-indeksi ilmensi erinomaista tilaa. Vuonna 2010 TT- ja T-EPT_h-indeksit ilmensivät hyvää tilaa ja PMA-indeksi tyydyttävää tilaa. Vuoden 2012 tarkkailussa TT-indeksi-arvo oli erinomaisen ja hyvän tilan rajalla, T-EPT_h-indeksi ilmensi hyvää tilaa ja PMA-indeksi ilmensi tyydyttävää tilaa. Vuosina 2013 ja 2015 TT- ja T-EPT_h-indeksit ilmensivät erinomaista tilaa ja PMA-indeksi tyydyttävää tilaa.

Kivijärvi

Lumijoki laskee Kivijärveen, jossa sijaitsee seuraava pohjaeläintarkkailun havaintopaikka. Kivijärvi on pintavesityypiltään runsashumuksinen järvi (Rh) ja sen seurauksena Kivijärven havaintoalueiden osalta ei lasketa PMA-indeksiä. Kivijärven osalta tarkkailussa on kaksi havaintoaluetta: yksi järven pohjoisosassa (Kivijärvi 2) ja toinen järven keskiosassa (Kivijärvi 1).

Kivijärvi (04.645.1.001_001) on vesienhoidon 3. suunnittelukaudella luokiteltu ekologiselta tilaltaan välttäväksi ja kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi. Biologisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (kasviplankton – erinomainen, pohjaeläimet – hyvä, kalat – hyvä), fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella ekologinen tila on välttävä (laskennallisesti kokonaisfosfori ja –typpi ilmentävät erinomaista tilaa, mutta tila on asiantuntija-arvion perusteella välttävä) ja hydrologis-morfologisen muuttujien perusteella erinomainen (hydrologia, morfologia ja esteettömyys – erinomainen) (Hertta-tietokanta 2022).

PICM-mittarin soveltuvuutta Kivijärven ekologisessa tilaluokittelussa on syytä tarkastella kriittisesti. PICM on kehitetty isojen järvi muodostumien syvänteiden pohjaeläinyhteisöille. Kivijärvi on hyvin pieni ja varsinkin matala (keskisyvyys n. 3,2 m). Lisäksi Kivijärvestä puuttuu varsinainen järvisyväne. Kivijärven pohjoisosan (Kivijärvi 2) PICM-indeksi-arvo vuonna 2015 ilmensi hyvää tilaa ja vuonna 2018 indeksi-arvo oli erinomaisen ja hyvän tilan rajalla. Vuonna 2021 pohjoisosan PICM-indeksi-arvo viittasi erinomaiseen tilaan. Kivijärven keskiosan PICM-indeksi-arvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa vuosina 2015, 2018 ja 2021.

Kivijoki

Kivijärvi purkaa vetensä Kivijokeen (Pt). Kivijoki (04.645_001) on vesienhoidon 3. suunnittelukaudella luokiteltu ekologiselta tilaltaan tyydyttäväksi ja kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi. Biologisten muuttujien perusteella ekologinen tila on tyydyttävä (perifyton – tyydyttävä, pohjaeläimet – välttävä, kalat – välttävä), fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella ekologinen tila on tyydyttävä (laskennallisesti kokonaisfosfori ilmentää erinomaista, -typpi hyvää ja pH-minimi huonoa tilaa, mutta tila on asiantuntija-arvion perusteella tyydyttävä) ja hydrologis-morfologisen muuttujien perusteella erinomainen (hydrologia, morfologia ja esteettömyys – erinomainen) (Hertta-tietokanta 2022).

Vuonna 2021 ekologisten mittareiden arvot olivat nousseet vuoden 2018 tasosta. Tyyppiominaisten taksonit olivat hyvän ja tyydyttävän tilan rajalla ja tyyppiominaisten EPT-lajit olivat erinomaisen ja hyvän tilan rajalla. Suhteellisen mallinkaltaisuuden (PMA) arvo ilmensi välttävää tilaa. Vuosina 2013 ja 2018 TT-indeksin arvo on ollut tyydyttävän ja välttävän tilan rajalla ja vuonna 2015 TT-indeksi ilmensi hyvää tilaa. Vuosina 2013, 2015 ja 2018 T-EPT_h-indeksin arvo ovat olleet hyvän ja tyydyttävän rajalla. Vuosina 2013 ja 2021 PMA-indeksi ilmensi välttävää tilaa, vuonna 2015 tyydyttävää tilaa ja vuonna 2018 huonoa tilaa.

4.2.2 Laakajärven valuma-alue (04.644)

Laakajärvi

Kivijoki laskee Laakajärveen. Laakajärvi on pintavesityypiltään runsashumuksinen järvi (Rh) ja sen seurauksena Laakajärven havaintoalueiden osalta ei laskettu PMA-indeksiä. Laakajärven osalta tarkkailussa on kaksi havaintoaluetta: yksi järven pohjoisosassa (Laakajärvi 13) ja toinen järven keskiosassa (Laakajärvi 081).

Laakajärvi (04.644.1.001_001) on vesienhoidon 3. suunnittelukaudella luokiteltu ekologiselta tilaltaan hyväksi ja kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi. Biologisten muuttujien perusteella ekologinen tila on erinomainen (kasviplankton, pohjaeläimet ja kalat – erinomainen), fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella ekologinen tila on erinomainen (laskennallisesti kokonaisravinteet ilmentävät erinomaista tilaa) ja hydrologis-morfologisen muuttujien perusteella tyydyttävä (hydrologia – tyydyttävä, morfologia – erinomainen ja esteettömyys – hyvä) (Hertta-tietokanta 2022).

PICM-indeksiarvot ovat ilmentäneet erinomaista tilaa Laakajärven pohjoisosassa vuosina 2012, 2013, 2015, 2018 ja 2021. Laakajärven keskiosassa PICM-indeksiarvo ilmensi hyvää tilaa vuonna 2018, mutta muilta osin indeksiarvot ovat viitanneet erinomaiseen tilaan.

4.2.3 Kiltuanjärven valuma-alue (04.643)

Kiltuanjärvi

Laakajärvestä vedet laskevat Laakajoen kautta Kiltuanjärveen. Kiltuanjärvi on pintavesityypiltään runsashumuksinen järvi (Rh) ja sen seurauksena Kiltuanjärven havaintoalueiden osalta ei laskettu PMA-indeksiä.

Kiltuanjärvi (04.643.1.001_001) on vesienhoidon 3. suunnittelukaudella luokiteltu ekologiselta tilaltaan hyväksi ja kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi. Biologisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (kasviplankton ja pohjaeläimet – erinomainen ja kalat – välttävä), fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella ekologinen tila on erinomainen (laskennallisesti kokonaisravinteet ilmentävät erinomaista tilaa, mutta tila on asiantuntija-arvion perusteella hyvä) ja hydrologis-morfologisen muuttujien perusteella tyydyttävä (hydrologia – tyydyttävä, morfologia – erinomainen ja esteettömyys – huono) (Hertta-tietokanta 2022).

Vuonna 2012 PICM-indeksiarvo ilmensi tyydyttävää tilaa ja vuonna 2015 hyvää tilaa. Vuosina 2013, 2018 ja 2021 PICM-indeksiarvot ovat viitanneet erinomaiseen tilaluokkaan.

4.2.4 Sälevän – Nurmijoen valuma-alue (04.642)

Nurmijoki

Kiltuanjärvi laskee Nurmijokeen (St). Nurmijoki (04.642_001) on vesienhoidon 3. suunnittelukaudella luokiteltu ekologiselta tilaltaan hyväksi ja kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi. Biologisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (perifyton – tyydyttävä, pohjaeläimet – erinomainen ja kalat – hyvä), fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella ekologinen tila on hyvä (laskennallisesti kokonaisravinteet ilmentävät erinomaista tilaa ja pH-minimi hyvää tilaa, mutta tila on asiantuntija-arvion perusteella hyvä) ja hydrologis-morfologisen muuttujien perusteella tyydyttävä (hydrologia – tyydyttävä, morfologia – erinomainen ja esteettömyys – välttävä) (Hertta-tietokanta 2022).

Vuonna 2021 ekologisten mittareiden arvot ilmensivät hyvää tilaa Nurmijoen osalta. TT-indeksi on ilmentänyt hyvää tilaa myös vuosina 2015 ja 2018 ja T-EPTh-indeksi on vuonna 2015 ilmentänyt erinomaista tilaa ja vuonna 2018 indeksiarvo oli erinomaisen ja hyvän tilan rajalla. PMA-indeksi on vuonna 2015 ilmentänyt tyydyttävää tilaa ja vuonna 2018 erinomaista tilaa.

Nurmijoen Haapakosken havaintoalueella on suoritettu pohjaeläintarkkailua vain kolme vuotta (2015, 2018 ja 2021). Pohjaeläintarkkailua tulisi vielä jatkaa, jotta havaintoalueen kehitystä voisi arvioida. Aluetta ei ole tarkkailtu ennen toiminnan aloitusta, joten toiminnan vaikutus ja luontaisesti esiintyvä vaihtelu vuosien välillä on mahdoton erottaa toisistaan.

YHTEENVETO

Terrafamen pohjaeläintarkkailua toteutettiin syksyllä 2021 kaikkiaan 6 jokikohteella ja 14 järvikohteella. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Terrafamen toiminnan vaikutuksia läheisten vesistöjen veden laatuun ja sitä kautta mahdollisesti pohjaeläinyhteisöihin. Pohjaeläimet ilmaisevat elinympäristönsä hitaita muutoksia pidemmällä aikavälillä kuin vain kyseisellä näytteenottohetkellä.

Kaivos- ja teollisuustoiminnan vaikutus pohjaeläimistöön oli havaittavissa lähimpänä aluetta sijaitsevilla tutkimusalueilla. Vuosien välillä esiintyy melko voimakasta vaihtelua pohjaeläintiheyksissä/yksilömäärissä ja taksonimäärissä havaintoalueiden välillä ja myös havaintoalueiden sisällä.

Järvikohteiden ekologisia mittareita tarkasteltaessa indeksiarvot ilmensivät pääasiassa erinomaista tai hyvää tilaa, paria poikkeusta lukuun ottamatta: Kolmisopen tilaluokitus, tyydyttävä, pysyi samalla tasolla kuin vuonna 2018 ja Nuasjärven Nj_35 havaintopaikan PICM-indeksi ilmensi tyydyttävää tilaa (niin kuin myös vuonna 2018).

Myös jokikohteiden ekologiset mittarit ilmensivät pääasiassa erinomaista tai hyvää tilaa, paria poikkeusta lukuun ottamatta: Kivijoen osalta tyyppiominaisten lajien määrä oli hyvän ja tyydyttävän tilan rajalla ja PMA-indeksiarvo ilmensi välttävää tilaa. Edellä mainittujen Kivijoen ekologisten mittareiden arvot paranivat kuitenkin vuoteen 2018 verrattuna.

Terrafamen pohjaeläintarkkailussa ei ole ns. vertailukohteita, joille ei kohdistu vesistövaikutuksia. Näin ollen muutokset tutkimuskohteiden pohjaeläimistössä voi yhtä hyvin johtua luontaisesti esiintyvistä vaihtelusta vuosien välillä kuin Terrafamen toiminnasta. Taustapisteiden lisäämistä tarkkailuun tulisi harkita. Pohjaeläintarkkailua tulisi jatkaa vähintään saman laajuisena kuin vuonna 2017 kirjoitetussa tarkkailuohjelmassa, jotta havaintoalueiden kehitystä voisi arvioida.

VIITTEET

- Annala, M., Mykrä, H., Tolkkinen, M., Kauppila, T. & Muotka, T. 2014. Are biological communities in naturally unproductive streams resistant to additional anthropogenic stressors? *Ecological applications* 24 (8). 1887–1897.
- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F. & Furse, M. T. 1983. The performance of new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running water sites. *Water research* 17:333-347.
- Aroviita, J., Mitikka, S., Vienonen, S. 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37 | 2019. 109 s + liitteet.
- Eurofins Ahma Oy. 2022. Terrafame Oy - Pintavesitarkkailu 2021 (LUONNOS). 79 s.
- Hertta-tietokanta. 2022. Haettu 16.2.2022: <<https://www.p2.ymparisto.fi/scripts/hearts/welcome.asp>>
- Hämäläinen, H. & Huttunen, P. 1990: Estimation of acidity in streams by means of benthic invertebrates: Evaluation of two methods. Teoksessa: Kauppi et al. (toim.) *Acidification in Finland*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 1051-1070.
- Hämäläinen, H. & Huttunen, P. 1996: Inferring the minimum pH of streams from macroinvertebrates using weighted averaging regression and calibration. *Freshwater Biology* 36: 697-709.
- Krebs, C.J. 1985. *Ecology; The experimental analysis of distribution and abundances*. 3rd ed. Harper & Row. New York, US, 800 s.
- Meissner, K., Järvinen, M., Aroviita, J., Hellsten, S., Karjalainen, S. M., Kuoppala, M., Mykrä, H., Vuori, K-M. 2019. Jokien ja järvien biologinen seuranta-näytteenotosta tiedon tallentamiseen. 42 s.
- Pöyry Finland Oy 2014. Talvivaara Sotkamo Oy. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu 2013. Osa IVa Pintavesien laatu. Pöyry Finland Oy. Oulu.
- Pöyry Finland Oy. 2017. Terrafame Oy - Terrafamen kaivoksen tarkkailuohjelma. Päivitetty 6.2.2017.
- Ramboll Finland Oy. 2019. Terrafame Oy - Osa VI: Pintavesien biologinen tarkkailu vuonna 2018 – Pohjaeläintarkkailu. 27 s + liitteet.
- Rassi, P., Hyvärinen, E. Juslén, A & Mannerkoski, I. (toim.) 2010. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 685 s.

Määrittelykirjallisuus

Oligochaeta

Timm, T. 1999. *A Guide to the Estonian Annelida*. Naturalist's handbooks 1, 208 pp. Tartu-Tallinn.

Chironomidae

Wiederholm, T. 1983. Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1 – larvae. *Entomologica Scandinavica*, Suppl. no:19.

Trichoptera

Rinne, A. Wiberg-Larsen, P. (2017). *Trichoptera Larvae of Finland: A Key to the caddis larvae of Finland and nearby countries*. 151 s.

Yleisteokset

Nilsson, A.N. (ed.) 1996: Aquatic insects of Northern Europe: A Taxonomic handbook. Volume I (Ephemeroptera-Plecoptera-Heteroptera-Neuroptera-Megaloptera-Coleoptera-Trichoptera-Lepidoptera). - Apollo Books, Stenstrup, Danmark.

Nilsson, A.N. (ed.) 1997: Aquatic insects of Northern Europe: A Taxonomic handbook. Volume II (Odonata-Diptera). - Apollo Books, Stenstrup, Danmark