

Vastaanottaja
Terraframe Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
3.5.2016

Viite
1510016678-009
1510021110-004

Osaprojekti
Biologinen tarkkailu pintavesissä

TERRAFAME OY

OSA VI: PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU VUONNA 2015 POHJAEÄINTARKKAILU SEKÄ NUASJÄRVEN POHJAEÄIMISTÖ- SELVITYS VUONNA 2015



TERRAFAME OY
POHJAEÄINTARKKAILU SEKÄ NUASJÄRVEN
POHJAEÄIMISTÖ-SELVITYS VUONNA 2015

Päivämäärä **4/5/2016**
Laatija **Pekka Majuri, Ramboll Finland Oy**
Tarkastaja **Sanna Sopanen, Ramboll Finland Oy**
Hyväksyjä
Kuvaus **Raportti pohjaeläintarkkailusta ja -selvityksestä**

Viite **1510016678-009, 1510021110-004**

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	Virtavedet	1
2.1	Tutkimuskohteet ja pohjaeläinaineistot	1
2.2	Virtavesien ekologisen tilan arviointi	1
2.2.1	Tyyppiominaiset taksonit ja EPT-heimojen lukumäärä	2
2.2.2	Suhteellinen mallinkaltaisuus - PMA	2
2.3	Muut pohjaeläinyhteisöjä kuvaavat analyysit	2
2.3.1	Pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuus	2
2.3.2	Orgaanista kuormitusta kuvaava ASPT-indeksi	3
2.3.3	Pohjaeläinyhteisörakenne	3
2.4	Tulokset – virtavedet	3
3.	Järvet	8
3.1	Tutkimuskohteet ja pohjaeläinaineistot	8
3.2	Järvien ekologisen tilan arviointi	8
3.2.1	PICM-syvännepohjaeläinindeksi ja PMA	8
3.3	Muut syvännepohjaeläimistöä kuvaavat pohjaeläinmittarit	9
3.4	Tulokset – Kaivostarkkailuun liittyvät järvitutkimuskohteet	9
3.5	Tulokset – Nuasjärvi ja Rehja, purkuputkeen liittyvä pohjaeläinselvitys	12
4.	Tulosten tarkastelu	13
4.1	Oulujoen vesistön suunta	13
4.1.1	Kalliojärvi - Kalliojoki	13
4.1.2	Kolmisoppi	14
4.1.3	Tuhkajoki	14
4.1.4	Jormasjärvi	15
4.1.5	Jormasjoki – Rehja-Nuasjärvi	15
4.2	Vuoksen vesistön suunta	15
4.2.1	Lumijoki	15
4.2.2	Kivijärvi - Kivijoki	16
4.2.3	Laakajärvi - Kiltua	16
4.2.4	Nurmijoki	17
5.	Yhteenveto	18
6.	Kirjallisuus	19

LIITTEET

Liite 1

Pohjaeläinnäytteenottoalueiden sijainnit

Liite 2

Virtavesitutkimuskohteilta havaitut pohjaeläinlaji- ja yksilömäärät

Liite 3

Virtavesikohteiden ekologisessa tila-arvioinnissa käytettyjen pohjaeläinmittarien tutkimuspaikkakohtaiset arvot

Liite 4

Kaivostoiminnan tarkkailuun liittyviltä järvitutkimuskohteilta vuonna 2015 havaitut pohjaeläinlaji- ja yksilötiheystiedot

Liite 5

Nuasjärven ja Rehjan vuoden 2015 pohjaeläinnäytteenoton perustulokset

1. JOHDANTO

Tässä osiossa käsitellään Terrafamen kaivoksen vaikutusalueella vuosina 2008, 2010, 2012, 2013 (Pöyry Environment Oy 2009, Pöyry Finland Oy 2011, 2012 & 2014) sekä 2015 toteutettuja vesistöjen pohjaeläintarkkailututkimuksia. Lisäksi raportissa käsitellään Nuasjärven ja Rehjan vuoden 2015 pohjaeläimistöselvityksen tuloksia. Nuasjärven ja Rehjan vuoden 2015 selvitys liittyy Nuasjärven purkuputken ympäristövaikutusten arviointiin.

Pohjaeläinanalyysit ovat yleisesti käytetty tapa arvioida vesistöihin kohdistuvien paineiden ekologisia vaikutuksia. Pohjaeläimiä esiintyy käytännössä kaikissa vesistöissä, ja suhteellisen pitkäikäisinä ja paikallaan pysyvinä ne ilmaisevat elinympäristönsä hitaita muutoksia pidemmällä aikavälillä kuin vain kyseisellä näytteenottohetkellä (Koskeniemi & Ruoppa 2004). Pohjaeläimiä käytetään yhtenä biologisena osatekijänä vesistöjen ekologisessa tila-arvioinnissa. Tässä osiossa päivitetään alueen tutkittujen vesistöjen ekologisen tilan kuvauksia pohjaeläimistön avulla.

2. VIRTAVEDET

2.1 Tutkimuskohteet ja pohjaeläinaineistot

Vuoden 2015 virtavesien tarkkailun pohjaeläinnäytteet kerättiin 9.–11.9.2015. Näytteet otettiin Lumi-, Kallio-, Tuhka-, Kivi- ja Jormasjoen sekä Nurmijoen Koirakosken vakiotutkimuspaikoilta. Lisäksi vuonna 2015 pohjaeläinnäytteitä otettiin ensimmäistä kertaa Nurmijoen Haapakoskelta. Tutkimuskohteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1. Lumi- ja Kivijoki kuuluvat pienet turvemaan joet -tyyppiin (Pt) (Virtanen 2011, OIVA 2015). Kallio-, Tuhka- ja Jormasjoki kuuluvat puolestaan keskisuuret turvemaan joet -tyyppiin (Kt) (OIVA 2015). Nurmijoen pohjaeläinnäytteenottoalueet sijoittuvat suuret turvemaiden joet -tyyppiin (St) (OIVA 2015).

Kaivoksen vaikutuksia Lumi-, Kallio- ja Tuhkajoen pohjaeläimistöön on tarkkailtu aiemmin vuosina 2008, 2010 ja 2013. Kivi- ja Jormasjoen sekä Nurmijoen Koirakosken pohjaeläinyhteisöjä on tarkkailtu aiemmin vuonna 2013 (Pöyry Environment Oy 2009, Pöyry Finland Oy 2011 & 2014). Tähän selvitykseen sisällytettiin myös Lumi-, Kallio- ja Tuhkajoen vakiotutkimusalueiden vuoden 2012 pohjaeläinaineistot (Salmelin, julkaisematon) sekä Pohjois-Savon ELY-keskuksen vuoden 2010 Nurmijoen Koirakosken aineistot (aineistojen lähde: Pohje-rekisteri 2015).

Kaikki virtavesipohjaeläinnäytteet on kerätty ympäristöhallinnon kulloinkin voimassa olleiden ohjeiden (mm. Hellsten ym. 2010, Meissner ym. 2012 & 2013) mukaisesti. Vuonna 2015 tutkimuspaikoilta otettiin enää neljä 30 sekunnin nopeamman virtausalueen pohjaeläinnäytettä. Tästä syystä aiemmat aineistot yhdenmukaistettiin haavinta-ajaltaan vuoden 2015 aineiston kanssa. Tutkimuskohteilta havaitut ja yhdenmukaistetut pohjaeläinlaji- ja yksilömäärätiedot on esitetty liitteessä 2. Näytteiden sisältämät pohjaeläimet on pyritty määrittämään vähintään ympäristöhallinnon biologisen perusseurannan vaatimalle tavoitetaksonomiatasolle (ks. Meissner ym. 2013). Nuorien pohjaeläinyksilöiden kohdalla vaadittuun tavoitetaksonomiatasoon ei nykytiedon avulla pystytty. Kaikki pohjaeläintutkimuksien havaintopaikka- ja näytteenottotiedot sekä määritystulokset on tallennettu ympäristöhallinnon ylläpitämään Pohje-rekisteriin.

Mahdollisia kaivoksen toiminnasta johtuvia vaikutuksia tutkimusjokien pohjaeläinyhteisöihin selvitettiin vertailemalla seuranta-alojen eri vuosien pohjaeläinanalyysien tuloksia siltä osin, kun aikasarja-aineistoja oli saatavilla. Eri vuosien aineistojen yhdenmukaistamisen ja ekologisessa tilaluokittelussa käytettävien uusien mittarikohtaisten vertailuarvojen takia kaikkien vuosien kaikki pohjaeläinmittariarvot laskettiin tässä selvityksessä uudestaan.

2.2 Virtavesien ekologisen tilan arviointi

Vesistöjen ekologisessa tila-arvioinnissa havaittua (observed = O) pohjaeläinmittariarvoa verrataan vesistötyyppikohtaiseen odotusarvoon (expected = E). Kyseessä on vesipuitedirektiivin mukainen kansalliseen vertailuaineistoon perustuva lähestymistapa (Vuori ym. 2010, Aroviita ym. 2012), jossa vesistön tilan arvioinnissa käytetään mittarikohtaisia ekologisia laatusuhteita (ELS). Kohteen ekologinen tila määräytyy havaittujen ja odotettujen arvojen poikkeamien suuruuden perusteella. Jos O/E -suhdeluku (ELS) on lähellä yhtä, tulkitaan paikan olevan ekologisesti häiriintymättömässä tilassa (mm. Wright ym. 2000). Vuori ym. (2010) sekä Aroviita ym. (2012)

ovat kuvanneet tarkemmin Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteita.

Virtavesitutkimuskohteiden ekologista tilaa arvioitiin kolmella eri pohjaeläinmittarilla (TT; tyyppiominaisten taksonien esiintyminen, EPT_h; tyyppiominaisten EPT-heimojen esiintyminen & PMA; prosenttinen mallinkaltaisuus). Mittarikohtaisten havaittujen arvojen laskentaan sisällytettiin nykyohjeistuksen mukaan (Aroviita ym 2012) neljä 30 sekunnin pohjaeläinnäytettä. Laskentaan valittiin nopean virtausalueen elinympäristöistä otettuja näytteitä. Ekologisen luokittelun vertailu- ja luokkaraja-arvoina käytettiin uusimpia Aroviidan ym. (2012) esittämiä jokityyppikohtaisia arvoja. Seuraavassa on selitetty tarkemmin, mitä kullakin mittarilla kuvataan, millaisiin ympäristön muutoksiin mittarit reagoivat ja kuinka mittariarvot lasketaan.

2.2.1 Tyyppiominaiset taksonit ja EPT-heimojen lukumäärä

Virtavesiselvitysalueiden pohjaeläinlajeja verrattiin valtakunnalliseen vertailuaineistoon (Mykrä, julkaisematon), jossa jokaiselle jokityypille on määritelty ns. tyyppiominaiset taksonit (TT) eli tyyppilajisto sekä tyyppiominainen EPT-heimojen määrä (EPT_h) (EPT; päivänkorennot (Ephemeroptera), koskikorennot (Plecoptera) & vesiperhoset (Trichoptera)). Tyyppilajeiksi on katsottu ne lajit tai ylemmät taksonit (suvut tai heimot), jotka esiintyvät vähintään 40 %:ssa tyyppin vertailuajoista. Tyyppiominaiset taksonit tarkoittavat siis kullekin jokityypille ominaisten taksonien havaittua lukumäärää. Tällä muuttujalla kuvataan lajiston monimuotoisuutta (Hämäläinen ym. 2007).

Tyyppiominaisten EPT-heimojen määrällä tarkoitetaan puolestaan kullekin jokityypille ominaisten EPT-heimojen havaittua lukumäärää. Tällä muuttujalla tarkastellaan mm. tärkeiden taksonomisten ryhmien mahdollista puuttumista (Hämäläinen ym. 2007). EPT-lajeja pidetään yleisesti herkinä erilaisille ympäristön muutoksille (mm. Rosenberg & Resh 1993, Wallace ym. 1996).

2.2.2 Suhteellinen mallinkaltaisuus - PMA

Virtavesitutkimuskohteiden pohjaeläinyhteisökoostumuksen ja -taksonien runsaussuhteiden kuvaamiseen käytettiin ns. suhteellista mallinkaltaisuutta (PMA; Percent Model Affinity) (ks. Novak & Bode 1992). Menetelmässä verrataan arvioitavan kohteen lajiston suhteellisia osuuksia vertailuaineistosta (Mykrä, julkaisematon) laskettuihin lajien keskimääräisiin suhteellisiin osuuksiin. PMA ottaa huomioon muutokset lajien yksilömääräsuhteissa mm. jo ennen kuin lajeja mahdollisesti katoaa esimerkiksi vesistökuormituksen seurauksena. Indeksi huomioi myös lajit, joita ei vertailuaineistosta ole tavattu. PMA kuvaa myös muutoksia, joissa yhteisön lajimäärä kasvaa vertailuolaja suuremmaksi ympäristön tilanmuutoksen seurauksena esimerkiksi vesistöjen rehevöitymiskehityksen myötä. Mallinkaltaisuuden mittana on prosenttinen samankaltaisuus (PS). Esimerkiksi Barton (1996) ja Hämäläinen ym. (2007) ovat kuvanneet tarkemmin PMA-mallin laskentaa sekä sen perusteita.

2.3 Muut pohjaeläinyhteisöjä kuvaavat analyysit

Varsinaisten ekologisten tilaluokittelumittarien lisäksi virtavesipohjaeläinaineistoista laskettiin myös muita pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuutta ja rakennetta sekä orgaanisen kuormituksen määrää kuvaavia tunnuslukuja.

2.3.1 Pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuus

Tutkimuskohteiden pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuuden kuvaamiseen käytettiin lajimäärää. Häiriintymättömissä jokiekosysteemeissä lajimäärän oletetaan olevan suurempi kuin ihmisvaikutuksen takia muuttuneissa kohteissa (mm. Rosenberg & Resh 1993). Kun pohjaeläinten elinympäristöjen tila heikkenee, lajirunsaus yleensä pienenee.

Tutkimuskohteiden pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuutta kuvattiin myös Shannon-Wiener diversiteetti-indeksillä (H') (Krebs 1985). Indeksien arvo on sitä suurempi, mitä enemmän lajeja havaitaan ja mitä tasaisemmin ne esiintyvät. 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. Shannon-Wiener diversiteetti-indeksi laskettiin kaavalla:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

, missä P_i on i lajin osuus paikan kokonaisuuslukumäärästä.

Ei-lineaariset diversiteetti-indeksit, kuten Shannon-Wiener -indeksi, eivät mittaa suoraan monimuotoisuutta. Esimerkiksi tilanteessa, jossa yhtä runsaana esiintyvien lajien lukumäärä kaksinkertaistuu, Shannon-Wiener -indeksi-arvo ei kaksinkertaistu (ks. Jost 2006). Tämän takia Shannon-Wiener -indeksi-arvolle tehtiin eksponenttimuunnos, jolloin tutkimuspaikkojen monimuotoisuuden ja mahdollisten monimuotoisuuden muutosten suora vertailu on mahdollista.

Kolmantena monimuotoisuutta kuvaavana muuttujana tarkasteltiin ympäristömuutoksille herkkien päiväkkorentojen (Ephemeroptera), koskikorentojen (Plecoptera) ja vesiperhosten (Trichoptera) yhteistä lajimäärää (EPT-lajit).

Tutkimuskohteiden pohjaeläinlajimäärän ja EPT -lajimäärän sekä Shannon-Wiener - indeksien laskemisen yhteydessä paikkakohtaiset rinnakkaiset pohjaeläinnäytteet yhdistettiin yhdeksi paikkakohtaiseksi kokoomanäytteeksi (liite 2). Laskennoissa ei huomioitu suku- tai ryhmätasoisille määritettyjä pohjaeläinyksilöitä, mikäli paikalta oli havaittu saman suvun tai ryhmän pohjaeläinlajeja.

2.3.2 Orgaanista kuormitusta kuvaava ASPT-indeksi

Pohjaeläinyhteisön tilaa kuvaavana bioindeksinä käytettiin Average Score Per Taxon (ASPT) -indeksiä, joka johdetaan Biological Monitoring Working Party (BMWP) -indeksistä. BMWP- ja ASPT-indeksien laskennassa kullekin pohjaeläinheimolle annetaan pisteitä yhdestä kymmeneen riippuen sen herkkyystasosta orgaaniselle kuormitukselle (Armitage ym. 1983) ja pisteet summataan. ASPT-indeksi saadaan jakamalla BMWP-indeksi pisteytettujen pohjaeläinheimojen määrällä, joten ASPT-indeksi voi saada arvon väliltä 1–10. Mitä pienempi ASPT-indeksi on, sitä suurempaa orgaanista kuormitusta indeksi ilmaisee.

Vuori ym. (2010) ovat esittäneet ASPT-indeksille jokityyppikohtaiset vertailuarvot, mutta ASPT-indeksi ei kuulu virallisiin jokien ekologisen tilaluokittelumittareihin. ASPT-indeksi-arvot laskettiin Pohje-rekisterin avulla. Pohje-rekisterin laskentakaava vähentää automaattisesti ASPT-indeksistä luvun kaksi, sillä laskentamalli ei ota huomioon harvasukasmatoja (Oligochaeta) ja surviaissääskiä (Chironomidae) (Mykrä, tiedoksianto). Koska jokaisella tutkimuspaikalla esiintyi kyseisiä pohjaeläinryhmiä, tuloksissa esitetään myös ASPT-arvot, joista ei ole vähennetty lukua kaksi.

2.3.3 Pohjaeläinyhteisörakenne

Pelkkiin lajimääriin perustuvat pohjaeläinmittarit eivät aina reagoi pohjaeläinyhteisöissä hitaasti tapahtuviin lajien runsaussuhdemuutoksiin. Tästä syystä Lumi-, Kallio-, Tuhka-, Kivi-, Jormas- ja Nurmijoen tutkimuskohteiden eri vuosien pohjaeläinyhteisörakennetta, niiden mahdollisia eroavaisuuksia ja mahdollisia tapahtuneita yhteisörakennemuutoksia tarkasteltiin visuaalisesti NMDS-ordinaation avulla (NMDS; Non-Metric Multidimensional Scaling). NMDS-ordinaatiossa pisteiden välimatkat kuvaavat tutkimuspaikkojen vuosittaisen pohjaeläinyhteisökoostumusten samanlaisuutta tai erilaisuutta. Mitä lähempänä pisteet sijaitsevat ordinaatiossa toisiaan, sitä samankaltaisempia kyseisten pisteiden pohjaeläinyhteisöt ovat rakenteeltaan.

NMDS-analyysissä käytettiin yhdenmukaistettua aineistoa. Aineistoista poistettiin lajit, joita esiintyi vain yksi tai kaksi yksilöä koko aineistossa.

2.4 Tulokset – virtavedet

Tämän selvityksen yhdenmukaistetut virtavesipohjaeläinaineistot sisälsivät yhteensä noin 49 300 pohjaeläinyksilöä. Tutkimusalueilta ei havaittu nykyään uhanalaisena pidettyjä pohjaeläinlajeja (ks. Rassi ym. 2010, liite 2). Virtavesikohteiden ekologisessa tila-arvioinnissa käytettyjen pohjaeläinmittarien paikkakohtaiset arvot on esitetty liitteessä 3.

Lumijoen ekologinen tila luokittui vuosina 2008 ja 2010 tyyppilajeihin (TT) ja tyyppiominaiseen EPT-heimomäärään (EPTh) perustuvien mittarien mukaan hyvään ekologiseen tilaan, joskin vuoden 2008 EPTh ELS-arvo oli tyydyttävän ja hyvän tilaluokan rajalla. Vuonna 2012 tyyppilajeihin perustuva mittari luokitteli Lumijoen hyvän ja erinomaisen tilaluokan rajalle, kun tyyppiominaiseen EPT-heimomäärään perustuva mittari luokitteli Lumijoen tutkimusaleen hyvään ekologiseen tilaan. Vuosina 2013 ja 2015 Lumijoki luokittui tyyppilajeihin ja tyyppiominaisten EPT-heimomäärään perustuvien mittarien mukaan erinomaiseen ekologiseen tilaan. Pohjaeläinyhteisörakennetta kuvaavan PMA-mittarin perusteella Lumijoki luokittui vuonna 2008 erinomaiseen ekologiseen tilaan, kun vuosina 2010, 2012, 2013 ja 2015 PMA luokitteli Lumijoen tyydyttävään tilaluokkaan. Lumijoelta eri vuosina havaitut ASPT – 2 -arvot ovat olleet alle sen, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu. ASPT-indeksillä mitattuna Lumijoen pohjaeläinyhteisöt ovat kärsineet hieman orgaanisesta kuormituksesta (Liite 3).

Kivijoen Kivikoski luokittui vuonna 2013 tyyppiominaisten lajien mukaan tyydyttävän ja välttävän tilaluokan rajalle. Vuonna 2015 sama mittari kuvasi Kivijoen olevan hyvässä ekologisessa tilassa. EPT-heimomäärään perustuvien mittariarvojen perusteella Kivijoki luokituu hyvän ja tyydyttävän tilaluokan rajalle. Vuoden 2013 PMA:n perusteella Kivijoki luokitui välttävään ekologiseen tilaluokkaan. Vuonna 2015 PMA kuvasi Kivijoen olevan tyydyttävässä tilassa. Kivijoen Kivikoskelta havaitut ASPT – 2 -arvot ovat olleet selvästi matalampia, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu, joten ASPT-indeksillä mitattuna Kivijoen pohjaeläinyhteisöt ovat kärsineet orgaanisesta kuormituksesta (Liite 3).

Nurmijoen Haapakoski luokittui vuonna 2015 tyyppilajien perusteella hyvään ekologiseen tilaan ja tyyppiomaisten EPT-lajien perusteella erinomaiseen tilaan. Pohjaeläinyhteisökoostumusta kuvaava PMA luokitteli alueen tyydyttävään tilaan. Haapakoskelta havaittu ASPT – 2 -arvo oli yli sen, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu. ASPT-indeksillä mitattuna Haapakosken pohjaeläinyhteisöt eivät ole kärsineet orgaanisesta kuormituksesta Alueelta ei ole saatavilla aiempia pohjaeläinaineistoja (Pohje-rekisteri 2015) (Liite 3).

Nurmijoen Koirakosken alue luokittui vuonna 2010 tyyppilajeihin ja PMA-indeksiin perustuvien mittarien mukaan hyvään ekologiseen tilaan, kun tyyppiominaiseen EPT-heimomäärään perustuvan mittarin mukaan alue luokittui tuolloin erinomaiseen ekologiseen tilaan. Vuonna 2013 ja 2015 Nurmijoen Koirakosken alue luokitui kaikkien kolmen pohjaeläinmittarin perusteella erinomaiseen ekologiseen tilaan. Nurmijoen Koirakoskelta havaitut ASPT – 2 -arvot ovat olleet yli sen, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu, joten ASPT-indeksillä mitattuna Nurmijoen Koirakosken pohjaeläinyhteisöt eivät ole kärsineet orgaanisesta kuormituksesta (Liite 3).

Kalliojoen ekologinen tila luokittui vuonna 2008 tyyppilajeihin perustuvan mittarin mukaan erinomaiseen tilaluokkaan. EPT-heimomäärään perustuva mittari ja PMA luokittelivat Kalliojoen tuolloin hyvän ja tyydyttävän tilaluokan rajalle. Vuonna 2010 kaikki kolme pohjaeläinmittaria luokittelivat Kalliojoen tyydyttävään ekologiseen tilaan niin, että tyyppilajeihin perustuva mittariarvo oli välttävän ja tyydyttävän tilaluokan rajalla. Vuonna 2012 Kalliojoki luokittui pohjaeläinmittarista riippuen joko tyydyttävään tai hyvään ekologiseen tilaan. Vuonna 2013 kaikki kolme pohjaeläinmittaria luokittelivat Kalliojoen hyvään ekologiseen tilaan. Vuonna 2015 tyyppilajeihin perustuva mittari luokitteli Kalliojoen erinomaiseen ekologiseen tilaan, kun EPT-heimomäärään perustuva mittari ja PMA luokittelivat alueen hyvään tilaluokkaan. Kalliojoelta vuosina 2008, 2010, 2012 ja 2013 havaitut ASPT – 2 -arvot olivat hyvin lähellä tai yli sen, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu. Vuoden 2015 ASPT – 2 -arvo oli puolestaan alle sen, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu. ASPT-indeksillä mitattuna Kalliojoen pohjaeläinyhteisöt eivät olleet kärsineet orgaanisesta kuormituksesta ennen vuotta 2015 (Liite 3).

Tuhkajoki luokittui vuosina 2008, 2010 ja 2012 kaikkien kolmen pohjaeläinmittarin mukaan erinomaiseen tilaluokkaan niin, että EPT-heimomäärään perustuva mittariarvo oli joka vuosi erinomaisen ja hyvän tilaluokan rajalla. Tuhkajoki luokittui myös vuonna 2013 tyyppilajeihin ja tyyppiominaiseen EPT-heimomäärään perustuvien mittarien mukaan erinomaisen ekologiseen tilaan, mutta pohjaeläinyhteisökoostumusta kuvaavan PMA-mittarin mukaan Tuhkajoki luokittui vuonna 2013 hyvään ekologiseen tilaan. Vuonna 2015 Tuhkajoki luokittui tyyppilajeihin ja PMA-indeksiin perustuvien mittarien mukaan erinomaiseen ekologiseen tilaan, kun tyyppiominaiseen EPT-heimomäärään perustuvan mittarin mukaan alue luokittui tuolloin erinomaisen ja hyvän ekologisen tilaluokan rajalle. Tuhkajoelta eri vuosina havaitut ASPT – 2 -arvot ovat olleet lähellä tai yli

sen, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu, joten ASPT-indeksillä mitattuna Tuhkajoen pohjaeläinyhteisöt eivät ole kärsineet merkittävästi orgaanisesta kuormituksesta (Liite 3).

Jormasjoki luokitui vuosina 2013 ja 2015 kaikkien kolmen pohjaeläinmittarin perusteella erinomaiseen tilaluokkaan. Jormasjoelta havaitut ASPT – 2 -arvot ovat olleet hieman alle sen, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu (Liite 3).

Lumi-, Tuhka- ja Kalliojoen vakiotutkimusalueilta havaitut pohjaeläinyksilö- ja lajimäärät sekä EPT-lajimäärät vaihtelevat jokikohtaisesti paikoin runsaasti eri tarkkailuvuosien välillä. Nurmijoen Koirakoskelta ja Jormasjoelta havaittiin vuonna 2015 vähemmän pohjaeläinyksilöitä ja -lajeja sekä EPT-lajeja kuin vuonna 2013. Kivijoelta havaittiin vuonna 2015 puolestaan enemmän pohjaeläinyksilöitä ja -lajeja sekä EPT-lajeja kuin vuonna 2013. Nurmijoen Haapakoskelta on saatavissa ainoastaan vuoden 2015 pohjaeläinaineisto, joten vuosien välistä vertailua ei voida toteuttaa (Taulukko 1).

Shannon-Wiener diversitetti-indeksillä mitattuna Lumi- ja Tuhkajoen vuoden 2015 pohjaeläinyhteisön monimuotoisuus oli keskimääräistä pienempi kuin aiempina tarkkailuvuosina. Kalliojoen pohjaeläinyhteisön monimuotoisuus oli vuonna 2015 puolestaan suurempi kuin alueelta on aiemmin keskimäärin havaittu. Kivi- ja Jormasjoen vuoden 2015 monimuotoisuutta kuvaavat Shannon-Wiener -arvot olivat suurempia kuin vuonna 2013. Pohjaeläintarkkailuaineistojen mukaan Nurmijoen Koirakosken pohjaeläinyhteisön monimuotoisuus on pienentynyt viime vuosina. Nurmijoen Haapakoskelta on saatavissa ainoastaan vuoden 2015 pohjaeläinaineisto, joten Haapakosken pohjaeläinyhteisön monimuotoisuuden mahdollisia muutoksia ei voida arvioida (Taulukko 1).

NMDS- analyysin perusteella tutkimusalueiden paikkakohtainen pohjaeläinyhteisökoostumus on ollut hyvin samankaltainen eri tarkkailuvuosina. Ordinaatiotarkastelun perusteella yhteisöissä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Isoihin jokityyppeihin kuuluvat Nurmijoen tutkimuspaikat sekä pieniin jokityyppeihin kuuluvat Kivi- ja Lumijoki ryhmittyvät ordinaatiossa omiksi ryhmikseen erilleen toisistaan. NMDS-ordinaation stressitaso on 17.4 eli se ei sovellu yksityiskohtaisten erojen tarkasteluun (Kuva 1).

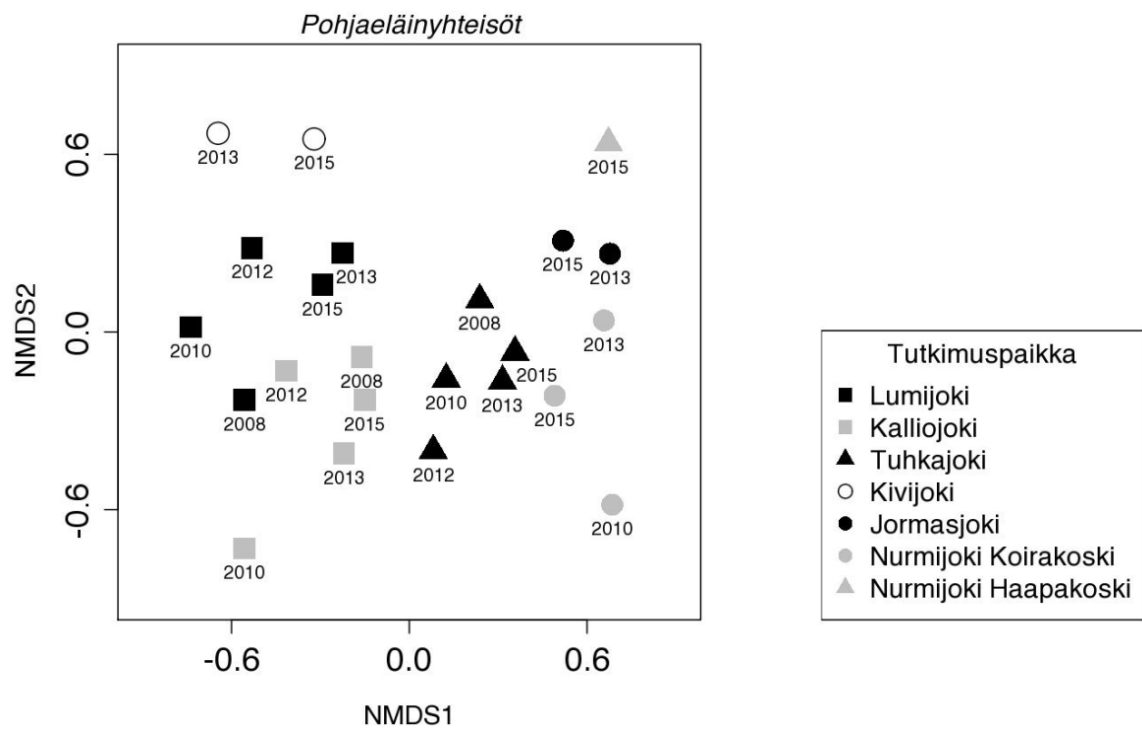
Taulukko 1. Virtavesitutkimusalueiden pohjaeläinyhteisöjä kuvaavia tunnuslukuja

(Pt = pienet turvemaiden joet, Kt = keskisuuret turvemaiden joet, St = suuret turvemaiden joet, n = näyttemäärä, Σ = kokonaisyksilömäärä, taxa = lajimäärä, EPT = EPT-lajimäärä, H' = Shannon-Wiener -diversiteetti-indeksi, $\exp H'$ = eksponenttimuunnettu Shannon-Wiener -indeksiarvo & ASPT = ASPT-indeksi).

Joki	Vuosi		n	Σ	taxa	EPT	H'	$\exp H'$	ASPT **
Lumijoki	2008	Pt	4	1069	17	11	1,47	4,33	6,10
Lumijoki	2010	Pt	4	612	17	10	1,11	3,04	6,08
Lumijoki *	2012	Pt	4	241	18	11	1,44	4,21	5,50
Lumijoki	2013	Pt	4	1484	32	18	1,78	5,94	6,09
Lumijoki	2015	Pt	4	2494	25	17	1,34	3,81	6,37
Kivijoki	2013	Pt	4	3046	14	9	1,01	2,74	5,90
Kivijoki	2015	Pt	4	7255	20	10	1,35	3,87	5,23
Nurmijoki, Haapakoski	2015	St	4	5159	31	20	1,48	4,39	6,95
Nurmijoki, Koirakoski *	2010	St	4	890	39	26	2,83	17,01	6,81
Nurmijoki, Koirakoski	2013	St	4	3229	50	36	2,59	13,30	6,89
Nurmijoki, Koirakoski	2015	St	4	1054	40	28	2,43	11,36	6,70
Kalliojoki	2008	Kt	4	8062	29	18	1,40	4,06	6,63
Kalliojoki	2010	Kt	4	386	16	9	1,59	4,88	6,85
Kalliojoki *	2012	Kt	4	202	21	14	2,09	8,07	6,67
Kalliojoki	2013	Kt	4	260	26	19	2,06	7,85	6,68
Kalliojoki	2015	Kt	4	559	34	23	2,46	11,66	6,26
Tuhkajoki	2008	Kt	4	1995	39	26	2,41	11,11	6,82
Tuhkajoki	2010	Kt	4	1443	38	27	2,81	16,66	6,78
Tuhkajoki *	2012	Kt	4	495	29	20	2,57	13,12	6,45
Tuhkajoki	2013	Kt	4	1742	37	28	2,46	11,68	7,04
Tuhkajoki	2015	Kt	4	675	30	22	2,56	12,93	6,60
Jormasjoki	2013	Kt	4	4703	48	33	2,76	15,75	6,32
Jormasjoki	2015	Kt	4	2223	45	29	3,10	22,15	6,56

*Nurmijoen Koirakosken 2010 aineistojen lähde: pohje-rekisteri. Lumi-, Kallio- ja Tuhkajoen aineisto (Salmelin, julkaisematon)

** ASPT – 2 -arvo laskettu pohje-rekisterin avulla. Arvoon on lisätty luku kaksi (ks. kpl 2.3.2)



Kuva 1. Eri vuosien pohjaeläinyhteisökoostumuksiin perustuva kaksiulotteinen NMDS-ordinaatio (NMDS: stressiarvo 17,4). Mitä lähempänä pisteet sijaitsevat toisiaan, sitä samankaltaisempia pisteiden edustamat pohjaeläinyhteisöt ovat koostumukseltaan. Kaikilta näytteenottoalueilta ei ole saatavissa kaikkien vuosien pohjaeläinaineistoja.

3. JÄRVET

3.1 Tutkimuskohteet ja pohjaeläinaineistot

Vuoden 2015 järvisyvänpohjaeläintarkkailunäytteet otettiin 15.–29.9.2015. Näytteet kerättiin Jormas-, Kallio-, Kivi- ja Laakajärven sekä Kolmisopen ja Kiltuan vakiotutkimuspaikoilta. Purkuputken ympäristövaikutusten arviointiin liittyvät Nuasjärven ja Rehjan syvänpohjaeläimet kerättiin 17.9.2015 ja 28.9.2015. Kaikki näytteet otettiin Ekman-tyypin noutimella. Järvipohjaeläinnäytteenottokehtien sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Jormasjärvi kuuluu ns. keskikokoiset humusjärvet -tyyppiin (Kh). Kiltua ja Kolmisoppi sekä Kivi- ja Laakajärvi kuuluvat puolestaan runsashumuksiset järvet -tyyppiin (Rh) (OIVA 2015). Kalliojärveä ei ole virallisesti tyypitelty (ks. OIVA 2015), mutta se kuuluisi matalat runsashumuksiset järvet -tyyppiin (MRh) (tiedoksianto; Virtanen 2013). Rehja-Nuasjärvi vesimuodostuman pintavesityyppi on suuret humusjärvet (Sh) (OIVA 2015).

Kaivostoiminnan mahdollisia vaikutuksia Jormas-, Kallio-, Kivi- ja Laakajärven sekä Kolmisopen ja Kiltuan syvänpohjaeläimistöön on tarkkailtu aiemmin vuosina 2008, 2010, 2012, 2013 (Pöyry Environment Oy 2009, Pöyry Finland Oy 2011, 2012 & 2014). Tarkkailuohjelmaan ajan myötä tulleiden lisäyksien ja muutosten takia kaikilta kohteilta ei ole saatavilla kaikkien vuosien syvänpohjaeläinaineistoja.

Kaikki järvisyvänpohjaeläinnäytteet on kerätty ympäristöhallinnon kulloinkin voimassa olleiden ohjeiden (mm. Hellsten ym. 2010, Meissner ym. 2012 & 2013) mukaisesti. Vuosina 2008 ja 2010 Jormas-, Kallio- ja Kivijärven sekä Kolmisopen tutkimusalueilta otettiin viisi rinnakkaista syvänpohjaeläinnäytettä, kun vuosina 2012, 2013 ja 2015 kaikkien tutkimuspaikkojen rinnakkaisten pohjaeläinnäytteiden määrä oli kuusi. Kaikkien näytteiden sisältämät pohjaeläimet on pyritty määrittämään vähintään ympäristöhallinnon biologisen perusseurannan vaatimalle tavoitetaksonomiatasolle (ks. Meissner ym. 2013). Nuorien pohjaeläinyksilöiden kohdalla vaadittuun tavoitetaksonomiatasoon ei nykytiedon avulla pystytty. Kaikki pohjaeläintutkimuksien havaintopaikka- ja näytteenottotiedot sekä määritystulokset on tallennettu ympäristöhallinnon ylläpitämään Pohje-rekisteriin. Kaivostoiminnan tarkkailuun liittyviltä tutkimuskohteilta vuonna 2015 havaitut pohjaeläinlaji- ja tiheysmäärätiedot on esitetty liitteessä 4. Nuasjärven ja Rehjan vuoden 2015 pohjaeläinnäytteenoton perustulokset on esitetty liitteessä 5.

Mahdollisia kaivoksen toiminnasta johtuvia vaikutuksia järvien pohjaeläinyhteisöihin selvitettiin vertailemalla seuranta-alojen eri vuosien pohjaeläinanalyysien tuloksia siltä osin, kun aikasarja-aineistoja oli saatavissa. Nuasjärven ja Rehjan vuoden 2015 pohjaeläinaineistoja ja niistä johdettuja pohjaeläimistön tilaa kuvaavia tunnuslukuja voidaan käyttää jatkossa myös lähtötilanteen vertailuaineistona purkuputken ympäristövaikutusten arvioinnissa. Nuasjärven ja Rehjan pohjaeläinselvitysten tuloksia käsitellään erillään kaivostarkkailuun liittyvistä tuloksista.

3.2 Järvien ekologisen tilan arviointi

Vesistöjen ekologisen tila-arvioinnin peruseriaatteita pohjaeläimistön avulla on kuvattu kappaleessa 2.2. Ekologisten laatusuhteiden (ELS) laskentaa varten järvi-kohteiden rinnakkaiset pohjaeläinnäytteet yhdistettiin tutkimuspaikkakohtaisesti kokoomanäytteiksi ja niistä arvioitiin lajikohtaiset keskimääräiset yksilötiheydet (keskimäärin yksilöä/m²) (liitteet 4 ja 5). ELS-laskennoissa aineistojen määritystaso muokattiin laskentojen vaatimalle tasolle. Järvien ekologisen tilan arvioinnissa käytettävien kahden mittarin toimintaperiaatteita on kuvattu tarkemmin seuraavassa.

3.2.1 PICM-syvänpohjaeläinindeksi ja PMA

Järvien ekologisessa tilaluokittelussa käytetään nykyään syvänpohjaeläimistön kohdalla PICM-indeksiä (PICM; Profundal Invertebrate Community Metric; ks. Jyväsjärvi & Hämäläinen 2011) sekä PMA-mittaria (Aroviita ym. 2012). PMA-mittaria ei kuitenkaan käytetä runsashumuksisten (Rh) -järvityyppien kohdalla (tiedoksianto; Aroviita 2015). Järvisyvänpohjaeläimistön PICM-indeksi perustuu lajien runsauksilla painotettuun indikaattoripistearvojen keskiarvoon. PICM-indeksi huomioi surviaissääskien (Chironomidae) ohella muitakin syvänteissä esiintyvät pohjaeläinryhmät. PICM:n oletetaan ilmentävän paremmin humuskuormituksen aiheuttamia vasteita pohjaeläinyhteisössä. Jyväsjärvi ja Hämäläinen (2011) sekä Aroviita ym. (2012) ovat kuvanneet

tarkemmin PICM-indeksin laskentaa sekä sen perusteita. PMA:n toimintaperiaatetta on selvitetty kappaleessa 2.2.2.

Keskisyvyydeltään alle kolmen metrin olevien järvien kohdalla ei käytetä PICM- tai PMA-indeksiä, vaan matalien järvtyyppien kohdalla pohjaeläimistöön perustuva ekologisen tilan arviointi tulisi pohjautua rantavyöhykkeen pohjaeläimistöön (Aroviita ym. 2012). Tästä syystä matalat runsashumuksiset järvet -tyyppiin (MRh) kuuluvan Kalliojärven vuoden 2015 syvännepohjaeläinaineistosta ei laskettu ekologisen tilaluokan mittareita.

PICM-indeksi-arvojen laskennoissa käytetyt järvien keskisyvyydet saatiin OIVA-tietojärjestelmästä (OIVA 2015) ja järvivesimuodostumien luontaiset väriarvoarviot Kainuun ELY-keskuksen Kimmo Virtaselta (Virtanen, tiedoksianto 2013). PICM (O) arvot perustuvat mallin arvoihin, jossa tutkimusjärven keskisyvyys on tiedossa. PICM-indeksin erinomaisen ja hyvän tilan luokkaraja kiinnitetään ohjeen mukaan (ks. Aroviita ym. 2012) vertailuolujen vaihtelun alakvartaaliin, jonka jälkeen muut luokat asetetaan tasavälisesti niin, että huonon tilaluokan alaraja on nolla. Ekologisen luokittelun vertailu- ja luokkaraja-arvoina käytettiin uusimpia Aroviidan ym. (2012) esittämiä järvtyyppikohtaisia arvoja.

3.3 Muut syvännepohjaeläimistöä kuvaavat pohjaeläinmittarit

Järvien näytteenottoalueiden pohjaeläinlajiston runsaussuhteita kuvattiin kokoomanäytteistä arvioiduilla pohjaeläintiheyksillä (keskimäärin yksilöä/taksoni/m²). Pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuuden kuvaamiseen käytettiin taksonimäärää. Pohjaeläinten tiheys- ja taksonimäärä ei käytetä vesistöjen ekologisessa tila-arvioinnissa ja -luokittelussa. Taksoni- ja tiheysarvot laskettiin Pohje-rekisterin avulla.

3.4 Tulokset – Kaivostarkkailuun liittyvät järvitutkimuskohteet

Vuoden 2015 selvityksen järvisyvännepohjaeläinaineistot sisälsivät yhteensä noin 460 pohjaeläinyksilöä. Tutkimusalueilta ei havaittu nykyään uhanalaisena pidettyjä pohjaeläinlajeja (ks. Rassi ym. 2010, liite 4). Kaivoksen tarkkailuun liittyvien syvännepohjaeläintutkimusalueiden pohjaeläintiheydet ja taksonimäärät ovat vaihdelleet eri vuosina melko runsaasti tutkimuspaikkojen välillä ja itse tutkimuspaikkojen sisällä. Pisimmät viiden vuoden syvännepohjaeläinajaksarjat on saatavissa Kivijärveltä (Kiv 1), Kalliojärveltä (Kal 1), Kolmisopelta (Kol 1) sekä Jormasjärven kahdelta näytteenottoalueelta (Jor 3 ja Jor 5).

Koska Kalliojärvi kuuluu matalat runsashumuksiset järvet -tyyppiin (MRh), Kalliojärven pohjaeläinaineistosta ei laskettu ekologisen tilaluokittelun mittareita. Kalliojärven Kal 1 -tutkimuspaikan syvännepohjaeläinnäytteistä havaittiin ennen kaivostoiminnan varsinaista aloittamista keskimäärin noin 2 000 pohjaeläinyksilöä neliometriä kohden ja viisi pohjaeläinlajia. Tämän jälkeen Kalliojärven syvänealueen pohjaeläinten yksilö- ja lajimäärät ovat olleet selvässä laskussa. Vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuoto kuormitti Kalliojärveä huomattavasti. Vuonna 2013 paikan näytteistä ei löydetty enää yhtään elävää pohjaeläinyksilöä. Vuonna 2015 alueelta havaittiin yksi *Chaoborus flavicans* -lajin toukka sekä kolme surviaissääskiin kuuluvaa *Chironomus anthracinus* -lajin toukkaa (Taulukko 4 & Liite 4).

Vuonna 2015 PICM-indeksin perusteella Kolmisoppi on tyydyttävässä ekologisessa tilassa, kun aiempina tarkkailuvuosina PICM on kuvannut järven olevan joko erinomaisessa tai hyvässä tilassa. Kolmisoppi kuuluu runsashumuksisten (Rh) -järvityyppiin, joten PMA:ta ei käytetä Kolmisopen tila-arvioinnissa (ks. kappale 3.2.1)(taulukko 2). Kolmisopen syvännepohjaeläinnäytteenottoalueelta havaittiin ennen kaivostoiminnan varsinaista käynnistymistä eniten pohjaeläinyksilöitä ja -lajeja. Tämän jälkeen havaitut keskimääräiset pohjaeläintiheydet ja -lajimäärä ovat olleet pienempiä. Vuonna 2015 Kolmisopen näytteenottoalueelta havaittiin enää kaksi pohjaeläinlajia, Pisiidiusm-suvun simpukka sekä muutamia sulkasääskiin kuuluvia *Chaoborus flavicans* -lajin toukkia. Lisäksi vuonna 2015 havaittu pohjaeläinyksilötiheys oli Kolmisopen tarkkailuajaksarjan pienin (Taulukko 4).

Jormasjärvi on luokitellut PICM-arvojen perusteella joko hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan. Syvännepohjaeläinyhteisökoostumukseen perustuva PMA on luokitellut Jormasjärven jokaisena tarkkailuvuonna erinomaiseen ekologiseen tilaluokkaan (Taulukko 2). Jormasjärven Jor 5 -tutkimusalueelta havaittiin vuonna 2008 ennen varsinaista kaivostoimintaa eniten pohjaeläinyksi-

löitä. Tämän jälkeen paikalta havaitut keskimääräiset pohjaeläintiheydet ovat olleet noin puolet vuonna 2008 havaitusta tasosta. Vuonna 2015 Jor 5 -näytteenottoalueelta havaittiin tarkkailuajakasarjahistorian pienin pohjaeläinten taksonimäärä. Jormasjärven Jor 3 -tutkimusalueen pohjaeläinlaji- ja yksilötiheysmäärät ovat pysyneet suhteellisen vakaina (Taulukko 4).

Kivijärvi luokitui vuoden 2015 pohjaeläinnäytteenoton perusteella joko hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 3). PICM-mittarin soveltuvuutta Kivijärven ekologisessa tilaluokittelussa on käsitelty tarkemmin tulosten tarkastelu -kappaleessa (kappale 4.2). Kivijärveltä ei ole raportoitu aiemmin ekologisen tilan luokitteluarvoja (ks. Pöyry Finland Oy 2014). Kivijärvi on nykyään tyypitelty kuuluvaksi runsashumuksisien (Rh) -järvityyppiin, joten PMA:ta ei käytetä Kivijärven tila-arvioinnissa (ks. kappale 3.2.1). Kivijärven Kiv 1 -vakiotutkimusalueen syvännepohjaeläinlajimäärä on laskenut varsinaisen kaivostoiminnan aloittamisen jälkeen. Vuonna 2008 Kiv 1 -alueelta havaittiin seitsemän pohjaeläinlajia, kun vuonna 2013 alueelta ei havaittu enää yhtään pohjaeläintä. Vuonna 2015 alueelta havaittiin yksi surviaissääsken toukka (Chironomidae) sekä sulkasääskiin kuuluvia *Chaoborus flavicans* -lajin toukkia. Kivijärven Kiv 2 -tutkimusalueelta on saatavissa vain vuosien 2012, 2013 ja 2015 aineistot. Kiv 2 -alueen keskimääräinen pohjaeläinyksilötiheys oli selvästi pienempi vuosina 2013 ja 2015 kuin vuonna 2012 (Taulukko 4 & Liite 4).

Laakajärvi on luokitunut tarkkailuvuosina PICM:n perusteella erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 3). Vuonna 2015 havaitut Laakajärven pohjaeläinyksilötiheydet olivat Laakajärven näytteenottoalueiden tarkkailuajasarjojen pienimmät (Taulukko 4).

Kiltua on luokitunut PICM:n perusteella vuonna 2012 hyvään tilaluokkaan ja vuonna 2013 erinomaiseen ekologiseen tilaan. Vuonna 2015 PICM kuvasi Kiltuan olevan hyvässä ekologisessa tilassa (Taulukko 3). Kiltuan näytteenottoalueelta havaittiin vuonna 2012 selvästi suurempi pohjaeläinyhteisötiheys ja -lajimäärä kuin vuosina 2013 ja 2015 (Taulukko 4).

Taulukko 2. Kolmisopen ja Jormasjärven tutkimuskohteiden havaitut (O) ja odotetut (E) PICM- ja PMA-arvot sekä näihin mittareihin perustuvat ekologiset laatusuhteet (ELS) ja -luokat sekä luokkarajat eri vuosina (T= tyydyttävä, Hy = hyvä & E = erinomainen).

Näytteenottoalue	Kolmisoppi (Kol 1)					Jormasjärvi (Jor 5)					Jormasjärvi (Jor 3)				
VPD tyyppi	Rh					Kh					Kh				
Näytteenottovuosi	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015
näytesyvyys [m]	11	13	14	13,5	14	18	16	18,5	18	8	25	26	26	26	25
näytemäärä	5	5	6	6	6	5	5	6	6	6	5	5	6	6	6
PICM (O)	1,464	0,807	1,296	2,123	0,600	1,47	1,258	1,731	1,31	0,600	1,464	1,357	1,902	1,966	1,536
PICM (E)	1,199	1,284	1,324	1,304	1,324	1,654	1,583	1,671	1,654	1,241	1,875	1,904	1,904	1,904	1,875
PICM ELS	1,221	0,628	0,979	1,629	0,453	0,889	0,795	1,036	0,792	0,484	0,781	0,713	0,999	1,033	0,819
PICM luokka	E	Hy	E	E	T	E	Hy	E	Hy	Hy	Hy	Hy	E	E	E
PICM E/Hy	0,960	1,027	1,059	1,043	1,059	1,323	1,266	1,337	1,323	0,993	1,5	1,523	1,523	1,523	1,500
PICM Hy/T	0,720	0,77	0,795	0,782	0,794	0,992	0,95	1,003	0,992	0,745	1,125	1,142	1,142	1,142	1,125
PICM T/V	0,480	0,514	0,529	0,522	0,794	0,662	0,633	0,668	0,662	0,496	0,75	0,762	0,762	0,762	0,750
PICM V/Hu	0,240	0,257	0,265	0,261	0,265	0,331	0,317	0,334	0,331	0,248	0,375	0,381	0,381	0,381	0,375
PMA (O)	-	-	-	-	-	0,67	0,551	0,417	0,636	0,491	0,51	0,551	0,554	0,464	0,468
PMA (E)	-	-	-	-	-	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
PMA ELS	-	-	-	-	-	1,650	1,358	1,026	1,567	1,209	1,257	1,358	1,364	1,143	1,153
PMA luokka	-	-	-	-	-	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

Taulukko 3. Kivi- ja Laakajärven sekä Kiltuan tutkimuskohteiden havaitut (O) ja odotetut (E) PICM- ja PMA-arvot sekä näihin mittareihin perustuvat ekologiset laatusuhteet (ELS) ja -luokat sekä luokkarajat eri vuosina. Kivijärveltä ei ole raportoitu aiemmin PICM:iin perustuvia ekologisen tilan luokitteluarvoja (ks. Pöyry Finland Oy 2014)(Kiv = Kivijärvi, T= tyydyttävä, Hy = hyvä & E = erinomainen).

Näytteenottoalue	Kiv 1	Kiv 2	Laakajärvi (Laa 081)			Laakajärvi (Laa 13)			Kiltua (Kil 4)		
VPD tyyppi	Rh	Rh	Rh			Rh			Rh		
Näytteenottovuosi	2015	2015	2012	2013	2015	2012	2013	2015	2012	2013	2015
Näytteenottosyvyys [m]	5	8,5	26,5	23	24	8	9,5	8,25	37	35	37,5
Näytteiden lukumäärä	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
PICM (O)	0,600	0,600	1,841	1,473	1,667	0,891	1,315	1,779	1,315	3,271	1,818
PICM (E)	0,684	0,883	1,597	1,494	1,524	0,919	0,994	0,932	2,305	2,257	2,317
PICM ELS	0,877	0,680	1,153	0,986	1,094	0,969	1,324	1,908	0,570	1,449	0,784
PICM luokka	E *	Hy *	E	E	E	E	E	E	T	E	Hy
PICM E/Hy	0,547	0,706	1,277	1,195	1,219	0,736	0,795	0,746	1,844	1,805	1,854
PICM Hy/T	0,410	0,530	0,958	0,895	0,914	0,552	0,596	0,559	1,383	1,354	1,390
PICM T/V	0,274	0,353	0,639	0,598	0,610	0,368	0,397	0,373	0,922	0,903	0,927
PICM V/Hu	0,137	0,177	0,319	0,299	0,305	0,184	0,199	0,186	0,461	0,451	0,463

* PICM -mittarin soveltuvuutta ja siihen perustuvia ekologisia tilaluokituksia Kivijärven tapauksessa on käsitelty tarkemmin kappaleessa 4.2. Kiltuan vuoden 2012 aineiston lähde: Pohje-rekisteri.

Taulukko 4. Tutkittujen järvisyvänteiden pohjaeläinyhteisöjä kuvaavia tunnuslukuja. Tutkimuskohteilta Kal1 ja Kiv1 ei löydetty vuonna 2013 yhtään elävää pohjaeläinyksilöä

Paikka	Vuosi	yksilöä / m²	taksonia
Kalliojärvi (Kal 1)	2008	2000	5
Kalliojärvi (Kal 1)	2010	311	3
Kalliojärvi (Kal 1)	2012	110	1
Kalliojärvi (Kal 1)	2013	0	0
Kalliojärvi (Kal 1)	2015	29	2
Kolmisoppi (Kol 1)	2008	1439	8
Kolmisoppi (Kol 1)	2010	159	3
Kolmisoppi (Kol 1)	2012	475	4
Kolmisoppi (Kol 1)	2013	231	6
Kolmisoppi (Kol 1)	2015	58	2
Jormasjärvi (Jor 5)	2008	1093	10
Jormasjärvi (Jor 5)	2010	491	6
Jormasjärvi (Jor 5)	2012	542	10
Jormasjärvi (Jor 5)	2013	467	7
Jormasjärvi (Jor 5)	2015	698	4
Jormasjärvi (Jor 3)	2008	1439	8
Jormasjärvi (Jor 3)	2010	879	8
Jormasjärvi (Jor 3)	2012	525	11
Jormasjärvi (Jor 3)	2013	1055	9
Jormasjärvi (Jor 3)	2015	1142	9
Kivijärvi (Kiv 1)	2008	2623	7
Kivijärvi (Kiv 1)	2010	318	3
Kivijärvi (Kiv 1)	2012	2215	4
Kivijärvi (Kiv 1)	2013	0	0
Kivijärvi (Kiv 1)	2015	152	2
Kivijärvi (Kiv 2)	2012	1678	2
Kivijärvi (Kiv 2)	2013	156	2
Kivijärvi (Kiv 2)	2015	159	2
Laakajärvi (Laa 013)	2012	1240	9
Laakajärvi (Laa 013)	2013	363	11
Laakajärvi (Laa 013)	2015	225	9
Laakajärvi (Laa 081)	2012	773	9
Laakajärvi (Laa 081)	2013	536	7
Laakajärvi (Laa 081)	2015	476	5
Kiltua (Kil 4) *	2012	815	11
Kiltua (Kil 4)	2013	93	6
Kiltua (Kil 4)	2015	58	4

* Kiltuanjärven vuoden 2012 aineiston lähde: Pohje-rekisteri (2013).

3.5 Tulokset – Nuasjärvi ja Rehja, purkuputkeen liittyvä pohjaeläinselvitys

Vuoden 2015 Nuasjärven ja Rehjan syvännepohjaeläinaineistot sisälsivät yhteensä noin 1 340 pohjaeläinyksilöä. Tutkimusalueilta ei havaittu nykyään uhanalaisena pidettyjä pohjaeläinlajeja (ks. Rassi ym. 2010, liite 5).

Nuasjärven Nj34- ja Nj37 -tutkimuskohteet luokittuivat PICM-indeksin perusteella erinomaiseen ekologiseen tilaan. PICM luokitteli Nj35- ja Rehja, itä -kohteet tyydyttävään tilaluokkaan. Rehja 135 -näytteenottoalue on PICM:n perusteella hyvässä ekologisessa tilassa. PMA luokitteli Nj35 –kohdetta lukuun ottamatta kaikki muut näytteenottoalueet erinomaiseen ekologiseen tilaan. Nj35 alue luokittui PMA:n perusteella tyydyttävään tilaluokkaan (Taulukko 5).

Taulukko 5. Nuasjärven ja Rehjan tutkimuskohteilta vuonna 2015 havaitut (O) ja odotetut (E) PICM- ja PMA-arvot sekä näihin mittareihin perustuvat ekologiset laatusuhteet (ELS) ja -luokat sekä luokkarajat (T= tyydyttävä, Hy = hyvä & E = erinomainen).

Näytteenottoalue	Nj_34	Nj_35	Nj_37	Rehja itä	Rehja 135
VPD tyyppi	Sh	Sh	Sh	Sh	Sh
Näytteenottovuosi	2015	2015	2015	2015	2015
näytesyvyys [m]	11	29,8	22,5	25	40
näyttemäärä	6	6	6	6	6
PICM (O)	1,517	0,868	1,767	1,192	1,461
PICM (E)	1,529	2,155	1,946	2,021	2,408
PICM ELS	0,992	0,403	0,908	0,590	0,607
PICM luokka	E	T	E	T	Hy
PICM E/Hy	1,223	1,724	1,557	1,617	1,926
PICM Hy/T	0,918	1,293	1,168	1,213	1,445
PICM T/V	0,612	0,862	0,778	0,808	0,963
PICM V/Hu	0,306	0,431	0,389	0,404	0,482
PMA (O)	0,387	0,207	0,386	0,342	0,33
PMA (E)	0,447	0,447	0,447	0,447	0,447
PMA ELS	0,867	0,463	0,864	0,765	0,738
PMA luokka	E	T	E	E	E

4. TULOSTEN TARKASTELU

Seuraavassa tarkastellaan pohjaeläinyhteisöissä tapahtuneita yhteisömuutoksia aikaisempiin tarkkailuvuosiin verrattuna. Vaikka kaivostoiminta on kuormittanut etenkin lähialueen vesiä, tulosten tarkastelussa on otettava huomioon, että kaivosaluetta lähimpänä sijaitsevat pohjaeläintutkimuskohteet sijaitsevat vesistöissä, joiden valuma-alueilla esiintyy mustaliuskealueita. Mustaliuskealueiden vesistöjen vedet ovat yleensä luontaisesti happamia. Luontaisesti happamien vesistöjen pohjaeläinyhteisöjen on todettu olevan luontaisesti lajistollisesti köyhempiä (Tolkinen ym. 2013, Annala ym. 2014).

Lisäksi tulosten tarkastelussa on huomioitava, että kaivostoiminnan pohjaeläintutkimusasetelmassa ei ole tutkimusaloille vertailunäytteenottoalueita, joille ei kohdistu vesistövaikutuksia. Tästä syystä tutkimuskohteiden pohjaeläinyhteisöissä luontaisesti esiintyvän vaihtelun määrää on vaikea eritellä kaivostoiminnasta johtuvista pohjaeläimistön muutoksista. Etenkin kaivosaluetta kauempana sijaitsevien pohjaeläinnäytteenottoalueiden vesistökuormituksesta johtuvat vasteet yhteisöissä voivat näkyä myös vasta viiveellä.

4.1 Oulujoen vesistön suunta

4.1.1 Kalliojärvi - Kalliojoki

Kaivosalueelta Oulujoen vesistön suuntaan lähtevien vesien vaikutusalueella ensimmäinen vakio-pohjaeläinnäytteenottoalue sijaitsee Kalliojärvellä. Kaivostoiminta on vaikuttanut Kalliojärveen huomattavasti. Esimerkiksi vuonna 2010 mangaanipitoisuudet ylittivät Kalliojärvessä vesieliöstölle haitallisena pidettävän tason (Pöyry Finland Oy 2011). Merkittävin muutos Kalliojärven ja -joen vedenlaatuun tapahtui vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon yhteydessä, jolloin happamia ja metallipitoisesta vesiä virtasi Kalliojoen kautta Kalliojärveen. Kalliojärvi on ollut pysyvästi kerrostunut vuodesta 2011 lähtien. Kerrostuneisuus johtuu tiheän sulfaattipitoisen veden kertymisestä alusveteen (Ramboll Finland Oy 2016a).

Kalliojärvi kuuluu matalat runsashumuksiset järvet -tyyppiin (MRh), joten järven ekologista tilaa ei nykyohjeistuksen mukaan määritellä syvännepohjaeläimistön avulla. Syvännepohjaeläinaineistoja käytettiin kuitenkin tukena Kalliojärven ekologisen tilakehityksen arvioinnissa. Tulosten perusteella Kalliojärven syvännepohjaeläinten yksilö- ja lajimäärät ovat laskeneet selvästi kaivostoimintaa edeltäneeseen aikaan verrattuna. Kipsisakka-alasvuodon jälkeen vuonna 2013 paikan näytteistä ei löydetty enää yhtään elävää pohjaeläinyksilöä. Vuonna 2015 alueelta havaittiin yksi *Chaoborus flavicans* -lajin toukka sekä kolme surviaissääskiin kuuluvaa *Chironomus*

anthracinus -lajin toukkaa. Yleisesti Chaoborus-toukkien yksilömäärän kasvua on pidetty järven pilaantumiskehityksen ilmentäjänä (mm. Paasivirta 1989) ja lajia tavataankin runsaasti etenkin rehevissä ja syvissä syvänteissä (esim. Liljendahl-Nurminen 2006). *C. anthracinus* -lajia pidetään myös rehevyyden ilmentäjänä ja niukkoihin happiolosuhteisiin sopeutuneena lajina (mm. Tolonen ym. 2005). Vuosien 2013 ja 2015 tulokset kertovat Kalliojärven sekä sen syvännepohjaeläimistön erittäin heikosta nykytilasta.

Kalliojärven ranta-alueen pohjaeläimistöä on tutkittu vuosina 2012 ja 2013. Kalliojärvi luokitui vuonna 2012 rantavyöhykkeen tyyppiominaisiin lajeihin perustuvan mittarin perusteella hyvään ekologiseen tilaan, kun pohjaeläinyhteisörakennetta kuvaava PMA-mittari luokitteli Kalliojärven tuolloin välttävään tilaan. Vuonna 2013 Kalliojärven ekologinen tila laski rantavyöhykkeen tyyppiominaisten lajien perusteella välttäväksi ja PMA-mittariarvon mukaan huonoksi (Pöyry Finland Oy 2014). Kalliojärven nykyistä kokonaisvaltaista ekologista tilaa ei ole määritelty ympäristöviranomaisten toimesta (Ympäristöhallinto 2016).

Kalliojärvi purkaa vetensä Korentojoen kautta Kalliojokeen. Kalliojoen alaosalla sijaitsevan vakio-pohjaeläinnäytteenottoalueen elinympäristörakenteessa on tapahtunut muutoksia pohjaeläintarkkailuhistorian aikana. Alajuoksulle rakennettu pohjapato allasti aiemmin yläpuolista koskialuetta ja siten alueen virtausolosuhteissa tapahtui muutoksia. Myöhemmin Kolmisopen pinnannosto on peittänyt Kalliojoen alkuperäisen pohjaeläinnäytteenottoalueen ja vuosien 2013 ja 2015 Kalliojoen pohjaeläinnäytteet on jouduttu ottamaan eri kohdasta, ylempää ylävirrasta kuin aiempien vuosien näytteet. Elinympäristörakenteen muutokset muuttavat yleensä myös pohjaeläinyhteisön koostumusta. Kalliojoen alaosan rakenteelliset muutokset vaikeuttavat kuormituksesta ja elinympäristömuutoksista aiheutuneiden, viime vuosina näkyneiden, pohjaeläinyhteisömuutoksien erotelua. Rakenteellisesti muuttunut elinympäristö sekä eri vuosien eri näytteenottoalueista mahdollisesti johtuvat vaikutukset tuloksiin on syytä huomioida verrattaessa Kalliojoen vuosien 2013 ja 2015 pohjaeläintuloksia aiempien tarkkailuvuosien tuloksiin. Vuonna 2015 Kalliojoki luokitui pohjaeläinmittarista riippuen joko hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan. Päälyllyksiin perustuva IPS-indeksi kuvasi Kalliojoen olevan vuonna 2015 erinomaisessa ekologisessa tilassa (Ramboll Finland Oy 2016b). Kalliojoki kuuluu Tuhkajoki-Korentojoki vesimuodostumaan, jonka ekologisen tilan ympäristöviranomaiset ovat arvioineet tyydyttäväksi (Ympäristöhallinto 2016). Kalliojoelta vuonna 2015 havaittu ASPT – 2 -arvo oli alle sen, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu. ASPT-indeksillä mitattuna Kalliojoen pohjaeläinyhteisöt eivät olleet kärsineet orgaanisesta kuormituksesta ennen vuotta 2015. Vuoden 2015 Shannon-Wiener -arvon perusteella Kalliojoen pohjaeläinyhteisön monimuotoisuus oli suurempi kuin alueelta on aiemmin keskimäärin havaittu. ASPT- ja Shannon-Wiener -indeksit eivät kuulu jokien virallisiin ekologisen tilan mittareihin.

4.1.2 Kolmisoppi

Kalliojoki laskee Kolmisoppeen, jossa sijaitsee seuraava syvännepohjaeläinnäytteenottoalue Oulujoen vesistön suuntaan siirryttäessä. Vuonna 2015 vesiä juoksetettiin enemmän Oulujoen vesistön suuntaan. Kasvanut vesistökuormitus on todennäköisesti heikentänyt Kolmisopen tilaa. Vuoden 2015 PICM-arvon perusteella Kolmisopen tila oli tyydyttävä, kun se on aiemmin ollut erinomainen tai hyvä. Ympäristöviranomaiset ovat arvioineet Kolmisopen kokonaisvaltaisen ekologisen tilan nykyään välttäväksi (Ympäristöhallinto 2016). Kolmisopen syvännepohjaeläimet kärsivät mitä todennäköisimmin hapettomuudesta, sillä järven alusvedessä happitilanne oli vuonna 2015 välttävä tai tyydyttävä. Lisäksi alusveden pH-arvot viittaavat happamiin olosuhteisiin. Tämän lisäksi Kolmisopen alusveden sulfaattipitoisuudet ovat olleet viime vuosina korkeampia kuin aiempina vuosina (ks. Ramboll Finland Oy 2016a).

4.1.3 Tuhkajoki

Kolmisoppi laskee vetensä Tuhkajokeen. Tuhkajoki on luokitunut jokaisena tarkkailuvuonna pohjaeläimistön perusteella erinomaiseen tai hyvään tilaluokkaan. Jotkin pohjaeläinmittariarvot ovat olleet hyvän ja erinomaisen tilaluokan rajalla. Tuhkajoen piilevyhteisöin perustuva IPS-arvo sijoittui vuonna 2015 erinomaiseen laatuluokkaan (Ramboll Finland Oy 2016b). Tuhkajoki kuuluu Tuhkajoki-Korentojoki vesimuodostumaan, jonka ekologisen tilan ympäristöviranomaiset ovat arvioineet tyydyttäväksi (Ympäristöhallinto 2016). Tuhkajoen pohjaeläinyhteisön monimuotoisuutta kuvaavissa Shannon-Wiener -arvoissa tai orgaanisen kuormitusta kuvaavissa ASPT-arvoissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Vuonna 2015 Tuhkajoen veden pH kuvasti lie-

västi happamia olosuhteita. Tuhkajoen sulfaatti- ja liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat edellisvuotta matalammat (Ramboll Finland Oy 2015a). Esimerkiksi vuonna 2010 Tuhkajoen veden nikkelin ja sinkin pitoisuudet ylittivät tuolloin vesieliöstölle haitallisena pidettävän tason kevästä syksyyn (Pöyry Finland Oy 2011). Tuhkajoen ja kaivosalueen välillä on Kolmisopen järviolue, joka on mahdollisesti puskuroinut kaivokselta Tuhkajokeen kohdistunutta kuormitusta purkuvesien pitoisuuksien laimenemisen ja sedimentaation kautta.

4.1.4 Jormasjärvi

Tuhkajoki laskee Jormasjärveen. Lähinnä Tuhkajoen suuaukkoa sijaitseva Jormasjärven syvännepohjaeläinnäytealue on Jormasjärvi 5 (Jor 5). Näytteenottoalue sijaitsee Talvilahden syvänteessä. Jormasjärven Jor 5 -alue on luokitunut PICM-arvojen perusteella joko hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan. Syvännepohjaeläinyhteisökoostumukseen perustuva PMA on luokitellut alueen jokaisena tarkkailuvuonna erinomaiseen ekologiseen tilaluokkaan. Jor 5 -alueelta havaittiin vuonna 2008 ennen varsinaisen kaivostoiminnan aloittamista eniten pohjaeläinyksilöitä. Tämän jälkeen paikalta havaitut keskimääräiset pohjaeläintiheydet ovat olleet noin puolet vuoden 2008 tasosta (Pöyry Finland Oy 2014). Vuonna 2015 Jor 5 -näytteenottoalueelta havaittu pohjaeläinlajimäärä oli tarkkailuaikasarjan pienin. Laji- ja tiheysmääriä ei kuitenkaan käytetä vesistöjen ekologisen tilan virallisina arviointimittareina. Alueen alusveden sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuudet ovat olleet kuitenkin viime vuosina suurempia kuin aiempina tarkkailuvuosina (ks. Ramboll Finland Oy 2016a.)

Jormasjärven keskialtaalla sijaitsevan tutkimuspaikalta (Jor 3) on luokitunut viimeisen kolmen pohjaeläintarkkailuvuoden perusteella molempien tila-arvioinnissa käytettyjen pohjaeläinmittarien perusteella erinomaiseen ekologiseen tilaan. Aiemmin, vuosina 2008 ja 2010 alue luokitui PICM-mittarin perusteella hyvään tilaluokkaan. Kuten Jormasjärven Talvilahdellakin, myös keskialtaalla alusveden sulfaattipitoisuudet ovat kuitenkin nousseet vuodesta 2011 lähtien (Ramboll Finland Oy 2016a). Tästä huolimatta Jor 3 -alueen pohjaeläinyhteisössä ei ole vielä havaittavissa merkittäviä muutoksia. Ympäristöviranomaiset ovat arvioineet Jormasjärven kokonaisvaltaisen ekologisen tilan nykyään hyväksi (Ympäristöhallinto 2016).

4.1.5 Jormasjoki – Rehja-Nuasjärvi

Jormasjärvi purkaa vetensä Jormasjokeen. Alueelta on saatavissa ainoastaan kahden vuoden pohjaeläinaineistot. Jormasjoki luokitui vuosina 2013 ja 2015 kaikkien pohjaeläinmittarien perusteella erinomaiseen tilaluokkaan. Ympäristöviranomaiset ovat arvioineet Jormasjoen kokonaisvaltaisen ekologisen tilan nykyään hyväksi (Ympäristöhallinto 2016). Jormasjoelta havaitut ASPT – 2 -arvot ovat olleet hieman alle sen, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu, joten ASPT-indeksillä mitattuna Jormasjoen pohjaeläinmistö on voinut kärsiä hieman orgaanisesta kuormituksesta. Vuoden 2015 pohjaeläinyhteisön monimuotoisuutta kuvaavan Shannon-Wiener -arvon perusteella oli suurempi kuin vuonna 2013. Jormasjoelta on saatavissa ainoastaan kahden vuoden pohjaeläinaineistot, joten ASPT- ja Shannon-Wiener -indeksien kehittymisestä ei kannata vetää vielä tässä vaiheessa pitkälle meneviä johtopäätöksiä. ASPT- ja Shannon-Wiener -indeksit eivät kuulu jokien virallisiin ekologisen tilan mittareihin. Jormasjoen sähkönjohtavuus on hieman noussut vuodesta 2014, vaikka joen sulfaattipitoisuudet olivat hieman pienempiä kuin edellisenä vuonna (Ramboll Finland Oy 2016a).

Jormasjoki laskee Rehja-Nuasjärvi vesimuodostumaan. Vuoden 2015 syksyllä Rehja-Nuasjärveltä otettiin syvännepohjaeläinnäytteitä ensimmäistä kertaa liittyen Terrafame Mining Oy:n purkupuutken tarkkailuun. Vuoden 2015 aineistoja voidaan käyttää jatkossa vertailuaineistoina purkupuutken mahdollisten vesistövaikutusten arvioinnissa. Pohjaeläinmittarista ja näytteenottoalueen sijainnista riippuen vuonna 2015 havaitut pohjaeläinmittariarvot luokittelivat Rehja-Nuasjärven joko tyydyttävään, hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan.

4.2 Vuoksen vesistön suunta

4.2.1 Lumijoki

Kaivosalueelta Vuoksen vesistön suuntaan lähtevien purkuvesien vaikutusalueella ensimmäinen pohjaeläinnäytteenottoalue sijaitsee Lumijoen alaosalla. Vuosina 2013 ja 2015 Lumijoki luokitui tyyppilajeihin ja tyyppiominaiseen EPT-heimomäärään perustuvien mittarien mukaan erinomain-

seen ekologiseen tilaan, vaikka kaivostoiminta on selvästi heikentänyt Lumijoen vedenlaatua (Pöyry Finland Oy 2014, ks. Ramboll Finland Oy 2016a). Esimerkiksi Lumijoella vuoden 2010 nikkelipitoisuudet olivat vuotta 2009 korkeammat ja pitoisuudet ylittivät tuolloin eliöstölle haitallisen tason. Tuolloin myös mangaanipitoisuudet ylittivät selvästi eliöstölle haitallisen tason. Kipsisakka-allasvuoto kasvatti Lumijoen kuormitusta entisestään (Pöyry Finland Oy 2014). Siksi Lumijoelta vuosina 2013 ja 2015 havaittuja erinomaista ekologista tilaa kuvaavia pohjaeläinmittariarvoja ja kasvaneen vesistökuormituksen yhteyttä on vaikea selittää. Pohjaeläinyleisökoostumukseen perustuvan PMA-mittari luokitteli Lumijoen vuonna 2008 ennen varsinaista kaivostoiminnan aloittamista erinomaiseen tilaluokkaan. Vuosina 2010, 2012, 2013 ja 2015 Lumijoki on ollut PMA:n perusteella tyydyttävässä ekologisessa tilassa. Lumijoen nykyistä ekologista tilaa ei ole määritetty ympäristöhallinnon viranomaisten toimesta (Ympäristöhallinto 2016). Lumijoelta eri vuosina havaitut ASPT – 2 -arvot ovat olleet alle sen, mitä vertailuvesistöistä on keskimäärin havaittu. ASPT-indeksillä mitattuna Lumijoen pohjaeläinyhteisöt ovat kärsineet hieman orgaanisesta kuormituksesta. Vuoden 2015 Lumijoen pohjaeläinyhteisön monimuotoisuutta kuvaava Shannon-Wiener -arvo oli tarkkailuaikasarjan toiseksi pienin.

4.2.2 Kivijärvi - Kivijoki

Lumijoki laskee Kivijärveen, jossa sijaitsee seuraava pohjaeläintarkkailun vakionäytteenottoalue Kiv 1. Lisäksi Kivijärvellä on näytteenottoalue Kiv 2, josta on saatavissa vain vuosien 2012, 2013 ja 2015 pohjaeläinaineistot. Kivijärvi luokitui vuoden 2015 pohjaeläinnäytteenoton perusteella joko hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan. PICM-mittarin soveltuvuutta Kivijärven ekologisessa tilaluokittelussa on kuitenkin syytä tarkastella erittäin kriittisesti. PICM on kehitetty nimenomaan isojen järviuodostumien syvänteiden pohjaeläinyhteisöille. Kivijärvi on pieni ja matala, keskisyvyyden ollessa vain noin 3,2 metriä. Lisäksi Kivijärvistä puuttuu varsinainen järvisyväne. Kivijärveltä ei ole raportoitu aiemmin ekologisen tilan luokitteluarvoja (ks. Pöyry Finland Oy 2014). Kiv 1 -vakiotutkimusalueen syvännepohjaeläinlajimäärä on laskenut varsinaisen kaivostoiminnan aloittamisen jälkeen. Vuonna 2008 alueelta havaittiin seitsemän pohjaeläinlajia, kun vuonna 2013 alueelta ei havaittu enää yhtään pohjaeläintä. Vuonna 2015 alueelta havaittiin yksi surviaissääsken toukka (Chironomidae) ja sekä sulkasääskiin kuuluvia *Chaoborus flavicans* -lajin toukkia. Kiv 2 -alueen keskimääräinen pohjaeläinyksilötiheys oli selvästi pienempi vuosina 2013 ja 2015 kuin vuonna 2012. Vaikka tiheys- tai lajilukumääriä ei käytetä vesistöjen ekologisessa tila-arvioinnissa, vuosien 2013 ja 2015 tulokset kertovat Kivijärven syvännepohjaeläimistön erittäin heikosta nykyisestä tilasta. Vuonna 2015 Kivijärven alusveden happitilanne oli erittäin heikko. Alusvesi oli jokaisella näytteenotokerralla käytännössä hapeton (Ramboll Finland Oy 2016a). Ympäristöviranomaiset ovatkin arvioineet Kivijärven olevan nykyään huonossa ekologisessa tilassa (Ympäristöhallinto 2016).

Kivijärvi purkaa vetensä Kivijokeen. Kivijoen Kivikoskesta otettiin vuonna 2013 ensimmäiset pohjaeläinnäytteet kaivoksen tarkkailuun liittyen. Kivikoski luokitui tuolloin tyyppiominaisten lajien mukaan tyydyttävän ja välttävän tilaluokan rajalle, kun vuonna 2015 sama mittari kuvasi Kivijoen olevan hyvässä ekologisessa tilassa. EPT-heimomäärään perustuvien mittariarvojen perusteella Kivijoki luokituu molempina tarkkailuvuosina hyvän ja tyydyttävän tilaluokan rajalle. Vuoden 2013 pohjaeläinyhteisökoostumukseen perustuvan PMA:n perusteella Kivijoki luokitui välttävään ekologiseen tilaluokkaan. Vuonna 2015 PMA kuvasi Kivijoen olevan tyydyttävässä tilassa. Kivijoen Kivikosken vuoden 2013 näytteistä ei havaittu yhtään päivänkorentoihin (Ephemeroptera) kuuluvaa pohjaeläinyksilöä ja vuonna 2015 alueelta havaittiin ainoastaan kaksi Leptophlebia-suvun päivänkorentoyksilöä. Virtavesijatkumossa Kivijokea seuraavana tulevalla Laakajoella esiintyy jo useita päivänkorentolajeja ja -yksilöitä (ks. Pohje-rekisteri 2016). Käytännössä kokonaisen pohjaeläinryhmän puuttuminen, etenkin kun kyseessä on erilaisille ympäristömuutoksille herkkänä pidettyjen päivänkorentojen ryhmästä, kuvaa Kivijoen heikkoa tilaa. Kaivospäästöjen ja etenkin kipsisakka-altaan vuotovesien vaikutukset ovatkin selkeästi havaittavissa myös Kivijoen vedenlaadussa (Pöyry Finland Oy 2014, ks. Ramboll Finland Oy 2016a). Kivikoskelta havaittuja pohjaeläinyhteisön monimuotoisuutta kuvaavia Shannon-Wiener -arvoja voidaan pitää matalina. Lisäksi ASPT-indeksillä mitattuna Kivijoen pohjaeläinyhteisöt ovat kärsineet orgaanisesta kuormituksesta. Ympäristöviranomaisten perusteella Kivijoki on tyydyttävässä ekologisessa tilassa (Ympäristöhallinto 2016). Piileviin perustuvan IPS-arvon perusteella Kivijoen vuoden 2015 näytteen laatu-luokka oli erinomaisen ja hyvän rajalla (Ramboll Finland Oy 2016b).

4.2.3 Laakajärvi - Kiltua

Kivijoki laskee Laakajärveen, jossa sijaitsee nykyään kaksi kaivostoiminnan tarkkailun syvännepohjaeläinnäytteenottoaluetta. Tutkimusalue Laa 13 sijaitsee järven pohjoisosassa lähimpänä kaivosta sekä Kivijoen purkukohtaa. Pohjaeläinnäytteenottoalue Laa 081 sijaitsee puolestaan järven keskiosalla.

Laakajärvi on luokitunut tarkkailuvuosina 2013, 2013 ja 2015 PICM:n perusteella erinomaiseen ekologiseen tilaan. Ympäristöviranomaiset ovat määritelleet Laakajärven ekologisen tilan hyväksi (Ympäristöhallinto 2016). Laakajärven pohjoispään näytteenottoalueella (Laa 13) kaivospäästöjen vaikutukset kyseisen syvänteen alusveden laatuun ovat aiempien vesitarkkailutulosten perusteella selvimmän havaittavissa kuin muilla Laakajärven näytteenottoalueilla (ks. Pöyry Finland Oy 2014). Alueen alusveden happipitoisuus oli myös vuonna 2015 ajoittain hyvin matala. Lisäksi alusvedestä havaitut sähkönjohtavuusarvot edustivat osin jätevesikuormitusta ilmentäviä arvoja (ks. Ramboll Finland Oy 2016a). Vuonna 2015 havaitut Laakajärven pohjaeläinyksilötiheydet olivat Laakajärven näytteenottoalueiden tarkkailuaikasarjojen pienimmät. Pohjaeläinten yksilötiheyksiä ei käytetä virallisena mittarina vesistöjen ekologisen tilan arvioinnissa.

Laakajärvi laskee vetensä Laakajoen kautta Kiltuaan. Laakajoen ei otettu nykyisen tarkkailuohjelman mukaisesti enää pohjaeläinnäytteitä vuonna 2015. Kiltuanjärven syvänealueelta on saatavissa vuosien 2012, 2013 ja 2015 pohjaeläinaineistot. Kiltua luokitui PICM:n perusteella vuonna 2012 hyvään tilaluokkaan ja vuonna 2013 erinomaiseen ekologiseen tilaan. Vuonna 2015 PCM kuvasi Kiltuan olevan hyvässä ekologisessa tilassa. Kaivosvesien vaikutukset ovat vesistö tarkkailutulosten perusteella havaittavissa myös Kiltuanjärven vesimassan hienoisena suolaantumisenä (Pöyry Finland Oy 2014, Ramboll Finland Oy 2015). Kiltuan näytteenottoalueelta havaittiin vuonna 2012 selvästi suurempi pohjaeläinyhteisötiheys ja -lajimäärä kuin vuosina 2013 ja 2015. Pohjaeläinten lajimääriä ja yksilötiheyksiä ei käytetä virallisena mittarina vesistöjen ekologisen tilan arvioinnissa. Ympäristöviranomaisten luokituksen mukaan Kiltuanjärven ekologinen tila on hyvä (Ympäristöhallinto 2016).

4.2.4 Nurmijoki

Kiltuanjärvi laskee Nurmijokeen. Vuonna 2015 Nurmijoen Haapakoskelta otettiin ensimmäisen kerran pohjaeläinnäytteitä kaivoksen toiminnan tarkkailuun liittyen. Haapakoski luokitui tyyppilajien perusteella hyvään ekologiseen tilaan ja tyyppiomaisten EPT-lajien perusteella erinomaiseen tilaan. Pohjaeläinyhteisökoostumusta kuvaava PMA luokitteli alueen tyydyttävään tilaan. Alueelta ei ole saatavissa aiempia pohjaeläinaineistoja (mm. Pohje-rekisteri 2015), joten Haapakosken pohjaeläimistön tai ekologisen tilan kehityskulkua ei voida arvioida yhden näytteenottovuoden perusteella. Alin kaivostarkkailuun liittyvä pohjaeläintarkkailupiste sijaitsee Nurmijoen Koirakoskella. Alue sijaitsee melko kaukana Kiltuanjärven luusuasta ja siten kaivoksesta. Alueelta on saatavissa vain vuosien 2010, 2013 ja 2015 pohjaeläinaineistot. Koirakosken alue luokitui vuonna 2010 tyyppilajeihin ja PMA-indeksiin perustuvien mittarien mukaan hyvään ekologiseen tilaan, kun tyyppiominaiseen EPT-heimomäärään perustuvan mittarin mukaan alue luokitui tuolloin erinomaiseen ekologiseen tilaan. Vuonna 2013 ja 2015 Koirakosken alue luokitui kaikkien kolmen pohjaeläinmittarin perusteella erinomaiseen ekologiseen tilaan.

5. YHTEENVETO

Pohjaeläinseuranta toteutettiin syksyllä 2015 kaikkiaan seitsemällä jokikohteella ja kahdeksalla järvikohteella. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Terrafamen kaivosalueen vaikutuksia läheisten vesien veden laatuun ja sitä kautta mahdollisesti pohjaeläinyhteisöihin. Lisäksi vuonna 2015 pohjaeläinnäytteitä kerättiin Nuasjärveltä ja Rehjalta. Selvitys liittyi Terrafamen Nuasjärven purkuputken ympäristövaikutusten arviointiin. Vuoden 2015 Nuasjärven ja Rehjan aineistoja voidaan jatkossa käyttää vesistövaikutusten vertailuaineistona.

Pohjaeläimet ilmaisevat elinympäristönsä hitaita muutoksia pidemmällä aikavälillä kuin vain kyseisellä näytteenottohetkellä. Pohjaeläimiä käytetään yhtenä biologisena osatekijänä vesistöjen ekologisessa tila-arvioinnissa.

Tulosten perusteella:

- Vertailtaessa vuoden 2013 ja 2015 pohjaeläintarkkailutuloksia, virtavesikohteiden ekologinen tila on pysynyt käytettyjen luokittelumittarien perusteella pääosin samana tai parantunut. Järvikohteiden ekologinen tila on pysynyt käytettyjen luokittelumittarien perusteella pääosin samana lukuun ottamatta Kolmisoppea.*
- Vesistökuormitus on todennäköisesti heikentänyt pohjaeläintarkkailun perusteella Kolmisopen tilaa. Vuonna 2015 vesiä juoksutettiin enemmän Oulujoen vesistön suuntaan.*
- Kaivostoiminnan vaikutus pohjaeläimistöön näkyy etenkin kaivosaluetta lähimpänä sijaitsevilla Kallio- ja Kivijärven tutkimuskohteilla.*
- Tutkimusalueilta ei havaittu nykyään uhanalaisina pidettyjä lajeja.*
- Kaivostoiminnan pohjaeläintutkimusasetelma ei sisällä vertailunäytteenottoalueita, joille ei kohdistuisi vesistövaikutuksia. Tästä syystä tutkimuskohteiden pohjaeläinyhteisöissä luontaisesti esiintyvän vaihtelun määrää on vaikea eritellä kaivostoiminnasta johtuvista pohjaeläimistön vasteista.*
- Jatkossa pohjaeläintarkkailuasetelmaan esitetään liitettäväksi vertailualueita joki- ja järvikohteille, jotta eliöyhteisöissä tapahtuvan luontaisen vaihtelun määrää voitaisiin paremmin arvioida. Vertailualueiksi valitaan kohteita, jonne ei kohdistu kaivostoiminnan vaikutuksia.*

6. KIRJALLISUUS

- 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 a 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., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S.M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Sutela, T., Vehanen, T. & Vuori, K.-M. 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 –päivitetyt arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7 / 2012. Suomen ympäristökeskus. 144 s.
- Barton, D.R. 1996. The use of Percent Model Affinity to assess the effects of agriculture on benthic invertebrate communities in headwater streams of southern Ontario, Canada. Freshwater Biology, 36, 397–410
- Hellsten, S., Järvinen, M., Karjalainen, S-M., Meissner, K., Mykrä, H. & Vuori, K-M. 2010: Jokien ja järvien biologinen seuranta (XN3103) – näytteenotosta tiedon tallentamiseen. Versio 5.2.2010. Suomen ympäristökeskus. 27 s.
- Hämäläinen, H., Aroviita, J., Koskeniemi, E., Bonde, A. & Kotanen, J. 2007. Suomen jokien tyyppittelyn kehittäminen ja pohjaeläimiin perustuva ekologinen luokittelu. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 4/2007. 66 s.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. Oikos. Vol. 113 / 2: 363–375.
- Jyväsjärvi J. & Hämäläinen H. 2011. Syvännepohjaeläinyhteisöt järvien ekologisen tilan arvioinnissa – luokittelumenetelmien parantaminen ja vertailuolojen tarkentaminen. Raportti. Jyväskylän yliopisto.
- Koskeniemi, E. & Ruoppa, M. 2004. Pohjaeläintutkimukset. Julkaisussa: Ruoppa, M. & Heinonen, P. (toim.). Suomessa käytetyt biologiset vesistöntutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 45 s.
- Krebs, C.J. 1985. Ecology; The experimental analysis of distribution and abundances. 3rd ed. Harper & Row. New York, US, 800 s.
- Liljendahl-Nurminen, A. 2006. Invertebrate predation and trophic cascades in a pelagic food web – The multiple roles of *Chaoborus flavicans* (Meigen) in a clay-turbid lake. Department of Biological and Environmental Sciences. University of Helsinki. 35 p.
- Meissner, K., Aroviita, J., Hellsten, S., Järvinen, M., Karjalainen, S-M., Kuoppala, M., Mykrä, H. & Vuori, K-M. 2012. Jokien ja järvien biologinen seuranta – näytteenotosta tiedon tallentamiseen (Ver. 5.11.2012). Suomen ympäristökeskus. 41 s.
- Meissner, K., Aroviita, J., Hellsten, S., Järvinen, M., Karjalainen, S-M., Kuoppala, M., Mykrä, H. & Vuori, K-M. 2013. Jokien ja järvien biologinen seuranta – näytteenotosta tiedon tallentamiseen (Ver. 13.11.2013). Suomen ympäristökeskus. 42 s.
- Novak, M.A. & Bode, E.W. 1992. Percent model affinity: a new measure of macroinvertebrate community composition. Journal of North American Benthological Society 11: 80–85.
- OIVA 2013. <http://www.p2.ymparisto.fi/scripts/hearts/welcome.asp> . Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä. [luettu 1.1.2015].
- Paasivirta, L. 1989. Pohjaeläimistö tutkimuksen liittäminen järvisyvänealueiden seurantaan. Vesi ja ympäristöhallituksen monistesarja 164. 69 s.

Pohje-rekisteri 2013. <https://portaali.ymparisto.fi/scripts/hearts/welcome.asp>. Ympäristöhallinto. [luettu 1.10.2013].

Pohje-rekisteri 2016. <https://portaali.ymparisto.fi/scripts/hearts/welcome.asp>. Ympäristöhallinto. [luettu 1.2.2016].

Pöyry Environment Oy 2009. Talvivaara Projekti Oy – Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v. 2008. Osa IV a. Pintavesien tarkkailu. Velvoitetarkkailuraportti. Pöyry Environment Oy. Oulu. 158 s.

Pöyry Finland Oy 2011. Talvivaara Sotkamo Oy – Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v. 2010. Osa IV a. Pintavesien tarkkailu. Velvoitetarkkailuraportti. Pöyry Finland Oy. Oulu. 200 s.

Pöyry Finland Oy 2012. Talvivaara Sotkamo Oy – Järvien biologiset tutkimukset kesällä 2012: kasviplankton, pohjaeläimet, verkkokoekalastukset, kalojen metallipitoisuudet. Raportti. Pöyry Finland Oy. Oulu. 185 s.

Pöyry Finland Oy 2014. Talvivaara Sotkamo Oy. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu 2013. Osa IVa Pintavesien laatu. Pöyry Finland Oy. Oulu.

Ramboll Finland Oy 2016a. Terrafame Oy – Terrafamen kaivoksen tarkkailu vuonna 2016. Osa V: Pintavesien tarkkailu. 51 s. [käsikirjoitus]

Ramboll Finland Oy 2016b. Terrafame Oy – Talvivaaran kaivoksen piilevätarkkailu vuonna 2016. Osa VI. 19 s. [käsikirjoitus]

Rassi, P., Hyvärinen, E. Juslén, A & Mannerkoski, I. (toim.) 2010. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 685 s.

Rosenberg, D.M. & Resh, V.H. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall. New York. US. 488 s.

Tolkkinen, M., Mykrä, H., Markkola, A-M., Aisala, H., Vuori, K-M., Lumme, J., Pittilä, A.M. & Muotka, T. 2013. Decomposer communities in human-impacted streams: species dominance rather than richness affects leaf decomposition. *Journal of Applied Ecology* 2013, 50, 1142–1151

Tolonen, K., Hämäläinen, H. & Vuoristo, H. 2005. Syvänteiden pohjaeläimet järvien ekologisen tilan luokittelussa. *Alueelliset ympäristöjulkaisut* 395. 40 s

Ympäristöhallinto 2016. http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto [luettu 8.2.2016]

Vuori, K.-M., Mitikka, S. & Vuoristo H. (toim.) 2010. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3 / 2009. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 120 s.

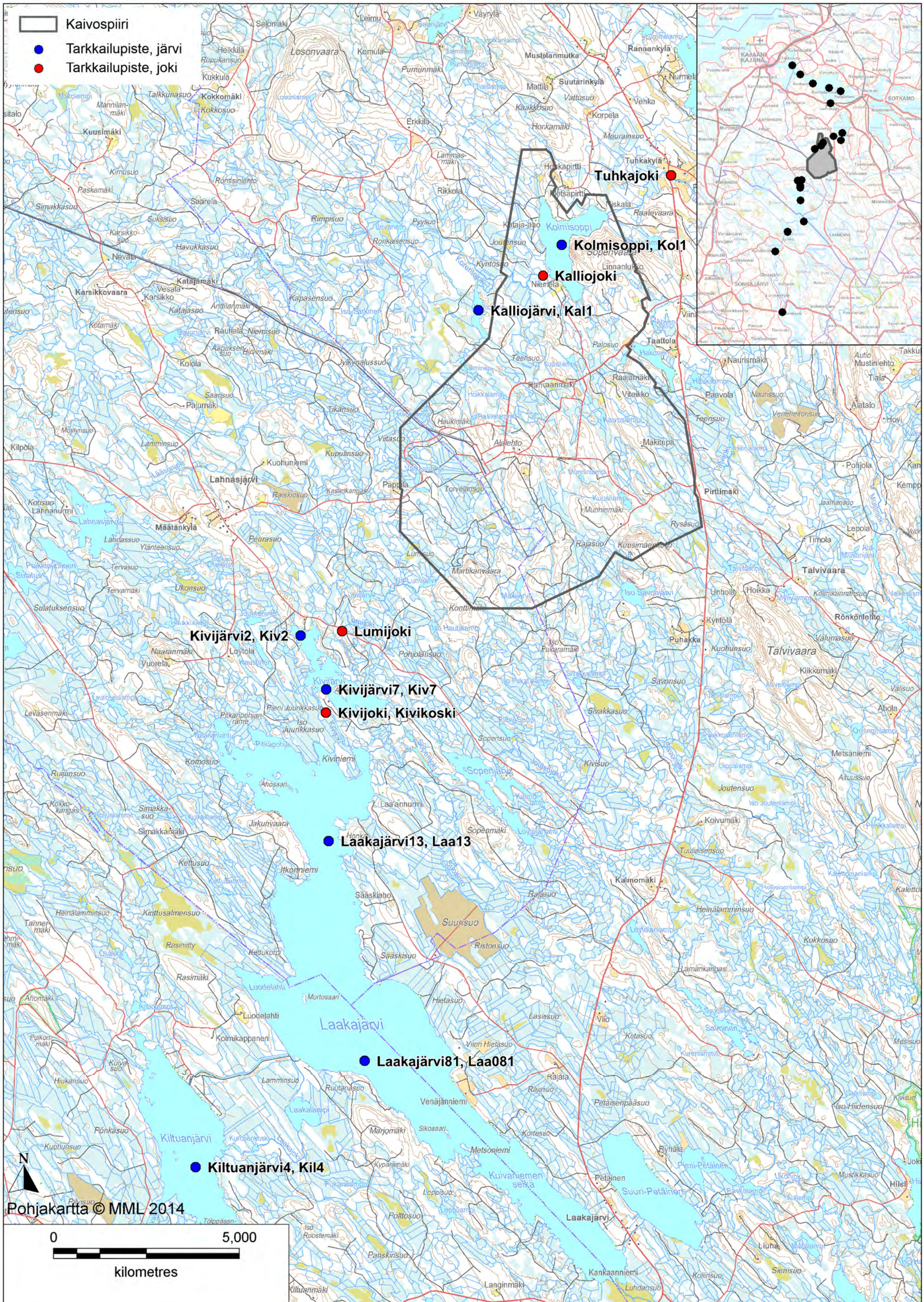
Wallace, J.B., Grubauh, J.W & Whiles, M.R. 1996. Biotic indices and stream ecosystem processes: results from an experimental study. *Applied Ecology* 6: 140-151

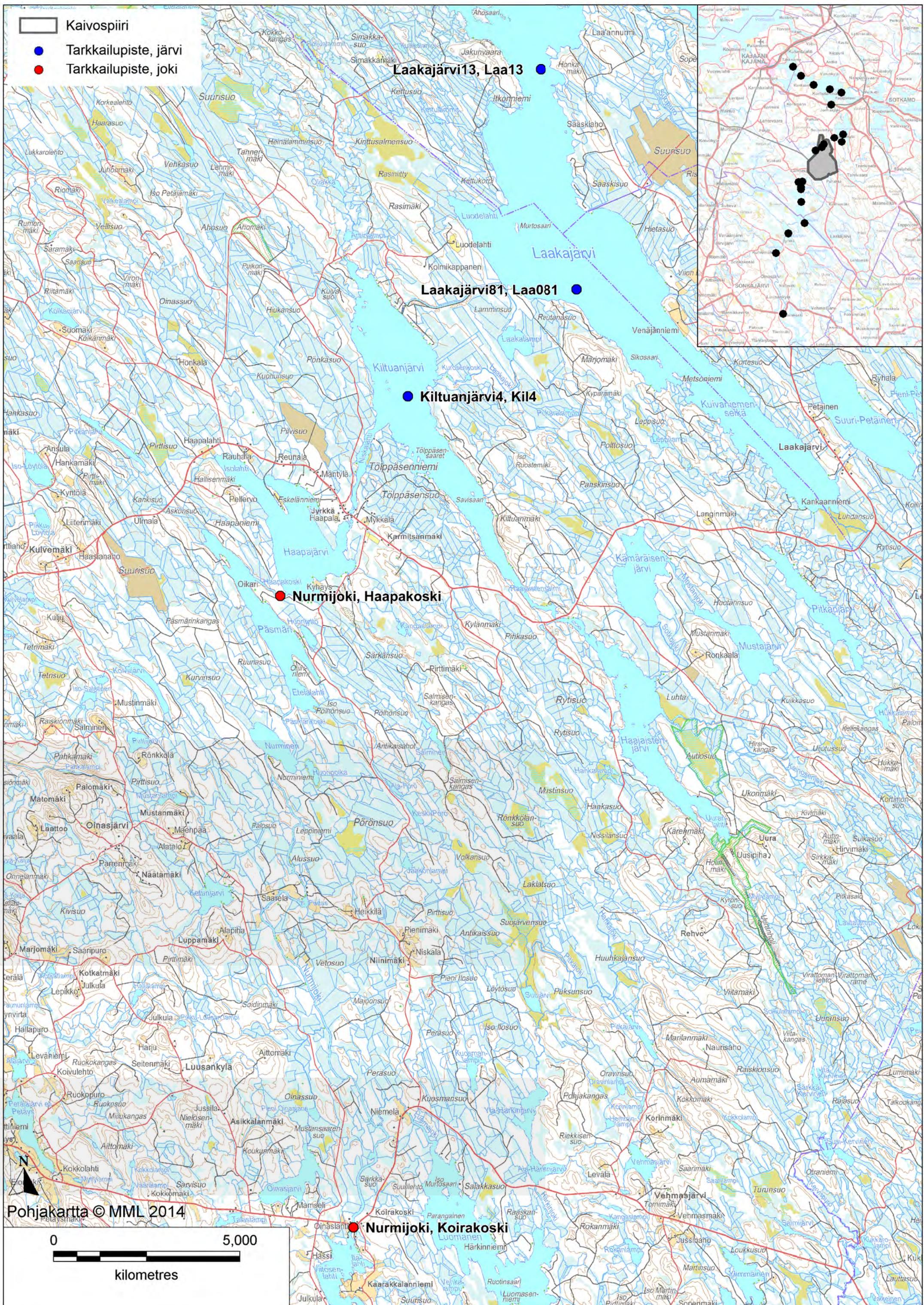
Wright, J.F., Sutcliffe, D.W. & Furse, M.T. 2000: Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS and other techniques. 1 st edition. Fresh water biological association. Ambleside. UK. 373 s

Pohjaeläinnäytteenottoalueiden sijainnit

LIITE 1







Virtavesitutkimuskohteilta havaitut pohjaeläinlaji- ja yksilömäärät

LIITE 2

Liite 2.1. Virtavesitutkimuskohteilta havaitut pohjaeläinlaji- ja yksilömäärät paikkakohtaisissa kokoomanäytteissä

(juv. = nuori toukka-aste, Pt_E = pienet turvemaiden joet - etelä, Kt_E = keskiuuret turvemaiden joet - etelä, St_E = suuret turvemaiden joet - etelä)

(*Diura nanseni*, *D. bicaudata* ; Sensu: Brinck & Isoperla *difformis*, *Isoperla grammatica* / *obscura*, *Nemoura avicularis*, *N. cinera*, *N. flexuosa* ; Sensu: Hynes & Lillehammer)

(määrittäjä PM = Pekka Majuri, JS = Johanna Salmelin & TL = Terhi Lensu)

Joki	Lumijoki					Kalliojoki					Tuhkajoki					Kivijoki		Jormasjoki		Nurmijoki			Nurmijoki
VPD tyyppi	Pt_E					Kt_E					Kt_E					Pt_E		Kt_E		St_E			St_E
Kunta	Kajaani					Sotkamo					Sotkamo					Kajaani		Sotkamo		Sonkajärvi			Sonkajärvi
Määrittäjä	PM	PM	JS	PM	PM	PM	PM	JS	PM	PM	PM	PM	JS	PM	PM	PM	PM	PM	PM	TL	PM	PM	PM
Näytemäärä	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Vuosi	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2010	2013	2015	2015
Nematoda																							
Nematoda	-	-	-	-	-	8	-	1	-	-	7	3	-	-	1	-	4	-	1	-	-	-	1
Oligochaeta																							
<i>Oligochaeta</i> sp.	1	-	2	29	11	79	67	12	18	12	82	28	10	12	21	22	199	49	82	29	39	15	43
Planaariidae																							
<i>Dendrocoelum lacteum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Planaria torva</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	11	-	-	1	-
Hirudinea																							
<i>Helobdella stagnalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Glossiphonia complanata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
Mollusca																							
<i>Pisidium</i> sp.	-	-	6	716	1276	-	-	-	4	12	4	-	2	5	4	75	341	582	177	93	13	3	113
<i>Sphaerium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	357	297	-	-	-	4
<i>Radix peregra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Ostracoda																							
Ostracoda	-	-	-	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Hydracarina																							
Hydracarina	2	-	12	-	-	2	-	-	-	-	49	2	-	6	-	-	8	9	34	-	13	-	-
Amphipoda																							
<i>Asellus aquaticus</i>	-	4	-	282	60	-	-	-	-	1	-	-	1	8	-	-	17	68	136	4	43	4	-
Ephemeroptera																							
<i>Baetis digitatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175	91	-	-	-	-
<i>Baetis fuscatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Baetis muticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	199	-	-	-	-	-
<i>Baetis niger</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	44	-	56	25	-	-	-	-	21	-	4	-
<i>Baetis niger</i> -ryhmä	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	6	-	-	6	7	-	-	-	-
<i>Baetis rhodani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	11	-	13	95	-	-	104	17	2	-	-	18
<i>Baetis subalpinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	1	6
<i>Baetis vernus</i>	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	3	-	2	1	-	-	21	10	-	27	4	-

Liite 2.2.

Joki	Lumijoki					Kalliojoki					Tuhkajoki					Kivijoki		Jormasjoki		Koirakoski			Haapakoski
Vuosi	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2010	2013	2015	2015
<i>Baetis vernus</i> - ryhmä	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	1	35	9	-	-	63	140	-	46	6	32
<i>Baetis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	19	-	-	-	30	-	-	-	4
<i>Centroptilum luteolum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<i>Heptagenia dalecarlica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	14	29	4	10
<i>Kagegonia fuscogrisea</i>	-	-	-	-	1	12	-	1	1	1	47	39	92	187	46	-	-	-	1	32	128	192	-
<i>Heptagenia sulphurea</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	7	1	-	5	4	-	-	60	75	24	91	12	62
<i>Leptophlebia marginata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	8	-
<i>Leptophlebia</i> sp.	13	-	-	3	2	180	1	1	-	1	83	180	26	121	28	-	2	3	7	171	137	187	10
<i>Ephemerella mucronata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	13
<i>Serratella ignita</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Caenis rivulorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Odonata																							
<i>Agrion</i> sp. (juv.)	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anisoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Somatochlora metallica</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
<i>Cordulegaster boltoni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plecoptera																							
<i>Diura bicaudata</i>	-	10	2	3	5	4	-	3	4	2	-	9	1	1	2	-	-	3	1	-	6	6	-
<i>Diura nanseni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	5	-	-	1	-
<i>Diura</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	7	1	-	-
<i>Isoperla difformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Isoperla obscura</i> / <i>grammatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Isoperla</i> sp.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	6	-	-	28	7	-	-	56	59	3	85	3	24
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xanthoperla apicalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	41	452	153	95	826	62	1	44	6	160	61	100	58	133	75	21	293	36	81	27	112	222	29
<i>Amphinemura borealis</i>	-	-	-	-	-	10	-	3	-	1	151	13	4	521	5	2	-	16	49	2	255	29	-
<i>Nemoura avicularis</i>	20	1	1	4	23	160	5	10	3	34	2	3	4	5	-	-	15	1	7	-	10	-	-
<i>Nemoura cinerea</i>	147	-	-	1	22	104	-	3	-	8	-	1	-	-	-	-	6	-	2	-	3	1	-
<i>Nemoura flexuosa</i>	13	1	-	-	3	23	1	9	4	16	3	3	2	-	1	-	-	48	100	-	3	-	4
<i>Nemoura</i> sp.	166	1	-	-	30	74	-	1	1	43	-	8	-	10	5	-	22	28	72	16	1	3	6
<i>Protonemura meyeri</i>	25	-	1	1	-	15	-	-	10	34	54	29	76	141	136	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protonemura</i> sp. (juv.)	-	-	-	-	-	8	-	-	-	7	18	20	-	62	38	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Capnopsis schilleri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Capnia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-
<i>Leuctra fusca</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	1
<i>Leuctra nigra</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leuctra</i> sp. (juv.)	-	-	-	3	14	197	1	54	2	19	375	33	29	37	37	-	-	-	1	22	29	4	4

Joki	Lumijoki					Kalliojoki					Tuhkajoki					Kivijoki		Jormasjoki		Koirakoski			Haapakoski	
Vuosi	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2010	2013	2015	2015	
Corixidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
Sialidae																								
<i>Sialis lutaria</i>	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sialis lutaria</i> - ryhmä	-	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sialis fuliginosa</i>	-	-	-	-	-	1	5	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sialidae (juv.)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sisyridae																								
<i>Sisyr</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	
Trichoptera																								
<i>Rhyacophila fasciata</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rhyacophila nubila</i>	18	2	5	3	37	56	-	4	6	7	31	18	5	9	6	31	61	-	45	29	2	31	10	36
<i>Rhyacophila</i> sp. (juv.)	12	-	-	-	3	4	-	-	-	1	8	7	-	31	3	43	91	-	40	22	1	39	12	1
<i>Agapetus ochripes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	19	-	6	1	-
<i>Glossosoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arctopsyche ladogensis</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	3	40	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	763	64	-	2	-	71
<i>Ceratopsyche silfvenii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	13	-	6	1	1	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	3	-	-
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	-	-	4	15	-	-	-	-	1	6	1	57	55	7	3	131	400	-	126	63	11	169	18	881
<i>Hydropsyche saxonica</i>	-	-	3	9	9	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche siltalai</i>	-	1	-	2	-	-	-	1	4	8	6	67	23	6	3	3	35	-	742	132	-	1065	59	381
<i>Hydropsyche</i> sp. (juv.)	-	-	-	30	6	-	-	-	4	11	1	42	-	13	6	17	214	-	203	50	33	27	11	396
<i>Psychomyia pusilla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12	-	2	
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	3	35	1	1	-	16	-	-	-	3	38	159	5	1	3	2104	4412	-	103	28	15	293	109	2790
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	14	26	34	53	80	214	33	34	3	38	21	140	10	26	12	60	146	-	4	6	31	49	17	-
<i>Polycentropus irroratus</i>	2	2	-	8	1	9	11	3	4	7	15	20	5	12	-	-	-	-	-	1	-	-		

Liite 2.4.

Joki	Lumijoki					Kalliojoki					Tuhkajoki					Kivijoki		Jormasjoki		Koirakoski			Haapakoski
Vuosi	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2010	2013	2015	2015
<i>Athripsodes cinereus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Athripsodes</i> sp. (juv.)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	4	-	3	-	14	19	1	18	-	-
<i>Ceraclea annulicornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Ceraclea excisa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	6	3	-
<i>Ceraclea nigronervosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-
<i>Mystacides azurea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
<i>Oecetis tetacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	2	5	-
<i>Ylodes simulans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Sericostoma personatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Pyralidae																							
Pyralidae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coleoptera																							
<i>Elmis aenea</i>	1	1	1	-	3	70	2	-	2	3	52	117	13	24	16	-	-	201	79	-	13	10	4
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	3	5	-	56	2	8	5	1	3	20	5	13	4	2	-	-	-	4	2	55	22	2	-
<i>Limnius volcmari</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	45	48	21	3	1	-
Scirtidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydraena</i> sp. ADULT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	6	-	-	10	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Platambus maculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Diptera																							
<i>Tipula</i> sp.	-	18	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Dicranota</i> sp.	-	-	1	3	1	1	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-	2	5	-	-	-	-	-
<i>Eloeophila</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-
Simuliidae	124	3	2	38	23	3260	56	1	110	2	313	30	35	34	19	-	59	47	34	-	4	2	9
Ceratopogonidae	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	40	-	2	8
Chironomidae	459	45	10	69	27	3444	186	12	52	12	443	179	27	84	17	521	850	203	26	113	236	28	160
<i>Hemerodromia</i> sp.	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	11	1	-	-	-	-	-	6	15	-	-	-	-
<i>Wiedemannia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Empididae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Ephydriidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-
<i>Limnophora</i> sp.	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	1	-	-
Joki																							
Vuosi	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2010	2013	2015	2015
Yksilömäärä yht.	1069	612	241	1484	2494	8062	386	202	260	559	1995	1443	495	1742	675	3046	7255	4703	2223	890	3229	1054	5159

Virtavesikohteiden ekologisessa tila-arvioinnissa käytettyjen
pohjaeläinmittarien tutkimuspaikkakohtaiset arvot

LIITE 3

Liite 3. Virtavesitutkimuskohteilta eri vuosina havaitut (O) ja odotetut (E) jokityyppikohtaiset tyyppilajimäärät (TT), EPT-heimomäärät (EPTh), PMA ja ASPT – 2 -indeksit sekä näihin mittareihin perustuvat ekologiset laatusuhteet (ELS) ja -luokat (Stat).

(E = erinomainen, Hy = hyvä, T = tyydyttävä, V = välttävä, Pt = pienet turvemaiden joet, Kt = keskisuuret turvemaiden joet & St = suuret turvemaiden joet).

		Tyyppilajit (TT)				Tyyppi EPT (EPTh)				PMA				ASPT-2	
		O	E	ELS	Stat	O	E	ELS	Stat	O	E	ELS	Stat	O	E
Lumijoki 2008	Pt	10	14,3	0,699	Hy	6	9,5	0,632	Hy / T	0,368	0,429	0,857	E	4,10	4,53
Lumijoki 2010	Pt	10	14,3	0,699	Hy	7	9,5	0,737	Hy	0,228	0,429	0,532	T	4,08	4,53
Lumijoki 2012 *	Pt	12	14,3	0,839	E / Hy	7	9,5	0,737	Hy	0,250	0,429	0,582	T	3,50	4,53
Lumijoki 2013	Pt	17	14,3	1,189	E	11	9,5	1,158	E	0,234	0,429	0,545	T	4,09	4,53
Lumijoki 2015	Pt	15	14,3	1,049	E	11	9,5	1,158	E	0,254	0,429	0,593	T	4,37	4,53
Kivijoki 2013	Pt	6	14,3	0,420	T / V	6	9,5	0,632	Hy / T	0,121	0,429	0,283	V	3,90	4,53
Kivijoki 2015	Pt	10	14,3	0,699	Hy	6	9,5	0,632	Hy / T	0,185	0,429	0,431	T	3,23	4,53
Nurmijoki, Haapakoski 2015	St	21	26,4	0,795	Hy	14	14,1	0,993	E	0,279	0,448	0,622	T	4,95	4,65
Nurmijoki, Koirakoski 2010 *	St	22	26,4	0,833	Hy	14	14,1	0,993	E	0,365	0,448	0,815	Hy	4,81	4,65
Nurmijoki, Koirakoski 2013	St	30	26,4	1,136	E	17	14,1	1,206	E	0,483	0,448	1,077	E	4,89	4,65
Nurmijoki, Koirakoski 2015	St	26	26,4	0,985	E	14	14,1	0,993	E	0,461	0,448	1,030	E	4,70	4,65
Kalliojoki 2008	Kt	19	21,3	0,892	E	9	13,1	0,687	Hy / T	0,286	0,424	0,674	Hy / T	4,63	4,68
Kalliojoki 2010	Kt	9	21,3	0,423	T / V	7	13,1	0,534	T	0,229	0,424	0,539	T	4,85	4,68
Kalliojoki 2012 *	Kt	13	21,3	0,61	T	10	13,1	0,763	Hy	0,236	0,424	0,556	T	4,67	4,68
Kalliojoki 2013	Kt	16	21,3	0,751	Hy	11	13,1	0,84	Hy	0,350	0,424	0,825	Hy	4,68	4,68
Kalliojoki 2015	Kt	22	21,3	1,033	E	11	13,1	0,840	Hy	0,313	0,424	0,739	Hy	4,26	4,68
Tuhkajoki 2008	Kt	25	21,3	1,174	E	12	13,1	0,916	E / Hy	0,444	0,424	1,046	E	4,82	4,68
Tuhkajoki 2010	Kt	22	21,3	1,033	E	12	13,1	0,916	E / Hy	0,509	0,424	1,200	E	4,78	4,68
Tuhkajoki 2012 *	Kt	21	21,3	0,986	E	12	13,1	0,916	E / Hy	0,444	0,424	1,048	E	4,45	4,68
Tuhkajoki 2013	Kt	25	21,3	1,174	E	14	13,1	1,069	E	0,329	0,424	0,775	Hy	5,04	4,68
Tuhkajoki 2015	Kt	23	21,3	1,080	E	12	13,1	0,916	E / Hy	0,414	0,424	0,977	E	4,60	4,68
Jormasjoki 2013	Kt	25	21,3	1,174	E	15	13,1	1,145	E	0,432	0,424	1,020	E	4,32	4,68
Jormasjoki 2015	Kt	26	21,3	1,221	E	17	13,1	1,298	E	0,521	0,424	1,230	E	4,56	4,68

* Nurmiojen 2010 aineistojen lähde: pohje-rekisteri. Lumi-, Kallio- ja Tuhkajoen vuoden 2012 aineistojen lähde: Salmelin (julkaisematon).

Kaivostoiminnan tarkkailuun liittyviltä järvitutkimuskohteilta vuonna 2015
havaitut pohjaeläinlaji- ja yksilötiheystiedot

LIITE 4

Liite 4. Kaivostoiminnan tarkkailuun liittyviltä järvitutkimuskohteilta vuonna 2015 havaitut pohjaeläinlaji- ja yksilötiheystiedot (yksilöä / m²)

Järvi	Jormasjärvi		Kalliojärvi	Kiltua	Kivijärvi		Kolmisoppi	Laakajärvi	
Näytteenottoalue	Jor 3	Jor 5	Kal 1	Kil 4	Kiv 1	Kiv 2	Kol 1	Laa 081	Laa 13
Vesistötyyppi	Kh	Kh	Mrh	Rh	Rh	Rh	Rh	Rh	Rh
Kunta	Sotkamo	Sotkamo	Sotkamo	Sonkajärvi	Kajaani	Kajaani	Sotkamo	Sonkajärvi	Kajaani
Vesistöalue	59.882	59.882	59.885	04.643	04.645	04.645	59.885	04.644	04.644
Näytteenoton syvyysväli [m]	24,0 - 26,0	6,9 - 7,8	4,0 - 6,0	37,0 - 38,0	4,5 - 5,5	8,0 - 9,0	14,2 - 14,9	20,0 - 28,0	8,0 - 8,5
Näytteenotin	Ekman	Ekman	Ekman	Ekman	Ekman	Ekman	Ekman	Ekman	Ekman
Noutimen pinta-ala [cm ²]	289	289	231	231	231	231	289	231	289
Seulakoko [mm]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Näytteiden lukumäärä	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Summa	Summa	Summa	Summa	Summa	Summa	Summa	Summa	Summa
Laji									
<i>Spirosperma ferox</i>	-	-	-	7	-	-	-	-	-
<i>Potamothrix/Tubifex</i>	23	52	-	7	-	7	-	-	6
<i>Pisidium</i> sp.	127	46	-	29	-	-	6	-	-
<i>Chaoborus flavicans</i>	894	513	7	14	144	152	52	296	87
<i>Procladius</i> sp.	63	87	-	-	7	-	-	7	23
<i>Ablabesmyia phatta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Monodiamesa bathyphila</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zalutschia zalutschicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	58
<i>Chironomus anthracinus</i>	-	-	22	-	-	-	-	7	-
<i>Chironomus neocorax</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladopelma</i> sp.	6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Pagastiella orophila</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	17
<i>Polypedilum pullum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Stictochironomus rosenschoeldi</i>	12	-	-	-	-	-	-	159	17
<i>Tanytarsus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	7	-
Summa	1142	698	29	58	152	159	58	476	225
Lajiluku	9	4	2	4	2	2	2	5	9

Liite 5.Nuasjärven ja Rehjan vuoden 2015 pohjaeläinnäytteenoton perustulokset (yksilöä / m²)

Järvi	Nuasjärvi	Nuasjärvi	Nuasjärvi	Nuasjärvi	Rehja
Paikan nimi (Pohje-rekisteri)	Rehja,Ekman	Nj34	Nj35	Nj37	Rehja Itä
Kunta	Kajaani	Sotkamo	Sotkamo	Sotkamo	Sotkamo
Vesistöalue	59.811	59.811	59.811	59.811	59.811
Paikan tyyppi	profundaali	profundaali	profundaali	profundaali	profundaali
Näytteenottoaika	28.9.2015	17.9.2015	17.9.2015	17.9.2015	28.9.2015
Näytteenoton syvyysväli [m]	39,0 - 41,0	10,5 - 11,5	29,5 - 30,1	22,0 - 23,0	24,0 - 26,0
Näytteenotin	Ekman	Ekman	Ekman	Ekman	Ekman
Noutimen pinta-ala [cm2]	231	289	289	289	231
Seulakoko [mm]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Näytteiden lukumäärä	6	6	6	6	6
	Summa	Summa	Summa	Summa	Summa
Laji					
<i>Psammoryctides barbatus</i>	-	-	-	35	-
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	-	69	12	23	-
<i>Potamothrix/Tubifex</i>	130	12	17	12	512
<i>Aulodrilus pluriseta</i>	-	-	-	23	-
<i>Pisidium</i> sp.	101	17	29	6	195
<i>Sphaerium</i> sp.	-	6	-	-	-
<i>Monoporeia affinis</i>	-	-	-	29	-
<i>Chaoborus flavicans</i>	1104	248	1211	277	3478
<i>Procladius</i> sp.	36	127	-	87	87
<i>Zalutschia zalutschicola</i>	-	12	-	35	-
<i>Chironomus anthracinus</i>	166	29	98	6	216
<i>Chironomus neocorax</i>	260	-	-	6	22
<i>Chironomus plumosus</i> -t.	-	-	-	6	-
<i>Cladopelma viridulum</i>	-	-	-	40	-
<i>Harnischia curtilamellata</i>	-	-	-	6	-
<i>Pagastiella orophila</i>	-	-	-	6	-
<i>Polypedilum pullum</i>	-	6	-	6	-
<i>Sergentia coracina</i>	29	-	-	-	36
<i>Stictochironomus rosenschoeldi</i>	14	69	-	12	-
<i>Tanytarsus</i> sp.	7	29	-	6	14
Summa	256	109	237	107	632
Lajiluku	9	12	5	18	8