

28.3.2017

YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTISELOSTUS

Terrafame Oy Vesienhallinta



YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO

Hankkeesta vastaava:

Terrafame Oy
Talvivaarantie 66
88120 Tuhkakylä

Elina Salmela
Jaana Koivumaa
020 7130 800
etunimi.sukunimi@terrafame.fi

Yhteysviranomainen:

Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus)
Joni Kivipelto
puh. 0295 023 904
etunimi.sukunimi@ely-keskus.fi

YVA-konsultti:

Pöyry Finland Oy
YVA-projektipäällikkö Hanna Tirkkonen
puh. 010 33 31545
etunimi.sukunimi@poyry.com

Arviointiselostus on nähtävillä seuraavissa paikoissa:

Sotkamon kunnanvirasto
Kajaanin kaupungintalo
Paltamon kunta
Sonkajärven kunta
Kainuun ELY-keskus

Arviointiselostus ja sen liitteet ovat saatavissa sähköisesti:

www.ymparisto.fi/yva → YVA-hankkeet

Projektinumero 101003701-001

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEYSTIEDOT JA NÄHTÄVILLÄOLO	3
SISÄLLYSLUETTELO	4
YVA-TYÖRYHMÄ	8
TERMIT JA LYHENTEET	9
TIIVISTELMÄ	11
1 JOHDANTO	18
2 YVA-MENETTELY	19
2.1 YVA-MENETTELYN TARVE JA TAVOITE	19
2.2 YVA-MENETTELYN OSAPUOLET	19
2.3 YVA-MENETTELYN PÄÄVAIHEET JA AIKATAULU	20
2.3.1 <i>Arviointiohjelmavaihe</i>	20
2.3.2 <i>Arviointiohjelmasta annetut lausunnot ja mielipiteet</i>	20
2.3.3 <i>Arviointiselostusvaihe</i>	21
2.3.4 <i>YVA-menettelyn aikataulu</i>	21
2.4 VIESTINTÄ JA OSALLISTUMINEN	22
2.4.1 <i>Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle</i>	22
2.4.2 <i>Seurantaryhmä</i>	22
2.4.3 <i>Asukaskysely</i>	23
2.4.4 <i>Muu viestintä</i>	23
3 HANKKEEN KUVAUS JA ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT	24
3.1 HANKKEESTA VASTAAVA	24
3.2 HANKKEEN TAUSTA JA TARKOITUS.....	24
3.3 ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT	26
3.4 HANKKEEN LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN	28
3.4.1 <i>Keskuspuhdistamo ja sakkujen käsittely</i>	28
3.4.2 <i>Vesienhallinnan kehitysprojekti, Ariel-hanke</i>	28
3.5 LUPATILANNE	29
3.6 HANKKEESEEN MAHDOLLISESTI LIITTYVÄT LUVAT, SUUNNITELMAT JA PÄÄTÖKSET	30
3.6.1 <i>Ympäristövaikutusten arviointi</i>	30
3.6.2 <i>Ympäristö- ja vesilupa</i>	30
3.6.3 <i>Rakentamisen edellyttämät luvat</i>	31
3.6.4 <i>Muinäisjäännöksiin kajoamiseen liittyvä lupamenettely</i>	31
3.6.5 <i>Hankkeen liittyminen luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin</i>	31
4 TOIMINNANKUVAUS	34
4.1 KAIVOKSEN TOIMINNAN KUVAUS.....	34
4.2 KAIVOKSEN VESIKIERTO	37
4.2.1 <i>Vesitase ja vesikierto</i>	37
4.2.2 <i>Kaivosalueella muodostuvat puhdasvesijakeet</i>	40
4.2.3 <i>Vesivarastot</i>	43
4.2.4 <i>Purkuputki</i>	46
4.2.5 <i>Keskuspuhdistamolla käsiteltävä vesi</i>	47
4.2.6 <i>Vanhon käsittelyalueiden puhdistusteho ja purettavan veden laatu</i>	49
4.2.7 <i>Lähtevän veden radioaktiivisuus ja ekotoksisuus</i>	51
4.3 KAIVOSTOIMINNAN JATKAMINEN JA KEHITTÄMINEN TAI VAIHTOEHTOINEN SULKEMINEN	51
4.3.1 <i>Alueiden käyttöönotto</i>	52
4.3.2 <i>Tuotannon laajennus YVA-ohjelman huomioiminen</i>	53
5 ARVIOITAVAT VAIKUTUKSET	55
5.1 YLEISTÄ.....	55

5.2	TEHDYT SELVITYKSET	55
5.3	VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYDEN ARVIOINTI	55
5.4	TARKASTELU- JA VAIKUTUSALUEIDEN RAJAUKSET	56
5.5	MUUTOKSET HANKKEESSA YVA-OHJELMAAN VERRATTUNA	57
6	VESISTÖT JA VEDEN LAATU	58
6.1	YLEISKUVAUS	58
6.2	SÄÄTILA	59
6.3	VEDENPINNANKORKEUDET JA VIRTAAMAT	59
6.4	KUORMITUS PINTAVESIIN	62
6.4.1	<i>Terrafamen kaivoksen kuormitus</i>	<i>62</i>
6.4.2	<i>Muu kuormitus vesistöalueella</i>	<i>66</i>
6.4.3	<i>Vesistövaikutusarviossa käytetyt pitoisuudet ja kuormitukset</i>	<i>68</i>
6.5	HAITTA-AINEIDEN OMINAISUUKSIA	69
6.5.1	<i>Alumiini</i>	<i>69</i>
6.5.2	<i>Elohopea</i>	<i>69</i>
6.5.3	<i>Kadmium</i>	<i>70</i>
6.5.4	<i>Kupari</i>	<i>71</i>
6.5.5	<i>Lyijy</i>	<i>71</i>
6.5.6	<i>Mangaani</i>	<i>71</i>
6.5.7	<i>Nikkeli</i>	<i>71</i>
6.5.8	<i>Rauta</i>	<i>71</i>
6.5.9	<i>Sulfaatti</i>	<i>72</i>
6.5.10	<i>Sinkki</i>	<i>72</i>
6.5.11	<i>Uraani</i>	<i>73</i>
6.6	VEDEN LAATUA SÄÄTELEVÄT ASETUKSET JA OHJEARVOT	73
6.6.1	<i>Valtioneuvoston asetus haitallisista ja vaarallisista aineista</i>	<i>73</i>
6.6.2	<i>Asetus talousveden laatuvaatimuksista</i>	<i>76</i>
6.6.3	<i>Muita ympäristönlaatonormeja</i>	<i>76</i>
6.7	VESISTÖJEN FYSIKAALIS-KEMIALLINEN TILA	77
6.7.1	<i>Vuoksen suunta</i>	<i>78</i>
6.7.2	<i>Oulujoen suunta</i>	<i>88</i>
6.8	VESISTÖVAIKUTUKSET	130
6.8.1	<i>Arviointimenetelmät</i>	<i>130</i>
6.8.2	<i>Arvio vaikutuksista</i>	<i>133</i>
6.8.3	<i>Vesistövaikutusten yhteenveto ja vaihtoehtojen vertailu</i>	<i>162</i>
6.9	EPÄVARMUUDET	166
6.10	HAITTOJEN EHKÄISY JA LIEVENTÄMINEN	166
6.11	SEDIMENTIT	167
6.11.1	<i>Järvisedimenttien nykytila</i>	<i>167</i>
6.11.2	<i>Sedimenttivaikutukset</i>	<i>175</i>
7	VESIEKOLOGIA	177
7.1	METALLIEN HAITALLISUUS VESIELIÖSTÖLLE	177
7.2	NYKYTILA	179
7.2.1	<i>Kasviplankton</i>	<i>179</i>
7.2.2	<i>Piilevät</i>	<i>190</i>
7.2.3	<i>Pohjaeläimet</i>	<i>197</i>
7.2.4	<i>Vesikasvit ja –sammalet</i>	<i>205</i>
7.3	VAIKUTUKSET VESIEKOLOGIAAN	206
7.3.1	<i>Arviointimenetelmät</i>	<i>206</i>
7.3.2	<i>Kasviplankton ja piilevät</i>	<i>207</i>
7.3.3	<i>Pohjaeläimet</i>	<i>208</i>
7.3.4	<i>Vesikasvit ja –sammalet</i>	<i>209</i>
7.4	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU	210
7.4.1	<i>Kasviplankton ja piilevät</i>	<i>210</i>
7.4.2	<i>Pohjaeläimet</i>	<i>212</i>
7.5	EPÄVARMUUDET	216
7.6	HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA LIEVENTÄMINEN	216

8	KALASTO JA KALATALOUS.....	217
8.1	NYKYTILA	217
8.1.1	<i>Kalastustiedustelut ja kalastuskirjanpito</i>	<i>217</i>
8.1.2	<i>Verkkokoekalastukset.....</i>	<i>221</i>
8.1.3	<i>Sähkökoekalastukset.....</i>	<i>223</i>
8.1.4	<i>Kalojen metallipitoisuudet</i>	<i>225</i>
8.1.5	<i>Muutokset kalastuksen määrässä.....</i>	<i>227</i>
8.2	VAIKUTUSMEKANISMIT JA ARVIOINTIMENETELMÄT.....	228
8.3	VAIKUTUKSET KALASTOON JA KALASTUKSEEN	228
8.4	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU.....	230
8.5	EPÄVARMUUDET	233
8.6	HAITTOJEN EHKÄISY JA LIEVENTÄMINEN	233
9	EKOLOGINEN TILA JA VESIENHOITOSUUNNITELMA.....	234
9.1.1	<i>Vesistöjen ekologinen tila</i>	<i>234</i>
9.1.2	<i>Vesienhoidon suunnittelu.....</i>	<i>236</i>
9.1.3	<i>Vaikutukset.....</i>	<i>237</i>
10	MAANKÄYTTÖ JA YHDYSKUNTARAKENNE.....	239
10.1	NYKYTILA	239
10.1.1	<i>Kaavoitus</i>	<i>239</i>
10.1.2	<i>Maankäyttö.....</i>	<i>249</i>
10.2	VAIKUTUSMEKANISMIT JA ARVIOINTIMENETELMÄT.....	252
10.3	VAIKUTUKSET MAANKÄYTTÖÖN JA YHDYSKUNTARAKENTEeseen.....	253
10.3.1	<i>Hankkeen suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin.....</i>	<i>253</i>
10.3.2	<i>Hankkeen suhde voimassa oleviin kaavoihin</i>	<i>254</i>
10.4	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU.....	254
10.5	EPÄVARMUUDET	254
10.6	HAITTOJEN EHKÄISY JA LIEVENTÄMINEN	254
11	IHMISTEN ELINOLOT, VIIHTYVYYS SEKÄ ALUEEN VIRKISTYSKÄYTTÖ.....	255
11.1	VAIKUTUSMEKANISMIT JA ARVIOINTIMENETELMÄT.....	255
11.2	NYKYTILANNE	255
11.2.1	<i>Asuminen ja väestö</i>	<i>256</i>
11.2.2	<i>Työllisyys</i>	<i>257</i>
11.2.3	<i>Kainuun kehitysnäkymiä</i>	<i>259</i>
11.2.4	<i>Virkistyskäyttö</i>	<i>259</i>
11.2.5	<i>Matkailu.....</i>	<i>260</i>
11.3	ASUKASKYSELY	263
11.4	MATKAILUORGANISAATIOIDEN HAASTATELU	277
11.5	VAIKUTUKSET IHMISTEN ELINOLOIHIN, VIIHTYVYYTEEN JA VIRKISTYSKÄYTTÖÖN	279
11.5.1	<i>Elinolot ja viihtyvyys.....</i>	<i>280</i>
11.5.2	<i>Asuminen ja vapaa-ajan asuminen</i>	<i>280</i>
11.5.3	<i>Virkistyskäyttö</i>	<i>281</i>
11.5.4	<i>Kiinteistöjen arvo</i>	<i>281</i>
11.5.5	<i>Elinkeinot ja talous.....</i>	<i>283</i>
11.6	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU.....	284
11.7	EPÄVARMUUDET	285
11.8	HAITTOJEN EHKÄISY JA LIEVENTÄMINEN	285
12	TERVEYS.....	286
12.1	VAIKUTUSMEKANISMIT JA ARVIOINTIMENETELMÄT.....	286
12.2	NYKYTILANNE	286
12.2.1	<i>Talousvesi, uimavesi, pesuvesi ja löylyvesi.....</i>	<i>286</i>
12.2.2	<i>Kalojen metallipitoisuudet</i>	<i>287</i>
12.3	VAIKUTUKSET TERVEYTEEN.....	287
12.3.1	<i>Talousvesi, uimavesi, pesuvesi ja löylyvesi.....</i>	<i>287</i>
12.3.2	<i>Aineiden saanti vesistöistä pyydetystä kalasta.....</i>	<i>288</i>
12.3.3	<i>Koettu terveys</i>	<i>288</i>

12.4	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU	289
12.5	EPÄVARMUUDET	289
12.6	HAITTOJEN EHKÄISY JA LIEVENTÄMINEN	289
13	MUUT VAIKUTUKSET.....	290
13.1	ILMANLAATU	290
13.2	MELU.....	291
13.3	LIIKENNE	292
13.4	MAA- JA KALLIOPERÄ	292
13.5	POHJAVEDET	293
13.6	KULTTUURIYMPÄRISTÖ JA MUINAISJÄÄNNÖKSET	296
13.7	MAISEMA.....	297
13.8	SUOJELUALUEET	298
13.9	ELÄIMISTÖ.....	299
13.10	VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	299
14	RISKIT.....	301
14.1	PURKUPUTKI.....	301
14.2	VESIEN KÄSITTELY.....	301
14.2.1	<i>Häiriöt puhdistamolla</i>	<i>302</i>
14.2.2	<i>Häiriö selkeytyksessä kipsisakka-altailta</i>	<i>302</i>
14.3	PADOT.....	302
15	YHTEISVAIKUTUKSET	305
16	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU, VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYS JA HANKEEN TOTEUTTAMISKELPOISUUS.....	306
17	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA.....	312
17.1	SEURANNAN PERIAATTEET	312
17.2	YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN TARKKAILU.....	312
17.3	IHMISIIN KOHDISTUVIEN VAIKUTUSTEN SEURANTA	313
18	LÄHDELUETTELO	314

LIITTEET

1. Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta
2. Yhteysviranomaisen lausunnon huomioiminen
3. Vesistö tarkkailutulokset
4. Vesistö mallinnusraportti
5. Asukaskyselyn kyselylomake
6. Radioaktiivisuuden mittaustulokset v. 2014-2016 ja ekotoksisuustestien tulokset v. 2014
7. Sulkemissuunnitelma

YVA-TYÖRYHMÄ

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen laatimisesta on vastannut konsulttityönä Pöyry Finland Oy. Vaikutusten arviointityöhön on osallistunut laaja joukko asiantuntijoita. YVA-työryhmän asiantuntijat on esitetty oheisessa taulukossa.

Projektipäällikkö	DI (ympäristötekniikka) Hanna Tirkkonen
Vesistömallinnus, vesistövaikutukset ja vesiekologia	FM (hydrologia) Heimo Vepsä, vesistömallinnus MMM (limnologia) Lotta Lehtinen MMM (limnologia) Lasse Rantala FM (biofysiikka) Pirkko Virta FM (luonnonmaantiede) Eeva-Leena Anttila FT (geologia) Mikko Tolkinen
Kalat, kalastus	FM (eläintiede) Eero Taskila
Luonto	FM (biologia) Ella Kilpeläinen
Maa- ja kallioperä ja pohjavedet	FM (geologia) Pekka Keränen
Maankäyttö, ihmiset, yhteiskunta ja terveys	YTM (johtaminen) Jari Laitakari FM (suunnittelumaantiede) Ville Koskimäki DI (ympäristötekniikka) Hanna Tirkkonen FM (biofysiikka) Pirkko Virta FM (eläintiede) Eero Taskila

TERMIT JA LYHENTEET

YVA-selostuksessa on käytetty seuraavia termejä ja lyhenteitä:

LYHENNE	SELITYS
Agglomerointi	Hienojakoisen materiaalin rakeistaminen, jolloin malmipöly kiinnittyy suurempiin malmirakeisiin
Alloktoninen	Muualta tullut (esimerkiksi maalta, sulamisvesien mukana tullut aines)
AVI	Aluehallintovirasto
Biosaatavuus	Eliöiden saatavilla oleva osuus haitta-aineen pitoisuudesta
BKT	Bruttokansantuote
Ca(OH) ₂	Kalsiumhydroksidi eli sammutettu kalkki. Saadaan sekoittamalla poltettua kalkkia ja vettä.
Diversiteetti	Lajirunsaus
EC	Effect concentration, aineen vaikuttava pitoisuus
EC10	Pitoisuus, jolla 10 prosentilla koe-eliöistä ilmenee koeaikana jokin erikseen määriteltävä myrkkyyvaikutus (esimerkiksi kasvun hidastuminen tai lisääntymiskyvyn heikkene-minen).
EC50	Pitoisuus, jolla puolella koe-eliöistä ilmenee koeaikana jokin erikseen määriteltävä myrkkyyvaikutus (esimerkiksi kasvun hidastuminen tai lisääntymiskyvyn heikkene-minen).
Ejektori	Purkuputkilinjassa on kaksi laimennusejektoria, jotka tehostavat käsiteltyjen purkuvesien alkulaimennusta ja sekoittumista imemällä putkeen kaksinkertaisen määrän järvivettä putkessa kulkevan käsitellyn jäteveden lisäksi.
ELS	Ekologinen laatusuhde
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
EPT _h -indeksi	Pohjaeläimet: tyypille ominaisten Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera- heimojen esiintyminen
IC	Inhibition concentration, aineen pitoisuus, joka estää erikseen määritellyn reaktion
IC50	Aineen pitoisuus, joka estää 50 prosenttisesti erikseen määritellyn reaktion
IPS-indeksi	Piilevätutkimuksessa käytetty indeksi, Indice de polluosensibilité spécifique, joka kuvaa vesistön rehevyyttä ja siihen kohdistuvaa orgaanista kuormitusta.
IVA	Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi
KHO	Korkein hallinto-oikeus
LC	Lethal concentration, aineen tappava pitoisuus
LC20	Aineen pitoisuus, joka tappaa tietyssä ajassa 20 % tutkittavista koe-eliöistä.
LC50	Aineen pitoisuus, joka tappaa tietyssä ajassa puolet tutkittavista koe-eliöistä.
Litoraali	Rantavyöhyke

LOEC	Lowest observed effects concentration, pienin havaittavan vaikutuksen pitoisuus. Pienin aineen pitoisuus, joka koeaikana aiheuttaa joitakin erikseen määrättyjä myrkyvaikutuksia eliössä.
LoNe	Loppuneutralointi
Makrofyutti	Suurikokoinen vesikasvi
Mikrolevä	Mikroskooppinen, yksisolainen levä, vesistöjen perustuottaja
Paleolimnologia	Paleolimnologia selvittää vesistön eliöstön historiaa ja menneisyyden vedenlaatua vesistöjen pohjasedimenttiin hautautuneesta aineistosta.
Pasutto	Pasutossa kiinteä materiaali reagoi kaasun kanssa korkeassa lämpötilassa
PICM-indeksi	Pohjaeläimet: Profundal Invertebrate Community Metric eli syvänpohjaeläinindeksi
PLS-liuos	Liuotuskasoissa kiertävä metallipitoinen liuos (Pregnant Leach Solution)
PMA-indeksi	Piilevä- ja pohjaeläintutkimuksessa käytettävä indeksi, Percent Model Affinity eli prosenttinen mallinkaltaisuus
Raffinaatti	Metallien talteenottolaitoksen paluuliuos
RaSa	Raudan saostus
Rejekti	Käänteisosmoosin tuloksena käsitelty vesi jakaantuu puhdistettuun veteen ja rejektiin
RO	Käänteisosmoosi (Reverse osmosis)
Saprobia	Orgaaninen ravinne- ja kiintoainekuormitus
SVA	Sosiaalisten vaikutusten arviointi
Taksoni	Sukulaisuussuhteen mukaan nimetty eliöryhmä, joka on kuvattu tieteelle taksonomisias tasoja käyttäen.
TDI-indeksi	Piilevätutkimuksessa käytettävä indeksi, Trophic Diatom Index eli piilevien rehevyysindeksi
TPI-indeksi	Kasviplanktonitutkimuksessa käytettävä indeksi, trofiskt planktonindex eli kasviplanktonin rehevyysindeksi
Trofia	Vesistön rehevyys
TT-indeksi	Pohjaeläimet: Tyypille ominaisten taksonien esiintyminen
TT40-indeksi	Piilevätutkimuksessa käytettävä indeksi, tyypille ominaiset taksonit
TVA	Terveysvaikutusten arviointi
VHO	Vaasan hallinto-oikeus
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi

TIIVISTELMÄ

Hankkeen tausta ja tarkoitus

YVA-lain mukaisena hankkeesta vastaavana toimii Terrafame Oy. Terrafame Oy on suomalainen kaivosyhtiö, joka tuottaa biokasaliuotusmenetelmällä ensisijassa nikkeliä ja sinkkiä Sotkamossa sijaitsevalla kaivoksellaan.

Terrafamen aloittaessa toimintansa syksyllä 2015, kaivosalueella oli varastoituneena ylimääräisiä vesiä noin 10 miljoonaa kuutiota. Patoturvallisuuden varmistamiseksi yhtiö joutui turvautumaan ylimääräisiin juoksutuksiin vuoden 2015 lopussa sekä uudelleen keväällä 2016. Ylimääräisissä juoksutuksissa johdettiin puhdistettua ja laadultaan ympäristöluvan pitoisuusrajat täyttävää vettä sekä vanhoille purkureiteille että Nuasjärven purkupuutkeen. Juoksutuksista johtuen vanhojen reittien sulfaattikiintiö ylitti ympäristöluvassa annetun enimmäismäärän. Lisäjuoksutuksista huolimatta kaivoksen vesivarastot olivat lähes täynnä kevättulvan päätyttyä keväällä 2016.

Vaasan hallinto-oikeus antoi 28.4.2016 päätöksen koskien Nuasjärven purkupuutkea ja Oulujoen ja Vuoksen suunnan vanhoille reiteille johdettavia käsiteltyjä vesiä (vuoden 2013 lupa). Nuasjärven purkupuutkelle hallinto-oikeus määräsi Pohjois-Suomen aluehallintoviraston lupaa alhaisemmat, mutta toisaalta hallinto-oikeuden välipäätöstä korkeammat vuosittaiset sulfaattikiintiöt (AVI:n lupa 24 000 t/a, VHO:n välipäätös 12 000 t/a, VHO:n lopullinen päätös 15 000 t/a). Vanhojen purkureittien osalta VHO:n päätöksessä jätettiin voimaan nykyiset sulfaattikiintiöt (1 300 t/a). VHO:n päätöksellä kaikki luvat annettiin määräaikaisena vuoden 2018 loppuun saakka siten, että eri lupia koskevat hakemukset on jätettävä Pohjois-Suomen AVI:lle elokuun 2017 loppuun mennessä. Toiminnassa noudatetaan nykyisiä lupia siihen saakka kun korkein hallinto-oikeus on antanut lainvoimaiset lupapäätökset tai toiminnalle on saatu uudet luvat.

Vaasan hallinto-oikeuden päätökset ovat mahdollistaneet kaivostoiminnan jatkamisen Terrafamen suunnitelmien mukaisesti.

Kesän ja syksyn 2016 aikana kaivoksen vesivarastot vähenivät huomattavan nopeasti. Keskeisiä tekijöitä tähän olivat Nuasjärven purkupuutken käyttö täydellä kapasiteetilla, veden sitoutuminen kasattuun malmiin, käänteisosmoosilaitoksen tehokas käyttö sekä bioliuotuksen aiheuttama lisähaihdunta. Käänteisosmoosilaitoksen rejekti on johdettu maaliskuusta 2016 alkaen bioliuoskiertoon, rejektiä johdettiin vuoden 2016 aikana liuoskiertoon yhteensä noin 0,5 M m³, jonka mukana palautui liotuskasoille 5 700 t sulfaattia. Rejektin mukana kasoille johdettava natriumsulfaatti saostuu liotuskasoille natriumjarosiittina. Rejektin lisäksi bioliuoskiertoon johdettiin noin 1,9 M m³ ylimääräisiä vesiä louhoksesta, joiden mukana liuoskiertoon palautui noin 16 000 t sulfaattia. Vesimäärä kaivoksella pieneni koko kesän ja syksyn 2016 niin, että vuoden 2016 lopussa ylimääräisten vesien määrä oli enää 3,8 Mm³.

Vuoden 2016 sadantaa (701 mm) oli tavanomainen. Mikäli sademäärä olisi ollut poikkeuksellisen suuri ja vastannut vuoden 2015 sadantaa (1042 mm), olisi kaivosalueelle muodostunut sadannasta 5,1 Mm³ enemmän vettä. Vaikka vuoden 2016 aikana VHO:n määräämä 15 000 t vuosittainen sulfaattikiintiö on riittänyt hyvin, ei kiintiö riittäisi, jos vuosisadanta olisi esim. kolmena vuotena samalla tasolla kuin 2015. Tuolloin kaivoksen vesivarastot olisivat kolmen vuoden jälkeen jälleen täynnä. Tästä johtuen YVA:ssa on tarkasteltu myös suurempia sulfaatin vuosikuormitusmääriä, jotta alueelta voidaan johtaa vettä riittävästi myös sateisina vuosina. YVA:ssa ei tehdä lopullisia päätöksiä tulevista päästökiintiöistä, vaan päästökiintiöiden suuruuden päättää lupaviranomainen YVA:n jälkeisessä luvitusprosessissa.

YVA-menettelyssä arvioitavat vaihtoehdot

Ympäristövaikutusten arvioinnin hankevaihtoehtoina tutkittiin toiminnan jatkamista nykyisten päästökiintiöiden mukaisesti, kahta erilaista korotettujen päästökiintiöiden yhdistelmää sekä toiminnan lopettamista. Viiden erilaisen kuormitusvaihtoehdon (VE0, VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b) lisäksi vaikutustarkastelussa huomioitiin nykyisen purkupaikan lisäksi kaksi vaihtoehtoista purkupaikkaa Nuasjärvessä (Rimpilänsalmi ja Petäisenniska).

Taulukko 1. Arvioitavat toteutusvaihtoehdot.

Vaihtoehto	Kuvaus
VE0	<ul style="list-style-type: none"> Kaivostoiminta jatkuu. Nykyiset, VHO:n päätöksen mukaiset päästökiintiöt (sulfaattikiintiö purkupuutkelle 15 000 t/a ja vanhoille purkureiteille 1 300 t/a). Myös pitoisuusrajat nykyisen luvan mukaiset (nyt sulfaatille 4000 mg/l ja vuoden 2018 alusta 2000 mg/l).
VE1a	<ul style="list-style-type: none"> Kaivostoiminta jatkuu. Kolme ensimmäistä vuotta sulfaattikiintiö 30 000 t/a purkupuutkelle ja 5 000 t/a vanhoille reiteille Neljännestä vuodesta alkaen 15 000 t/a purkupuutkelle ja noin 5 000 t/a vanhoille reiteille. Pitoisuusrajat sulfaatin osalta 4 000 mg/l kolme ensimmäistä vuotta, jonka jälkeen 2000 mg/l.
VE1b	<ul style="list-style-type: none"> Kaivostoiminta jatkuu. Kolme ensimmäistä vuotta sulfaattikiintiö 15 000 t/a purkupuutkelle ja 15 000 t/a vanhoille reiteille. Neljännestä vuodesta alkaen 15 000 t/a purkupuutkelle ja 5 000 t/a vanhoille reiteille. Pitoisuusrajat sulfaatin osalta 4 000 mg/l kolme ensimmäistä vuotta, jonka jälkeen 2000 mg/l.
VE2a	<ul style="list-style-type: none"> Kaivostoiminta ajetaan alas ja alasajovaihe kestää noin 5-10 vuotta. Vesien johtamistarpeen arvioidaan olevan alkuun nykyistä suurempi bioliuotuksen haihdunnan hiipussa ja veden malmiin sitoutumisen loppuessa. Louhos tyhjenetään sinne nyt varastoiduista kontaminoituneista vesistä. Vedet johdetaan neutralointikäsittelyyn. Louhosta aletaan heti vuoden 2017 alkupuolella täyttää puhdistetuilla vesillä. Puhdistettuja vesiä johdetaan louhokseen noin 3 Mm³, minkä jälkeen louhoksen annetaan täytyä sadannan ja pohjavesipurkauman vaikutuksesta. Louhoksen täytyminen ajoittuisi noin vuoteen 2025.
VE2b	<ul style="list-style-type: none"> Kaivostoiminta ajetaan alas ja alasajovaihe kestää noin 5-10 vuotta. Vesien johtamistarpeen arvioidaan olevan alkuun nykyistä suurempi bioliuotuksen haihdunnan hiipussa ja veden malmiin sitoutumisen loppuessa. Louhos tyhjenetään sinne nyt varastoiduista vesistä. Vedet johdetaan neutralointikäsittelyyn. Louhos pidetään kuivana vuoden 2018 loppuun asti. Tämän jälkeen louhoksen annetaan täytyä sadannan ja pohjavesipurkauman vaikutuksesta.
Purkupaikka	<ul style="list-style-type: none"> Vaikutustarkastelussa on huomioitu nykyisen purkupaikan lisäksi kaksi vaihtoehtoista purkupaikkaa Nuasjärvessä (Rimpilänsalmi ja Petäisenniska)

Taulukossa 1 esitetyt sulfaattikuormat perustuvat siihen paljonko sulfaattia on varastoiduissa vesissä ja paljonko sulfaattia syntyy vuosittain. Kuuden miljoonan kuution vuosittaisella juoksumäärällä ja keskimääräisellä sulfaattipitoisuudella 4000 mg/l, sulfaattikuormaksi muodostuu 24 000 t/a.

YVA-menettelyn vaiheet

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyä koskevan lain tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Tavoitteena on myös lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. YVA-menettelyllä pyritään ehkäisemään tai lieventämään haitallisten ympäristövaikutusten syntymistä, sekä sovittamaan yhteen eri näkökulmia ja tavoitteita.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely ei ole päätöksenteko- tai lupamenettely, joten arvioinnin aikana ei tehdä päätöstä hankkeen toteuttamisesta.

YVA-menettelyyn sisältyy ohjelma- ja selostusvaihe. YVA-ohjelma on suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. YVA-selostuksessa esitetään hankkeen ominaisuudet ja arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen ympäristövaikutuksista. YVA-menettely päättyy, kun yhteysviranomainen antaa lausuntonsa YVA-selostuksesta.

Tiedottaminen ja vuorovaikutus

YVA-lain yhtenä tavoitteena on lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumista. Kansalaisilla on mahdollisuus vaikuttaa suunniteltuun hankkeeseen YVA-menettelyn eri vaiheissa. Yhteysviranomaisena toimiva Kainuun ELY-keskus kuuluttaa arviointiselostuksen nähtävillä olosta kaupungin ilmoitustauluilla, sanomalehdissä sekä Internet-sivuillaan. Kuulutuksessa kerrotaan tarkemmin, miten mielipiteitä voi esittää. Kansalaiset voivat osallistua hankkeeseen myös esittämällä mielipiteensä ja näkemyksensä suoraan hankevastaavalle tai YVA-konsultin edustajille.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen nähtävillä asettamisen jälkeen yleisölle järjestetään avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus. Tilaisuudessa esitellään suunniteltu hanke, YVA-menettely ja hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksia. Yleisöllä on mahdollisuus esittää näkemyksiään tehdystä arviointityöstä sekä sen riittävydestä.

Aikataulu

Hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely on aloitettu kesällä 2016 YVA-ohjelman laatimisella. YVA-menettely käynnistyi virallisesti, kun YVA-ohjelma jätettiin yhteysviranomaiselle elokuussa 2016. Ympäristövaikutusten arviointiselvitykset tehtiin syksyn 2016 aikana. YVA-selostus on jätetty yhteysviranomaiselle maaliskuussa 2017, ja hankkeen YVA-menettely päättyy yhteysviranomaisen lausuntoon kesällä 2017.

Yhteenveto hankkeen ympäristövaikutuksista

Vaikutukset vesistöihin

Terrafame Oy:n käsiteltyjen purkuvesien aiheuttamien vesistövaikutusten arviointi on tehty sulfaatin osalta vesistömallinnuksiin perustuen. Sulfaatti on Terrafamen kaivoksen keskeinen kuormite, ja myös YVA-vaihtoehdot on asetettu sulfaattikuormituksen perusteella. Sulfaattipitoisten vesien kulkeutumista ja laimentumista arvioitiin 3D-vesistömallin avulla kaikissa YVA-vaihtoehdoissa sekä Oulujoen että Vuoksen vesistön purkusunnissa. Purkureittien järvissä maksimipitoisuudet esiintyvät kerrostuneisuuskausina pohjan läheisissä vesikerroksissa, jonne sulfaattipitoista vettä kerääntyy etenkin talvella jääkannen estäessä tuulen vaikutuksen sekä myös kesän tuulettomina ajanjaksoina.

Vanhoilla purkureiteillä käsiteltyjen purkuvesien laimentuminen on huomattavasti huonompaa kuin johdettaessa käsitellyt purkuvedet Nuasjärveen purkuputkella. Kaikissa kuormitusvaihtoehdoissa syntyy korkeita sulfaattipitoisuuksia vanhojen purkureittien latvavesiin eli Oulujoen suunnassa Jormasjärveen Tuhkajoen edustalle saakka sekä Vuoksen suunnassa Laakajärveen Kivijoen edustalle saakka. Pienimmillään vaihtoehdoissa VE0 ja VE2 sulfaattipitoisuudet ovat vanhoilla reiteillä Jormasjärven eteläosassa ja Laakajärven pohjoisosassa alimmissa vesikerroksissa keskimäärin luokkaa 10 mg/l. Käytännössä vaihtoehtojen VE0 ja VE2 mukainen sulfaattikuormitus on vanhoilla purkureiteillä pienempi kuin vuoden 2016 toteutunut kuormitus ja mallinnetut pitoisuudet osin pienempiä kuin vesistöissä mitatut. Vaihtoehdon VE1a mallinnetut pitoisuudet vastaavat pääpiirteittäin vanhalla purkureitillä vesistöissä mitattuja sulfaattipitoisuuksia. Poikkeuksen muodostaa Kivijärvi, jossa etenkin kerrostuneiden syvänteiden sulfaattipitoisuudet ovat mallinnettuja suurempia. Suurimmillaan vaihtoehdossa VE1b sulfaattipitoisuus on Jormasjärven ja Laakajärven alusvedessä keskimäärin luokkaa 100 mg/l. Tällöin vesien kerrostuneisuuden purkautuminen keväisin ja syksyisin voi vaikeutua, ja siten myös riski aineiden luontaisen kierron häiriintymisestä kasvaa.

Nuasjärven mallinnusten ensimmäisessä vaiheessa tarkasteltiin Nuasjärven nykyisen, Juurikkalahden edustalla sijaitsevan purkupaikan lisäksi kahta vaihtoehtoista purkupaikkaa, jotka sijaitisivat Rimpilänsalmessa ja Petäisenniskalla. Purkupaikan siirtoa ei kokonaisuuden kannalta todettu hyödylliseksi. Nuasjärvessä kaikilla kuormitustasoilla esiintyy korkeita sulfaattipitoisuuksia nykyisen purkupaikan läheisyydessä alimmissa vesikerroksissa. Nuasjärvessä VE0-vaihtoehdon mukainen kuormitus aiheuttaa maksimissaan noin 300 mg/l sulfaattipitoisuuksia purkupaikan lähialueella. Muissa vaihtoehdoissa Nuasjärven mallinnetut pitoisuustasot ovat samaa suuruusluokkaa ja vaihtoehdossa VE1a alkuvuosina jonkin verran suurempia. Käsiteltyjen purkuvesien suolapitoisuudesta johtuen on kerrostuminen purkupaikalla kohtalaisen voimakasta, mutta pysyvää kerrostumista ei purkualueella todennäköisesti silti tapahdu. Mallinnuksella ei kuitenkaan kyetty luotettavasti kuvaamaan hieman kauempana purkuputkesta sijaitsevien Nuasjärven pienipiirteisten syvänealueiden tilannetta suhteessa toteutuneisiin tarkkailutuloksiin.

Rehjanselällä tai Oulujärvessä eri kuormitusvaihtoehdoilla on enää hyvin vähäinen vaikutus. Mallinnustulosten mukaan sulfaattipitoisuus nousee Rehjanselällä ja Kajaaninjossa maksimissaan tasolle 20 mg/l vaihtoehdossa VE1a. Vastaavasti Paltajärvessä ja Oulujärven Paltaselällä maksimipitoisuus on noin 15 mg/l. Oulujärvessä ja siitä lähtevässä vedessä sulfaattipitoisuudet ovat kaikissa vaihtoehdoissa pieniä, noin 1–4 mg/l.

Vesistöjen sulfaattipitoisuudet ovat kaikissa vaihtoehdoissa suurimmat tarkastelujakson (2017–2022) alussa johtuen käsitellyn purkuveden korkeasta pitoisuudesta sekä vanhoilla purkureitillä myös alkutilan korkeista pitoisuuksista. Vaikutukset lieventyvät tarkastelujakson loppupuolella kuormituksen pienentyessä ja käsiteltyjen purkuvesien pitoisuuden laskiessa. Vaihtoehdossa VE1 vaikutukset ovat vanhoilla purkureiteillä myöhempinä vuosina edelleen jonkin verran suurempia kuin vaihtoehdoissa VE0 tai VE2.

Käsiteltyjen purkuvesien pitoisuustasoon ja sulfaattimallinnukseen perustuvien laimennusaskelmien perusteella sekoittumisvyöhykkeen alapuolella, Vuoksen suunnalla Kivijärven alapuolella ja Oulujoen suunnalla Kolmisopen alapuolella nikkeli- tai muiden metallien (Cd, Hg, Pb) pitoisuuksien ei pääsääntöisesti arvioida ylittävän ympäristölaatu- ja laatuunormeja. Suurimman kuormituksen tilanteessa (VE1b) nikkelin ympäristölaatuunormin ylittyminen on kuitenkin mahdollista Kivijoen suulla.

Vaihtoehdoissa VE0 ja VE2 kuormitus on vanhoilla purkureiteillä nykyistä pienempää, joten vesistöjen tila elpyisi hitaasti. Vaihtoehdossa VE1a kuormitus vanhoilla purkureiteillä kasvaa hieman vuoden 2016 tasosta, ja tilanne vesistöissä tulee olemaan arviolta nykyisen kaltainen. Nuasjärveen menevä kuormitus kasvaa jossain määrin nykyisestä vaihtoehdossa VE1a, jolloin vesien kerrostuminen todennäköisesti voimistuu purkualueella, mutta pysyvää laaja-alaista kerrostumista ei arvioida syntyvän. Nuasjärven ve-

den laadun ja kerrostumisen kehittymistä, voimakkuutta ja laajuutta seurataan. Vaihtoehdossa VE1b kuormituksen kasvun seurauksena vanhoilla purkureiteillä vesistöjen kerrostuminen ja tilan heikentyminen voimistuisi nykyisestä alkuvuosina. Nuasjärvessä tilanne pysyisi kutakuinkin nykyisenä.

Vaikutukset vesiekologiaan

Eri YVA-vaihtoehtojen vaikutus **pohjaeläimistöön** on suurinta lähimpänä kaivosta olevissa vesistöissä. Myös Nuasjärvellä purkuputken läheisyydessä kuormituksella on todennäköisesti vaikutuksia pohjaeläinyhteisöihin. Vaikutukset järvissä riippuvat paljon siitä aiheutuuko kuormituksen seurauksena järvien syvänteissä pitkäaikaista kerrostuneisuutta. Pitkäaikaisessa kerrostuneisuudessa pohjaeläinlajistot syvänteissä todennäköisesti heikkenevät.

Kaikissa tarkastelluissa kuormitustilanteissa kaivosvesien vaikutus **kasviplanktonin ja piilevien** tilaan on suurimmillaan vanhoilla purkureiteillä lähellä kaivosta sijaitsevilla vesistöissä. Todennäköisesti vähäisintä vaikutus on vaihtoehdossa VE0 ja suurinta vaihtoehdossa VE1b. Nuasjärvellä purkuputken lähistöllä leväyhteisöihin kohdistuvat vaikutukset ovat lievempiä kuin vanhoilla purkureiteillä. Suurimmillaan Nuasjärveen kohdistuvat vaikutukset ovat todennäköisesti kuormitusvaihtoehdoissa VE1a ja VE2a-b ensimmäisinä vuosina.

Vaikutukset kalastoon ja kalastukseen

Toiminnallisista vaihtoehdoista pienin jatkuva kuormitus vesistöön on tilanteessa (VE0), joten haitalliset kalataloudelliset vaikutukset ovat siinä lievimmät. Voimakkaasti kuormitetuilla pienillä lähijärvillä, Kivijärvi, Salminen ja Kalliojärvi, sulfaattikuormitus on aiheuttanut pysyvää kerrostuneisuutta, ja kalaston elinolosuhteet ovat niillä heikentyneet merkittävästi jo nykyisellään. Myös suuremmilla järvillä, Jormasjärvi, Nuasjärvi ja Laakajärvi, kerrostuneisuus voimistuu etenkin talviaikana käsiteltyjen purkuvesien kertyessä syvänteisiin. Nuasjärvellä purkuvesien kertymistä tapahtuu purkualueen lähisyvänteisiin. Tämä osaltaan heikentää järvillä alusveden happitilannetta kerrostuneisuuskautena, mikä heikentää lähinnä syyskutuisten kalalajien eli siian ja muikun elinolosuhteita. Kevätkutuiset kalalajit ovat vedenlaadun muutoksia melko hyvin kestäviä kalalajeja, joiden kantoihin sulfaattikuormituksella ei arvioida olevan laajamittaista vaikutusta suuremmilla järvillä; merkittävät vaikutukset rajoittuvat purkualueiden lähelle. Suurimmalla sulfaattikuormituksella vanhoille purkureiteille (VE1b) sulfaatin pitoisuustasot voivat kuitenkin olla kalastolle jo haitallisia myös osassa Jormas- ja Laakajärveä. Sulfaattikuormituksen ei arvioida heikentävän taimenen elinolosuhteita Tuhkajoessa, kun sulfaattipitoisuus joessa on enintään noin 100 mg/l (vaihtoehdot VE0 ja VE1a). Suurimmalla kuormituksella (VE1b) sulfaattipitoisuus on Tuhkajoessa useita satoja mg/l, mikä on riski taimenen menestymiselle joessa. Vedenlaadun ohjearvojen (British Columbia Ministry of Environment 2016) mukaan suurin vesieliöstölle turvallinen sulfaattipitoisuus on erittäin pehmeissä vesissä 128 mg/l.

Nuasjärven purkualueella alusveden sulfaattipitoisuudet ovat talviaikaan alivirtaamautena korkeita. Etäännyttäessä purkupaikalta alueelliset pitoisuudet pienenevät suhteellisen nopeasti. Syvänteissä, muutaman kilometrin säteellä purkupaikasta, esiintyy tarkkailutulosten mukaan kuitenkin todennäköisesti edelleen korkeita eli muutamia satoja mg/l olevia sulfaattipitoisuuksia.

Purkuvesistä aiheutuvat eri metallien pitoisuuslisäykset ovat pieniä, eivätkä ne siten heikennä kalojen elinolosuhteita tai käyttökelpoisuutta. Suurimmat pitoisuuslisäykset ovat purkualueen pienissä lähijärvissä, Salmisessa, Kalliojärvessä, Kolmisopessa ja Kivijärvessä. Tarkkailutulosten mukaan ahvenen ja/tai hauen elohopeapitoisuus on ylittänyt kalan lihakselle sallitun enimmäispitoisuuden joinakin vuosina Kalliojärvellä, Kolmisopella, Jormasjärvellä ja Kivijärvellä. Ylityksiä oli Kolmisopella jo ennen kaivostoinnin alkamista, ja niitä on ollut myös Kiltuanjärvellä ja vertailualueella Ukonjärvellä.

Tummissa, humuspitoisissa järvissä petokalojen elohopeapitoisuudet ovat luontaisesti korkeampia kuin kirkkaissa vesissä.

Kaivoksen käsiteltyjen purkuvesien ravinnepäästöt ovat varsin vähäisiä. Tyypeä käsitellyissä purkuvesissä on kuitenkin hieman, mutta se ei yksistään lisää merkittävästi purkuvesistöjen rehevyyttä eikä siten lisää pyydysten limoittumista.

Asukaskyselyn mukaan käsiteltyjen purkuvesien johtaminen on vähentänyt kalastushalukkuutta purkuvesistöissä. Yleisimpänä syynä kalastuksen vähenemiseen oli pelko vedenlaadun heikentymisestä ja kalojen käyttökelpoisuudesta. Kaupallisen kalastuksen toimintaedellytykset Jormas-, Nuas- ja Laakajärvellä ovat heikentyneet mm. kalan paikallisen oston loputtua. Kalaa on edelleen voitu myydä tukkumyyntiin. On ilmeistä, että jatkossakin käsiteltyjen purkuvesien johtamisesta aiheutuvat negatiiviset mielikuvat kalojen käyttökelpoisuudesta ovat huomattava kalataloudellinen haitta, vaikka kalat olisivat ihmisravinnoksi kelpaavia.

Vaikutukset vesistöjen ekologiseen tilaan

Ympäristöhallinnon luokituksen mukaan Vuoksen vesistössä Kivijärven ekologinen tila on huono, Kivijoen tyydyttävä ja Laakajärven hyvä. Oulujoen vesistössä Kolmisopen ekologinen tila on välttävä, Tuhkajoen tyydyttävä ja Jormasjärven, Nuasjärven sekä Oulujärven hyvä. Vaihtoehdossa VE1b on mahdollista että vanhoilla purkureiteillä lähinnä Kivijoen sekä Tuhkajoen ja Jormasjärven ekologinen tila voi tilapäisesti heiketä, mutta tila palautuu kuormituksen jälleen laskiessa. Huomattava on että ekologinen tila arvioidaan kuuden vuoden ajanjaksolta. Nuasjärvessä purkualueen läheisyydessä vesistön tila todennäköisesti jossain määrin heikkenee vaihtoehdossa VE1a, mutta koko Rehja-Nuasjärvi vesimuodostuman ekologisen tilan arvioidaan pysyvän nykyisenä hyvänä. Aiempana vesistöissä kaivoksen purkuvesillä ei arvioida olevan vaikutusta vesistöjen ekologiseen tilaan.

Edellä mainittujen vesistöjen kemiallinen tila on luokiteltu hyvää huonommaksi lukuun ottamatta Nuasjärveä ja Oulujärveä, joiden kemiallinen tila on hyvä. Eri YVA-vaihtoehdoilla ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta vesistöjen kemialliseen tilaan.

Oulujoen–lijojen tai Vuoksen vesienhoito-ohjelmissa teollisuudelle ja kaivostoiminnalle ei ole esitetty täydentäviä pintavesiin kohdistuvia toimenpiteitä. Kaivostoiminnan päästöjä rajoitetaan ympäristönsuojelulain mukaisilla ympäristöluvilla ja parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT) soveltaen.

Vaikutukset maakäyttöön

Hankkeessa pyritään hyödyntämään olemassa olevaa rakennuskantaa kaivostoiminnan käytössä olevalla teollisella alueella. Teollisella alueella pystytään keskittämään vesien puhdistus- ja hallintatoimia kytkien ne muihin harjoitettaviin teollisiin prosesseihin. Vesienhallinnan parantamiseen liittyvässä suunnittelussa on pyritty tunnistamaan mahdolliset alueiden käyttöön liittyvät riskit.

Hankkeen suunnittelussa pyritään turvaamaan ranta-alueille sijoittuvan pysyvän asumisen sekä vapaa-ajan asumisen viihtyisyys. Suunnittelun avulla pyritään turvaamaan ranta-alueiden käyttö ja viihtyisyys.

Terrafamen kaivoksen vesienhallintahanke on nykyisen kaavoituksen kannalta ajan tasalla. Tämä hanke ei aiheuta voimassa olevaan kaavoitukseen muutostarpeita.

Vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen, terveyteen ja virkistyskäyttöön

Elinoloja arvioitaessa vaikutuksen voimakkuus on riippuvainen etäisyydestä kaivosalueeseen tai purkupaikkaan. Elinoloihin arvioidaan aiheutuvan merkittävydeltään kohtalaisia negatiivisia vaikutuksia Nuasjärven ja Jormasjärven vesistöalueilla. Laakajärven vesistöalueella elinoloihin aiheutuvat muutokset ovat vähäisiä ja sopeutuminen muu-

toksiin on mahdollista ajan kuluessa. Kauempana olevilla vesistöalueilla pysyvä muutos elinoloihin on niin vähäinen, että arvioidut vaikutukset ovat neutraalit.

Viihtyvyyden kokemiseen liittyy kunkin henkilön oma subjektiivinen kokemus. Tietoisuus kaivoksen läheisyydestä ja mahdollisista vesistövaikutuksista nostaa viihtyvyydsarvon merkittävyyden kohtalaiseksi Nuasjärven, Jormasjärven ja Laakajärven vesistöalueilla.

Terrafamen lähivesistöistä ei oteta vettä talousvedeksi, joten käsitellyillä purkuvesillä ei ole vaikutusta talousvesikäyttöön. Kaivoksen päästöillä vesistöön ei myöskään arvioida olevan vaikutuksia Nuasjärven vedenottamoon eikä yksityisiin talousvesikaivoihin.

Vaikka mangaanipitoisuudet ovat laskeneet osassa lähivesiä alle milligramman tasolle, suositellaan alueiden asukkaita, kotitalouksia ja tuotantoyksiköitä pidättäytymään edelleen Oulujoen vesistön suunnassa Salmisenpuron, Salmisen, Kalliojärven ja Kolmisopen sekä Vuoksen vesistön suunnassa Lumijoen, Ylä-Lumijärven ja Kivijärven talousvesi- ja virkistyskäytöstä, mikäli viranomainen ei muuta ohjeistusta. Muiden vesistöjen vettä voi käyttää entiseen tapaan löyly- ja pesuvetenä.

Vesistövaikutusarvion mukaan käsitellyistä purkuvesistä aiheutuvat eri metallien pitoisuuslisäykset ovat pieniä, eivätkä ne siten heikennä kalojen elinolosuhteita tai käyttökelpoisuutta. Tarkkailutulosten mukaan ahvenen ja/tai hauen elohopeapitoisuus on ylittänyt kalan käytölle ravintona sallitun enimmäispitoisuuden joinakin vuosina Kalliojärvellä, Kolmisopella, Jormasjärvellä ja Kivijärvellä. Ylityksiä oli Kolmisopella jo ennen kaivostoiminnan alkamista, ja niitä on ollut myös Kiltuanjärvellä ja vertailualueella Ukonjärvellä. Tummissa, humuspitoisissa järvissä petokalojen elohopeapitoisuudet ovat luontaisesti korkeampia kuin kirkkaissa vesissä. Kalojen metallipitoisuuksia seurataan jatkossa määrävuosin, jotta voidaan varmistua kalojen käyttökelpoisuudesta.

Mikäli vesienhallinta toteutetaan lupaehtojen mukaisesti ja kestäväällä tavalla, virkistyskäyttöön ei ole odotettavissa erityisiä rajoituksia. Niillä alueilla, joissa kaivosvesien purkua tapahtuu, kokevat ranta-asukkaat epävarmuutta ja ovat huolissaan mahdollisista haitoista enemmän kuin kauempana purkualueista olevilla vesistöalueilla. Tästä syystä virkistyskäytön merkittävyysarvio nousee kohtalaisen merkittäväksi Nuasjärven, Jormasjärven ja Laakajärven vesistöalueilla. Kauempana olevilla vesistöalueilla virkistysarvoja heikentävä vaikutus olisi arvioinnin mukaan vähäinen. Arvioinnin pohjana on erityisesti koettu vaikutus.

1 JOHDANTO

Terrafamen aloittaessa toimintansa syksyllä 2015, kaivosalueella oli varastoituneena ylimääräisiä vesiä noin 10 miljoonaa kuutiota. Patoturvallisuuden varmistamiseksi yhtiö joutui turvautumaan ylimääräisiin juoksutuksiin vuoden 2015 lopussa sekä uudelleen keväällä 2016. Ylimääräisissä juoksutuksissa johdettiin puhdistettua ja laadultaan ympäristöluvan pitoisuusrajat täyttävää vettä sekä vanhoille purkureiteille että Nuasjärven purkupuutkeen. Juoksutuksista johtuen vanhojen reittien sulfaattikiintiö ylitti ympäristöluvassa annetun enimmäismäärän. Lisäjuoksutuksista huolimatta kaivoksen vesivarastot olivat lähes täynnä kevättulvan päätyttyä keväällä 2016. Vaasan hallinto-oikeus antoi 28.4.2016 päätöksen koskien Nuasjärven purkupuutkea ja Oulujoen ja Vuoksen suunnan vanhoille reiteille johdettavia vesipäästöjä (vuoden 2013 lupa). Nuasjärven purkupuutkelle hallinto-oikeus määräsi Pohjois-Suomen aluehallintoviraston lupaa alhaisemmat, mutta toisaalta hallinto-oikeuden välipäätöstä korkeammat vuosittaiset sulfaattikiintiöt (AVI:n lupa 24 000 t/a, VHO:n välipäätös 12 000 t/a, VHO:n lopullinen päätös 15 000 t/a). Vanhojen purkureittien osalta VHO:n päätöksessä jätettiin voimaan nykyiset sulfaattikiintiöt (1 300 t/a). Toiminnassa noudatetaan nykyisiä lupia siihen saakka kun korkein hallinto-oikeus on antanut lainvoimaiset lupapäätökset tai toiminnalle on saatu uudet luvat.

Vaasan hallinto-oikeuden päätökset ovat mahdollistaneet kaivostoiminnan jatkamisen Terrafamen suunnitelmien mukaisesti.

Kesän ja syksyn 2016 aikana kaivoksen vesivarastot vähenivät huomattavan nopeasti. Keskeisiä tekijöitä tähän olivat Nuasjärven purkupuutken käyttö täydellä kapasiteetilla, veden sitoutuminen kasattuun malmiin, käänteisosmoosilaitoksen tehokas käyttö sekä bioliuotuksen aiheuttama lisähaihdunta. Käänteisosmoosilaitoksen rejekti on johdettu maaliskuusta 2016 alkaen bioliuoskiertoon, rejektiä johdettiin vuoden 2016 aikana liuoskiertoon yhteensä noin 0,5 Mm³, jonka mukana palautui liotuskasoille 5 700 t sulfaattia. Rejektin mukana kasoille johdettava natriumsulfaatti saostuu liotuskasoille natriumjarosiittina. Rejektin lisäksi bioliuoskiertoon johdettiin noin 1,9 M m³ ylimääräisiä vesiä louhoksesta, joiden mukana liuoskiertoon palautui noin 16 000 t sulfaattia. Vesimäärä kaivoksella pieneni koko kesän ja syksyn 2016 niin, että vuoden 2016 lopussa ylimääräisten vesien määrä oli enää 3,8 Mm³.

Vuoden 2016 sadantaa (701 mm) oli tavanomainen. Mikäli sademäärä olisi ollut poikkeuksellisen suuri ja vastannut vuoden 2015 sadantaa (1042 mm), olisi kaivosalueelle muodostunut sadannasta n. 5,1 Mm³ enemmän vettä. Vaikka vuoden 2016 aikana VHO:n määräämä 15 000 t vuosittainen sulfaattikiintiö on riittänyt hyvin, ei kiintiö riittäisi, jos vuosisadanta olisi esim. kolmena vuotena samalla tasolla kuin 2015. Tuolloin kaivoksen vesivarastot olisivat kolmen vuoden jälkeen jälleen täynnä. Tästä johtuen YVA:ssa on tarkasteltu myös suurempia sulfaatin vuosikuormitusmääriä, jotta alueelta voidaan johtaa vettä riittävästi myös sateisina vuosina. YVA:ssa ei tehdä lopullisia päätöksiä tulevista päästökiintiöistä, vaan päästökiintiöiden suuruuden päättää lupaviranomainen YVA:n jälkeisessä luvitusprosessissa.

2 YVA-MENETTELY

2.1 YVA-menettelyn tarve ja tavoite

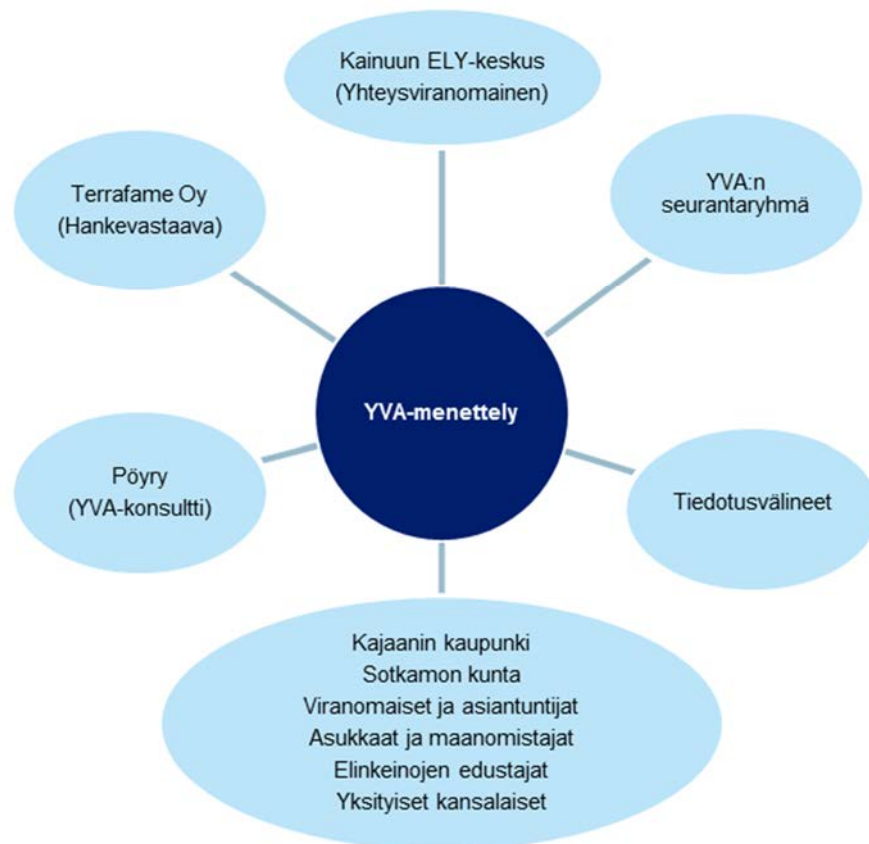
Euroopan yhteisöjen (EY) neuvoston antama, ympäristövaikutusten arviointia koskeva direktiivi (85/337/ETY) on Suomessa pantu täytäntöön Euroopan talousalueesta tehdyn sopimuksen liitteen kaksikymmentä nojalla YVA-lailla (468/1994, 267/1999, 458/2006, 1584/2009) ja -asetuksella (713/2006).

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa. Tavoitteena on myös lisätä kansalaisten tiedonsaantia sekä mahdollisuuksia osallistua ja vaikuttaa hankkeiden suunnitteluun. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä eikä ratkaista sitä koskevia lupa-asioita.

2.2 YVA-menettelyn osapuolet

Hankkeesta vastaavana toimii Terrafame Oy sekä yhteysviranomaisena Kainuun ELY-keskus. Ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja -selostuksen laatimisesta vastaa konsulttityönä Pöyry Finland Oy.

Tärkeässä osassa YVA-menettelyssä ovat myös kansalaiset sekä ELY-keskuksen lisäksi muut viranomaiset, jotka vaikuttavat YVA-menettelyn kulkuun muun muassa antamalla lausuntoja ja mielipiteitä. Tämän hankkeen YVA-menettelyyn osallistuvia tahoja on havainnollistettu oheisessa kuvassa (Kuva 2-1).



Kuva 2-1. YVA-menettelyyn osallistuvat tahot.

2.3 YVA-menettelyn päävaiheet ja aikataulu

YVA-menettelyyn sisältyy ohjelma- ja selostusvaihe. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma) on suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA-selostus) esitetään hankkeen ominaisuudet sekä tekniset ratkaisut ja arviointimenettelyn tuloksena muodostettu yhtenäinen arvio hankkeen ympäristövaikutuksista.

2.3.1 Arviointiohjelmavaihe

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn ensimmäisessä vaiheessa on laadittu YVA-ohjelma. Arviointiohjelma on selvitys hankealueen nykytilasta sekä suunnitelma (työohjelma) siitä, mitä vaikutuksia selvitetään ja millä tavoin selvitykset tehdään. Arviointiohjelmassa on lisäksi esitetty perustiedot hankkeesta ja tutkittavista vaihtoehdoista sekä suunnitelma tiedottamisesta hankkeen aikana ja arvio hankkeen aikataulusta.

YVA-menettely käynnistyi virallisesti, kun YVA-ohjelma jätettiin yhteysviranomaiselle elokuussa 2016. Tässä hankkeessa yhteysviranomaisena toimii Kainuun ELY-keskus. Yhteysviranomaisen kuulutti hankkeesta ja YVA-ohjelman nähtävillä olosta, sekä pyysi lausuntoja ohjelmasta eri viranomaisilta ja intressiryhmiltä. Yhteysviranomaisen kokosi ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa hankkeesta vastaavalle.

2.3.2 Arviointiohjelmasta annetut lausunnot ja mielipiteet

Määräaikaan mennessä ohjelmasta annettiin kaikkiaan 16 lausuntoa (Taulukko 2-1) ja 19 mielipidettä. Kainuun ELY-keskus kokosi ohjelmasta annetut mielipiteet ja lausunnot ja antoi niiden perusteella oman lausuntonsa 2.11.2016. Lausunto on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 2-1. Annetut lausunnot.

Lausunnot	
Elintarviketurvallisuusvirasto	Säteilyturvakeskus
Geologian tutkimuskeskus	Terveyden ja hyvinvoinnin laitos
Kainuun sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymä, ympäristöterveydenhuolto	Ylä-Savon SOTE kuntayhtymä, ympäristölautakunta
Kajaanin kaupunki, ympäristötekniikan lautakunnan lupajaosto	Ammattikalastajien edustaja
Lapin ELY-keskus, kalatalousviranomaisen	Jormasjärvi-Korholanmäki -osakaskunta, Ala-Sotkamon osakaskunta ja Paltaniemi-Jormuan -osakaskunta
Paltamon kunta, kunnanhallitus	Nuaskylän osakaskunta
Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus	Sotkamon luonto ry, Kainuun luonnonsuojelupiiri ry, Kajaanin seudun Luonto ry, Paltamon luonto ry
Sonkajärven kunta, kunnanhallitus	Sotkamon kunta, ympäristö- ja tekninen lautakunta

Tämän YVA-selostuksen liitteessä 2 on esitetty ne asiat, joihin yhteysviranomaisen lausunnon mukaan tuli kiinnittää huomiota ympäristövaikutusten arviointiselvitysten tekemisessä ja arviointiselostuksen laadinnassa. Taulukon oikean puoleisessa sarakkeessa on esitetty se, miten yhteysviranomaisen lausunto on otettu huomioon ympäristövaikutusten arviointityössä.

2.3.3 Arviointiselostusvaihe

YVA-ohjelman sekä siitä annettujen mielipiteiden ja lausuntojen pohjalta laaditun arviointityön tulokset on koottu tähän YVA-selostukseen. Selostuksessa on esitetty:

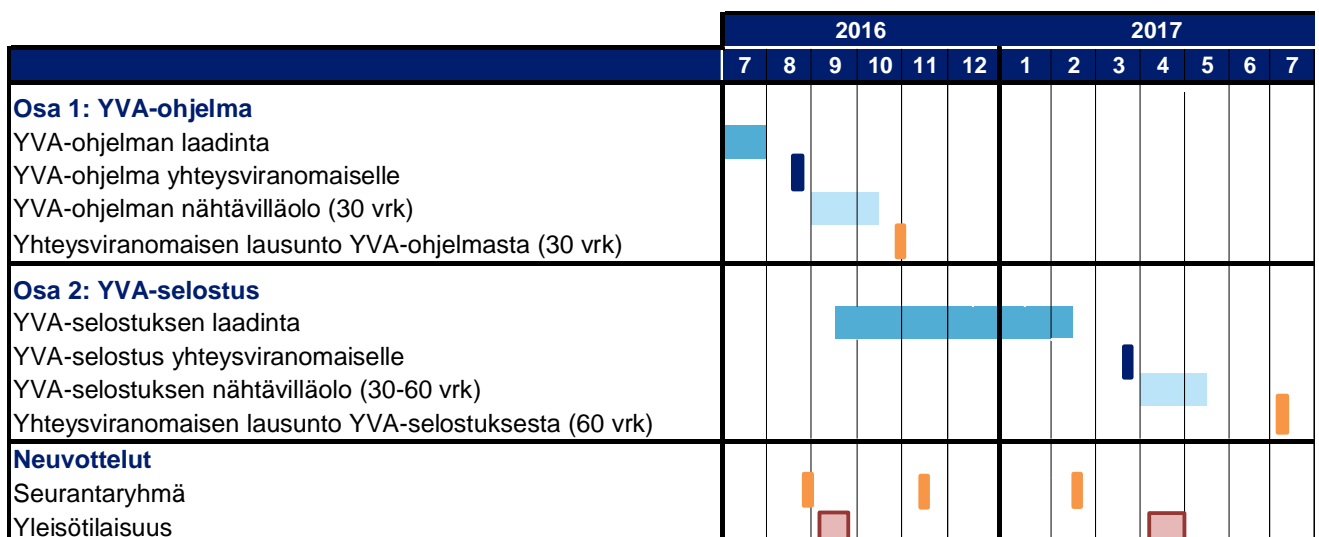
- arvioitavat vaihtoehdot
- hankkeen kuvaus ja tekniset tiedot
- ympäristön nykytilan kuvaus
- vaihtoehtojen ja nollavaihtoehdon ympäristövaikutukset ja niiden merkittävyys
- selvitys hankkeen suhteesta oleellisiin suunnitelmiin ja ohjelmiin
- arvioidujen vaihtoehtojen vertailu
- haitallisten vaikutusten ehkäisy- ja lieventämiskeinot
- ehdotus ympäristövaikutusten seurantaohjelmaksi
- kuvaus vuorovaikutuksen ja osallistumisen järjestämisestä YVA-menettelyn aikana
- kuvaus yhteysviranomaisen lausunnon huomioimisesta arviointiselostuksen laadinnassa.

Yhteysviranomaisen kuuluttaa valmistuneesta arviointiselostuksesta samalla tavoin kuin arviointiohjelmasta. Arviointiselostus on nähtävillä 30-60 vuorokauden ajan, jolloin viranomaisilta pyydetään lausunnot ja asukkailla sekä muilla intressiryhmillä on mahdollisuus esittää mielipiteensä yhteysviranomaiselle. Yhteysviranomaisen kokoaa selostuksesta annetut lausunnot ja mielipiteet ja antaa niiden perusteella oman lausuntonsa viimeistään kahden kuukauden kuluttua nähtävilläolon päättymisestä. Yhteysviranomaisen antama lausunto päättää YVA-menettelyn.

Lupaviranomaiset käyttävät arviointiselostusta ja yhteysviranomaisen siitä antamaa lausuntoa oman päätöksentekonsa perusaineistona. Hanketta koskevasta lupapäätöksestä on käytävä ilmi, miten arviointiselostus ja siitä annettu lausunto on päätöksessä otettu huomioon.

2.3.4 YVA-menettelyn aikataulu

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet ja suunniteltu aikataulu on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 2-2).



Kuva 2-2. YVA-menettelyn aikataulu.

2.4 Viestintä ja osallistuminen

2.4.1 Tiedotus- ja keskustelutilaisuudet yleisölle

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta järjestettiin yleisölle avoin tiedotus- ja keskustelutilaisuus 8.9.2016 Kajaanissa. Tilaisuudessa esiteltiin hanketta ja arviointiohjelmaa. Yleisöllä oli tilaisuudessa mahdollisuus esittää näkemyksiään ympäristövaikutusten arviointityöstä, saada tietoa sekä keskustella YVA-menettelystä hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen ja YVA-ohjelman laatineiden asiantuntijoiden kanssa.

Toinen tiedotus- ja keskustelutilaisuus järjestetään ympäristövaikutusten arviointiselostuksen valmistuttua 20.4.2017. Tilaisuudessa esitellään ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksia. Yleisöllä on mahdollisuus esittää näkemyksiään tehdystä ympäristövaikutusten arviointityöstä ja sen riittävydestä.

2.4.2 Seurantaryhmä

YVA-menettelyä seuraamaan koottiin seurantaryhmä, jonka tarkoituksena on edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavan, viranomaisten ja muiden sidosryhmien kanssa. Seurantaryhmä seuraa ympäristövaikutusten arvioinnin kulkua sekä esittää mielipiteitä ympäristövaikutusten arviointiselostuksen sekä sitä tukevien selvitysten laadinnasta. Seurantaryhmään kutsuttiin seuraavat tahot:

- Hankkeesta vastaava (Terrafame Oy)
- Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskukset
- YVA-konsultti
- Tuhkakylän kyläyhdistys
- Kainuun luonnonsuojelupiiri ry
- Sotkamon luonto ry
- Kajaanin seudun luonto ry
- Jormaskylä-Korholanmäki -osakaskunta
- Lahnasjärven kalastusosakaskunta
- Laakajärven kalastusosakaskunta
- Nuaskylän osakaskunta
- Ala-Sotkamon osakaskunta
- Paltaniemi-Jormuan osakaskunta
- Paltamo I osakaskunta
- Kainuun kalatalouskeskus
- Ammattikalastajien edustaja
- Kajaanin kaupunki
- Sotkamon kunta
- Sonkajärven kunta
- Paltamon kunta
- Kainuun Etu Oy
- Sotkamon Yrittäjät
- Kainuun Yrittäjät
- Patoviranomainen
- Kalastusviranomainen
- Kainuun Sote
- Vuokatin matkailu

Seurantaryhmä kokoontui ensimmäisen kerran 1.9.2016 YVA-ohjelman nähtävilläoloaikana. Tilaisuudessa esiteltiin hanketta ja arviointiohjelmaa. Seurantaryhmällä oli tilaisuudessa mahdollisuus esittää näkemyksiään, saada tietoa sekä keskustella YVA-menettelystä hankkeesta vastaavan, yhteysviranomaisen ja YVA-konsultin kanssa.

Toisen kerran seurantaryhmä kokoontui YVA-selostuksen laatimisvaiheessa 17.11.2016 tarkastelemaan vesistömallinnuksen tuloksia. Kolmannen kerran seurantaryhmä kokoontui YVA-selostuksen valmistuttua 13.3.2017.

2.4.3 Asukaskysely

YVA-menettelyn yhteydessä osana ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointia toteutettiin marraskuussa 2016 asukaskysely. Vakituksille asukkaille ja loma-asukkaille suunnattu lomakekysely kartoitti eri ryhmien yleistä suhtautumista hankkeeseen sekä siihen mahdollisesti liitettäviä omakohtaisia huolenaiheita. Kyselyllä selvitettiin alueen nykyistä käyttöä ja hankkeen mahdollisia vaikutuksia. Asukaskyselyä on tarkemmin kuvattu luvussa 11.3.

2.4.4 Muu viestintä

Hankkeesta ja sen ympäristövaikutusten arvioinnista tiedotetaan myös yleisen tiedonvälityksen yhteydessä, kuten lehtiartikkelien ja hankkeesta vastaavan internet-sivujen kautta (terrafame.fi → Ympäristö → Ympäristövaikutusten arviointi (YVA)) välityksellä.

3 HANKKEEN KUVAUS JA ARVIOITAVAT VAIHTOEHDOT

3.1 Hankkeesta vastaava

YVA-lain mukaisena hankkeesta vastaavana toimii Terrafame Oy. Terrafame Oy on suomalainen kaivosyhtiö, joka tuottaa biokasaliuotusmenetelmällä ensisijassa nikkeliä ja sinkkiä Sotkamossa sijaitsevalla kaivoksellaan. Terrafame Oy osti elokuussa 2015 Talvivaara Sotkamo Oy:n liiketoiminnan ja omaisuuserät Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesältä, ja jatkaa näin kaivostoimintaa Sotkamossa.

3.2 Hankkeen tausta ja tarkoitus

Kaivoksen toiminnan aikana sen vesitase on poikennut olennaisesti siitä mitä kaivoksen alkuperäisessä ympäristö- ja vesitalouslupahakemuksessa arvioitiin ja mille Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto 29.3.2007 myönsi toistaiseksi voimassa olevan ympäristö- ja vesitalousluvan nro 33/07/1. Alkuperäisessä hakemuksessa arvioitiin liuotusprosessin haihdutuskapasiteetin olevan huomattavan suuri. Lupaa haettiin ja lupa myönnettiin raakaveden saannin turvaamiseksi enintään 4 000 m³/h (noin 35 Mm³/a) vesimäärän ottoon Kolmisopesta ja Nuasjärvestä. Vesistöihin johdettavien käsiteltyjen vesien määräksi hakemuksessa arvioitiin 1,3 Mm³/a. Tämä määrä on asetettu ympäristö- ja vesitalousluvassa 2007 myös vesistöön johdettavien vesien enimmäismääräksi.

Kaivoksen toiminnan aikaiset vesienhallintaongelmat, eri vesijakeiden sekoittaminen, liuotusprosessin toimivuuteen liittyvät ongelmat sekä kesän ja syksyn 2012 poikkeuksellisen runsaat sateet ja marraskuun 2012 ja huhtikuun 2013 kipsisakka-altaan vuodot ovat olleet keskeisinä syinä likaantuneiden vesien kertymiseen kaivospiirin alueelle ja ympäristön kannalta hyvin ongelmalliseen vesitilanteeseen. Vesien poisjohtaminen ei tästä johtuen ollut enää mahdollista voimassa olevan ympäristö- ja vesitalousluvan vesimäärä- ja päästörajoitusten puitteissa.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi 31.5.2013 ympäristöluvan kaivoksen toiminnan olennaiseen muuttamiseen käsiteltyjen purkuvesien johtamisen ja siihen välittömästi liittyvien asioiden osalta (nro 52/2013/1). Lupa annettiin muutoksenhausta huolimatta eli ns. aloittamisluvalla. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on ympäristöluvan tarkistamishakemuksen johdosta 30.4.2014 antamallaan päätöksellä nro 36/2014/1 myöntänyt uuden ympäristöluvan kaivoksen koko toiminnan olennaiseen muuttamiseen. Lupapäätöksestä valitettiin Vaasan hallinto-oikeuteen, eikä se ole täytäntöönpanokelpoinen, minkä johdosta vuoden 2013 juoksutusluvan määräyksiä noudatetaan ko. päätöksen lainvoimaistumiseen saakka.

Vuoden 2013 ympäristöluvassa (nro 52/2013/1) kaivoksen vanhoille reiteille on määrätty vastaan ottavien vesistöjen pienuudesta johtuen hyvin alhaiset sulfaattikiintiöt (1 300 t/a), joka tarkoittaa käytännössä, ettei kaivokselle sadannasta vuosittain kertyvää vesimäärää tai alueelle aiemmin kertyviä vesiä voida johtaa pois kaivosalueelta riittävässä määrin. Koska puhdistettuja vesiä ei voida purkaa riittävästi vanhojen reittien kautta, on päädytty ratkaisuun, jossa valtaosa puhdistetusta vedestä johdetaan tilavuudeltaan ja virtaamaltaan suurempaan Nuasjärveen.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi 24.4.2015 ympäristöluvan purkuputken rakentamiseen ja käsiteltyjen vesien johtamiseen kaivosalueelta Oulujoen vesistössä sijaitsevaan Nuasjärveen sekä nykyisten purkupisteiden kautta Kalliojokeen johdettavan puhdistetun veden määrän tilapäiseen lisäämiseen vuoden 2015 aikana päätöksellään nro 43/2015/1.

Talvivaaran konkurssipesä valitti päätöksestä Vaasan hallinto-oikeuteen, ja Terrafame ilmoitti liiketoimintakaupan myötä jatkavansa muutoksenhakuprosessia. Nuasjärven purkupuutkiluvasta valitti yhtiön lisäksi 38 muuta tahoja ja henkilöä.

Vaasan hallinto-oikeus antoi 10.9.2015 Nuasjärven putkea koskevassa asiassa väli-päätöksen nro 15/0235/2, jolla hallinto-oikeus muutti 43/2015/1 täytäntöönpanoa lupamääräyksen 3 ensimmäisen kappaleen osalta siten, että käsiteltyjen purkuvesien johdaminen purkupuutkella Nuasjärveen on toteutettava niin, että kyseiset jätevedet saavat sisältää kuukaudessa enintään 1 000 tonnia sulfaattia.

Vaasan hallinto-oikeus antoi 28.4.2016 päätöksen koskien Nuasjärven purkupuutkea ja Oulujoen ja Vuoksen suunnan vanhoille reiteille johdettavia käsiteltyjä purkuvesiä (vuoden 2013 lupa). Päätöstä voidaan pitää sikäli hyvänä, että siinä on annettu aiempaa väli-päätöstä suurempi vuosittainen sulfaattikiintiö Nuasjärven purkupuutkelle (väli-päätöksessä 12 000 t/a, lopullisessa päätöksessä 15 000 t/a). Päätös on mahdollistanut kaivostoiminnan jatkamisen ja ylösajon tehtyjen suunnitelmien mukaisesti.

VHO:n päätöksellä kaikki luvat annettiin määräaikaisena vuoden 2018 loppuun saakka siten, että eri lupia koskevat hakemukset on jätettävä Pohjois-Suomen AVI:lle elokuun 2017 loppuun mennessä. Terrafamen aloittaessa toimintansa syksyllä 2015, kaivos-alueella oli varastoituneena ylimääräisiä vesiä noin 10 miljoonaa kuutiota. Patoturvallisuuden varmistamiseksi yhtiö joutui turvautumaan ylimääräisiin juoksutuksiin vuoden 2015 lopussa sekä uudelleen keväällä 2016. Ylimääräisissä juoksutuksissa johdettiin puhdistettua ja laadultaan ympäristöluvan pitoisuusrajat täyttävää vettä sekä vanhoille purkureiteille että Nuasjärven purkupuutkeen. Juoksutuksista johtuen vanhojen reittien sulfaattikiintiö ylitti ympäristöluvassa annetun enimmäismäärän (Taulukko 6-1). Lisä-juoksutuksista huolimatta kaivoksen vesivarastot olivat lähes täynnä (8,4 Mm³) kevät-tulvan päätyttyä.

Kesän ja syksyn 2016 aikana kaivoksen vesivarastot vähenivät huomattavan nopeasti. Keskeisiä tekijöitä tähän olivat Nuasjärven purkupuutken käyttö täydellä kapasiteetilla, veden sitoutuminen kasattuun malmiin, käänteisosmoosilaitoksen tehokas käyttö sekä bioliuotuksen aiheuttama lisähaihdunta. Käänteisosmoosilaitoksen rejekti on johdettu maaliskuusta 2016 alkaen bioliuoskiertoon, rejektiä johdettiin vuoden 2016 aikana liuoskiertoon yhteensä noin 0,5 Mm³, jonka mukana palautui liotuskasoille 5 700 t sulfaattia. Rejektin mukana kasoille johdettava natriumsulfaatti saostuu liotuskasoille natriumjarosiittina. Rejektin lisäksi bioliuoskiertoon johdettiin noin 1,9 M m³ ylimääräisiä vesiä louhoksesta, joiden mukana liuoskiertoon palautui noin 16 000 t sulfaattia. Vesimäärä kaivoksella pieneni koko kesän ja syksyn 2016 niin, että vuoden 2016 lopussa ylimääräisten vesien määrä oli enää 3,8 Mm³.

Vuoden 2016 sadantaa (701 mm) oli tavanomainen. Mikäli sademäärä olisi ollut poikkeuksellisen suuri ja vastannut vuoden 2015 sadantaa (1042 mm), olisi kaivosalueelle muodostunut sadannasta 5,1 Mm³ enemmän vettä. Vaikka vuoden 2016 aikana VHO:n määräämä 15 000 vuosittainen sulfaattikiintiö on riittänyt hyvin, ei kiintiö riittäisi, jos vuosisadanta olisi esim. kolmena vuotena samalla tasolla kuin 2015. Tuolloin kaivoksen vesivarastot olisivat kolmen vuoden jälkeen jälleen täynnä. Tästä johtuen YVA:ssa on tarkasteltu myös suurempia sulfaatin vuosikuormitusmääriä, jotta alueelta voidaan johtaa vettä riittävästi myös sateisina vuosina. YVA:ssa ei tehdä lopullisia päätöksiä tulevista päästökaartiöistä, vaan päästökaartiöiden suuruuden päättää lupaviranomainen YVA:n jälkeisessä luvitusprosessissa.

Johtuen VHO:n (28.4.2016) päätöksestä, Terrafame on käynnistänyt vesienhallinnan YVA-menettelyn.

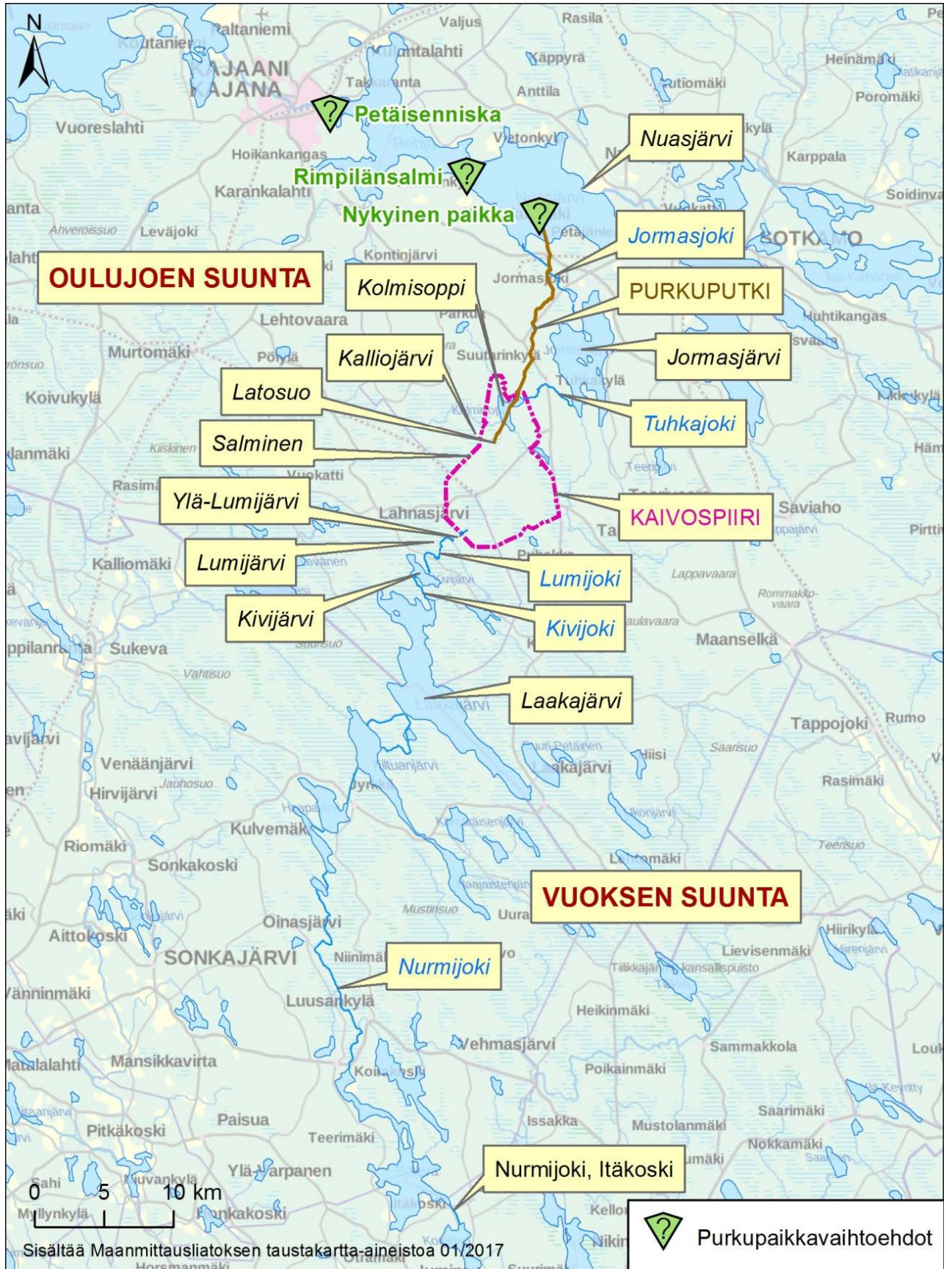
3.3 Arvioitavat vaihtoehdot

Tässä YVA:ssa on tarkasteltu seuraavia vaihtoehtoja (Taulukko 3-1):

Taulukko 3-1. YVA-menettelyssä tarkasteltavat vaihtoehdot.

Vaihtoehto	Kuvaus
VE0	<ul style="list-style-type: none"> Kaivostoiminta jatkuu. Nykyiset, VHO:n päätöksen mukaiset päästökiintiöt (esim. sulfaattikiintiö purkupuutkelle 15 000 t/a ja vanhoille purkureiteille 1 300 t/a). Myös pitoisuusrajat nykyisen luvan mukaiset (nyt sulfaatille 4000 mg/l ja vuoden 2018 alusta 2000 mg/l).
VE1a	<ul style="list-style-type: none"> Kaivostoiminta jatkuu. Kolme ensimmäistä vuotta sulfaattikiintiö 30 000 t/a purkupuutkelle ja noin 5 000 t/a vanhoille reiteille (vanhoille reiteille johdettava vesi- ja kuormitusmäärä voi tarkentua YVA:n aikana tehtävien mallinnusten aikana). Neljännestä vuodesta alkaen 15 000 t/a purkupuutkelle ja noin 5 000 t/a vanhoille reiteille. Pitoisuusrajat sulfaatin osalta 4 000 mg/l kolme ensimmäistä vuotta, jonka jälkeen 2000 mg/l.
VE1b	<ul style="list-style-type: none"> Kaivostoiminta jatkuu. Kolme ensimmäistä vuotta sulfaattikiintiö 15 000 t/a purkupuutkelle ja 15 000 t/a vanhoille reiteille. Neljännestä vuodesta alkaen 15 000 t/a purkupuutkelle ja 5 000 t/a vanhoille reiteille. Pitoisuusrajat sulfaatin osalta 4 000 mg/l kolme ensimmäistä vuotta, jonka jälkeen 2000 mg/l.
VE2a	<ul style="list-style-type: none"> Kaivostoiminta ajetaan alas ja alasajovaihe kestää noin 5-10 vuotta. Vesien johtamistarpeen arvioidaan olevan alkuun nykyistä suurempi bioliuotuksen haihdunnan hiipussa ja veden malmiin sitoutumisen loppuessa. Louhos tyhjennetään sinne nyt varastoiduista kontaminoituneista vesistä. Vedet johdetaan neutralointikäsittelyyn. Louhosta aletaan heti vuoden 2017 alkupuolella täyttää puhdistetuilla vesillä. Puhdistettuja vesiä johdetaan louhokseen noin 3 Mm³, minkä jälkeen louhoksen annetaan täyttyä sadannan ja pohjavesipurkauman vaikutuksesta. Louhoksen täyttyminen ajoittuisi noin vuoteen 2025.
VE2b	<ul style="list-style-type: none"> Kaivostoiminta ajetaan alas ja alasajovaihe kestää noin 5-10 vuotta. Vesien johtamistarpeen arvioidaan olevan alkuun nykyistä suurempi bioliuotuksen haihdunnan hiipussa ja veden malmiin sitoutumisen loppuessa. Louhos tyhjennetään sinne nyt varastoiduista vesistä. Vedet johdetaan neutralointikäsittelyyn. Louhos pidetään kuivana vuoden 2018 loppuun asti. Tämän jälkeen louhoksen annetaan täyttyä sadannan ja pohjavesipurkauman vaikutuksesta.
Purkupaikka	<ul style="list-style-type: none"> Vaikutustarkastelussa on huomioitu nykyisen purkupaikan lisäksi kaksi vaihtoehtoista purkupaikkaa Nuasjärven (Rimpilänsalmi ja Petäisenniska, Kuva 3-1).

Taulukossa (Taulukko 3-1) esitetyt sulfaattikuormat perustuvat siihen paljonko sulfaattia on varastoiduissa vesissä ja paljonko sulfaattia syntyy vuosittain. Kuuden miljoonan kuution vuosittaisella juoksumäärällä ja keskimääräisellä sulfaattipitoisuudella 4000 mg/l, sulfaattikuormaksi muodostuu 24 000 t/a.



Kuva 3-1. Vaihtoehtoisten purkupaikkojen sijainnit.

3.4 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin

Terrafame Oy:llä on käynnissä useita vesien hallintaan ja käsittelyyn liittyviä hankkeita.

3.4.1 Keskuspuhdistamo ja sakkojen käsittely

Terrafame Oy on hakenut ympäristölupaa kaivoksen keskitetylle vedenpuhdistamolle. Asiasta on annettu lupapäätös 4.1.2017 (päätös nro 3/2017/1, PSAVI/702/2016). Keskuspuhdistamon tavoitteena on korvata nykyiset, eri puolilla kaivosaluetta sijaitsevat vesienkäsittely-yksiköt sekä keskittää sakkojen käsittely kipsisakka-altaille. Keskuspuhdistamorakennus on sijoitettu metallien talteenottolaitokselta ja kalkkitalolta kipsisakka-altaille menevän putkisillan viereen. Keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen voidaan vesienkäsittelyssä syntyvien sakkojen sijoittaminen lopettaa eripuolilla kaivosta sijaitseviin väliaikaisiin varastoihin, mikä on edellytys sille, että välivarastoissa olevia sakkoja päästään loppusijoittamaan.

Keskitetty puhdistamo helpottaa vesienkäsittelyyn liittyvää logistiikkaa (kalkkimaito $\text{Ca}(\text{OH})_2$, lietteenkäsittely), mahdollistaa prosessin entistä hallitumman operoinnin ja tuo myös käyttöön liittyviä kustannussäästöjä sekä parantaa työturvallisuutta. Vesienkäsittelyn käyttövarmuus paranee näin merkittävästi nykyisestä. Keskuspuhdistamon vesienkäsittelyprosessi perustuu kalkkineutralointitekniikkaan, joka on todettu tehokkaaksi menetelmäksi kaivosvesien puhdistamisessa.

Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesä on maaliskuussa 2015 jättänyt ympäristölupahakemuksen vesienkäsittelyssä syntyvien sakkojen käsittelystä ja loppusijoittamisesta. Terrafame Oy on jatkanut hakemusta. Hakemus on vireillä Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa ja se on kuulutettu 2.2.2017 alkaen.

3.4.2 Vesienhallinnan kehitysprojekti, Ariel-hanke

Purkuvesien käsittelyratkaisun etsiminen aloitettiin keväällä 2011, jolloin VTT kartoitti kirjallisuustyöllä (VTT 2011) erilaisia sulfaatinpoistomenetelmiä kaivosvesistä. Työssä keskityttiin jo käytössä oleviin ja toimiviksi todettuihin teknologioihin. Mahdollisiksi sulfaatinpoistomenetelmiksi nousivat:

- erilaiset saostukset (ettringiitti- ja bariumsaostus)
- kalvotekniikat (käänteisosmoosi, ultra- ja nanosuodatus ja elektrodialyyysi)
- ioninvaihto
- haihdutus
- biologinen sulfaatin pelkistys

Jatkoselvittelyä varten päätettiin yhdessä kaivosyhtiön kanssa rajata selvitettävien teknologioiden määrä kahteen, joiksi valittiin kalvotekniikat ja haihdutus.

Haittojen ehkäiseminen ja rajoittaminen Arielin osalta liittyy muutoksiin laitoksella käytettäviin kemikaaleihin. Arielissa yhtenä ajatuksena on korvata natriumpohjaisia kemikaaleja (käytännössä lipeä) vaihtoehtoisilla alkalien (emäksen) lähteillä metallien talteenotto-prosessin neutraloinnissa. Lipeän sisältämän natriumin on havaittu heikentävän kipsisaaostuksen (CaSO_4) tuloksia kaivoksen vesienkäsittelyssä. Lipeän korvaaminen muulla kemikaalilla parantaa näin kalkkisaostuksen tehokkuutta myös sulfaatin osalta ja vähentää kaivoksen sulfaattipäästöjä tulevaisuudessa. Vaihtoehtoiset alkalit mahdollistavat joko tehokkaamman sulfaatin poiston nykyisillä menetelmillä tai vaihtoehtoisesti taloudellisesti kestävä prosessien sulfaattien talteenotolle ja tuotteistamiselle.

Tehokkaamman puhdistuksen menetelmät voivat liittyä joko em. sulfaattien talteenottoon tai kierrätykseen. Tuotteistuksessa lähtökohta on kalvoprosessit ja näiden jälkeinen konsentroidi. Kalvoprosesseista kyseeseen tulevat UF (ultrasuodatus), NF (nanosuodatus) ja/tai RO (käänteisosmoosi). Näitä pilotoidaan Arielissa. Konsentroidi tahtuisi haihdutuksella, kiteytyksellä tai molemmilla. Kaikissa näissä tapauksissa nykyään käsitelyihin purkuvesiin päätyvä sulfaatti päätyisi prosessin sivutuotteena lannoitteen raaka-aineeksi. Kierrätyksessä ensisijaisena vaihtoehtona olisi bioreaktori. Bioreaktorissa sulfaatti kierrätettäisiin rikkivetyä takaisin metallitehtaalle korvaamaan rikkistä ja vedystä tuotettua rikkivetyä.

Hanke eteni kevään 2016 aikana koetoimintavaiheeseen, jossa ratkaisuehdotuksia kehitettiin Terrafame Oy:n kaivoksella käytännössä. Vesienhallinnan kehityshankkeen ohjausryhmässä oli mukana Suomen johtavia vesialan osaajia useista organisaatioista, kuten VTT, GTK, Finnish Water Forum, Aalto-yliopisto, Lappeenrannan teknillinen yliopisto sekä Oulun yliopisto.

Kiteytys ja kalvoprosessien pilotit on aloitettu syksyllä 2016. Näistä tuloksia on odotettavissa keväällä 2017. Bioreaktoripilotti aloitetaan keväällä 2017. Tuloksia on luvassa kesällä 2017. Metallitehtaan kemian, erityisesti vaihtoehtoisen alkalien käyttöön liittyviin muutoksiin liittyvä pilotointi toteutetaan myös vuoden 2017 kevään aikana. Näiden tulosten pohjalta tehdään teknistaloudellinen tarkastelu, jonka pohjalta valitaan kokonaisuus, jota viedään eteenpäin. Tarkastelun pohjalta tullaan esittämään vaihtoehtoisia malleja sulfaatin- ja vesienhallintaan liittyen. Toteuttamiskelpoisimman skenaarion kannalta tämä tarkoittaa edellistä suuremman mittakaavan pilotointia, joka pääsisi näin alkamaan vuoden 2018 alkupuolella. Mikäli pilotoinnin tulokset ovat positiivisia, niin mahdollinen täyden mittakaavan tekniikka olisi käytettävissä aikaisintaan 2020.

3.5 Lupatilanne

Kaivoksen toimintaan liittyen on annettu useita eri ympäristö- ja vesilupia sekä muita lainvoimaisia päätöksiä ja sopimuksia. Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesän hallussa olleet omaisuususerät ja liiketoiminnot ovat siirtyneet 14.8.2015 toteutuneella liiketoimintakaupalla Terrafame Oy:lle.

Terrafamen ympäristö- ja vesitalousluvut myöntää Pohjois-Suomen aluehallintovirasto (AVI), jonka päätöksestä voidaan valittaa Vaasan hallinto-oikeuteen (VHO) ja hallinto-oikeuden päätöksestä edelleen korkeimpaan hallinto-oikeuteen (KHO). Terrafamella on tällä hetkellä sekä lainvoimaisia ympäristölupia sekä lupia, jotka odottavat edelleen lainvoimaista päätöstä KHO:sta. Lisäksi on useita ympäristölupa-asioita, jotka ovat luvitusprosessin alkuvaiheessa.

Kaivoksen toiminnan alkuperäinen ympäristölupa on vuodelta 2007 (29.3.2007, nro 33/07/1 Dnro PSY-2006-Y-47). Päätös on tullut lainvoimaiseksi Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä (nro 2953) 24.11.2008. Päätöstä on myöhemmin täydennetty ja/tai muutettu eri päätöksillä. Tämän lisäksi kaivoksen tukitoiminnoille, kuten polttoaineen jakeluasema, happilaitos ja lämpökattila, on haettu erilliset ympäristöluvat.

Terrafamen aloitettua toiminnan, olivat keskeisimmät ympäristölupaprosessit ratkaistavana VHO:ssa. Tällaisia keskeisiä lupaprosesseja olivat koko kaivostoimintaa (mukaan luettuna uraanin talteenotto) koskeva ympäristö- ja vesitalouslupa (AVI:n päätös Nro 36/2014/1), vanhoille reiteille johdettavia vesipäästöjä koskeva ympäristölupa (AVI:n päätös Nro 52/2013/1), sekä Nuasjärven purkupuutken ympäristölupa (AVI:n päätös Nro 43/2015/1). VHO antoi 28.4.2016 päätöksen kaikkiin keskeisiin lupaprosesseihin. Samalla VHO määräsi edellä mainitut keskeiset ympäristö- ja vesitalousluvut määräaikaiseksi vuoden 2018 loppuun saakka tai kunnes uudet ympäristöluvat ovat saaneet lainvoimaisen luvan. Samassa yhteydessä VHO määräsi Terrafamea hakemaan AVI:lta uudet ympäristö- ja vesitalousluvut 31.8.2017 mennessä. Yhtiö on valittanut VHO:n

päätöksistä, joten niiden käsittely jatkuu KHO:ssa, josta odotetaan päätöstä aikaisintaan vuoden 2017 aikana.

Kuten edellä on jo todettu, Terrafamen keskitetty vedenpuhdistamo sai ympäristöluvan 4.1.2017 (päätös nro 3/2017/1). Ennen tätä vuoden 2016 lopussa keskuspuhdistamolla haettiin optimaalisia ajoparametreja koetoimintana (päätös 28.10.2016 nro 142/2016/1, PSAVI/2402/2016).

Yhtiöllä on käynnissä myös tutkimus kipsisakka-altaan peiterakennekokeista (päätös Nro 129/2016/1). Lisäksi yhtiöllä on vireillä aluehallintovirastossa ympäristölupahakemus koskien vesienkäsittelyssä syntyvien sakkujen ja lietteiden käsittelyä ja loppusijoittamista ja siten myös kaivoksen vesitaseeseen kuuluvan valuma-alueen pienentämistä (PSAVI/931/2015) ja uutta sivukivialuetta KL2 (hakemus jätetty lokakuussa 2016). Yhtiöllä on valmisteilla myös ympäristölupahakemus rikkidioksidin käytöstä metallien talteenottolaitoksella sekä uudesta rikkivedyn tuotantoyksiköstä.

Terrafame on myös jatkanut velvoitetarkkailua aiempien toimijoiden tarkkailuohjelmien mukaisesti ja tarvittaessa niitä täydentäen. Kaivoksen ympäristövaikutusten tarkkailu suoritetaan Terrafamen voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti (Pöyry Finland Oy 2013, täydennetty 27.6.2014). Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskus ovat hyväksyneet ohjelman 24.2.2014. Tarkkailuohjelmaa on täydennetty aina tarvittaessa mm. pohja- ja pintavesitarkkailun osalta.

Edellä mainitun ohjelman lisäksi Kainuun ja Lapin ELY-keskukset ovat 18.12.2015 Terrafame Oy:lle antamallaan päätöksellä hyväksyneet hakijan esittämän purkuputken ympäristövaikutusten tarkkailusuunnitelman päätöksessä annetuin lisämääräyksin.

Ympäristölupien lisäksi kaivoksen toimintaa säätelevät mm. kemikaali- ja kaivosluvat.

3.6 Hankkeeseen mahdollisesti liittyvät luvat, suunnitelmat ja päätökset

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn päätyttyä hanke etenee lupavaiheisiin. Hankkeesta vastaava päättää YVA-menettelyn tuloksiin ja muihin jatkotutkimuksiin ja -selvityksiin perustuen, mille vaihtoehdolle lupia haetaan. YVA-selostus sekä siitä annettu yhteysviranomaisen lausunto liitetään lupahakemuksiin.

3.6.1 Ympäristövaikutusten arviointi

Terrafame varautuu hakemaan Pohjois-Suomen AVI:lta suurempia sulfaatin päästökäytäntöinä kuin hallinto-oikeus määräsi. VHO linjasi, että päätöksessä määrätty suurempi sulfaatin päästökäytäntö edellyttää YVA-lain (468/1994) ja asetuksen (713/2006) mukaisesti YVA-menettelyä. VHO:n päätöksellä kaikki luvat annettiin määräaikaisena vuoden 2018 loppuun saakka siten, että eri lupia koskevat hakemukset on jätettävä Pohjois-Suomen AVI:lle elokuun 2017 loppuun mennessä.

Johtuen VHO:n (28.4.2016) päätöksestä, Terrafame on käynnistänyt vesienhallinnan YVA-menettelyn.

YVA-selostus ja yhteysviranomaisen siitä antama lausunto ovat edellytyksenä hanketta koskevan ympäristöluvan saamiselle.

3.6.2 Ympäristö- ja vesilupa

Ympäristönsuojelulain 47 §:n 1 momentin mukaisesti vesien pilaantumista koskeva ympäristölupahakemus sekä samaa toimintaa koskeva vesilain mukainen lupahakemus on käsiteltävä yhdessä ja ratkaistava samalla päätöksellä, jollei sitä ole erityisestä syystä pidettävä tarpeettomana. Ympäristö- ja vesilupaa haetaan Pohjois-Suomen aluehallintovirastolta.

3.6.3 Rakentamisen edellyttämät luvat

Vesistö rakenteisiin liittyville rakennustoimille voidaan tarvita toimenpidelupa. Rakennustöiden aloittamisesta tulee tehdä ilmoitukset ennen toimenpiteisiin ryhtymistä.

Mikäli purkuputken paikkaa muutetaan YVA-menettelyn seurauksena, purkuputken linjaus ei silti muutu maa-alueiden osalta nykyisestä, vaan putkea jatketaan vesialueen pohjaa pitkin uudelle purkupaikalle Nuasjärvässä.

3.6.4 Muinaisjäänkösiin kajoamiseen liittyvä lupamenettely

Muinaisjäänökset ovat suojeltuja, mutta yhteiskunnan kannalta merkittävien hankkeiden yhteydessä suojelusta on mahdollista poiketa riittävien tutkimusten jälkeen, mikäli muinaisjäänöskohteen säilyttäminen on esteenä hankkeen toteuttamiselle (Muinaismuistolain 11 § (22.12.2009/1443)). Tarkemmat tutkimukset edellyttävät ELY-keskukselta kajoamislupaa. Museovirasto antaa asiasta lausunnon ja määrittelee tulevat tutkimus- ja neuvottelutarpeet. Riittävien tutkimusten ja dokumentoinnin jälkeen, mikäli kohde ei osoittaudu erityisen arvokkaaksi, se voidaan hävittää.

Nykyisen purkuputken linjauksen lähietäisyydessä ei ole tunnistettuja muinaisjäänöksiä.

3.6.5 Hankkeen liittyminen luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin

Hankkeen kannalta keskeisimpiin luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin (Taulukko 3-2) ei yleensä kuulu suoraan velvoitetta toiminnanharjoittajille, mutta niiden tavoitteet voidaan tuoda toiminnanharjoittajatasolle esimerkiksi lupien kautta. Taulukkoon on koottu joitain hankkeen kannalta merkittäviä suunnitelmia ja ohjelmia.

Taulukko 3-2. Hankkeen suhde luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin.

Hankkeen suhde suunnitelmiin, ohjelmiin ja sopimuksiin		
Nimi	Sisältö	Viite
Kansallinen mineraalistrategia	<p>Suomen ilmasto- ja energiapolitiittisen ministeriryhmän aloitteesta on Suomessa laadittu Kansallinen luonnonvarastrategia, joka valmistui huhtikuussa 2009. Osana tätä työtä on geologian tutkimuskeskuksen ja asiantuntijoukon yhteistyönä laadittu kansallinen mineraalistrategia, joka valmistui 7.10.2010.</p> <p>Suomen mineraalistrategiassa luodaan pitkän aikavälin visio ja linjataan strategisia tavoitteita aina vuoteen 2050 asti. Visiona vuodelle 2050 on "Suomi on mineraalien kestävästi hyödyntämisen globaali edelläkävijä ja mineraaliala on yksi kansantaloutemme tukipilareista". Vision toteuttamiseksi strategiassa esitetään kolme tavoitetta sekä 12 toimenpide-ehdotusta neljällä aihealueella. Strategiset tavoitteet ovat,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kotimaisen kasvun ja hyvinvoinnin edistäminen • Ratkaisuja globaaleihin mineraalikeitujen haasteisiin • Ympäristöhaittojen vähentäminen <p>Toimenpide-ehdotusten aihealueet ovat,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mineraalipolitiikan vahvistaminen • Raaka-aineiden saatavuuden turvaaminen • Kaivannaistoiminnan ympäristövaikutusten vähentäminen ja tuottavuuden lisääminen • T&K-toiminnan ja osaamisen vahvistaminen 	<p>Suomen mineraalistrategia, 2010</p>
Kainuu ohjelma	<p>Maakuntasuunnitelma linjaa maakunnan kehittämisen tavoitteet pitkällä aikavälillä ja maakuntaohjelma lähiajan kehittämisen strategiset valinnat.</p> <p>Kaivannaisteollisuuteen liittyen erityistavoitteeksi on asetettu Kainuulaisten kaivannaistoimintaa harjoittavien yritysten sekä niitä palvelevien pk-yritysten kansallisten ja kansainvälisten toimintavalmiuksien edistäminen.</p> <p>Alan liikevaihdon kasvun tavoitteeksi asetetaan 85 % ohjelmakauden aikana eli keskimäärin 20 % vuodessa. Tämä tavoite perustuu oletukseen, että Terrafamen omistuksessa olevan kaivoksen tuotanto toimii normaalisti vuonna 2017. Muiden kuin Terrafamen yhteistavoitteena on 50 % kasvu ohjelmakauden aikana eli keskimäärin 11 % vuodessa.</p> <p>Olemassa olevien ja tulevien kaivosten osalta tuetaan käynnistymiseen ja ekotehokkaaseen tuotantoon tähtäviä toimenpiteitä, vaikutetaan lupaprosessin sujuvuuteen sekä sosiaalisen hyväksynnän parantamiseen.</p>	<p>Tukee alueen talouskasvua ja työllisyyttä.</p> <p>Kainuu-ohjelma, Maakuntasuunnitelma 2035. Maakuntaohjelma 2014–2017 (Kainuun liitto 2015)</p>

Hankkeen suhde suunnitelmiin, ohjelmiin ja sopimuksiin

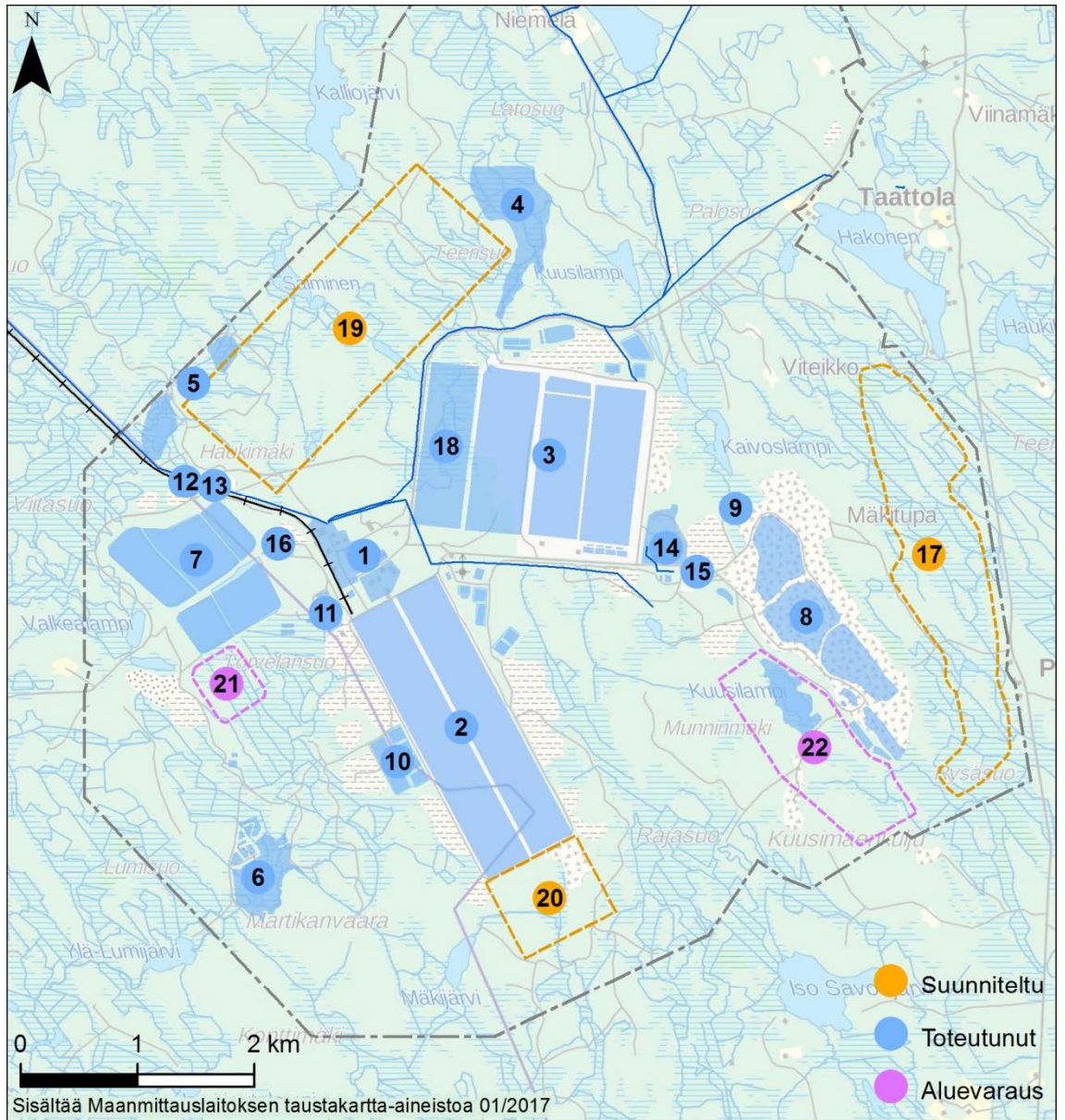
Nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen	Viite
<p>Vesienhoitosuunnitelmat ja vesienhoitolainsäädäntö</p>	<p>Vesienhoitolainsäädännön yleisenä tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä niin, ettei niiden tila heikkene ja että vesistöjen tila on vähintään hyvä.</p> <p>Oulujoen-lijoen vesienhoitosuunnitelmassa vuosille 2016–2021 kaivostoiminnalle ei esitetä erillisiä täydentäviä toimenpiteitä. Vuoksen osalta suunnitelmassa ehdotetaan kiinnittämään huomiota kaivosteollisuuden vesistövaikutusten estämiseksi jätevesien käsittelyratkaisujen suunnitteluun, toteutukseen, käyttöön ja toiminnan seurantaan. Myös teollisuuden aikaisemmasta toiminnasta peräisin olevien haitallisten aineiden likaamien sedimenttien esiintymisalueiden hoito edellyttää menetelmä-tutkimusta ja lisäselvityksiä. Teollisuus- ja yritystoimintojen aiheuttamien mahdollisten maaperän ja pohjaveden pilaantumisten ja riskien selvittäminen sekä kunnostustarpeen arviointi ja priorisointi tarvisevat myös lisäpanostusta. Jätevesien johtamiseen, josta saatava aiheutua vesistön tai vesistöä vähäisemmän uoman pilaantumista tarvitaan ympäristönsuojelulain (527/2014) mukainen lupa. Ympäristönsuojeluasetuksen mukaisesti ympäristölupa on myös oltava kaikille merkittävälle teollisuutta koskeville toiminnolle kuten massa-, paperi- ja kartonkitehtaalle, lannoitehtaalle, kaivostoiminnalle, malmin tai mineraalien rikastamolle, maidonjalostuslaitokselle sekä virvoitusjuomatehtaalle ja panimolle.</p> <p>Toisella suunnittelukaudella 2016–2021 teollisuuden täydentäviä toimenpiteitä ei esitetä Pohjois-Savon vesimuodostumiin. Edellisellä toimenpidekaudella on kiinnitetty erityistä huomiota teollisuuden häiriö-päästöihin ja niiden hallintaan. Toimenpiteitä häiriötilanteiden osalta on myös tulevalta kaudella syytä jatkaa. Ilmastonmuutoksen myötä sademäärät tulevat kasvamaan ja rankkasateet voimistuvat. Tämän vuoksi kaivosteollisuudessa on tärkeää, että toiminnanharjoittajat päivittävät vesitaselaskelmiaan riittävän alustilavuuden varmistamiseksi niin normaali- kuin poikkeustilanteessa. Myös lopetettujen kaivosten jälkihoitoa ja päästöjen käsittelyä on syytä edelleen kehittää.</p>	<p>Purkuvedet puhdistetaan mahdollisimman tehokkaasti.</p>	<p>Oulujoen-lijoen vesienhoito-alueen toimenpideohjelma 2016–2021. Osa 2. Toimenpiteet</p> <p>Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2016–2021.</p> <p>Vuoksen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016–2021.</p>
<p>Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet</p>	<p>Valtioneuvoston valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita koskevassa päätöksessä tavoitteet on jaettu alueidenkäyttöä ja alueiden käytön suunnittelua ohjaavien vaikutusten perusteella yleis- ja erityistavoitteisiin. Yleistavoitteet ovat luonteeltaan alueidenkäyttöä ja sen suunnittelua koskevia periaatteellisia linjauksia. Erityistavoitteet ovat puolestaan yleistavoitteita tarkentavia alueidenkäyttöä ja suunnittelua koskevia velvoitteita. Yleistavoitteita sovelletaan maakuntakaavoihin ja muuhun maakunnan suunnitteluun, valtion viranomaisten toimintaan ja yleiskaavoihin. Erityistavoitteita sovelletaan kohdistumaan kaikkeen kaavoitukseen, ellei tavoitetta ole kohdennettu koskemaan vain tiettyä kaavamuotoa.</p> <p>Alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on mm. varmistaa valtakunnallisesti merkittävien seikkojen huomioon ottaminen kaavoituksessa ja viranomaisten toiminnassa, auttaa saavuttamaan mm. keskeisen kehityksen tavoitteita alueiden käytön suunnittelussa, eheyttää yhdyskuntarakennetta, luoda toimivaa energiahuoltoa ja huomioida luonto- ja kulttuurimärisiä erityiset aluekokonaisuudet.</p>	<p>Hankkeen suhdetta valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin on arvioitu kappaletta 10.3.1 Hankkeen suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin</p>	<p>Valtioneuvosto päätti valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista, tulivat voimaan vuonna 2001 ja niitä tarkistettiin vuonna 2009.</p>

4 TOIMINNANKUVAUS

4.1 Kaivoksen toiminnan kuvaus

Terrafame Oy:n monimineraaliesiintymät muodostavat yhden Euroopan suurimmista tunnetuista sulfidisen nikkelin varannoista. Kaivoksella on kaksi erillistä malmiesiintymää, Kuusilampi ja Kolmisoppi, joiden todetut ja todennäköiset mineraalivarannot ovat nykyisen arvion mukaan 1459 Mt. Nämä varannot riittävät ylläpitämään suunnitellulla tuotantotavoitteella tuotantoa kymmeniä vuosia.

Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². Käytössä olevat tuotantoalueet ovat Kuusilammen louhos, primääriliuotus (n. 200 ha), sekundääriliuotus (tällä hetkellä n. 200 ha), pintamaiden läjitysalue (n. 190 ha), kipsisakka-allas (n. 100 ha) ja tehdasalue (Kuva 4-1). Erillisille sivukivialueille on aluevarauksia, mutta sivukiveä ei ole vielä läjitetty, koska se on hyödynnetty sekundääriliuotusalueen rakentamisessa. Ensimmäisen erillisen sivukivialueen (KL2) rakentamisesta ja käyttöönotosta on jätetty ympäristölupahakemus Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle.



- | | |
|--|---|
| 1 Tehdasalue | 12 Rautatie |
| 2 Primääriliuotusalue, lohkot 1-4 | 13 Sähkölinja |
| 3 Sekundääriliuotusalue, lohkot 1-3 | 14 Varikkoalue |
| 4 Latosuon allas | 15 Esimurskain |
| 5 Pohjoinen jälkikäsitteily-yksikkö | 16 Keskusvedenpuhdistamo |
| 6 Eteläinen jälkikäsitteily-yksikkö | 17 Sivukiven läjitysalue, KL2 |
| 7 Kipsisakka-altaat, lohkot 1-6 | 18 Sekundääriliuotusalue, lohko 4 |
| 8 Kuusilammen avolouhos | 19 Sekundääriliuotusalueen laajennus, lohkot 5-8 |
| 9 Puhtaiden valumavesien käsittely-yksikkö | 20 Primääriliuotusalueen laajennus, lohkot 5 ja 6 |
| 10 Primääriliuoksen (PLS) keräysaltaat | 21 Kipsisakka-altaat laajennus, lohkot 7 ja 8 |
| 11 Uraanilaitos | 22 Sivukiven läjitysalue laajennus, KL1 |

Kuva 4-1. Kaivoksen toteutuneiden ja suunniteltujen toimintojen sijainti kaivospiirin alueella.

Louhinta kaivoksella alkoi vuonna 2008 ja kaupallinen metallintuotanto alkoi vuonna 2009. Vuoden 2013 aikana Kuusilammesta louhittiin kiveä 10,5 Mt, josta malmin osuus oli 7,4 Mt. Vuonna 2013 nikkelituotanto oli 8741 tonnia (v. 2012 n. 13000 t) ja sinkkituotanto 13059 tonnia (v. 2012 n. 26000 tonnia). Yhtiön louhinta- ja materiaalinkäsittely-

toiminnot olivat keskeytettyinä marraskuusta 2013 saakka lukuun ottamatta kevään 2014 muutamien viikkojen ajan tehtyä koeluontoista vanhojen primäärikasojen purkua. Metallitehtaan tuotanto ja bioliuotus olivat käynnissä koko vuoden 2014. Vuonna 2015 Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesä aloitti primäärioliuotuskasojen purkamisen ja liuotetun malmin siirtämisen sekundäärioliuotuskasoille kevättalvella 2015. Terrafame Oy aloitti louhinnan ja malmintuotannon syksyllä 2015. Vuoden 2015 puolella malmin louhintamäärä oli 4,1 Mt ja vuoden 2016 aikana 14,2 Mt. Vuonna 2016 nikkeliä tuotettiin 9 554 tonnia ja sinkkiä 70 299 tonnia.

Bioliuotus ja metallien talteenotto ovat olleet toiminnassa myös edellisen toimijan saaneerauksen ja konkurssin aikana. Elokuusta 2015 alkaen yhtiön kaikki tuotanto-osastot ovat olleet toiminnassa.

Tuotanto perustuu biokasaliuotukseen, jossa metallit irrotetaan malmista bakteerien avulla. Biokasaliuotuksessa mikrobeille luodaan optimaaliset kasvuolosuhteet. Tuotantoprosessin keskeisimmät vaiheet ovat: louhinta, murskaus, agglomerointi, biokasaliuotus ja metallien talteenotto. Agglomeroinnissa kiinnitetään hienojakoinen malmiaines isompiin malmipartikkeleihin. Agglomeroinnin jälkeen malmi kasataan 6-12 metriä korkeiksi kasoiksi, joissa sitä liuotetaan noin 1,5 vuoden ajan. Tämän jälkeen malmi siirretään toisen vaiheen liuotuskasoille. Toisen vaiheen liuotuskasan yhden kerroksen korkeus on 5–30 metriä. Sekundäärikasat ovat loppuun liuotetun malmin loppusijoituspaikka, joten sekundäärilohkot tulevat täyttymään ja niitä tullaan rakentamaan lisää toiminnan jatkuessa.

Malmin liuotus tapahtuu kierrättämällä prosessiliuosta liuotuskasojen päälle asennettujen kasteluputkistojen kautta. Bioliuotuksessa malmista luonnostaan kasvavat mikrobit katalysoivat malmin sisältämän raudan ja rikin hapettumista saadakseen energiaa kasvuunsa. Kiinteät metallisulfidit muuntuvat vesiliukoisiksi metallisulfaateiksi ja liukenevat. Liuotuksessa lähes kaikki malmin sisältämät metallit liukenevat noudattaen tiettyä liukenemisjärjestystä. Malmin bioliuotus on voimakkaasti lämpöä tuottava prosessi ja siksi soveltuu käytettäväksi myös kylmissä olosuhteissa. Bioliuotuksessa veden pH nousee kasan läpi valuessaan. Liuoksen happamuus ylläpidetään lisäämällä siihen tarvittava määrä rikkihappoa (H_2SO_4). Liuottajabakteerit tarvitsevat kosteutta, happea ja hiilidioksidia, joista happi on usein rajoittava tekijä. Bakteerien elinolosuhteet turvataan kastelun ja ilmastuksen avulla. Kasaan asennetun putkiston läpi puhalletaan malmikasaan alhaisella paineella ilmaa.

Happaman vesiliuoksen metallipitoisuuksien noustua riittävän korkeaksi liuos johdetaan metallien talteenottoon. Kastelussa käytetään suurimmalta osin kierrätettävää liuotusliuosta ja loppuosa tarvittavasta vedestä saadaan mm. louhosten kuivatusvedestä ja metallien talteenottolaitokselta palautettavasta vedestä.

Metallien talteenotossa nikkeli, sinkki, kupari ja koboltti saostetaan hydrometallurgisella prosessilla liuotuskasoilta saatavasta PLS-liuoksesta, jolloin saadaan tuotetuksi sakkamaisia metallisulfideja. Saostus suoritetaan rikkivedyllä kolmessa eri vaiheessa. Prosessit ovat toteutusjärjestyksessä kuparisulfidin, sinkkisulfidin ja nikkelikoboltti-sekasulfidin saostus. Saostukset tehdään kahdella eri saostuslinjalla, jotka ovat prosessivaiheiden suhteen lähes identtiset. Sakat erotetaan liuoksesta sakeuttimessa. Osa sakaista kierrätetään takaisin saostusprosessiin, mutta suurin osa siitä suodatetaan tuotteeksi. Metallisulfidit ovat kaivoksen nykyisen tuotantoprosessin lopputuote ja ne myydään asiakkaille jatkojalostettavaksi metallituotteiksi.

Viimeisen prosessivaiheen jälkeen liuos syötetään raudansaostukseen (RaSa) ja loppuneutralointiin (LoNe). Valtaosa liuoksesta palautetaan raffinaattina eli paluuliuoksena bioliuotuskiertoon. Raudansaostusvaiheessa liuoksen pH nostetaan kalkkikivilietteen avulla. LoNe-vaiheen saostus toteutetaan nostamalla liuoksen pH selkeästi emäksiselle tasolle (pH = 10) kalkkimaidolla, mikä mahdollistaa jäännös- ja muiden metallien sa-

ostamisen hydroksidina. Kipsiä sisältävä hydroksidisakka erotetaan sakeuttamalla. Sakaat raudansaostuksen prosessivaiheesta johdetaan keskuspuhdistamolle ja edelleen neutraloituna kipsisakka-altaalle. Loppuneutraloinnin prosessivaiheesta sakka johdetaan suoraan kipsisakka-altaaseen.

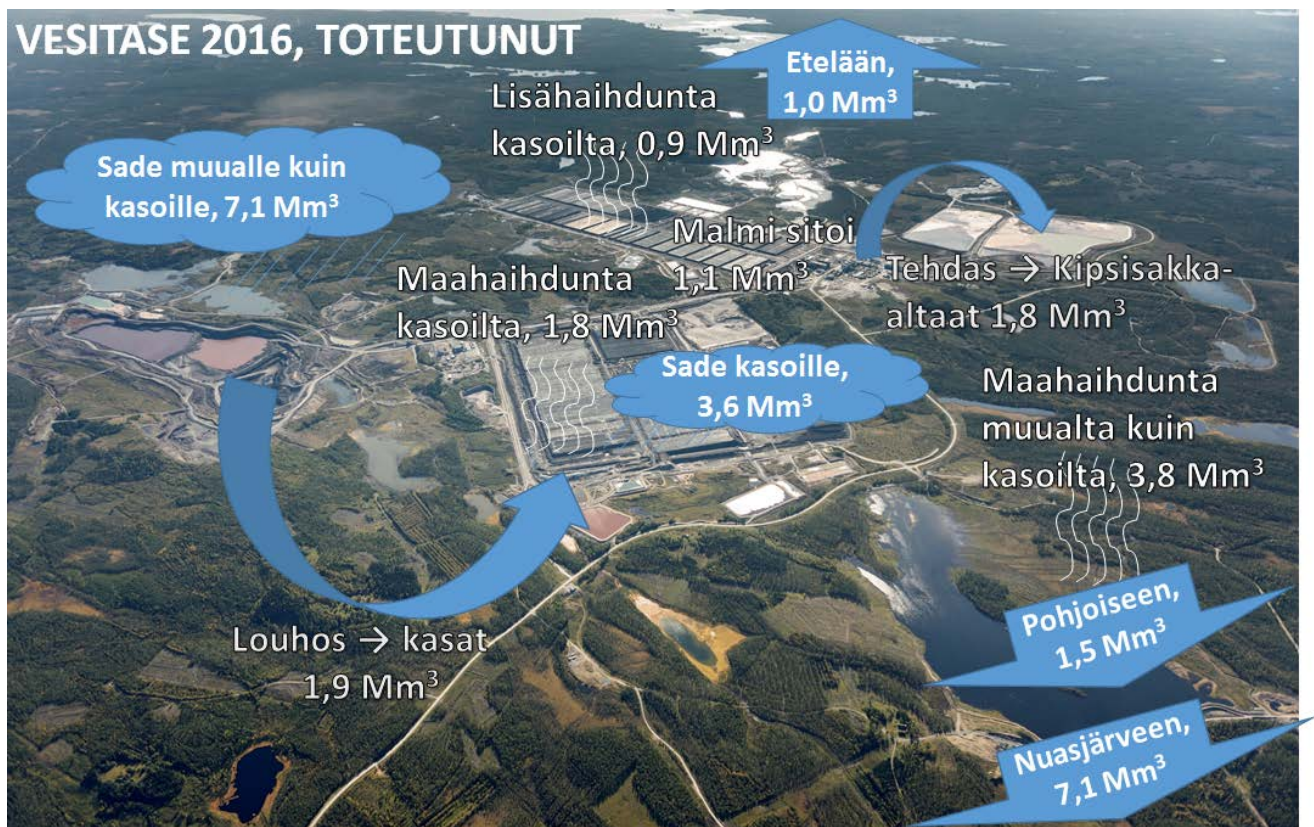
Kaivosalueella on varastoituneena vesijakeita 2,85 Mm³ (tilanne 13.3.2017). Näistä osa on jo puhdistettuja, ympäristölupapäätösten pitoisuusraja-arvot alittavia vesiä. Osa vesistä, kuten avolouhoksessa varastoitavat vedet, vaativat käsittelyä ennen kuin ne voidaan johtaa vesistöihin. Käsittelyä vaativien vesien neutralointi on tapahtunut kaivosalueella hajautetusti useammassa yksikössä. Jatkossa käsittelyä keskitetään keskusvedenpuhdistamolle

4.2 Kaivoksen vesikierto

4.2.1 Vesitase ja vesikierto

Terrafamen kaivosalueelle kertyy yhtiön arvion mukaan keskimääräisellä sadannalla vuosittain noin 6 Mm³ vettä, joka tulee voida käsitellä ja johtaa pois kaivosalueelta. Terrafamen kaivosalueen vesienhallintasuunnitelma käsittää kaivosalueelle tulevat vedet sekä kaivosalueella näistä vesistä muodostuvien erilaatuisten vesien määrät ja laadut sekä kuvauksen vesienkäsittelystä ja vesitaseeseen liittyvien riskien hallitsemisesta.

Kuvassa (Kuva 4-2) on esitetty kaivoksen toteutunut vesitase vuonna 2016.



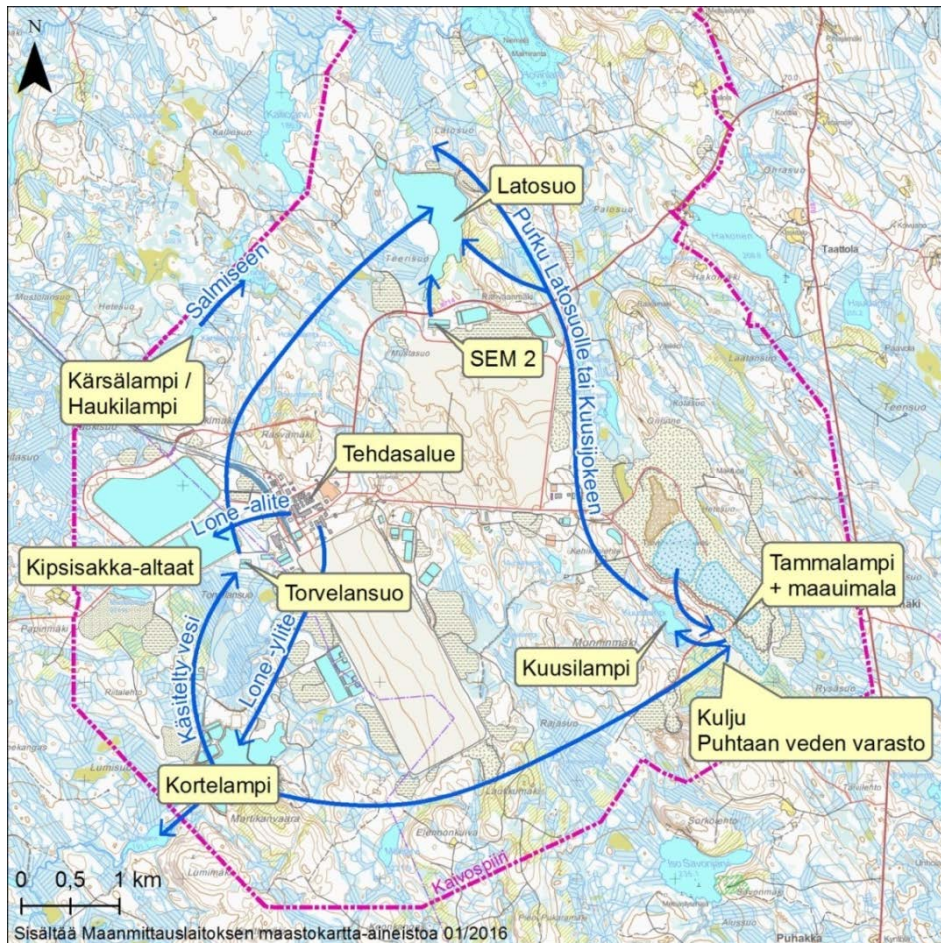
Kuva 4-2. Terrafamen kaivosalueen toteutunut vesitase vuonna 2016.

Taulukossa (Taulukko 4-1) on esitetty vesitase vuodelle 2021. Vuonna 2021 kaivoksen valuma-alueen pinta-ala on suurimmillaan kun uusia alueita on otettu käyttöön ja vanhoja ei ole vielä ehditty sulkea (kts. Taulukko 4-7). Laskelmassa on oletettu että vuodelle 2021 sattuu sateinen vuosi jolloin sademäärä on vuoden 2015 kaltainen.

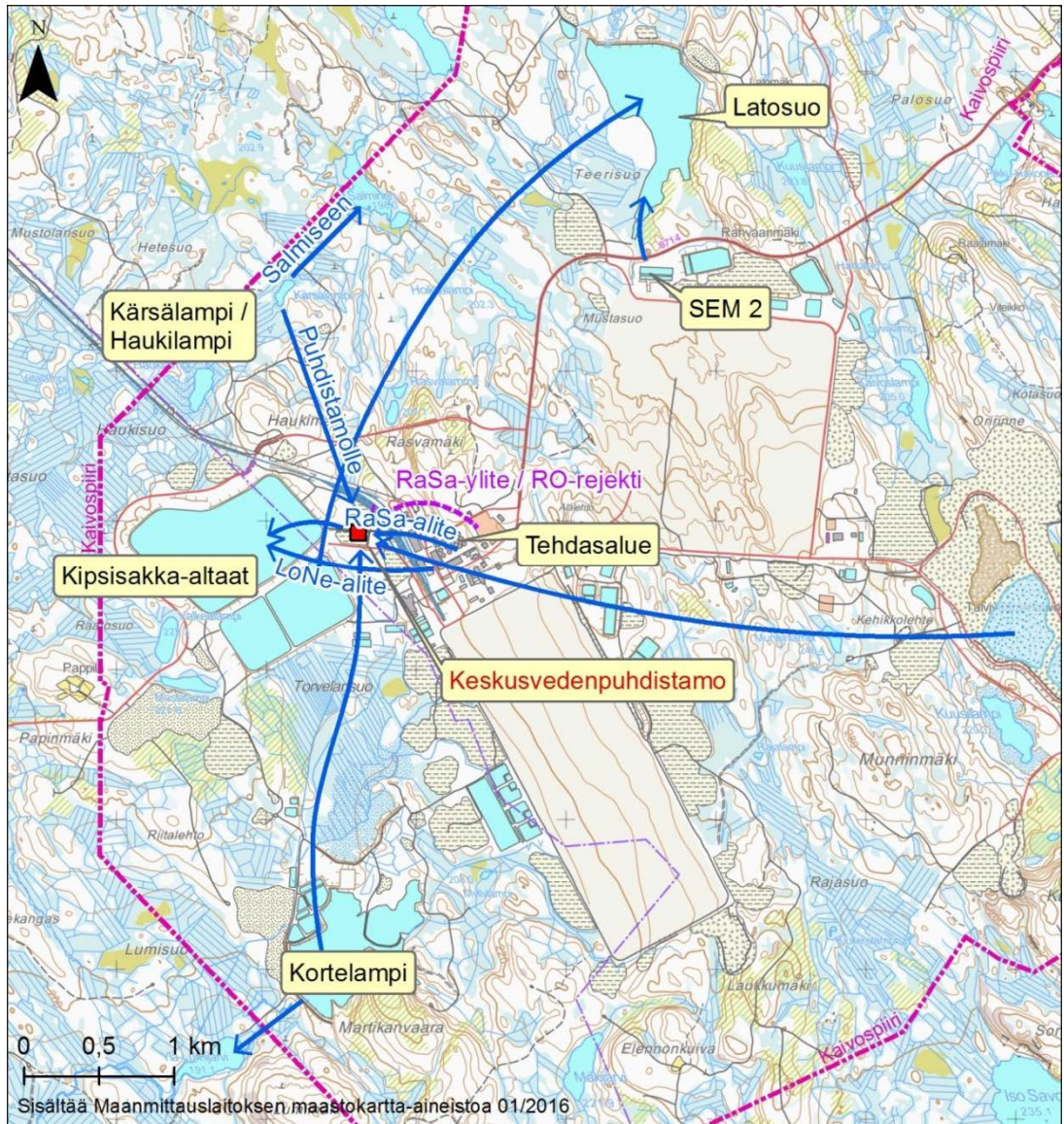
Taulukko 4-1. Terrafamen kaivosalueen arvioitu vesitase vuonna 2021, kun sateinen vuosi.

Vesitase vuonna 2021, sateinen vuosi	
Sademäärä 1042 mm:	9,5 Mm ³
Haihdunta:	-3,5 Mm ³
Nuasjärveen:	-7,0 Mm ³
Vanhoille reiteille	-0,6 Mm ³
Tehtaalta:	3,2 Mm ³
Muutos altailla:	1,6 Mm³

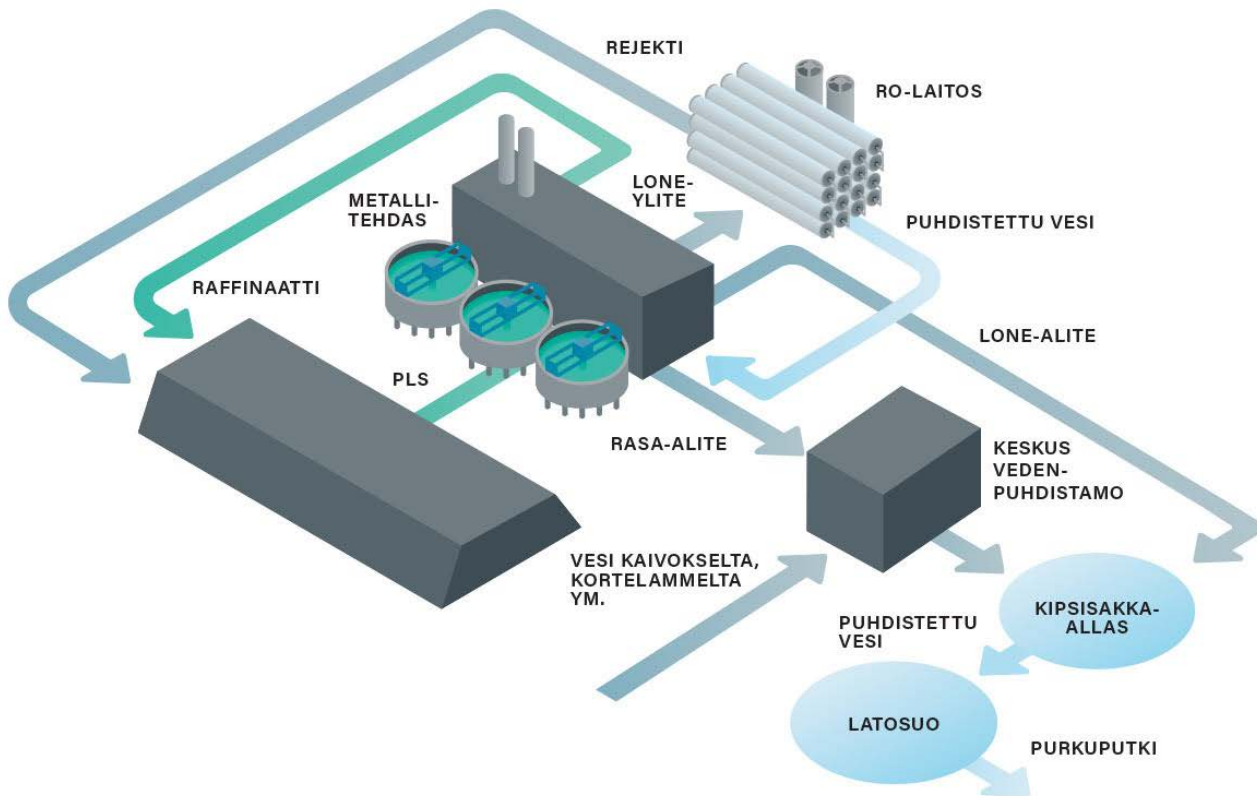
Loppuneutraloinnin (LoNe) ylitevesi on mennyt vuodesta 2013 alkaen pääosin käyttövedeksi tai käänteisosmoosilaitokselle syöttövedeksi. Syksyllä 2013 on otettu käyttöön kolmas käänteisosmoosiyksikkö (RO-yksikkö), jonka jälkeen valtaosa loppuneutraloinnin ylitevedestä on johdettu käänteisosmoosilaitokselle ja siitä on valmistettu käyttövetä tehtaan vaativiin vedenkäyttökohteisiin. Kortelammelle ja muille kontaminoituja vesiä sisältäville alueille tulevat sade- ja valumavedet puhdistetaan ennen johtamista ympäröiviin vesistöihin. Kaivoksen vesikierron on esitetty kuvissa (Kuva 4-3 - Kuva 4-5).



Kuva 4-3. Kaivosalueen vesien johtaminen ennen keskuspuhdistamon käyttöönottoa etelään Vuoksen ja pohjoiseen Oulujoen vesistöön. Raffinaattia on johdettu poikkeustilanteissa louhokseen keväällä 2015 ja talvella 2013-2014. Haukilampeen on johdettu ja sinne on mahdollista johtaa metallien talteenottolaitoksen LoNe-ylitettä, mutta tällä hetkellä alueelle tulee ainoastaan sade- ja valumavesiä.



Kuva 4-4. Kaivosalueen vesien johtaminen keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen.



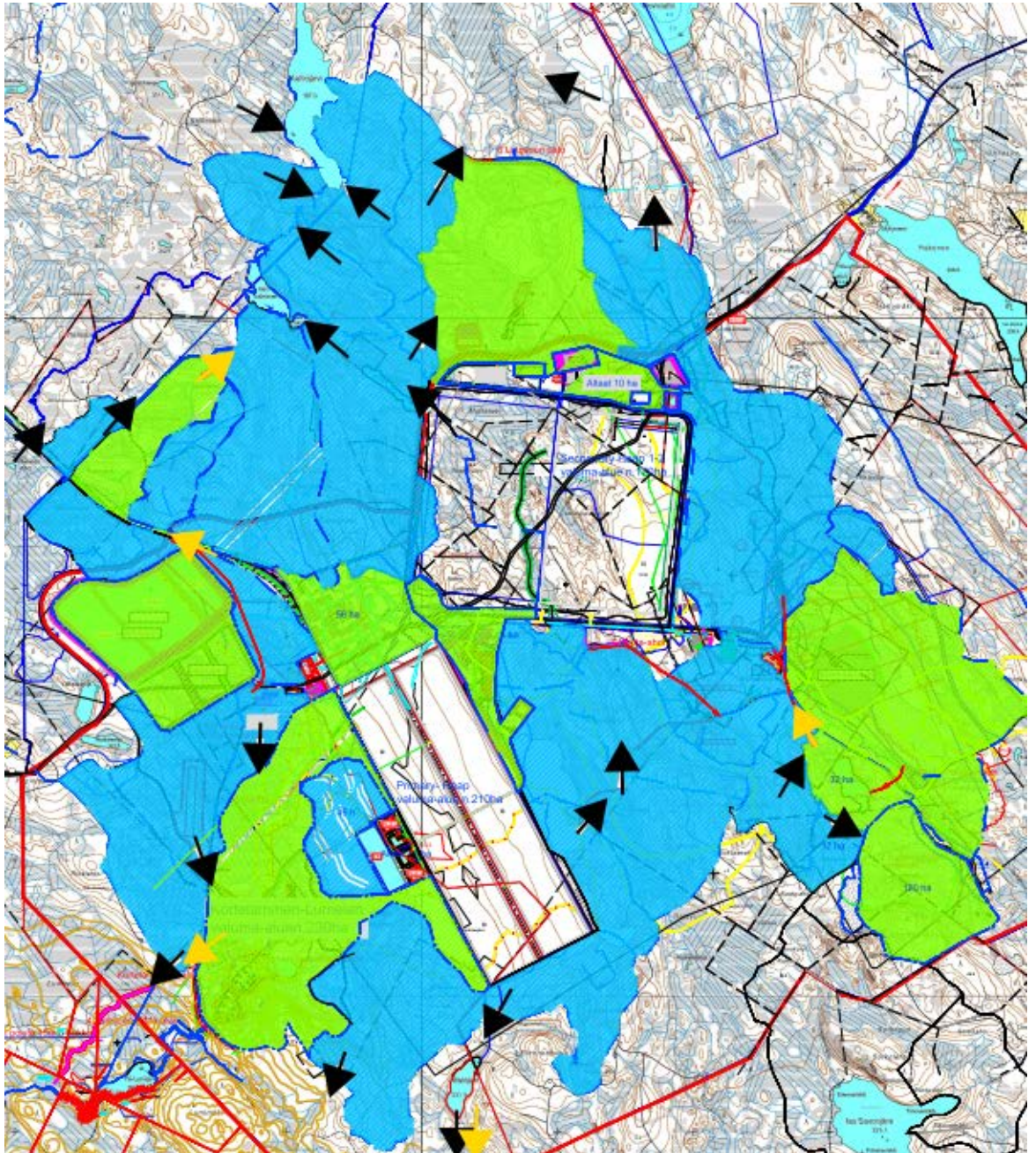
Kuva 4-5. Terrafamen kaivoksen vesikierto.

4.2.2 Kaivosalueella muodostuvat puhtasvesijakeet

Kaivosalueella muodostuu myös erilaisia tuotannosta riippumattomia vesijakeita, kuten kaivoksen vesitaseesta erotetut valumavedet, tuotantokenttien suojaumpppausvedet, patojen suotovedet sekä tehdasalueen hulevedet.

Kaivoksen valuma-aluekartta on esitetty kuvassa (Kuva 4-6). Kartassa vihreällä värillä merkityille alueille eli tuotantoalueille satava vesi kontaminoituu ja ne huomioidaan kaivoksen vesitaseessa. Näille alueille muodostuvat vedet johdetaan käsittely-yksiköille. Kartassa sinisellä merkityt alueet ovat puhtaiden vesien erotuksia, eli lähes luonnontilaisia valuma-alueita. Näillä muodostuvat vedet ovat lähes luonnontilaisia sade- ja sulamisvesiä.

Puhtaat vedet on erotettu kaivosalueen vesitaseesta. Alueilla muodostuvat vedet johdetaan luontoon niin, että ne eivät joudu kosketuksiin alueen kontaminoituneiden vesien tai kontaminaatiolähteiden kanssa. Näin estetään puhtaiden vesien likaantuminen ja siitä seuraava käsittelyä vaativien vesimäärien huomattava kasvu. Puhtaita vesiä ei myöskään haluta lisäämään alueella varastoitavaa vesimäärää. Puhtaat vedet erottamalla vähennetään suurten vesimäärien aiheuttamia riskejä ja varmistetaan vesienkäsittely-prosessien mitoituksen riittävyys ja tehokas vesien puhdistaminen. Samalla kaivosalueen vesitaseen hallinta paranee ja alueella varastoitavaa vettä ei synny tarpeettomasti.



Kuva 4-6. Kaivosalueen valuma-alueet. Sinisellä värillä merkityt valuma-alueet ovat puhtaiden vesien erotusten alueita.

Puhtaiden vesien alueet on erotettu muista alueista ojituksilla, pumppauksilla ja padoituksilla. Osittain alueiden purkureitit ovat edelleen varsin luonnontilaisia, esimerkiksi Salmisenpuron ympäristö, jonka alueen vedet poistuvat samaa purkureittiä kuin ennen kaivostoimintaa. Osalla alueista aluetta on muokattu enemmän rakentamalla esimerkiksi ojia ohjaamaan puhtaat vedet pois alueelta.

Kaivosalueen vesitase on muuttunut merkittävästi kaivoksen toiminnan alkuperäisen ympäristöluvan (Lupapäätös Nro 33/07/1, 29.3.2007) mukaisesta. Alkuperäisessä luvassa vesitaseeseen laskettavan valuma-alueen pinta-ala oli 8,5 km² ja päästökuormituspiste oli metallien talteenottolaitoksen loppuneutralointi, jossa mitattiin johdettavan veden määrä ja pitoisuudet. Marraskuussa 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon seurauksena Kortelammelle ja Hauki-Kärsälammelle johdettiin kontaminoituneita vesiä. Pohjois-Suomen aluehallintoviraston ympäristölupapäätöksessä 52/2012/1,

31.5.2013 päästötarkkailupisteet siirtyivät vuodon jälkeen rakennetuille vesienkäsittely-yksiköille ja tämän sekä kipsisakka-altaan vuodon johdosta kaivoksen vesitaseeseen kuuluva valuma-alue kasvoi yli 20 km²:iin. Tämän seurauksena kaivoksen vesitaseeseen tulevan veden määrä (käytännössä valunta) yli kaksinkertaistui ja kontaminoitui altaissa olevasta, alun perin kipsisakka-altaan vuodosta peräisin olevasta kontaminoituneesta vedestä. Valuma-alueen kasvettua, sitä on onnistuttu pienentämään vuosina 2013–2015 noin 6 km². Tämä on toteutettu erottamalla puhtaat alueet, joilla vesi ei kontaminoitu, ojituksilla ja pumppauksilla.

Puhtaiden vesien tarkkailu

Puhtaiden vesien laatua seurataan kaivoksen omassa tarkkailussa. Näytteitä otetaan näytepisteestä riippuen vähintään kerran kuukaudessa ja enintään kerran päivässä. Näytteenottotiheys voi vaihdella vuodenajan mukaan. Näytettä ei myöskään oteta, mikäli näytepisteellä ei ole vettä, esimerkiksi kesäaikana ojat voivat olla kuivia. Näytteenottotiheyttä ja näytteistä tehtäviä analyysejä voidaan muuttaa tarpeen mukaan. Puhtaiden vesien analyysituloksista raportoidaan pH- ja nikkelpitoisuudet kuukausittain viranomaiselle toimitettavassa vesiraportissa.

Patojen suotovedet

Kaivospiirin alueella on tutkittu kolmen padon suotovesiä: Latosuon pato, Kortelammen pato sekä Kuljunlammen pato. Latosuolla sekä Kuljunlammessa on säilytetty puhdistettuja vesiä ja Kortelammella myös kontaminoituneita vesiä. Padot ovat maapatoja ja patojen altaat ovat maapohjaisia vesien varastoaltaita. Suotovirtaus tarkoittaa padon läpi ja ali, joskus myös ohi, tapahtuvaa veden virtausta. Maapadossa suotovirtausta tapahtuu aina. Tiivistysosa on padon vettäpitävä rakenne, joka rakennetaan suotovesien hallitsemiseksi.

Latosuon, Kuljunlammen ja Kortelammen patojen tukipenkereet on tehty louheesta ja tiivistyskerrokset moreenista. Suodatinkerrokset on rakennettu kalliomurskeesta ja patorakenteet on verhottu louheella. Lisäksi on käytetty suodatinkangasta eri rakenteiden välissä ja tiivistesydän on suojattu padon märeältä puolen bentoniittimatolla. Padon harjalle on rakennettu kalliomurskeesta rakennekerrokset ajoneuvoilla kulkemista varten. Patorakenteiden alta on poistettu eloperäiset pintamaat ja pehmeät maakerrokset ja korvattu moreenilla.

Patojen suotovesien laatua on selvitetty ottamalla kerrosvesinäytteet altaan vedestä, sekä vesinäyte suotovesiojasta. Näytteitä vertaamalla on saatu selville, että metalli- ja sulfaattipitoisuudet kasvavat ja pH laskee veden suotautuessa. Veden kontaminoituminen sen suotautuessa padon läpi selittyy mahdollisesti patojen rakennuksessa käytetyn moreenin metallipitoisuuksilla. Suoto-ojat on myös rakennettu siten, että muualta kulkeutuvat mahdolliset kontaminaatiolähteet voivat päätyä suotovesiojiin valumavesien mukana. Etenkin Kuljunlammella tämä voi olla mahdollista esimerkiksi geotuubikenttien sijainnin vuoksi.

Viikoittain tehtävillä patokierroksilla tarkastetaan patojen kunto ja suotovesitilanne. Suotovesien määrää ei mitata tarkasti, vaan suotovesitilannetta arvioidaan silmäämääräisesti. Patojen suotovesien määrä on niin pieni, että niistä ympäristöön kohdistuva kuormitus on todella vähäistä. Esimerkiksi Kortelammen altaalla suotovesi pumpataan takaisin altaaseen. Patojen suotovesien laatua seurataan ja sitä verrataan myös altaasta otettuihin kerrosvesinäytteisiin

Tuotantokenttien suojaumpausvedet

Suojaumpauksilla tarkoitetaan tuotantokenttien, eli primääri- ja sekundäärikenttien läheisyydessä tehtäviä pumppauksia, joilla poistetaan alueen maaperässä liikkuvia, mahdollisesti kontaminoituneita vesiä. Tarkoituksena on hallita mahdollisesti kontaminoituneita sade- ja pohjavesiä niin, että vedet eivät pääse puhtaisiin pintavesiin tai

pohjavesiin. Samalla estetään luonnosta tulevan puhtaan veden päätyminen bioliuotuksen liuoskiertoon. Suojapumpattavien vesien laatua seurataan ja ne pumpataan joko käsiteltäväksi vedenkäsittelyyn tai bioliuotuksen liuoskiertoon. Kalvotetulla alueella tehtävät suojapumppaukset johdetaan aina bioliuotuksen kiertoon.

Tehdasalueen hulevedet

Tehdasalueen hulevedet on erotettu ojituksella alueen muista valuma-alueista ja ne kerätään kahteen sadevesialtaaseen, joista vesi johdetaan käsittely-yksiköille. Lisäksi käyttämättömän uraanin talteenottolaitoksen vieressä on alueen hulevesille oma sadevesiallas.

Tehdasalueen hulevesien määrää seurataan tällä hetkellä ainoastaan käyttöhenkilökunnan tekemin havainnoin. Määrät ovat pääsääntöisesti pieniä. Säätila ja vuodenajat vaikuttavat veden määrään ja laatuun. Hulevesien laatua seurataan viikoittain.

4.2.3 Vesivarastot

Kaivosalueelle rakennettiin vuonna 2013 kenttäpuhdistamoja, joiden kapasiteetti on yhteensä n. 3000–4000 m³/h. Vesiä on käsitelty Kortelammen, SEM2-altaan, Torvelansuon ja Tammalammen käsittelypisteissä (Kuva 4-3). Käsiteltävät vedet ovat alueen suojapumppaus-, hule- ja sadevesiä, kipsisakka-altaan ylitevettä (kiintoaineen laskeutumisen jälkeen vapautunutta vettä) sekä alueella varastoituja, kipsisakka-altaan vuodosta kontaminoituneita vesiä. Neutralointia käsittely-yksiköillä on tehty kalkkimaidolla, jolloin metallit saostuvat pH:n nousun myötä hydroksideina ja sulfaatti kipsinä. Vesienkäsittelyn sakka on erotettu laskeuttamalla ulos laskettavasta vedestä.

Alueella oli varastoituna vettä n. 2,87 Mm³ (tilanne 27.3.2017), josta 1,15 Mm³ puhdistettua, ympäristölupapäätösten 43/2015/1 ja 52/2013/1 pitoisuusraja-arvot alittavaa vettä (Taulukko 4-2). Varastoiduista kontaminoituneista vesistä n. 71 prosenttia (1,22 Mm³) on varastoitu Kuusilammen avolouhokseen, sen eteläiseen avaukseen. Kontaminoituneista vesijakeista loput ovat jakautuneena pääosin Majavan, Haukilammen ja Kortelammen patoaltaisiin. Käsitellyt vesijakeet eli kaivosalueen käsitellyt sade- ja sulamisvedet, jotka täyttävät ympäristölupapäätösten 43/2015/1 ja 52/2013/1 pitoisuusraja-arvot, on varastoitu pääosin Kuljun (0,57 Mm³), Latosuon (0,49 Mm³) ja Kuusilammen (0,092 Mm³) varastoaltaisiin.

Taulukko 4-2. Terrafamen kaivospiirin sisälle varastoidut vesimäärät 27.3.2017 sekä eri varastointialueiden varastointikapasiteetit.

Allas	Pinta 27.3.2017	Liustilavuus 27.3.2017	HW-pinta	HW-tilavuus	HHW-pinta	HHW-tilavuus
Kortelampi*	196,81	105 762	204,2	1 833 000	205,5	2 597 000
Majava	206,41	220 211	207	399 225		
Kipsisakka-altaat						
Haukilampi	208,56	131 484	208,5	124 000	209	187 000
Kärsälampi	206,9	47 960	207	49 000	207,5	71 000
Louhos						
Pohjoinen avaus	138,12	2 320				
Eteläinen avaus	197,85	1 215 800	205,8	2 695 000	206,3	2 788 000
Likaantuneet vedet yhteensä		1 723 537	(pl. kipsisakka-altailla oleva vesi)			
Latosuo	189,99	491 255	191,7	1 239 000	192,5	1 743 000
Kuusilampi	227,81	92 105	232,7	793 000	233,5	955 000
Kulju	230,6	567 000	232	1 000 000	232,5	1 200 000
Puhdistetut vedet yhteensä		1 150 360				
Yhteensä koko alueella		2 873 897				

* Tilavuudessa mukana myös Urkin allas

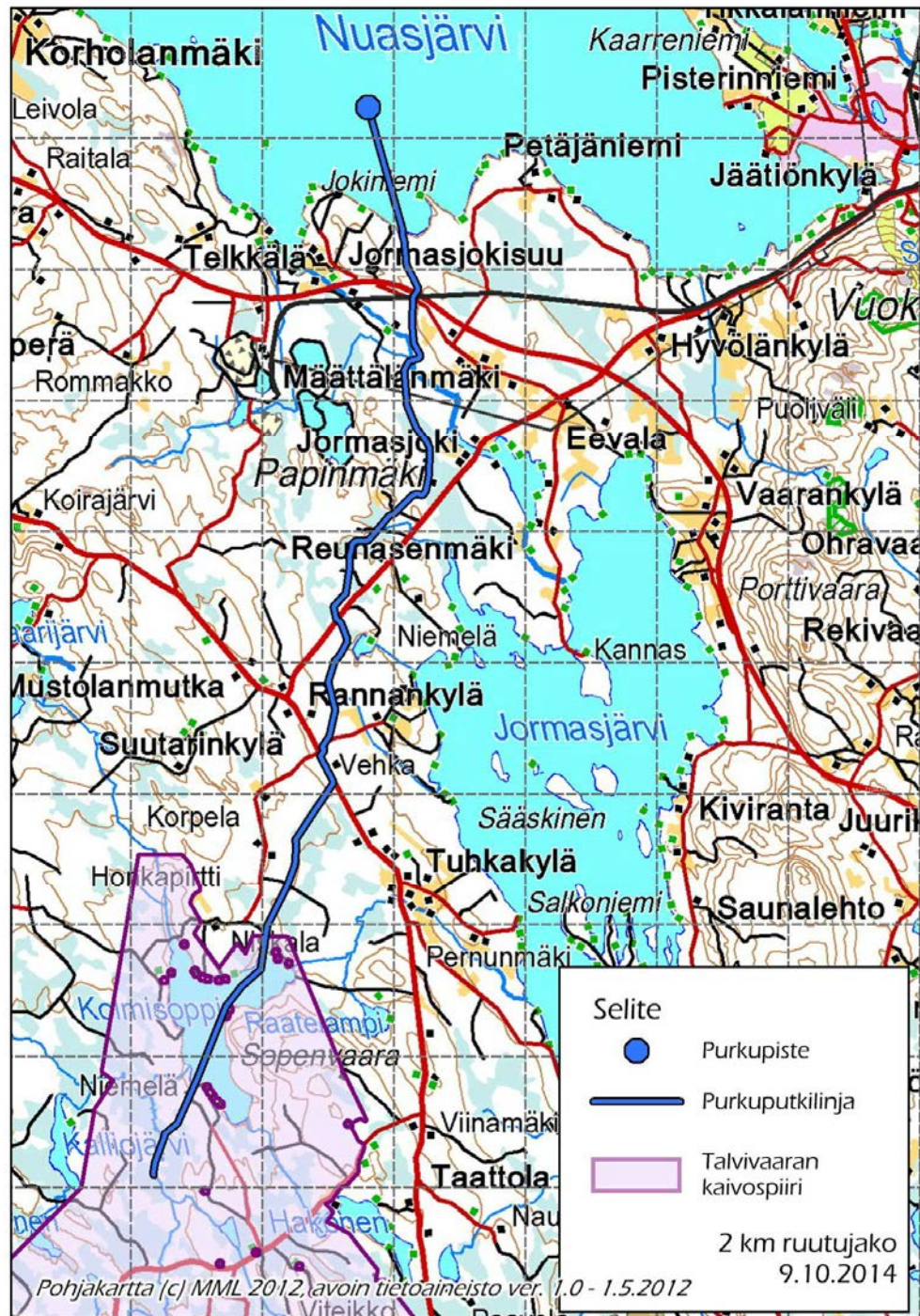
HW = padon ylivedenkorkeus

HHW = hätäylivedenkorkeus eli padon tiiviin osan alimman yläpinnan korkeus

Tehdasalueelta johdettiin prosessi- ja ylijäämävesiä vesistöön vuonna 2013 noin 5,7 Mm³, josta n. 60 % pohjoiseen Oulujoen vesistöön ja 40 % etelään Vuoksen vesistöön (Taulukko 6-1). Vuonna 2014 kaivosalueelta johdettiin vesiä yhteensä noin 4,82 Mm³, joista noin 57 % johdettiin pohjoiseen Oulujoen vesistöön ja noin 43 % etelään Vuoksen vesistöön. Vuonna 2014 juoksettu kokonaisvesimäärä oli lähes miljoona kuutiota vähemmän kuin vuonna 2013. Vuonna 2015 vettä johdettiin kokonaisuudessaan n. 8,4 Mm³, josta n. 1,4 Mm³ purkuputken kautta Nuasjärveen. Vuonna 2016 vettä juoksetettiin yhteensä 9,16 Mm³, josta 7,1 Mm³ johdettiin purkuputkea pitkin Nuasjärveen.

Kaivosalueelta johdetaan käsiteltyä vesiä Nuasjärveen Latosuon patoaltaalta lähtevän purkuputkijon kautta (Kuva 4-7). Latosuolle käsiteltyä vesiä johdetaan Tammalammen vedenkäsittely-yksiköltä Kuusilammen ja Kuljun käsitellyn veden varastoaltaiden kautta. Lisäksi Latosuolle johdetaan vettä kaivosalueen eteläiseltä käsittely-yksiköltä eli Kortelammelta (Kuva 4-3). Latosuolta on juoksetettu vesiä Nuasjärveen ympäristölupapäätöksen 43/2015/1 (24.4.2015) ja sen täytäntöönpanomääräystä muuttaneen Vaasan hallinto-oikeuden välipäätöksen nro 15/0235/2 (10.9.2015) mukaisesti aina toukuun 2016 alkuun, josta lähtien juoksetuksia on toteutettu Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen nro 16/0091/2 (28.4.2016) mukaisesti.

Edellä mainitun purkuputken kautta ulosjuoksetettavan vesimäärän lisäksi ns. vanhoille purkureiteille eli lähimpiin vesistöihin juoksetetaan vettä ympäristölupapäätöksen 52/2013/1 mukaisesti.



Kuva 4-7. Terrafamen purkputken linjaus kaivosalueelta Nuasjärveen.

Vettä johdetaan Vuoksen vesistöön Kortelammen purkupisteistä Ylä-Lumijärven ohittavaan uomaan, joka laskee Lumijokeen. Oulujoen suuntaan vettä juoksetetaan nykyisten käytäntöjen mukaan joko Latosuon, Kärsälammen tai Kuusilammen purkupisteistä. Näistä Latosuo ja Kuusilampi laskevat Kuusijoen kautta Kalliojokeen ja edelleen Kollmisoppeen. Kärsälammen purkupiste laskee Salmiseen, josta edelleen Salmisenpuron kautta Kalliojärveen ja Kalliojokeen. Vuonna 2015 vanhoille purkureiteille on johdettu Vuoksen vesistöön 1,85 Mm³ ja Oulujoen vesistöön yhteensä 5,12 Mm³. Oulujoen vesistöön johdettavasta vesimäärästä n. 4 Mm³ oli lupapäätöksen 43/2015/1 mukaista

juoksutusta vanhoille purkureiteille. Lisäksi kaivosalueelta on juoksutettu vettä vuonna 2015 ympäristösuojelulain (527/2014) 123 §:n mukaisten ilmoitusten mukaisesti ympäristöturvallisuuden varmistamiseksi vesivarastoaltaiden täytyttyä yli HW-tason.

Vuonna 2016 tammi-marraskuussa vanhoille purkureiteille on johdettu Vuoksen vesistöön 1,0 Mm³ ja Oulujoen vesistöön yhteensä 1,5 Mm³. Lisäksi purkuputken kautta on johdettu Oulujoen vesistöalueella sijaitsevaan Nuasjärveen 7,1 Mm³.

4.2.4 Purkuputki

Purkuputken kokonaispituus on noin 18 kilometriä (Kuva 4-7). Putkireitti alkaa Latosuon patoaltaan laidalta, minne vettä voidaan johtaa myös Kuusilammen ja Kuljun puhtaiden vesien varastoista (Kuva 4-3). Veden kulku putkessa tapahtuu alkupään pumppauksen jälkeen painovoimaisesti. Putken alkupään ja purkupisteen välinen lasku on noin 45 metriä.

Putkilinjalla on kolme maantien alitusta (seututie 870 Kajaani-Rautavaara, yhdystie 8740 Eevala-Muistolankmutka ja valtatie 6 Helsinki-Joensuu-Kajaani) sekä muutamien pienempien metsäteiden alituksia. Putkilinja alittaa myös Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon kaivosalueelle vievän rautatien sekä Jormasjoen.

Maanteiden ja rautatien alitukset toteutettiin poraamalla penkereen läpi tai kaivamalla putki penkereeseen. Jormasjoen alitus toteutettiin suvantopaikalta siten, että alituksesta aiheutui vain vähäisessä määrin haitallisia vaikutuksia joen vedenlaatuun, vedenpinnan korkeuksiin ja virtauksiin. Lisäksi putki painotettiin siten, ettei siitä ole haittaa vesistön käytölle. Nuasjärven ja Kolmisopen rantavyöhykkeillä putki kaivettiin noin 2,5 metrin syvyyteen. Nuasjärven pohjassa putkilinja jatkuu vielä n. 2 km pohjoiseen alueelle jossa vesisyvyys on n. 8 m.

Runkoputki jakautuu noin puoli kilometriä ennen rantaviivaa kahteen jakoputkeen, joihin on asennettu puoli kilometriä ennen purkupaikkaa ejektorit (Kuva 4-8). Nuasjärven purkuputkelle annetun ympäristölupapäätöksen 43/2015/1 lupamääräyksessä 9 on edellytetty luvan saajaa tehostamaan käsitellyn veden alkulaimenemista ja sekoittumista Nuasjärvestä johtamalla jatkuvasti purkuputkeen vettä vähintään kaksinkertaisesti johdettavan veden määrään verrattuna. Tästä johtuen putkilinjalle asennettiin kaksi kappaletta ejektorirakenteita, jotka sijoitettiin Nuasjärven pohjaan.



Kuva 4-8. Ejektori ja välppä.

Asennuskohdassa Nuasjärven pohjassa toisen ejektorin alapuolella on paljon hienoa irtonaista ainesta. Jotta ejektori saatiin asennettua tukevasti pohjaan, humuskerroksen

yläpuolelle, ejektori tuettiin murskeella täytetyillä suursäkeillä. Koska tuentamurske on pakattu säkkeihin, sen hienoaines ei samenna vettä. Imuaukkojen korko on 900 mm ylempänä kuin ejektorin tukirakenteiden pohja, joten virtaus on saman verran irti liikkuvasta humuksesta, jolloin käytön aikana ei pääse syntymään samentumia.

Putkilinjaa tullaan jatkamaan Nuasjärvässä, mikäli YVA-menettelyn aikana tutkittavat vaihtoehdot purkupaikat osoittautuvat ympäristö- ja sosiaalisilta vaikutuksiltaan edullisemmiksi vaihtoehdoiksi, kuin nykyinen purkupaikka.

4.2.5 Keskuspuhdistamolla käsiteltävä vesi

Vesienkäsittelyyn johdettavan veden laatu vaihtelee sen mukaan, mistä lähteistä ja kuinka paljon vesiä syötetään. Käsittely-yksiköille johdettavia vesijakeita ovat mm. kalliopohjavedet, muut ylimääräiset vedet avolouhoksessa, Kortelammen ja Haukilampi-Kärsälampi-alueen kontaminoituneet vedet (ml. sadanta niin kauan, kuin maa-alueita ei ole puhdistettu ja erotettu vesitaseesta) sekä sadanta, joka kontaminoituu sataessaan altaisiin, tuotantoalueille tai kontaminoituneeseen maaperään.

Jatkossa kaikki edellä mainitut vesijakeet on tarkoitus johtaa keskuspuhdistamolle. Keskuspuhdistamon tavoitteena on korvata nykyiset, eri puolilla kaivosaluetta sijaitsevat vesienkäsittely-yksiköt sekä keskittää sakkojen käsittely kipsisakka-altaille. Keskuspuhdistamolle johdetaan myös raudansaostuksen alite sekä mikäli liuoskierron ympäristöturvallisuuden kannalta on tarpeellista, hetkellisesti keskuspuhdistamolle voidaan johtaa myös raudansaostuksen ylitettä ja RO-laitoksen rejektiä. Arvio keskuspuhdistamolle tulevan ja lähtevän veden laadusta on esitetty taulukossa (Taulukko 4-3). Latosuolta vesistöön lähtevän vedenlaatu on esitetty kappaleessa 6.4.1.

Taulukko 4-3. Arvio keskuspuhdistamolle tulevan ja lähtevän veden laadusta sekä kipsisakka-altaalta Latosuolle lähtevän veden laadusta. (lähde: Terrafamen keskuspuhdistamon ympäristölupahakemuksen täydennys 2016)

Muuttujat	Puhdistamolle tulevat				Rasa ylite	RO-rejektit	Ks-altaalta Latosuolle
	Käsitteily-yksiköille tulevat	Jätejakeet muualta	Rasa alite	2015 (yhtiön oma tarkkailu)			
vesimäärät (m ³ /h)	750-850	Avolouhos	2015 veloitettarkkailu	2015 (yhtiön oma tarkkailu)	tarvittaessa	tarvittaessa	Kuusilampi
Cu (µg/l)	84	127	150-300	310			<600
	<2-520	<70-150	<600	<600-1 770			<600
Ni (µg/l)	5391	31442	57334	65070			<1100
	2,1-30 000	20 900-47 500	12 000-180 000	9 440-442 000			<1 100-1 920
Zn (µg/l)	12893	78533	2158	670			296
	<5-80 000	38 700-102 000	<200-35 800	<200-83 500			<200-2 420
Mn (mg/l)	118	526	2634	2816	6,656		3
	83-1 200 000	275-883	914-3 689	503-3 908	0-38		0,13-0,47
Fe (mg/l)	95	692	5708	6665			5
	34-1 000 000	240-1 291	1 859-8 841	1 156-10 810			<0,5-91,9
SO ₄ (mg/l)	4773	8517			9153		3177
	1 000-20 000	5 690-11 960			4 615-12 717		1 900-3 800
U (µg/l)	89	705	3612	4880			1,02
	<0,1-1 100	340-1 280	<3 300-12 700	<3 300-16 600			0,36-1,5
Hg (µg/l)	0						0,01
	<0,02-0,084						<0,02
Cd (µg/l)	24		252	240			0,23
	<0,03-160	<250	<200-1 410	80-1 290			<200-610
Pb (µg/l)	3						0,5
	0,59-17						<1
Na (mg/l)	545	503	1974	1865	2587		765
	31-2 000	408-644	952-2 656	709-3 651	202-4 268		520-960
Al (µg/l)	32216	69308	133726	259320	1765		1797
	<20-540 000	48 700-117 000	1 380-2 690 000	2 340-4 895 000	0-12 000		<600-98 200
Co (µg/l)	149	700	925	730			294
	<0,5-710	490-1 030	<300-6 240	<300-15 300			<300-570
Ca (mg/l)	482	332	508	614	904		432
	110-1 200	264-427	410-633	451-820	88-2 080		357-1 100
Mg (mg/l)	411	793	4828	4790	506		84
	54-3 000	517-1 139	1 766-6 181	1 030-6 280	10-7 816		<0,5-448
pH	5,6	3,4	4,8	4,7	8,1		10
	2,9-10,3	2,86-4,17	4,18-5,84	3,95-5,65	7-10,2		8,2-12,9
Kiintoaine (mg/l)	29	29	332415	200	15		246 114
	<2-780	17-41	1 000-526 400	9 760-202 900	0-116		5 050-415 700
S-joht. (mS/m)	559	886					542
	140-1700	648-1 153					460-580

Kalkkimaito syötetään ja sekoitetaan puhdistettavaan veteen puhdistamon reaktoreissa. Tämän jälkeen veden ja sakan seos johdetaan kipsisakka-altaille esiselkeytykseen. Kipsisakka-altaille johdetaan myös loppuneutraloinnista tuleva sakkaa sisältävä LoNe-alite. Esiselkeytyksessä kiintoaine laskeutuu altaan pohjalle. Selkeytynyt vesi pumpataan kipsisakka-aldaiden toiseen osaan (tässä vaiheessa lohkoille 5 ja 6) jälkiselkeytystä varten ja sieltä edelleen pumpulla Latosuolalle. Latosuolta vedet johdetaan purkuputkea pitkin Nuasjärveen. Nykyisten kipsisakka-aldaiden lohkojen täytyessä rakennetaan lisää allastilavuutta.

Kipsisakka-aldaiden lohkoissa 3 – 6 on käytetty pohjan suojakerroksessa muovikalvon lisäksi bentoniittimattoa. Kipsisakka-aldaiden reunapadot on rakennettu louheesta jonka päällä on moreenikerros. Pohjarakenteen tiivistämisessä käytetty muovikalvo on ulotettu myös reunapatojen alueelle. Altaan ympärillä on ympärysoja, jolla estetään puhtaiden vesien valuminen altaaseen. Nykyisten kipsisakka-aldaiden eteläpuolelle on tehty aluevaraus kipsisakka-aldaiden lohkoille 7 ja 8 (Kuva 4-1). Kyseiset altaat suunnitellaan ja rakennetaan sen mukaisiksi, mitä niitä koskevassa uudessa lupapäätöksessä tullaan edellyttämään.

4.2.6 Vanhojen käsittelyalueiden puhdistusteho ja purettavan veden laatu

Eteläisen käsittelyalueen reduktiot vuosilta 2014–2015 on laskettu Kortelampi 1 ja Kortelampi 2 näytepisteille tulevan ja lähtevän veden ainepitoisuuksista. Kalkkineutraloinnin keskimääräinen puhdistusteho oli metallien (Cu, Mn, Ni, Fe, Zn, U) suhteen erinomainen keskimääräisen puhdistustehojen vaihdella välillä 90–100 %. Kiintoaineen puhdistusteho oli 72 % vuonna 2014 ja negatiivinen vuonna 2015 ja sulfaatin 24 % vuonna 2014 ja 0 % vuonna 2015 (Taulukko 4-4 ja Taulukko 4-5). Vuonna 2016 eteläisten käsittelyalueiden puhdistusteho oli metallien suhteen erinomainen arseenia lukuun ottamatta, jonka pitoisuudet olivat hyvin pieniä. (Taulukko 4-6). Sulfaatin puhdistusteho oli 1. käsittealueella 6 % ja 2. käsittealueella 30 %. Kiintoainetta vapautui molemmista käsitteely-yksiköistä. Jatkossa eteläisellä käsitteelyalueella varastoidut vedet on tarkoitus johtaa käsiteltäviksi keskuspuhdistamolle. Eteläinen ja pohjoinen jälkikäsitteelyalue ovat maapohjaisia altaita.

Kaivosalueen käsittelyalueen reduktiot vuosilta 2014–2015 on laskettu käsitteystä lähtevän (Kuusilampi 2) sekä käsitteelyyn tulevan (kipsisakka-allas, Majava) veden analyysituloksista. Kalkkineutraloinnin keskimääräinen puhdistusteho oli metallien (Cu, Mn, Ni, Fe, Zn, U) suhteen erinomainen keskimääräisen puhdistustehojen vaihdella välillä 97 – 100 %. Kiintoaineen puhdistusteho oli 50 ja 68 % ja sulfaatin 54 ja 73 %. Vuonna 2016 kaivosalueen käsittelyalueen puhdistusteho oli metallien ja kiintoaineen suhteen erinomainen (96 – 100 %) ja sulfaatista alueelle pidättyi 67 % (Taulukko 4-6).

Sekundäärialueen suojapumppausvesien käsittelyalueen reduktiot vuosilta 2014–2015 on laskettu käsitteystä lähtevän (Torrakkopuro) sekä käsitteelyyn tulevan (SEM2 tuleva, SEM2 Latosuolta tuleva) veden analyysituloksista. Kalkkineutraloinnin keskimääräinen puhdistusteho oli metallien (As, Cu, Mn, Ni, Fe, Zn, U) suhteen erinomainen 89 – 99 %. Kiintoaineen osalta puhdistusteho oli keskimäärin 26 % ja 34 %. Sulfaatin osalta käsitteelyllä ei ollut vaikutusta.

Taulukko 4-4. Käsittely-yksiköille tulevan ja lähtevän veden pitoisuuskeskiarvot sekä niiden perusteella lasketut keskimääräiset puhdistustehot vuonna 2014 (Ramboll Finland Oy 2015a).

	Kiinto- aine (GF/C)	Sulfaatti (SO ₄)	Arseeni (As)	Kupari (Cu)	Mangaani (Mn)	Nikkeli (Ni)	Rauta (Fe)	Sinkki (Zn)	Uraani (U)
	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Eteläinen käsittelyalue, (4 näytekierrosta)									
tuleva, pitoisuus	16	2780	1,3	70	57200	1950	10400	3450	19
lähtevä, pitoisuus	4,6	2120	0,5	2,1	276	8,3	78	16	0,4
reduktio (%), puhdistusteho	72	24	63	97	100	100	99	100	98
Kaivosalueen käsittelyalue, (2 näytekierrosta)									
tuleva, pitoisuus	21	15700	1,7	78	793000	3743	293000	3007	36
lähtevä, pitoisuus	6,8	4300	0,5	2,1	3170	6,1	77	4,4	0,4
reduktio (%), puhdistusteho	68	73	71	97	100	100	100	100	99
Sekundääriliuotusalueen suojapumppausvesien käsittely (9 näytekierrosta)									
tuleva, pitoisuus	13	1036	4,5	140	29858	7010	18617	24595	73
lähtevä, pitoisuus	9	1059	0,5	3,0	604	42	377	127	1,1
reduktio (%), puhdistusteho	34	-2	89	98	98	99	98	99	98

Taulukko 4-5. Käsittely-yksiköille tulevan ja lähtevän veden pitoisuuskeskiarvot sekä niiden perusteella lasketut keskimääräiset puhdistustehot vuonna 2015 (Ramboll Finland Oy 2016).

	Sulfaatti (SO ₄)	Arseeni (As)	Kupari (Cu)	Mangaani (Mn)	Nikkeli (Ni)	Rauta (Fe)	Sinkki (Zn)	Uraani (U)
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Eteläinen käsittelyalue, (2 näytekierrosta)								
tuleva, pitoisuus	2 100	1	80	21 250	1 420	2 975	2 850	27
lähtevä, pitoisuus	2 100	0,5	7,2	2 065	119	289	247	1,3
reduktio (%), puhdistusteho	0	43	91	90	92	90	91	95
Kaivosalueen käsittelyalue, (3 näytekierrosta)								
tuleva, pitoisuus	6 088	5	107	155 125	10 669	175 041	27 601	166
lähtevä, pitoisuus	2 800	0,5	4,5	310	40	463	82	0,8
reduktio (%), puhdistusteho	54	89	96	100	100	100	100	100
Sekundääriliuotusalueen suojapumppausvesien käsittely (2 näytekierrosta)								
tuleva, pitoisuus	1 327	1	124	10 900	1 341	14 667	3 215	26
lähtevä, pitoisuus	1 650	1	1	272	24	94	61	2
reduktio (%), puhdistusteho		29	99	98	98	99	98	93

Taulukko 4-6. Käsittely-yksiköille tulevan ja lähtevän veden pitoisuuskeskiarvot sekä niiden perusteella lasketut keskimääräiset puhdistustehot vuonna 2016 (Ramboll Finland Oy 2017).

	Kiinto- aine (GF/C)	Sulfaatti (SO ₄)	Arseeni (As)	Kupari (Cu)	Mangaani (Mn)	Nikkeli (Ni)	Rauta (Fe)	Sinkki (Zn)	Uraani (U)
	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Eteläinen käsittelyalue									
Kortelampi 1									
tuleva ka. (n=3)	4,2	2000	0,7	50	16333	1370	1600	2800	11
lähtevä ka. (n=7)	21	1886	0,5	3,5	931	64	129	124	0,88
reduktio (%)	-400	6	29	93	94	95	92	96	92
Kortelampi 2									
tuleva ka. (n=8)	2,9	2150	0,5	15	16950	633	620	1064	4,6
lähtevä ka. (n=3)	11	1500	0,5	1	277	19	32	41	0,39
reduktio (%)	-279	30	0	93	98	97	95	96	92
Kaivosalueen käsittelyalue									
Kuusilampi 2									
tuleva ka. (kipsisakka-allas, majava, avolouhos, n=2)	97	8521	12	227	207571	9817	205078	33282	200
lähtevä ka. Kuusilampi 2 (n=6)	3,5	2800	0,5	1	947	27	182	22	1,8
reduktio (%)	96	67	96	100	100	100	100	100	99

4.2.7 Lähtevän veden radioaktiivisuus ja ekotoksisuus

Radioaktiivisuusmittauksia on tehty kaivosalueelta purettavalle vedelle vuodesta 2014 lähtien kerran vuodessa. Konsulttitoimisto Ramboll on ottanut näytteet ja mittaukset on tehnyt Säteilyturvakeskus (STUK). Mittauksilla selvitetään veden pitkäaikaisten alfa- ja beeta-aktiivisten aineiden kokonaisuusaktiivisuutta ja arvioidaan tarvetta määrittää tarkkailuohjelmassa esitetyt uraanin hajoamistuotteet sekä määritetään veden radonpitoisuutta. Kaikkina mittausvuosina 2014–2016 radioaktiivisuustasot olivat niin alhaiset, ettei hajoamistuotteiden analyyseille ilmennyt tarvetta (liite 6). Vuonna 2014 mittaukset tehtiin Kortelampi 2:n, Torrakkapuron, Latosuon ja Kuusilammen vesinäytteille. Näissä aktiivisuusindeksit olivat välillä 0,28–0,60. Vuonna 2015 mittaukset tehtiin Latosuon vesinäytteelle ja aktiivisuusindeksi oli 0,47. Turvallisuustavoite toteutuu, kun aktiivisuusindeksin arvo on pienempi tai yhtä suuri kuin 1. Turvallisuustavoitteet toteutuivat jokaisen näytteen osalta. Vuonna 2016 mitattavana olivat Latosuon, Kuusilammen, Kortelammen 1 ja 2, Käräslammen sekä purkuputken vesinäytteet. Mittaustulosten perusteella aktiivisuuspitoisuudet olivat jokaisessa näytteessä hyvin alhaiset, useissa alle mittausrajan. (Ramboll Finland Oy 2015a, -2016 ja -2017)

Sulkemistoimintojen jälkeen ja mahdollisesti niiden aikana tehdään säteilyselvityksiä, joilla varmistetaan että käytetyt sulkemistoimenpiteet ovat riittävät säteilyturvallisuuden kannalta. Sulkeminen toteutetaan siten, ettei myöskään vesiliukoisista aineista tai kaasumaisesta radonista pääse muodostumaan haittaa ihmisille tai ympäristölle. (Ramboll Finland Oy 2010)

Vuonna 2014 tehtiin ekotoksisuustestit (vesikirpputesti, levätesti, valobakteeritesti) Kortelampi 2:n, Torrakkapuron, Latosuon ja Kuusilampi 2:n purkupisteiden lähtevälle vedelle. Testien perusteella näytteet eivät olleet toksisia (liite 6). (Ramboll Finland Oy 2015a)

4.3 Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen

Terrafame Oy:lla on yhtäaikaaisesti vireillä kaksi eri ympäristövaikutusten arviointimenetelyä: Tuotanto-YVA koskee Terrafame Oy:n kaivostoiminnan jatkamista ja kehittämistä tai vaihtoehtoisesti kaivoksen sulkemista ja siinä selvitetään tuotannon ja vaihtoehtoisesti sulkemisen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia ympäristöön. Kaivoksen alustava sulkemissuunnitelma on esitetty YVA-selostuksen liitteenä 7.

Tuotanto-YVA-ohjelmassa tarkasteltiin malmin louhintamäärän nostamista, nikkelin tuotantomäärän nostamista, uraanin talteenoton käynnistämistä, uusien prosessivaiheiden (esim. pasutto ja rikkihappotehdas) käynnistämistä sekä kaivostoiminnan päättämistä ja sulkemista.

Vaihtoehto	Kuvaus
VE0	<ul style="list-style-type: none"> • Malmin louhintaa nostetaan asteittain tasolle 1,5 Mt/kk (18 Mt/a) • Uraanin talteenotto käynnistetään vuonna 2019 aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.
VE1a	<ul style="list-style-type: none"> • Vaihtoehdon VE1a mukainen louhinta • Nikkelin tuotantomääriä kasvatetaan 30 000 t/a → 37 000 t/a
VE1b	<ul style="list-style-type: none"> • Vaihtoehdon VE1a mukainen tuotanto • Pasutto ja rikkihappotehdas
VE2	<ul style="list-style-type: none"> • Kaivostoiminta päätetään lopettaa ja kaivos suljetaan hallitusti vaiheittain.

4.3.1 Alueiden käyttöönotto

Kuvassa (Kuva 4-1) on esitetty kaivoksen toteutuneiden ja suunniteltujen toimintojen sijainti kaivospiirin alueella. Uusia alueita otetaan käyttöön tarpeen mukaan ja samalla suljetaan vanhoja. Tämän hetkisen suunnitelman mukaan auki olevien alueiden määrä on suurimmillaan noin viiden vuoden päästä. Auki olevilla alueilla tarkoitetaan sellaisia alueita joilta vedet on kerättävä vesienkäsittelyyn.

Pohjoinen jälkikäsittelyalue on tarkoitus saada puhdistettua ja poistettua valuma-alueesta vuonna 2019 ja suurin eteläinen jälkikäsittelyalue, Kortelampi, vuonna 2022 (Taulukko 4-7).

Suurin osa taulukossa esitetyistä alueista on jo luvitettu tai lupahakemus on jätetty Aluehallintovirastoon. Lupaa on vielä haettava vuosien 2017–2019 aikana primääriliuotusalueen laajennukselle (lohkot 5 ja 6), sekundääriliuotusalueen laajennukselle (lohkot 5 ja 6), sivukiven läjitysalueen laajennukselle (KL1) ja kipsisakka-altaiden laajennukselle (lohkot 7 ja 8)

Taulukko 4-7. Alueiden käyttöönoton ja sulkemisen aikataulu.

	1/2017	2/2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Tehdasalue ja avolouhos											
Tehdasalue	[Blue bar from 1/2017 to 2026]										
Avolouhos	[Light blue bar from 1/2017 to 2026]										
Primääriliuotusalue											
Primääriliuotusalue, lohkot 1-4	[Yellow bar from 1/2017 to 2026]										
Primääriliuotusalue, lohkot 5 ja 6	[Yellow bar from 1/2017 to 2026]										
Sekundääriliuotusalue											
Sekundääriliuotusalue, lohko 1-2	[Green bar from 1/2017 to 2026]										
Sekundääriliuotusalue, lohko 3-4	[Green bar from 1/2017 to 2026]										
Sekundääriliuotusalue, lohko 5	[Green bar from 1/2017 to 2026]										
Sekundääriliuotusalue, lohko 6	[Green bar from 1/2017 to 2026]										
Sekundääriliuotusalue, lohko 7	[Green bar from 1/2017 to 2026]										
Sekundääriliuotusalue, lohko 8	[Green bar from 1/2017 to 2026]										
Altaat											
Pohjoinen jälkikäsitteily-yksikkö	[Yellow bar from 1/2017 to 2026]										
Eteläinen jälkikäsitteily-yksikkö, Lumela	[Yellow bar from 1/2017 to 2026]										
Eteläinen jälkikäsitteily-yksikkö, Kortelampi	[Yellow bar from 1/2017 to 2026]										
Urkki, pieni osa jää käyttöön	[Yellow bar from 1/2017 to 2026]										
Kuusilampi	[Yellow bar from 1/2017 to 2026]										
Kulju	[Yellow bar from 1/2017 to 2026]										
Latosuo	[Yellow bar from 1/2017 to 2026]										
Kipsisakka-altaat											
Kipsisakka-altaat, lohko 1-3	[Purple bar from 1/2017 to 2026]										
Kipsisakka-altaat, lohko 4-6	[Purple bar from 1/2017 to 2026]										
Kipsisakka-altaat laajennus, lohko 7	[Purple bar from 1/2017 to 2026]										
Kipsisakka-altaat laajennus, lohko 8	[Purple bar from 1/2017 to 2026]										
Sivukivialue											
Sivukiven läjitysalue, KL2, Lohko 1	[Orange bar from 1/2017 to 2026]										
Sivukiven läjitysalue, KL2, Lohko 2	[Orange bar from 1/2017 to 2026]										
Sivukiven läjitysalue, KL2, Lohko 3	[Orange bar from 1/2017 to 2026]										
Sivukiven läjitysalue, KL2, Lohko 4	[Orange bar from 1/2017 to 2026]										
Sivukiven läjitysalue, KL2, Lohko 5	[Orange bar from 1/2017 to 2026]										
Sivukiven läjitysalue laajennus, KL1	[Orange bar from 1/2017 to 2026]										

4.3.2 Tuotannon laajennus YVA-ohjelman huomioiminen

Seuraavassa taulukossa on esitetty kuinka tuotannon laajennuksen YVA-ohjelman ja vesienhallinnan-YVA:n vaihtoehdot vastaavat toisiaan.

Pasuton käyttöönotto ei vaikuta purettavien vesien määrään tai kuormitukseen. Uraanilaitoksen käyttöönotto pienentää kipsisakka-altaalle ja käsitelyihin purkuvesiin joutuvaa uranimäärää.

Taulukko 4-8. Tuotannon laajennuksen YVA:ohjelman huomioiminen vesienhallinnan YVA:ssa.

Tuotanto-YVA:n vaihtoehto	Kuvaus	Vaikutus vesitaseeseen	Vesienhallinta-YVA:n vaihtoehto
VE0	<p>Kaivostoiminta jatkuu nykyisellään.</p> <p>Malmin louhinta on 15 M t/v, jota nostetaan asteittain tasolle 1,5 Mt/kk (18 Mt/v), joka edellyttää ympäristöluvan päivittämistä- Nikkelituotanto 30 000 t/v, nikkeli tuote myydään nykyisenä nikkelisulfidituotteena.</p> <p>Erilliset sivukivialueet KL1 ja KL2 rakennetaan ja sekundäärilohkot 5 ja 6 rakennetaan tuotantosuunnitelman mukaisesti</p> <p>Uraanin talteenotto käynnistetään vuonna 2019 aiemmin luvitetun kokonaisuuden mukaisesti.</p>	<p>Vesivarastojen tyhjennys ja vesienkäsittelyyn kuuluvien alueiden pienentäminen tarvitaan joka tapauksessa.</p>	VE0, VE1a, VE1b
VE1a	<p>Kaivostoiminta jatkuu siten, että toimintaa kehitetään Terrafamen suunnitelmien mukaisesti.</p> <p>Erilliset sivukivialueet ja sekundääriliuotusalue 2 sekä kipsisakka-altaan lohkot 7-8 rakennetaan VE0:n mukaisesti</p> <p>Uraanin talteenotto laitoksella käynnistetään vuonna 2019 VE0:n mukaisesti.</p> <p>Malmin louhintamäärää kasvatetaan vuoteen 2018 tultaessa tasolle 18 M t/v sivukiven louhintamäärien ollessa tasolla 18–45 M t/v riippuen louhinta-tilanteesta.</p> <p>Primääri vaiheen liuotusalueelle rakennetaan uudet liuotuslohkot nro: 5 ja 6</p> <p>Malmintuotannon kasvattamisesta ja primääri liuotusalueen laajentamisesta johtuen nikkelin vuosituotanto on 35 000 - 37 000 t/v vuodesta 2019 alkaen.</p>	<p>Tuotantomäärän lisääminen ei vaikuta juoksettavien vesien määrään tai kuormitukseen.</p>	VE0, VE1a, VE1b
VE1b	<p>Vaihtoehdon VE1a mukaisen tuotantotason noston lisäksi metallien talteenotto laitoksen tuotantoprosessiin lisätään vuoden 2018 lopussa pasutto, jonka jälkeen 50–100 % nikkeli tuotteesta myydään nikkelioksidina.</p> <p>Pasuton (nikkelisulfidista -> nikkelioksidia) kanssa samaan aikaan rakennetaan myös rikkihappotehdas, joka mahdollistaa osittaisen omavaraisuuden bioliuotuksessa käytettävän rikkihapon suhteen.</p> <p>Pasutto mahdollistaa rikkivetypitoisten hönkien polton, jonka jälkeen lipeän käyttö vähenee, millä on positiivisia vaikutuksia myös vesipäästöihin.</p>	<p>Pasuton käyttöönotto ei vaikuta purettavien vesien määrään tai kuormitukseen</p>	VE0, VE1a, VE1b
VE2	<p>Kaivostoiminta päätetään lopettaa ja kaivos suljetaan hallitusti vaiheittain.</p> <p>Ensimmäisessä vaiheessa lopetetaan malmin louhinta. Bioliuotus ja metallien talteenotto lopetetaan asteittain noin neljän vuoden kuluessa.</p> <p>Sekundääri liuotusalueen ja kipsisakka-altaiden viimeisten osien arvioidaan olevan peitettyinä noin 5–10 vuoden kuluttua lopettamispäätöksestä.</p> <p>Lopettamispäätöksen jälkeen nikkeli tuotanto pysyy merkittävänä arviolta 1,5 vuotta sulkemispäätöksen jälkeen johtuen bioliuotuksen pitkistä viipymistä. Esim. jos lopettamispäätös tehtäisiin vuoden 2016 lopussa, olisi vuoden 2017 nikkeli tuotanto todennäköisesti yli 20 000 t.</p>		Vastaa vesienhallinnan YVA:n sulkemismuutoksia VE2a ja VE2b

5 ARVIOITAVAT VAIKUTUKSET

5.1 Yleistä

Tässä hankkeessa ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan hankkeen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä, tilapäisiä ja pysyviä vaikutuksia ympäristöön. YVA-lain mukaan arvioinnissa tulee tarkastella muun muassa seuraavia asiakokonaisuuksia eli vaikutusryhmiä:

- Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
- Vaikutukset maaperään, luonnonvarojen hyödyntämiseen, vesiin ja vesistöihin, ilmastoon ja ilmanlaatuun, kasvillisuuteen ja eliöihin, joita tässä hankkeessa ovat erityisesti vaikutukset vesistöön ja kalastoon
- Vaikutukset ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen, joita tässä hankkeessa ovat erityisesti vaikutukset asumiseen ja virkistyskäyttöön.
- Yhteisvaikutukset

Koska YVA-menettely koskee vesienhallintaa, on hankkeen tässä vaiheessa tunnistettu jo merkittävimiksi vaikutuksiksi vaikutukset vesistöön, kalastoon ja ihmisiin. Mikäli purkupuutteen paikkaa muutetaan YVA-menettelyn seurauksena, purkupuutteen linjaus ei silti muutu maa-alueiden osalta nykyisestä, vaan putkea jatketaan vesialueen pohjaa pitkin uudelle purkupaikalle Nuasjärven. Purkupuutteen jatkamisella ei tällöin ole vaikutuksia mm. suojelualueisiin, kasvillisuuteen, maisemaan, kulttuuriympäristöön, maaperään, pohjavesiin eikä maankäyttöön.

Ympäristövaikutuksia selvitetessä painopiste asetetaan merkittäviksi arvioituihin ja koettuihin vaikutuksiin. Arvioinnissa tuodaan esille myös arviointiin liittyvät epävarmuustekijät.

5.2 Tehdyt selvitykset

Ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset on koottu tähän ympäristövaikutusten arviointiselostukseen. Ympäristövaikutusten arviointia varten on tehty seuraavat erilliselvitykset (tehdyt selvitykset kuvataan tarkemmin osa-alueittain seuraavissa luvuissa):

- Vesistömallinnukset (Pöyry Finland Oy)
- Asukaskysely (Pöyry Finland Oy)
- Matkailuorganisaatioiden haastattelu (Pöyry Finland Oy)
- Terrafamen kaivoksen ja metallien jalostuslaitoksen aluetaloudelliset vaikutukset (Ramboll Finland Oy)

5.3 Vaikutusten merkittävyyden arviointi

Yleensä YVA-menettelyissä vaikutusten arviointi tehdään vertaamalla vaihtoehtoja VE1 ja VE2 nykytilaan VE0. Tässä YVA-menettelyssä VE0 ei kuitenkaan edusta nykytilaa, vaan se tarkoittaa Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen mukaista kuormitusta vesistöön ja sen vaikutuksia. Koska kyseessä on olemassa olevan toiminnan jatkuminen, tässä YVA-menettelyssä arviointiin eri hankevaihtoehtojen kokonaisvaikutusta ja -merkittävyyttä, jossa on huomioitu kaivoksen aiempi kuormitushistoria. Arvioiden tekemisessä on sovellettu osin Imperia-hankkeessa kehitettyjä ympäristövaikutusten merkittävyyden arviointikriteerejä, jossa merkittävyyttä on arvioitu vertaamalla ympäris-

tön sietokykyä ympäristörasituksen suhteen ottaen huomioon alueen nykyinen ympäristökuormitus. Ympäristön sietokyvyn arvioimisessa on hyödynnetty muun muassa annettuja ohjearvoja. Lisäksi huomioon on otettu sidosryhmien merkittäviksi arvioimat ja kokemat ympäristövaikutukset.

5.4 Tarkastelu- ja vaikutusalueiden rajaukset

Vesistövaikutukset arvioitiin pohjoisella reitillä Kalliojoki-Kolmisoppi-Jormasjärvi-Jormasjoki-Nuasjärvi-Rehjanselkä-Kajaaninjoki-Oulujärvi (Niskanselkä) ja eteläisellä reitillä Lumijoki-Laakajärvi-Nurmijoki (Itäkoski)(Kuva 5-1). Tarkastelualue määriteltiin niin suureksi, ettei merkityksellisiä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän alueen ulkopuolella. Ajallisesti tarkastelu on tehty kuuden vuoden ajanjaksolla.

Asukaskysely toimitettiin postikyselynä marraskuussa 2016 noin 750 rantakiinteistön omistajalle Nuasjärven ja Laakajärven välisellä alueella.



Kuva 5-1. Vaikutusalue Oulujärven Niskanselältä Nurmijoen Itäkoskeen.

5.5 Muutokset hankkeessa YVA-ohjelmaan verrattuna

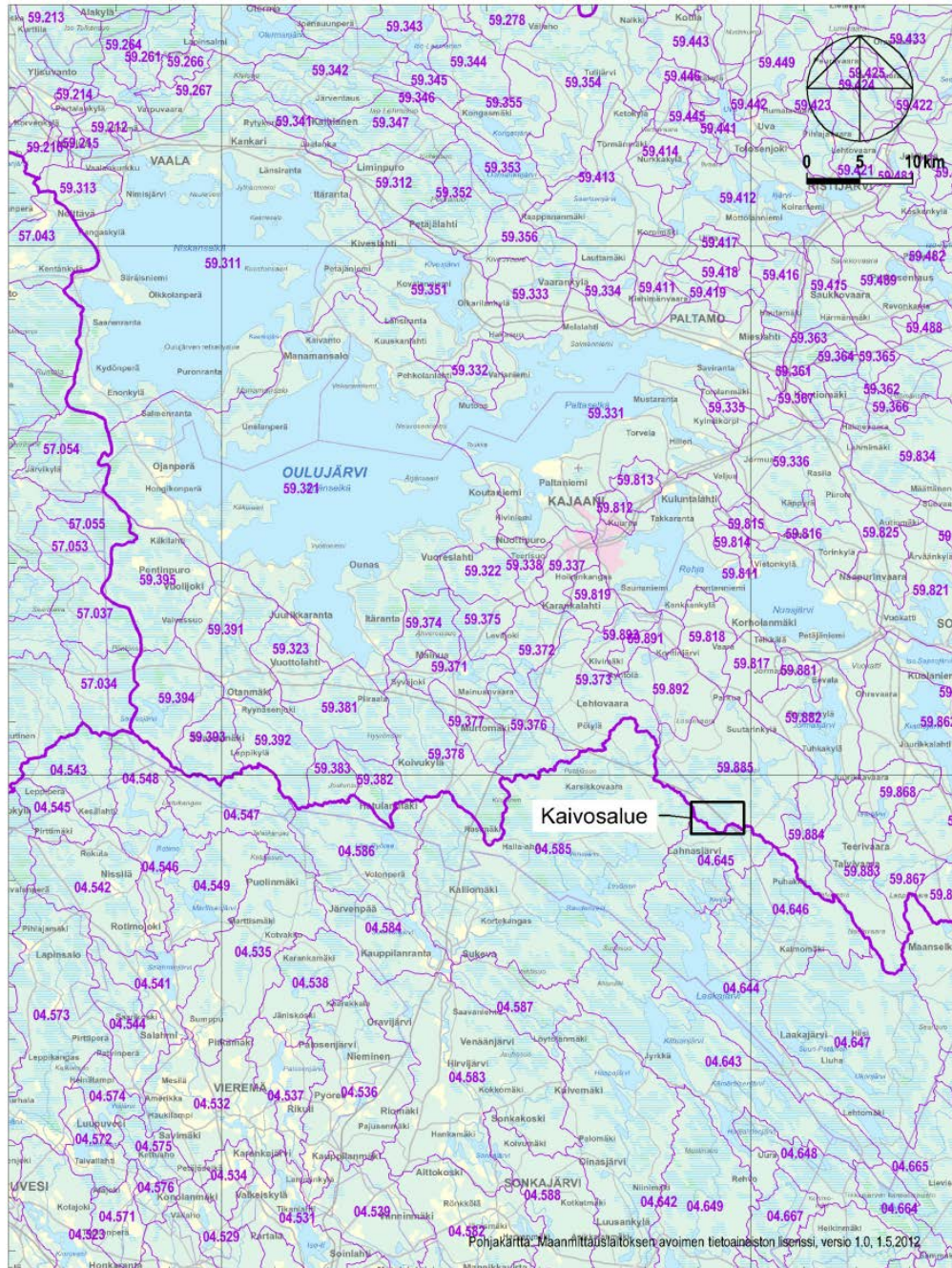
YVA-ohjelman jälkeen tehtiin kaksi muutosta hankevaihtoehtoihin:

- YVA-ohjelmassa vaihtoehto VE0 sisälsi mahdolliset lisäjuoksutukset vanhoille purkureiteille keväisin. ELY-keskuksen YVA-ohjelmasta antaman lausunnon perusteella lisäjuoksutukset on jätetty pois YVA-selostuksesta.
- YVA-ohjelmassa vaihtoehto VE2 oli yksi vaihtoehto. YVA-selostuksessa sulkemisvaihtoehto on jaettu kahteen alavaihtoehtoon VE2a ja VE2b. Vaihtoehdossa VE2a puhdistettuja vettä johdetaan louhokseen noin 3 Mm³, minkä jälkeen louhoksen annetaan täyttyä sadannan ja pohjavesipurkauman vaikutuksesta. Vaihtoehdossa VE2b louhosta pidetään alkuun kuivana, jonka jälkeen louhoksen annetaan täyttyä sadannan ja pohjavesipurkauman vaikutuksesta.

6 VESISTÖT JA VEDEN LAATU

6.1 Yleiskuvaus

Terrafamen kaivosalue sijaitsee Oulujoen (59.) ja Vuoksen (04.) vedenjakajalla (Kuva 6-1). Valtakunnallisen vesistöaluejaon mukaan kaivosalue sijaitsee Tuhkajoen valuma-alueella (59.885) ja Kivijoen valuma-alueella (4.645). Pääosa kaivosalueen vesistä johdetaan nykyisin käsiteltynä purkuputkella Latosuolta Nuasjärveen. Lisäksi vesiä johdetaan ns. vanhoja purkureittejä pitkin Oulujoen ja Vuoksen vesistöihin lupamääräysten mukaisesti.



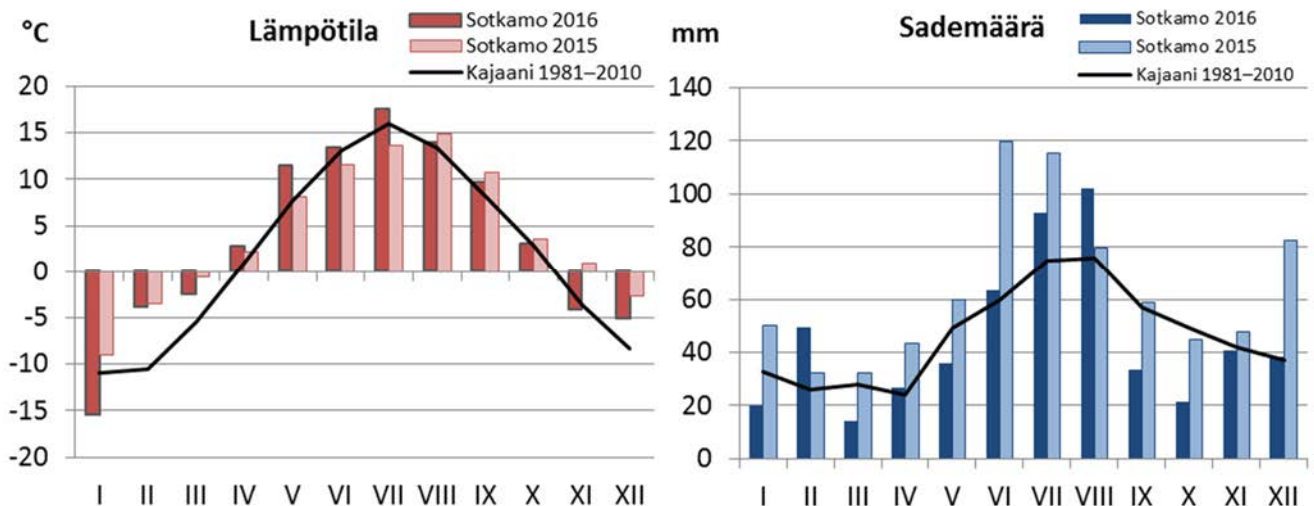
Kuva 6-1. Terrafamen kaivosalueen likimääräinen sijainti vesistöalueilla. Karttapolohja SYKE, Suomen vesistöaluejako.

Terrafamen kaivosalueen lähivedet ovat pieniä puroja ja lampia. Vesistöjen vesi on tyypillisesti humuspitoista, hapanta ja väriltään tummaa. Mustaliuskealueella sijaitsevien pienten lampien ja purojen pH ja puskurikyky ovat alhaisia. Tästä johtuen alueen vesistöissä tavataan paikoin luonnostaan kohonneita metallipitoisuuksia. Alueen vesistöt ovat tyypillisesti fosforirajoitteisia.

6.2 Säätila

Vuosina 2015–2016 keskilämpötila on ollut Sotkamossa 3,4–4,2 °C. Pitkällä aikavälillä 1981–2010 vuoden keskilämpötila on ollut Kajaanissa 2,0 °C. Ero lämpötiloissa johtuu normaalia leudoimmista talvista, jotka voidaan havaita kuvasta (Kuva 6-2). Pitkän aikavälin 1981–2010 Ilmatieteenlaitoksen säädäta ei ole saatavilla Sotkamosta.

Pitkällä aikavälillä 1981–2010 sademäärä on ollut Kajaanissa noin 556 mm vuodessa. Vuoden 2016 sademäärä (539 mm) oli Sotkamossa lähellä pitkän aikavälin keskiarvoa, mutta vuonna 2015 sademäärä (767 mm) oli huomattavasti suurempi. Vuosina 2015–2016 kaivoksen omalla säähavaintoasemalla mitattiin selvästi suuremmat sademäärät kuin Ilmatieteenlaitoksen Sotkamon asemalla (2015: 1042 mm, 2016: 695 mm). Kuvasta (Kuva 6-2) nähdään, että vuonna 2015 satoi kesä-, heinä- ja joulukuussa selvästi keskimääräistä enemmän. Vuonna 2016 sademäärä oli helmi-, heinä- ja elokuussa tavanomaista suurempi, mutta maaliskuu ja syys-lokakuu olivat tavanomaista vähäsatempia kuukausia.



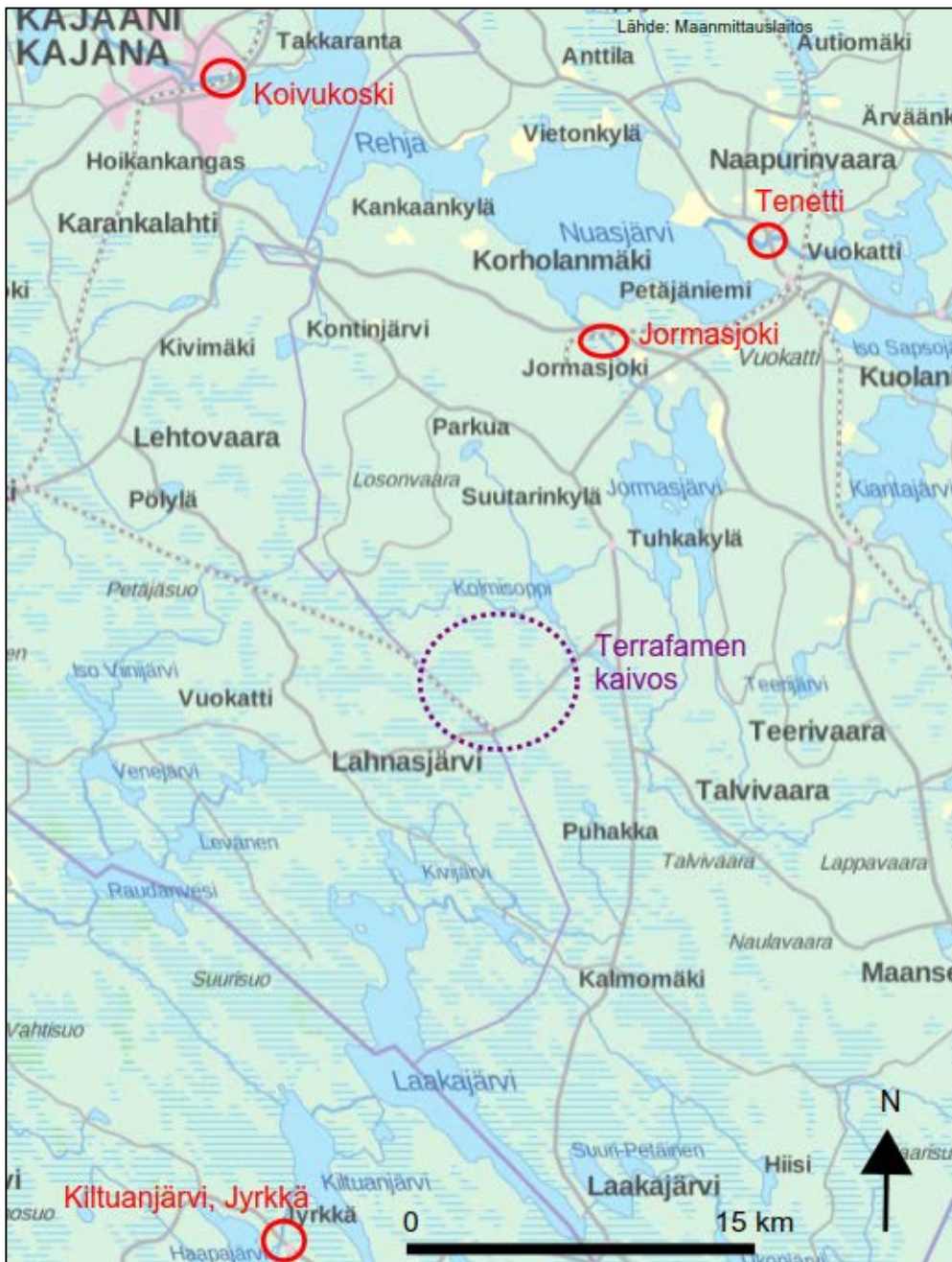
Kuva 6-2. Kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät Sotkamossa, sekä pitkän aikavälin keskiarvo Kajaanissa. (Ilmatieteenlaitos 2012, Ilmatieteenlaitoksen avoin datapalvelu)

6.3 Vedenpinnankorkeudet ja virtaamat

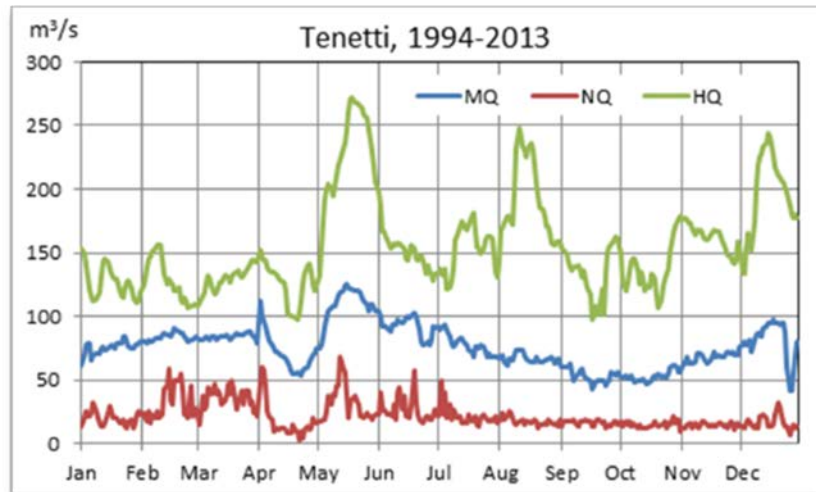
Nuasjärven säännöstelyluvassa vuodelta 1960 yläraja on Rehjanselän asteikkolukemana NN+ 138,00 m ja alaraja NN+ 135,70 m. Nuasjärven vedenkorkeutta mitattiin vuosina 1896–1998 järven itäpäässä sijainneella asteikolla. Rehjanselällä mittaukset aloitettiin 1956, ja ne jatkuvat edelleen. Keskivedenkorkeus on koko mittausjakson aikana ollut NN+ 137,33 m (Järviwiki, sivu päivitetty 4.11.2013). Keskimääräinen vuotuinen vedenkorkeuden vaihtelu oli ennen säännöstelyä noin 130 cm ja säännöstelykaudella noin 170 cm. Ylin vedenkorkeus on ollut NN+ 139,11 m (kesäkuussa 1899) ja alin

NN+ 135,66 m (huhtikuussa 1976), joten ääri vaihtelu on ollut 345 cm (Järviwiki, sivu päivitetty 4.11.2013).

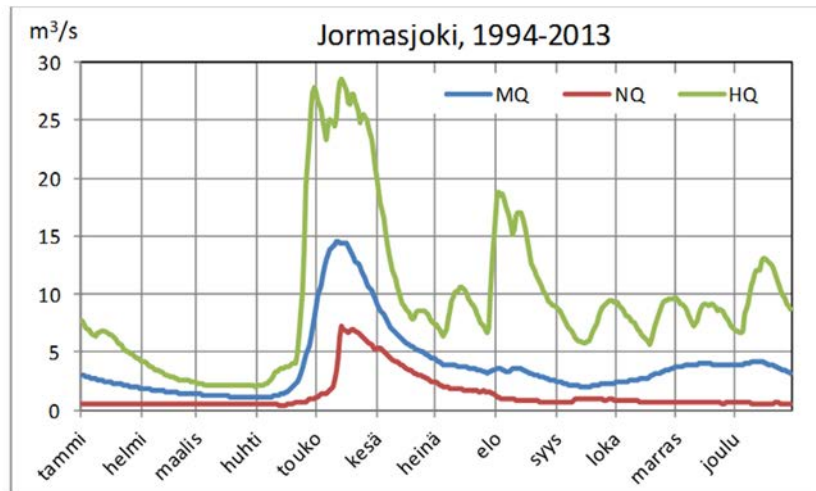
Nykyisen purkuputken yläpuolella Tenetin virran kohdalla (Kuva 6-3)($F=6675 \text{ km}^2$) keskivirtaama (MQ) vuosijaksolla 1994–2013 (Vesistömallijärjestelmä) on ollut $76 \text{ m}^3/\text{s}$, keskialivirtaama (MNQ) $13,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ja keskiylivirtaama $167 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kuva 6-4). Purkupaikan läheisyyteen laskee Terrafamen suunnasta Jormasjoki ($F=312,5 \text{ km}^2$), jonka keskivirtaama on vuosijaksolla 1994–2013 ollut $3,9 \text{ m}^3/\text{s}$, keskiylivirtaama $18,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ja keskialivirtaama $0,95 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kuva 6-5). Nuasjärven luusuassa Koivukosken voimalaitoksella ($F=7475 \text{ km}^2$) keskivirtaama on vuosijaksolla 1994–2013 ollut $84,7 \text{ m}^3/\text{s}$, keskiylivirtaama $231 \text{ m}^3/\text{s}$ ja keskialivirtaama $16,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kuva 6-6). Nurmijoen reitillä Kiltuanjärven luusuassa ($F=708,9 \text{ km}^2$) keskivirtaama vuosijaksolla 1998–2013 oli $7,4 \text{ m}^3/\text{s}$, keskiylivirtaama $18,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ja keskialivirtaama $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kuva 6-7).



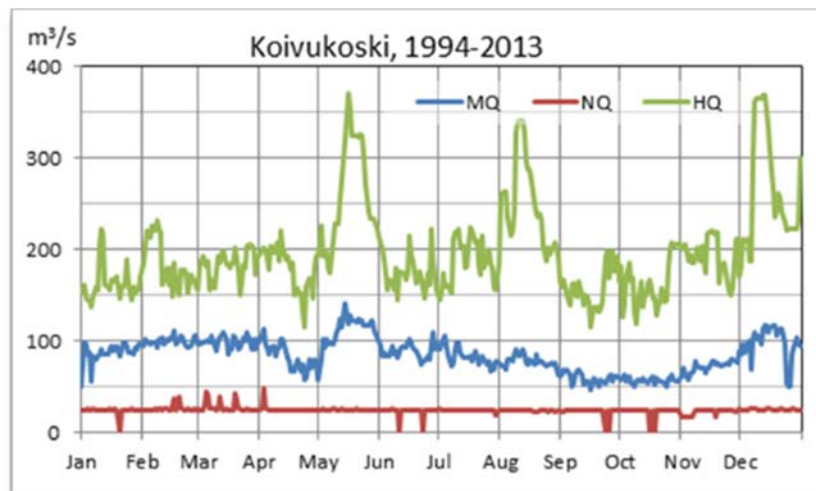
Kuva 6-3. Tenetin, Jormasjoen, Koivukosken ja Kiltuanjärven Jyrkän sijainti.



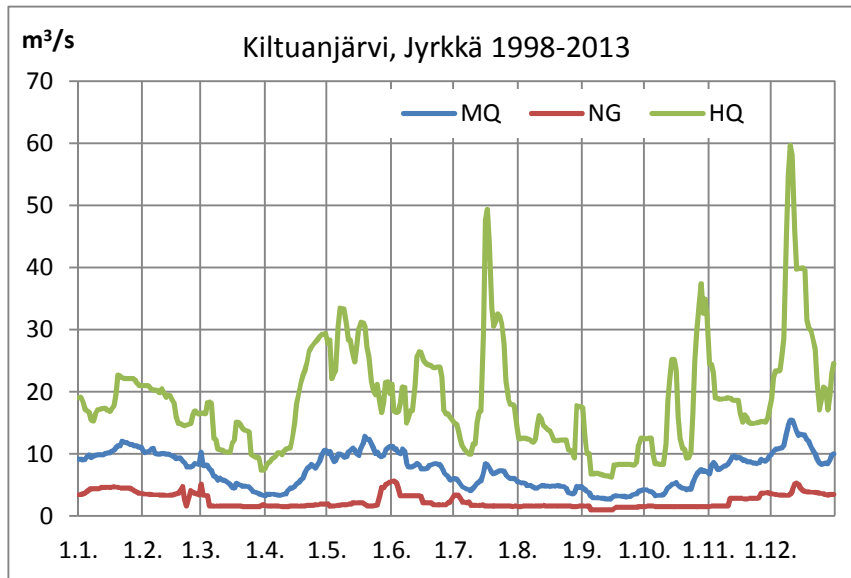
Kuva 6-4. Sotkamon reitin Tenetinvirran vuorokausivirtaamien keski- ja ääriarvoja.



Kuva 6-5. Sotkamon reitin Jormasjoen vuorokausivirtaamien keski- ja ääriarvoja.



Kuva 6-6. Sotkamon reitin Koivukosken vuorokausivirtaamien keski- ja ääriarvoja.



Kuva 6-7 Nurmiojen reitin Jyrkän vuorokausivirtaamien keski- ja ääriarvoja.

6.4 Kuormitus pintavesiin

6.4.1 Terrafamen kaivoksen kuormitus

Kaivoksen kuivanapitovesien johtaminen alkoi huhtikuussa 2008 ja prosessivesiä on johdettu jälkikäsitteily-yksiköiden kautta Oulujoen ja Vuoksen suunnan vesistöihin vuoden 2009 lopulta lähtien. Tuolloin ulosjuoksuutettava prosessivesijae oli metallien talteenottolaitoksen loppuneutraloinnin ylitettä, joka johdettiin ympäristöön jälkikäsitteily-alueiden kautta. Marraskuussa 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon seurauksena muihin kaivospiirin alueen altaisiin jouduttiin varastoimaan kontaminoitunutta vettä. Pohjois-Suomen aluehallintoviraston ympäristölupapäätöksessä 52/2012/1, 31.5.2013 päästötarkkailupisteet siirtyivät vuodon jälkeen rakennetuille vesienkäsittely-yksiköille ja myös kuormitusta tarkkailtiin pistekohtaisesti. Aiemmin ulosjuoksuutettu vesijae eli loppuneutraloinnin ylitevesi (LONE-ylite) on syksystä 2013 lähtien johdettu pääasiassa sellaisenaan tuotannon käyttövedeksi tai syötteenä käänteisosmoosilaitokselle. Nykytilanteessa valtaosa ympäristöön purettavista vesistä koostuu kaivosalueelle kertyneistä sade- ja valumavesistä, jotka käsitellään ennen johtamista ympäristöön.

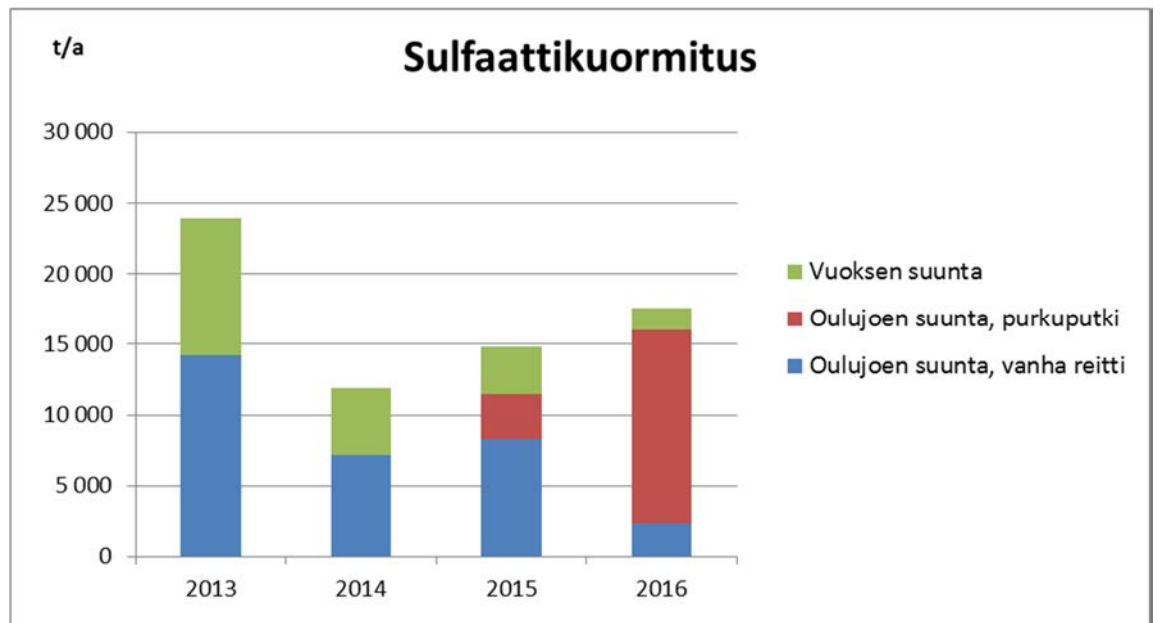
Vuonna 2015 rakennettiin puhdistettujen vesien juoksuttamiseksi purkuputki kaivosalueen Latosuon altaalta Nuasjärven Juurikkalahden edustalle. Putken koekäyttö aloitettiin syyskuussa 2015 ja se otettiin tuotannolliseen käyttöön marraskuussa 2015. Purkuputkella ohitetaan kaivosta lähimmät pienemmät vesistöt.

Purkuputken kautta johdettujen vesien aiheuttama kuormitus Nuasjärveen on esitetty taulukossa (Taulukko 6-1) ja sulfaattikuormitus purkuvesistöihin kuvassa (Kuva 6-8). Luvan mukaisesti myös alkuperäisille purkureiteille oli vuonna 2015 voimassa lisäkiintiö, jota hyödynnettiin ennen varsinaista purkuputken käyttöönottoa.

Purkuputken tarkkailuohjelman mukaisen laajan analyysipaketin mukaisten määritysten tulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 6-2) Vertailuna on esitetty myös vuoden 2015 tulokset. Näytteistä analysoiduissa pitoisuuksissa ei ollut havaittavissa merkittäviä eroja (Ramboll Finland 2017).

Taulukko 6-1. Purkupuksen kautta sekä alkuperäisiä purkureittejä pitkin johdettu vesimäärä ja niistä aiheutunut kuormitus vuosina 2013-2016.

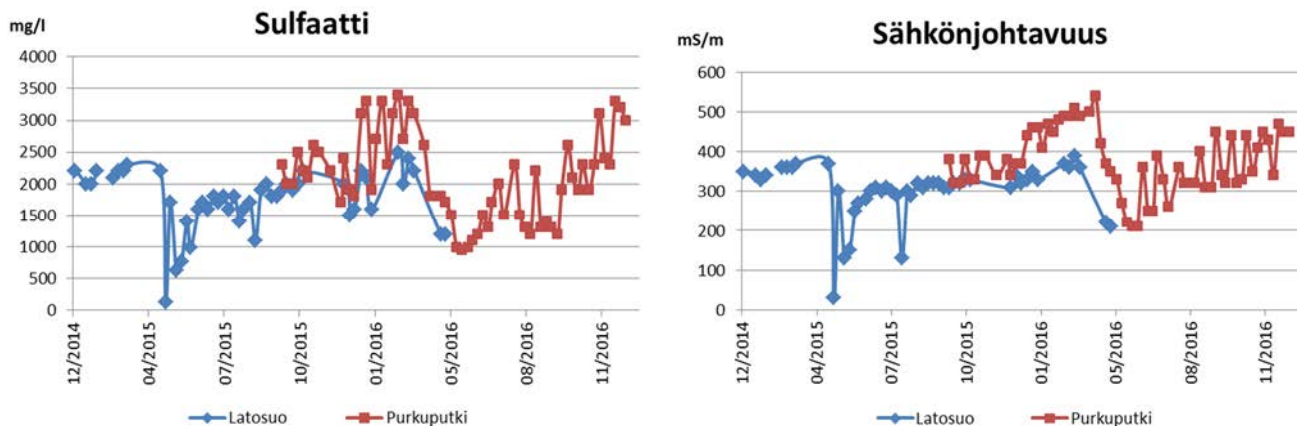
Purkusuunta	Juoksettu [m ³]	Cu [kg]	Mn [kg]	Ni [kg]	Zn [kg]	SO ₄ [t]	Na [t]
2013	5 705 498	21	45 795	420	790	23 923	4 170
Oulujoen suunta	3 365 465	12	14 844	223	538	14 242	2 955
Vuoksen suunta	2 340 033	9	30 951	196	252	9 681	1 215
2014	4 823 508	19	13 494	171	309	11 913	2 104
Oulujoen suunta	2 739 676	8	10 146	102	190	7 135	1 590
Vuoksen suunta	2 083 832	11	3 348	69	119	4 777	514
2015	8 414 908	18,1	7 024	223	368	14 812	3 049
Oulujoen suunta							
Vanha reitti	5 123 642	8,2	4 815	102	146	8 320	1 949
Purkupuksi	1 437 163	2,2	615	30,6	30,2	3 150	627,8
Vuoksen suunta							
Vanha reitti	1 854 103	7,7	1 594	91	193	3 342	472
2016	9 617 642	16,1	4 109,5	295,7	396,4	17 547	3 703
Oulujoen suunta							
Vanha reitti	1 500 401	2,5	643	34	36	2 369	651
Purkupuksi	7 114 831	8,7	2 289	169	182	13 641	2 784
Vuoksen suunta							
Vanha reitti	1 002 410	4,9	1 178	92	179	1 537	269



Kuva 6-8. Sulfaattikuormitus vuosina 2013-2016

Nuasjärveen johtava purkupuksi otettiin koekäyttöön 25.9 ja varsinaiseen käyttöön 2.11.2015. Nuasjärven purkupuksi lähtee Latosuon patoaltaalta. Sulfaattipitoisuudelle purkupuksen lupapäätöksessä annettu raja-arvo virtaamapainotteisena kuukausikeskiarvona on 4 000 mg/l. Sulfaattipitoisuudet 30.9.2015–31.12.2016 ovat vaihdelleet purkupuksessa välillä 940–3400 mg/l keskiarvon ollessa 2110 mg/l. Latosuolla sulfaat-

tipitoisuudet 22.12.2014–3.5.2016 ovat vaihdelleet välillä 130–2500 mg/l keskiarvon ollessa 1793 mg/l (Kuva 6-9).



Kuva 6-9. Latosuon ja purkupuutken sulfaattipitoisuus sekä sähkönjohtavuus.

Kaivosalueelta juoksetettavan veden sulfaatti on sitoutunut käytännössä natriumiin ja kalsiumiin. Metallien talteenottolaitoksella käytetään lipeää pH:n säätöön sekä hajukaasujen pesemiseen. Lipeästä vapautuva natrium ei saostu kalkkimaidolla, vaan natrium jää liuokseen sitoen itseensä sulfaattia ja siten lisäten vesien sulfaattipitoisuutta. Toinen sulfaatin lähde on liuokseen jäävä kalsium, joka on peräisin veden puhdistuksessa käytettävästä kalkkimaidosta. Juoksetettavissa vesissä on siis tehokkaasti toimivasta kalkkisaostuksesta huolimatta sulfaattia kalsium- ja natriumsuolana.

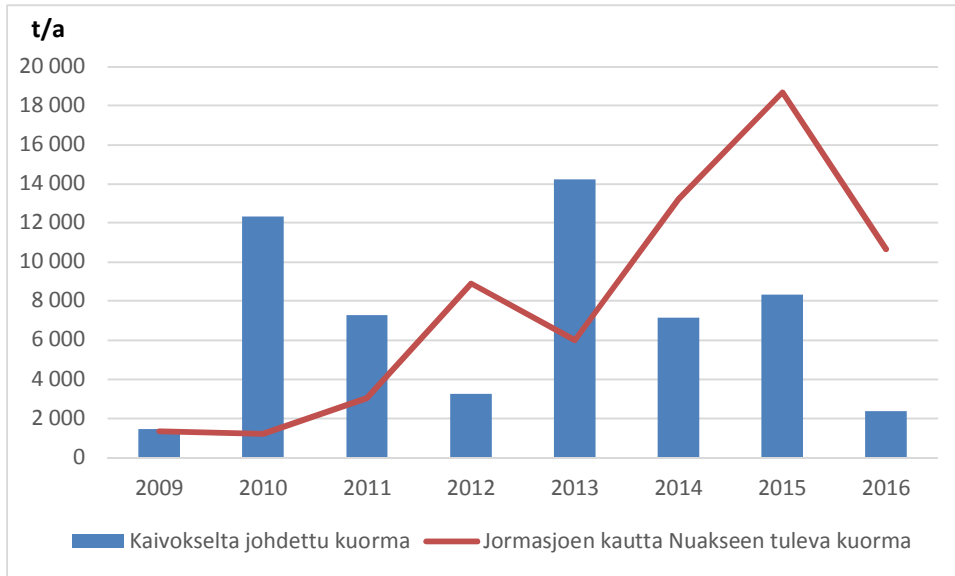
Kuten todettu, kaivoksen vesienkäsittelyn piiriin kuuluville alueille kertyy vuosittain useita miljoonia kuutioita vettä. Sateen ja sulamisvesien kautta vesitaseeseen tulevat vedet ovat laimentaneet varastoituja vesiä, mistä johtuu myös käsitellyn purkuveden sulfaattipitoisuuden aleneminen vuodesta 2013 vuoteen 2015 tultaessa. Huomattava on, että vuosina 2013–2015 on juoksetettu pääosin suuriin vesivarastoaltaisiin sateen kautta kertyneitä vesiä, joten taseeseen tulleiden vesien laimennusvaikutus on ollut suuri. Myös patoturvallisuuden riskienhallinnan kannalta mahdollisimman suuren vesimäärän juoksuttaminen on ollut tarpeellista ympäristöturvallisuuden varmistamiseksi, jolloin on juoksetettu juuri mainittuja sateen laimentamia vesiä.

Terrafame pitää tarkoituksenmukaisena purkaa alueella olevat ylimääräiset vedet mahdollisimman nopeasti, jotta alueelle sadantana tulevan veden (kontaminoituneille alueille satavan veden) määrää voidaan vähentää pienentämällä vesienkeruun piirissä olevien valuma-alueiden pinta-alaa. Tällä hetkellä suurimmat sulfaattikonsentraatiot ovat louhoksessa ja Kortelammella varastoituneessa vedessä. Siinä vaiheessa, kun kyseiset vesivarastot ovat tyhjennetty, kaivoksen vuosittainen sulfaattikuormitus alenee nykyisestä.

**Taulukko 6-2. Nuasjärven purkupuotken tarkkailuohjelman laajan analyysipaketin mukais-
 ten määritysten tulokset vuonna 2015 ja 2016. (Ramboll Finland 2017)**

Vedenlaatu parametri		Yksikkö	Pitoisuus		Vedenlaatu parametri		Yksikkö	Pitoisuus	
			2015	2016				2015	2016
Kloridi	(Cl)	mg/l	7,8	6,3	Magnesium	(Mg)	mg/l	30	43
Fluoridi	(F)	mg/l	0,25	0,2	Magnesium	(Mg) liuk.	mg/l	27	42
Sulfaatti	(SO ₄)	mg/l	2200	1700	Mangaani	(Mn)	µg/l	320	870
Typpi	(N) kok.	mg/l	2,9	1,1	Mangaani	(Mn) liuk.	µg/l	280	840
Fosfori	(P) kok.	µg/l	15	20	Molybdeen	(Mo)	µg/l	<1,0	<1,0
Alumiini	(Al)	µg/l	35	56	Molybdeen	(Mo) liuk.	µg/l	<1,0	<1,0
Alumiini	(Al) liuk.	µg/l	12	15	Neodyymi	(Nd)	µg/l	0,056	0,1
Antimoni	(Sb)	µg/l	<0,50	<0,50	Natrium	(Na)	mg/l	440	350
Antimoni	(Sb) liuk.	µg/l	<0,50	<0,50	Natrium	(Na) liuk.	mg/l	380	330
Arseeni	(As)	µg/l	<1,0	<1,0	Nikkeli	(Ni)	µg/l	22	43
Arseeni	(As) liuk.	µg/l	<1,0	<1,0	Nikkeli	(Ni) liuk.	µg/l	16	41
Barium	(Ba)	µg/l	28	26	Niobium	(Nb)	µg/l	0,074	0,16
Barium	(Ba) liuk.	µg/l	26	22	Osmium	(Os)	µg/l	<0,010	0,011
Beryllium	(Be)	µg/l	<0,20	<0,20	Palladium	(Pd)	µg/l	<0,010	<0,020
Beryllium	(Be) liuk.	µg/l	<0,20	<0,20	Pii	(Si)	µg/l	1400	1800
Boori	(B)	µg/l	<50	<50	Platina	(Pt)	µg/l	<0,050	<0,050
Boori	(B) liuk.	µg/l	<20	<20	Praseodyymi	(Pr)	µg/l	0,016	0,031
Bromi	(Br)	µg/l	28	53	Rauta	(Fe)	µg/l	550	1100
Cerium	(Ce)	µg/l	0,13	0,35	Rauta	(Fe) liuk.	µg/l	100	670
Dysprosium	(Dy)	µg/l	0,0072	<0,010	Renium	(Re)	µg/l	0,094	0,061
Elohopea	(Hg)	µg/l	<0,10	<0,10	Rikki	(S)	mg/l	720	730
Elohopea	(Hg) liuk.	µg/l	<0,020	<0,020	Rikki	(S) liuk.	mg/l	750	730
Erbium	(Er)	µg/l	<0,0050	<0,010	Rubidium	(Rb)	µg/l	30	33
Europium	(Eu)	µg/l	<0,050	<0,050	Rutenium	(Ru)	µg/l	<0,020	<0,020
Fosfori	(P)	µg/l	<20	25	Scandium	(Sc)	µg/l	<0,020	<0,050
Fosfori	(P) liuk.	µg/l	5,6	9,8	Samarium	(Sm)	µg/l	<0,020	<0,020
Gadolinium	(Gd)	µg/l	0,01	0,013	Seleeni	(Se)	µg/l	<1,0	<1,0
Gallium	(Ga)	µg/l	<0,020	<0,050	Seleeni	(Se) liuk.	µg/l	<1,0	<1,0
Germanium	(Ge)	µg/l	<0,050	<0,050	Sinkki	(Zn)	µg/l	20	73
Hafnium	(Hf)	µg/l	<0,050	<0,050	Sinkki	(Zn) liuk.	µg/l	19	59
Holmium	(Ho)	µg/l	<0,0050	<0,0050	Strontium	(Sr)	µg/l	640	590
Hopea	(Ag)	µg/l	<0,50	<0,50	Tallium	(Tl)	µg/l	<0,50	<0,50
Iridium	(Ir)	µg/l	<0,050	2	Tantaali	(Ta)	µg/l	<0,0050	0,053
Jodi	(I)	µg/l	<20	14	Telluuri	(Te)	µg/l	<0,050	<0,10
Kadmium	(Cd)	µg/l	<0,10	0,15	Terbium	(Tb)	µg/l	<0,0050	<0,0050
Kadmium	(Cd) liuk.	µg/l	0,033	0,053	Tina	(Sn)	µg/l	<0,50	<0,50
Kalium	(K)	mg/l	6,9	7,8	Tina	(Sn) liuk.	µg/l	<1,0	<1,0
Kalium	(K) liuk.	mg/l	6,7	7,4	Titaani	(Ti)	µg/l	<2,0	<2,0
Kalsium	(Ca)	mg/l	470	520	Torium	(Th)	µg/l	<0,020	<0,020
Kalsium	(Ca) liuk.	mg/l	480	500	Tulium	(Tm)	µg/l	<0,020	<0,020
Koboltti	(Co)	µg/l	1	2,6	Uraani	(U)	µg/l	0,18	0,71
Koboltti	(Co) liuk.	µg/l	0,87	2,5	Uraani	(U) liuk.	µg/l	0,18	0,64
Kromi	(Cr)	µg/l	<3,0	<3,0	Vanadiini	(V)	µg/l	<2,0	<2,0
Kromi	(Cr) liuk.	µg/l	<1,0	<1,0	Vanadiini	(V) liuk.	µg/l	<1,0	<1,0
Kulta	(Au)	µg/l	<0,050	<0,050	Vismutti	(Bi)	µg/l	<0,020	<0,20
Kupari	(Cu)	µg/l	<2,0	<2,0	Volframi	(W)	µg/l	0,019	1,9
Kupari	(Cu) liuk.	µg/l	<1,0	<1,0	Ytterbium	(Yb)	µg/l	<0,0050	<0,010
Lantaani	(La)	µg/l	0,12	0,36	Yttrium	(Y)	µg/l	0,058	0,08
Litium	(Li)	µg/l	110	97	Zirkonium	(Zr)	µg/l	0,029	<0,020
Lutetium	(Lu)	µg/l	<0,0050	<0,0050					
Lyijy	(Pb)	µg/l	<1,0	<1,0					
Lyijy	(Pb) liuk.	µg/l	<0,50	<0,50					

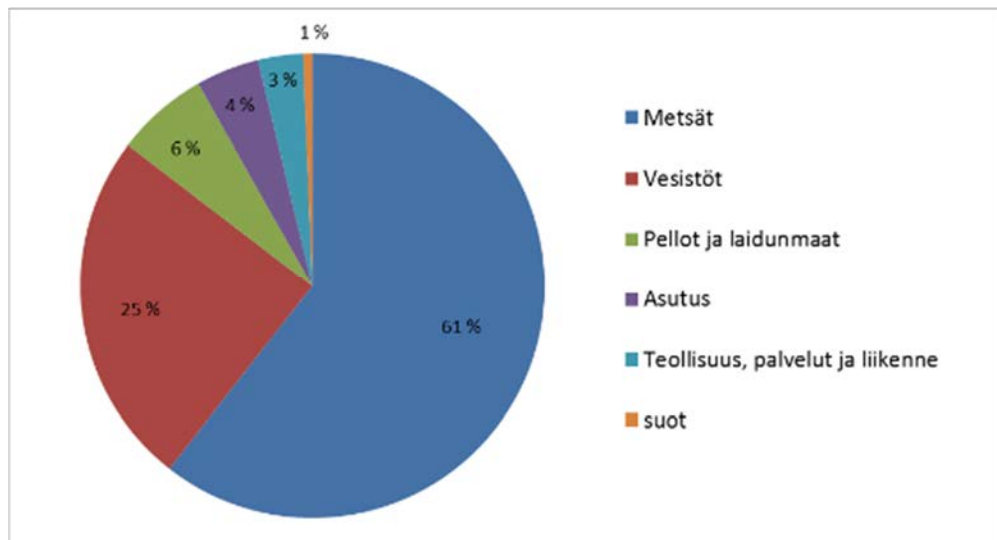
Kuvassa (Kuva 6-10) on esitetty kaivokselta Oulujoen vanhalle reitille purettu sulfaattikuormitus, sekä Jormasjoen kautta lähtenyt sulfaattikuormitus. Vuosien 2009–2012 kaivoksen purkuvesien määrä ja niistä aiheutunut kuorma on mitattu metallitehtaalta ja kuorma on jaettu Oulujoen ja Vuoksen suuntaan suhteessa 50 % / 50 %. Vuosien 2013–2016 purkuvesien määrä ja niistä aiheutunut kuormitus on laskettu kenttäkäsitteily-yksiköiltä lähteneestä vedestä.



Kuva 6-10 Kaivokselta lähtenyt ja Jormasjoen kautta Nuasjärveen tullut sulfaattikuormitus vuosina 2009–2016.

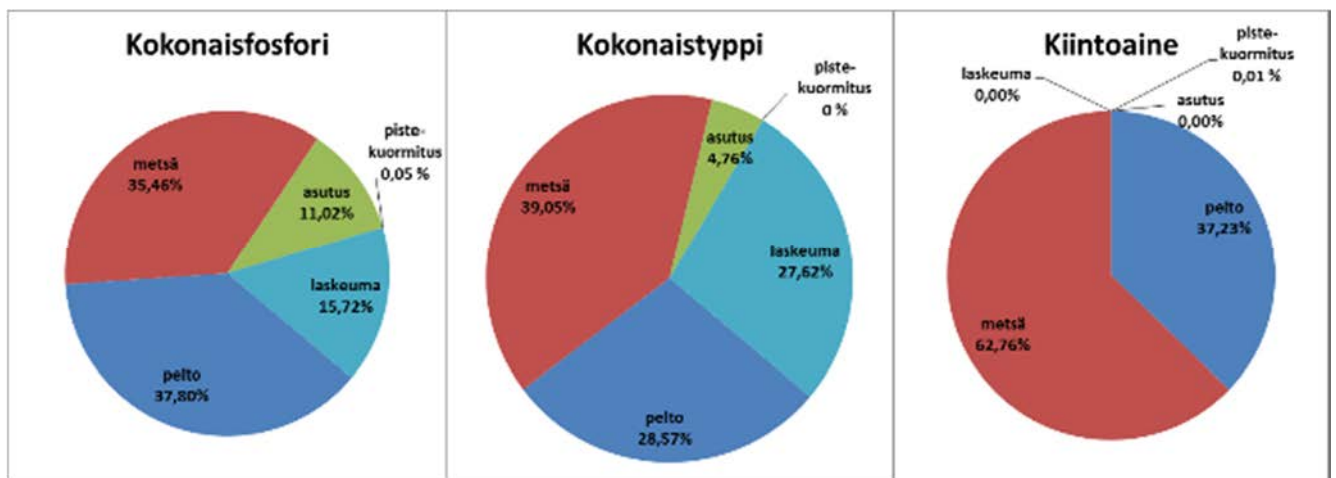
6.4.2 Muu kuormitus vesistöalueella

Nuasjärven valuma-alueen maanpeitteisyyttä on tarkasteltu yleispiirteisesti CorineLandCover (CLC2006) aineiston perusteella, ruutujaolla 25 × 25 m (Kuva 6-11). CLC2006 on koko Suomen kattava paikkatietokanta maankäytöstä ja maanpeitteestä. Aineisto on tuotettu osana eurooppalaista CORINE2006-hanketta. Suomessa aineiston tuotannosta vastaa Suomen ympäristökeskus (SYKE).



Kuva 6-11. Nuasjärven valuma-alueen maanpeitteisyys (Corine Land Cover 2006).

Nuasjärveen kohdistuvaa ulkoista kuormitusta arvioitiin myös ympäristöhallinnon vesistömallijärjestelmän avulla aikajaksolla 1.1.2005–31.12.2014. Rehja-Nuasjärven valuma-alue on laaja ja hajakuormitus merkittävää. Ravinne- sekä kiintoainekuormitusta järveen tulee lähinnä maa- ja metsätaloudesta (Kuva 6-12). Terrafamen ja Mondo Minerals B. V. Branch Finlandin kaivosten ravinne- ja kiintoainepäästöt on laskettu mukaan pistekuormituksen osuuteen. Pistekuormituksen osuus kokonaisfosforikuormasta on 0,05%, kokonaistypikuormasta alle 0,01% ja kiintoainekuormasta 0,01%.



Kuva 6-12. Vesistömallijärjestelmän tietoihin perustuva arvio Nuasjärveen kohdistuvasta ulkoisesta ravinne- ja kiintoainekuormituksesta 1.1.2005-31.12.2014. Terrafamen ja Mondo Minerals B. V. Branch Finlandin kaivosten päästöt on laskettu mukaan pistekuormituksen osuuteen.

Tenetinvirran kautta Nuasjärveen tulevaa sulfaattikuormitusta arvioitiin 1990–2016 tarkkailutulosten ja keskimääräisen virtaaman perusteella. Viiden tarkkailupisteen (Mujehoulunjoki 6, Pirttijärvi 22, Tenetti 2, Tenetti 10 ja Tikkalansalmi 12000) keskimääräinen sulfaattipitoisuus vuosina 1990–2016 oli 2,85 mg/l ja Tenetin keskivirtaama 1994–2013 oli 76 m³/s. Näin ollen sulfaattikuormitukseksi saadaan noin 6800 t/a.

Nuasjärveen on kohdistunut kaivossektorin pistekuormitusta Mondo Minerals B. V. Branch Finlandin Sotkamon Lahnaslammien kaivokselta sekä Terrafamen kaivokselta. Lahnaslammella kaivostoiminta alkoi vuonna 1968. Kaivokselta on louhittu talkkimal-

mia, joka rikastetaan ja jalostetaan lopputuotteiksi kaivoksen yhteydessä olevalla rikastamolla ja tehtaalla. Talkkirikasteen lisäksi rikastusprosessi tuottaa nikkelirikastetta sekä magnesiittipitoista rikastushiekkaa. Rikastushiekka ja louhittava sivukivi on läjitetty kaivoksen alueelle. Kaivosalueen vedet ovat päätyneet Nuasjärven Jormaslahteen. Malmin louhinta Lahnaslammen avolouhoksesta loppui syksyllä 2010, minkä jälkeen louhoksesta ei ole tarvinnut enää pumpata vesiä pois. Samalla louhinta siirtyi kokonaisuudessaan Punasuon uuteen kaivokseen, josta kuivanapitovedet, tehtaan prosessijätevedet ja sivukivialueen suotovedet on johdettu joulukuusta 2010 lähtien suljettuun Lahnaslammen louhokseen. Kaivoksen ja tehtaan vesistökuormitus on näin ollen koostunut joulukuusta 2010 lähtien pelkästään hajakuormituksesta.

Mondo Minerals B. V. Branch Finlandin Uutelan kaivosalueelta vedet päätyvät Kohisevanpuron ja Mustinjoen kautta Jormasjärveen. Poistovesistä ei arvioida aiheutuvan merkittäviä haitallisia vaikutuksia vesistössä johtuen niiden vähäisestä määrästä, verrattain hyvältä laadulta sekä pitkältä etäisyydeltä merkittävämpiin vesistöihin. (Pöyry Finland Oy 2015a)

Oulujärveen kohdistuu lähinnä ravinne- ja orgaanista kuormitusta luonnonhuuhtouman lisäksi maa- ja metsätaloudesta, haja-asutuksesta ja turvetuotannosta. Kuormitusta syntyy myös jätevedenpuhdistamoilta, lämpölaitoksilta, kalanviljelylaitoksilta ja teollisuusyrityksiltä. Oulujärven ympäristön tarkkailuvollisia olivat vuonna 2013 UPM-Kymmene Oyj:n entinen paperitehdas, Kainuun Voima Oy:n lämpövoimalaitos, Kajaanin Vesi, Paltamon kunta, RKTL:n Kainuun kalanviljelylaitos, Puolangan Kotilan jätevedenpuhdistamo sekä Transtech Oy. Kajaanin Vesi vastasi Kajaanin kaupungin sekä Vuolijoen ja Otanmäen taajamien jätevedenpuhdistamon tarkkailuista. Transtech Oy:n vesistö tarkkailu oli yhteinen Otanmäen taajaman kanssa. Vuoden 2014 kesäkuusta lähtien Otanmäen taajaman ja Transtech Oy:n jätevedet on johdettu Peuranimen puhdistamolle Kajaaniin. UPM-Kymmene Oyj:n Kajaanin paperitehdas lopetti toimintansa joulukuussa 2008 ja vesistö tarkkailuvelvoite päättyi vuoden 2016 lopussa. Lisäksi Oulujärven alueella on tarkkailun piirissä yksi toiminnassa oleva ja kolme suljettua kaatopaikkaa sekä turvetuotantoalueita. (Pöyry Finland Oy 2014, Pöyry Finland Oy 2016c)

6.4.3 Vesistövaikutusarviossa käytetyt pitoisuudet ja kuormitukset

Vesistövaikutusten arvioinnissa on käytetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 6-3) esitettyjä kuormituksia ja pitoisuuksia. Pitoisuuksina on käytetty pohjoisen suuntaan purkuputkesta vuonna 2016 mitattuja pitoisuuksia ja etelän suuntaan Kortelammen tarkkailupisteeltä vuonna 2016 mitattuja pitoisuuksia.

Vesimäärät on laskettu purettavista sulfaattikuormituksista. Esimerkiksi sulfaattikuormitus 15 000 t/a tarkoittaa pitoisuudella 2000–4000 mg/l vesimäärää 3 750 000 – 7 500 000 m³/a. Vesimäärillä on kerrottu metallipitoisuudet, jolloin on saatu taulukossa esitetyt metallikuormitukset.

Kaivokselta purettavien vesien metallipitoisuudet ovat pieniä, koska puhdistustekniikka on erittäin toimiva niiden suhteen. Sulfaatti, mangaani ja natrium ovat vaikeammin puhdistettavia ja sen vuoksi niiden pitoisuudet vaihtelevat purettavissa vesissä. Näiden suhteen vuosittainen kuormitus pieneenee nykyisestä siinä vaiheessa, kun ylimääräiset vesivarastot on purettu. Lisäksi natriumsulfaatin osalta ollaan myös etsimässä sopivaa uutta puhdistustekniikkaa (kts. 3.4.2 Vesienhallinnan kehitysprojekti, Ariel-hanke).

Taulukko 6-3. Vesistövaikutusarviossa käytetyt kuormitukset ja pitoisuudet.

	Purkupuutki Nuasjärveen			Vanha reitti, Oulujoki			Vanha reitti, Vuoksi		
	VEO	VE1a	VE1b	VEO	VE1a	VE1b	VEO	VE1a	VE1b
SO₄ t/a	15000	30000	15000	780	3000	3000-9000	520	2000	2000-6000
mg/l	2000-4000	2000-4000	2000-4000	2000-4000	2000-4000	2000-4000	2000-4000	2000-4000	2000-4000
U kg/a	1,22-2,44	2,44	1,22-2,44	0,06-0,13	0,24-0,49	0,49-0,73	0,14-0,29	0,55-1,0	1,1-1,65
µg/l	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	1,1	1,1	1,1
Al kg/a	141-282	282	141-282	7-15	28-56	56-85	5-10	19-38	38-56
µg/l	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Fe kg/a	2289-4578	4578	2289-4578	119-238	458-916	916-1373	25-51	99-197	197-296
µg/l	610	610	610	610	610	610	197	197	197
Cu kg/a	4,2-8,5	8,5	4,2-8,5	0,2-0,4	0,8-1,7	1,7-2,5	0,6-1,3	2,5-4,9	4,9-7,4
µg/l	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	4,9	4,9	4,9
Mn kg/a	2250	2250-4500	2250	117	450	450-1350	153	587	587-1762
µg/l	300-600	300-600	300-600	300-600	300-600	300-600	587-1175	587-1175	587-1175
Ni kg/a	113-225	225	113-225	6-12	23-45	45-68	12-24	46-92	92-138
µg/l	30	30	30	30	30	30	92	92	92
Zn kg/a	113-225	225	113-225	6-12	23-45	45-68	23-46	89-178	178-268
µg/l	30	30	30	30	30	30	178	178	178
Na t/a	2728	2143-2541	1250-1482	142	254-375	750-890	95	169-250	500-593
mg/l	364-727	364-727	364-727	364-727	364-727	364-727	364-727	364-727	364-727
Hg kg/a	0,025-0,053	0,05	0,025-0,053	0,001-0,003	0,005-0,01	0,011-0,015	0,001-0,002	0,003-0,007	0,007-0,010
µg/l (liuk.)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Pb kg/a	1,25-2,50	2,5	1,25-2,5	0,07-0,13	0,25-0,50	0,5-0,75	0,04-0,09	0,17-0,33	0,33-0,50
µg/l (liuk.)	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cd kg/a	0,1-0,2	0,2	0,1-0,2	0,005-0,01	0,02-0,04	0,04-0,06	0,004-0,007	0,014-0,028	0,028-0,042
µg/l (liuk.)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

6.5 Haitta-aineiden ominaisuuksia

6.5.1 Alumiini

Alumiini on maankuoren kolmanneksi yleisin alkuaine. Sen kemiallisista ominaisuuksista johtuen vesistöjen alumiinipitoisuudet ovat pääosin hyvin pieniä, ja pH-alueella 5,5–8,0 alumiinin liukoisuus on pieni. Alumiini voi esiintyä vedessä vapaana monomeerisenä alumiinina, orgaaniseen aineeseen sitoutuneena, saostuneena ja mineraaliainekseen sitoutuneena. Monomeerinen alumiini muodostaa herkästi komplekseja epäorgaanisten ligandien kanssa. Epävakaan epäorgaanisen alumiinin esiintyminen on sitä suurempaa, mitä happamampaa vesi on. Alumiini on toksista eliöstölle, mutta sen esiintymismuodolla on suuri merkitys alumiinin biosaatavuuteen ja sitä kautta toksisuuteen. Toksinen muoto on ionimuotoinen Al^{3+} . Alumiinin esiintymismuoto on toksisuuden kannalta tärkeämpi kuin alumiinin pitoisuustaso (Butcher 1988, Lahermo ym. 1996).

6.5.2 Elohopea

Elohopeaa esiintyy kallioperässä eniten mustaliuskeissa, ja Terrafamen kaivosalueen sulfidipitoisissa mustaliuskeissa sitä esiintyy erityisen paljon. Metallinen elohopea ja elohopeasulfidit ovat vaikealiukoisia, mutta pieniä määriä elohopeaioneja ja metallista elohopeaa kulkeutuu vesiin. Happamuudeltaan tavanomaisissa ja vähän klorideja sisältävissä vesissä elohopea esiintyy useimmiten muodossa $Hg(OH)_2$. Elohopea sitoutuu

useimmista muista raskasmetalleista poiketen sitä tiukemmin maaperään, mitä happamampaa maa on. Elohopea sitoutuu orgaaniseen ainekseen ja humukseen, joten niiden hajotessa elohopeaa vapautuu maahan ja veteen (Lahermo ym. 1996, Canadian Council of Ministers of the Environment 2003).

Metyylielohopea

Elohopea voi biologisten prosessien (mikrobitoiminta) kautta muuntua metyylielohopeaksi (MeHg). Se on hyvin toksista eliöstölle ja kertyy vesieliöihin. Noin 10 % vesistöjen kokonaiselohopeasta on metyylielohopeaa, mutta häiriintyneissä ympäristöissä kuten uusissa tekoaltaissa osuus voi olla yli 30 %. Metyylielohopean tuotantoa vesistöissä säätelevät mm. elohopean (Hg²⁺) pitoisuus ja saatavuus ympäristössä, mikrobiyhteisön koostumus, ravinteiden ja mineraalien määrä, pH, lämpötila, redox-potentiaali, liuenneen orgaanisen materiaalin ja partikkelimaisen orgaanisen materiaalin määrä, suolapitoisuus, raudan määrä sekä sulfaatin määrä. Bakteeritoiminta lisääntyy biohajoavan hiilen saatavuuden ja lämpötilan kasvaessa. Metylaatio on siten suurinta pintasedimentissä, joissa on tuoretta orgaanista materiaalia ja sedimentin lämpötila on tarpeeksi korkea (Canadian Council of Ministers of the Environment 2003).

Metyylielohopean haitallisuus perustuu myrkyllisyyden lisäksi sen rikastumiseen ravintoketjussa. Se kertyy eliöiden valkuaisaineisiin, ja erityisesti ravintoketjun huipulla olevat petokalat altistuvat suurille pitoisuuksille. Vesikasveissa metyylielohopean osuus kokonaiselohopean määrästä on useimmiten alle 50 %. Selkärangattomissa metyylielohopean osuus elohopeasta on noin 50 %. Petokaloissa (harmaanieriä, hietakuha), vesilinnuissa (kuikat, haikarat) ja nisäkkäissä (minkki, saukot) metyylielohopean osuus elohopeasta on lihaksesta mitattuna 90–100 %. (Canadian Council of Ministers of the Environment 2003).

Elohopean metyloituminen on yleinen luonnossa tapahtuva mikrobivälitteinen reaktio, jossa epäorgaaninen elohopea muuntuu metyylielohopeaksi. On osoituksia, että sulfaatinpelkistäjäbakteerit (mm. *Desulfovibrio*-suvun bakteerit) metyloivat elohopeaa 'sivutuotteena' pelkistäessään sulfaattia sulfidiksi (Gilmour ym. 2011). Bakteerit käyttävät tällöin sulfaattia hengitykseensä. Reaktio vaatii hapettoman ympäristön, elohopeaa, orgaanista ainesta sekä sulfaattia. Järvissä hapettomuutta esiintyy luontaisestikin ainakin sedimentin mikroympäristöissä eikä happi tuhoa sulfaatinpelkistäjäbakteereita. Elohopea luonnossa on peräisin laskeumasta, maa-alueilta tapahtuvasta huuhtoumasta ja teollisuuden päästöistä sekä hajapäästöistä. Sulfaatin pitoisuus puhtaissa vesissä on pieni, mutta jos sen pitoisuus kasvaa huuhtouman tai purkuvesipäästöjen johdosta, se voi periaatteessa lisätä myös metyylielohopean tuotantoa.

6.5.3 Kadmium

Alkuainemuotoinen kadmium ei liukene veteen, mutta kadmium-ioni (Cd²⁺) muodostaa suoloja, joista monet ovat vesiliukoisia. Kadmium on vesiympäristössä suhteellisen liikkuva verrattuna useimpiin muihin raskasmetalleihin. Luonnonvesissä kadmiumpitoisuudet ovat yleensä hyvin pieniä lukuun ottamatta alueita, joiden kallioperässä kadmiumin esiintyy tavallista enemmän. Kadmiumin kulkeutumiseen, olomuotoon ja toksisuuteen vesiympäristössä vaikuttavat pH-taso, veden kovuus, alkaliniteetti ja orgaanisen aineksen määrä. Kadmiumin tiedetään olevan välttämätön hivenaine yhdelle merelliselle piilevälajille, mutta muuten kadmium on vesieliöstölle toksinen. Kadmiumia kertyy kaloihin ja selkärangattomiin eliöihin, ja se voi rikastua ravintoketjussa. (Lahermo ym. 1996, Canadian Council of Ministers of the Environment 2014).

6.5.4 Kupari

Kupari ei ole erityisen liikkuva metalli vesistöissä, sillä se muodostaa helposti niukka-liukoisia yhdisteitä. Erityisen happamissa olosuhteissa (pH < 3,5) kupari voi kuitenkin liueta veteen. Kuparin olomuotoon vesistössä vaikuttavat fysikaalis-kemialliset olosuhteet kuten vesistön pH-taso, veden kovuus, alkaliniteetti sekä karbonaattien ja veteen liuenneiden partikkelien määrä. Suuri osa pintavesien kuparista on sitoutuneena orgaanisiin komplekseihin. Kupari on eliöille välttämätön hivenaine. Sen toksisuus riippuu pitoisuuksien lisäksi myös olomuodosta. Kuparin rikastumisesta ravintoketjussa ei ole viitteitä (Singleton 1987, Lahermo ym. 1996, Eisler 1998).

6.5.5 Lyijy

Lyijyä esiintyy pieninä määrinä kaikkialla ympäristössä, ja sen määrä luonnossa on lisääntynyt ihmisen toiminnan vaikutuksesta suhteellisesti enemmän kuin minkään muun metallin määrä. Lyijyn liukeneminen on voimakkaasti riippuvainen ympäristön pH-tasosta. Vedessä lyijy on liukoimmillaan ja sen biosaataavuus on suurimmillaan, kun pH-taso on hyvin alhainen (<3,5) sekä orgaanista ainesta, suoloja ja kiintoainesta on vedessä vähän. Lyijy ei ole helposti liikkuva metalli, ja se kulkeutuu ionimuodossa lähinnä happamissa vesissä. Pintavesissä lyijy kulkeutuu lähinnä humukseen ja savipartikkeleihin sitoutuneena. Lyijy on haitallinen vesieliöstölle, ja yleisesti ottaen orgaaniset lyijy-yhdisteet ovat toksisempia kuin epäorgaaniset yhdisteet. Lyijy kerääntyy eliöiden kudoksiin, mutta sen ei tiedetä rikastuvan ravintoketjussa merkittävässä määrin (Eisler 1988, Lahermo ym. 1996).

6.5.6 Mangaani

Mangaani on raudan ja titaanin jälkeen yleisin raskasmetalli, ja pääosa kallio- ja maaperän mangaanista esiintyy piilevänä tummissa päämineraaleissa. Mangaani on välttämätön hivenaine eliöstölle. Mangaani sitoutuu herkästi kiintoaineeseen, ja noin 90–95 % vesistöjen kokonaismangaanista on yleensä sitoutunut kiintoaineeseen. Mangaanin toksisuus on riippuvainen veden kovuudesta, suolapitoisuudesta ja pH-tasosta. Eliöstölle toksisinta on liukoinen mangaani (Lahermo ym. 1996, Nagpal 2001).

6.5.7 Nikkeli

Nikkeli esiintyy kallioperässä pääosin ultramafisiin ja mafisiin silikaattimineraaleihin ja sulfideihin rikastuneena. Vesiympäristössä nikkeli esiintyy yleisimmin Ni²⁺-muodossa yhdisteenä (Ni(H₂O)₆)²⁺. Vedessä oleva nikkeli kompleksoituu humus- ja fulvahappoligandin kanssa. Nikkeli on melko liikkuva happamassa ympäristössä (pH < 6,5), ja ympäristön happamoituessa nikkeliä liukenee usein maaperästä vesistöihin. Nikkelin liikkuvuus ja pitoisuudet maaperässä tai vesistössä riippuvat sorptio- ja desoprioreaktioista, osallistumisesta saostumisreaktioihin sekä sitoutumisesta orgaanisten tai epäorgaanisten ligandien kanssa. Pintavedessä suuri osa nikkelistä kulkeutuu hienojakoiseen savi- tai humusainekseen tai rauta-mangaanisaostumahiukkasiin sitoutuneena. Nikkeli on tärkeä hivenaine monille eläin- ja kasvilajeille sekä mikro-organismeille. (Lahermo ym. 1996, Eisler 1998b).

6.5.8 Rauta

Vesistöihin päätyvä rauta on suurelta osin peräisin maakerrosten ja sedimenttien rautasaostumista, joiden rauta on alun perin lähtöisin rapautuvista mineraaleista. Raudan liukeneminen veteen on riippuvainen vesistön fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista. Raudan kulkeutumiseen vedessä vaikuttaa erityisesti kompleksoituminen humuksen kanssa, ja humuspitoisten vesien rautapitoisuudet ovat siten tavanomaista suurempia.

Raudan kiertoon vaikuttavat myös rautayhdisteitä hapettavat ja pelkistävät bakteerit. Rauta on välttämätön aine useimmille eliöille, mutta suuret rautapitoisuudet voivat olla myös toksisia eliöstölle (Lahermo ym. 1996, Phippen ym. 2008).

6.5.9 Sulfaatti

Sulfaatti on rikkihapon suola ja hyvin liukkuva yhdiste. Liukoinen sulfaatti voi pelkistyä sulfidiksi, haihtua ilmaan vetysulfidiksi, saostua liukenemattomiksi suoloiksi tai siirtyä eläviin organismeihin. Rikki on eräs fotosynteesin ja kemotsynteesin tärkeimmistä komponenteista ja sitä on entsyymeissä, aminohapoissa ja valkuaisaineissa. Rikki on kasveille välttämätön aine, ja sitä on kasveissa 0,2–1 %. Sulfaatti ei ole sellaisenaan toksinen yhdiste, mutta se voi aiheuttaa vesistöjen suolaantumista ja lisätä järvien kerrostumista. Kerrostuminen ja täyskierron estyminen heikentävät alusveden happitilannetta ja voivat johtaa happikatoon. Sulfaatti voi hapettomissa olosuhteissa pelkistyä mikrobiologisesti sulfideiksi (H₂S ja HS⁻). Rikkivety on myrkyllinen eliöille jo erittäin pieninä pitoisuuksina. Se myös kertyy pohjan lähellä oleviin vesikerroksiin.

Sulfaatin pelkistyminen sulfidiksi johtaa hapettomissa olosuhteissa myös niukkaliukoisten metallisulfidien (esim. FeS) muodostumiseen. Tämä voi johtaa pohjasedimentin raudan kierron tyrehtymiseen, koska ferrosulfidien muodostuminen vähentää ferriraudasta pelkistävissä olosuhteissa muodostuvan liukoisen ferriraudan määrää. Ferriraudan määrä on ravinnekuormituksen kannalta oleellista, koska se sitoo liukoisen fosfaattifosforin niukkaliukoisempaan muotoon ja ferriraudan määrän väheneminen voi siten johtaa fosforin sisäisen kuormituksen kasvuun. Sulfaattipitoisuuden kasvu ei tosin suoraan johda sisäisen fosforikuormituksen kasvuun, vaan se on riippuvainen myös pohjasedimentteihin sitoutuneista muista metalleista.

Kerrostuneiden järvien alusveden happitilanteen paraneminen ja hapetuspelkistysolosuhteiden muuttuminen pelkistävästä hapettaviin voi myös aiheuttaa alusveden pH:n laskua ferrosulfidin ja ferriraudan reaktioiden myötä. Sedimenttiin sitoutuneen ferrosulfidin hapettuminen rikin oksidien kautta rikkihapoksi voi johtaa alusveden pH:n alenemiseen. Vastaavasti ferrirauta hapettuu ferriraudaksi, joka veden kanssa hydrolysoituessaan happamoittaa myös alusvettä. Hapan vesi liuottaa myös muita metalleja sedimentistä lisäten niiden pitoisuuksia alusvedessä.

Sulfaatilla on todettu olevan vaikutusta elohopean metyloitumiseen, joka on yleinen luonnossa tapahtuva mikrobivälitteinen reaktio. Sulfaatinpelkistäjäbakteerit metyloivat elohopeaa 'sivutuotteena' pelkistäessään sulfaattia sulfidiksi, ja tällöin sulfaattipitoisuuden kasvaminen tehostaa metyylielohopean muodostumista sopivissa ympäristöolosuhteissa (ks. kohta 6.5.2).

6.5.10 Sinkki

Sinkki on raudan ja mangaanin ohella yleinen raskasmetalli hydrologisessa kierrossa. Sinkki esiintyy luonnossa sulfideina, oksideina ja karbonaateina ja vesiympäristössä sen liikkuvuus on riippuvainen pH:sta, komplekseja muodostavien ligandien määrästä, raudan ja mangaanin esiintymisestä sekä sedimenttiaineksen laadusta ja määrästä sekä sinkin kokonaismäärästä ympäristössä. Makeissa vesissä sinkki on liukoisimmillaan alhaisen pH:n ja alkaliniteetin vallitessa. Vesiympäristössä suurin osa sinkistä sorboituu vesipitoisiin rauta- ja mangaanioksideihin, savimineraalihiukkasiin ja orgaaniseen aineeseen. Sinkki on monille eliöille välttämätön hivenaine, mutta korkeat sinkkipitoisuudet ovat myrkyllisiä. Liukoiset sinkin yhdisteet ovat vesieliöstölle kaikkien myrkyllisimpiä ja myös helpoiten eliöstön käytettävissä. (Eisler 1993, Lahermo ym. 1996).

6.5.11 Uraani

Uraani on radioaktiivinen raskasmetalli, joka ei esiinny luonnossa alkuainemuodossa. Luonnonvesissä uraani esiintyy valensseilla +4 ja +6. Hapettavassa ympäristössä uraani liikkuu vedessä kompleksisena uranyyli-ionina UO_2^{2+} , jonka syntymistä edistävät alhainen pH ja orgaanisen aineksen vähyys vedessä. Voimakkaasti mineralisoituneissa vesissä uraani muodostaa liukoisia komplekseja mm. fluoridi- ja sulfaatti-ionion kanssa. Uraani kulkeutuu vedessä myös orgaanisina komplekseina humuksen kanssa, ja arviolta 90 % jokivesien mukana mereen joutuvasta uraanista kulkee kiintoainekseen sitoutuneena. Ihmiselle ja korkeammille eläimille uraani on ensisijaisesti kemiallinen myrky, jonka säteilyvaikutus on pieni. Uraanin ei tiedetä olevan tarpeellinen hivenaine eliöille. Uraani kertyy eliöihin, mutta ravintoketjussa rikastuminen on todennäköisesti vähäistä (Lahermo ym. 1996, Canadian Council of Ministers of the Environment 2011).

6.6 Veden laatua säätelevät asetukset ja ohjeavot

6.6.1 Valtioneuvoston asetus haitallisista ja vaarallisista aineista

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) sekä sen muutosasetukset (868/2010 ja 1308/2015) on asetettu suojelemaan pintavesiä sekä parantamaan niiden laatua ehkäisemällä vaarallisista ja haitallisista aineista aiheutuvaa pilaantumista. Asetuksessa annetut ympäristölaatumormit määrittelevät vesistössä tavattavan aineen suurimman sallitun pitoisuustaso (MAC-EQS) sekä aineen pitoisuuden suurimman sallitun vuosikeskiarvon (AA-EQS) (Taulukko 6-4). Kadmiumin ja elohopean osalta tarkastelussa käytetään metallien liukoisia pitoisuuksia. Nikkelin ja lyijyn osalta tarkastellaan metallien biosaatavaa pitoisuutta. Metallin biosaatava osuus voidaan määritellä BioMet-mallin (www.bio-met.net) avulla, kun tunnetaan metallin liukoinen pitoisuus, vesistön kalsiumpitoisuus, liukoisen orgaanisen aineksen määrä (DOC) ja veden pH.

Taulukko 6-4. Valtioneuvoston asetuksessa 1308/2015 annetut vesistövesien ympäristölaatuvaatimukset sekä sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 1352/2015 annetut talousveden laatuvaatimukset ja -suositukset. AA-EQS=vuosikeskiarvo, MAC-EQS=sallittu enimmäispitoisuus

	VN 1308/2015		STM 1352/2015	
	AA-EQS	MAC-EQS	vaati- mukset	suosi- tukset
Al μg/l				200
As μg/l			10	
B mg/l			1	
Cd μg/l			5	
Cd (liuk.) μg/l	≤0,08–0,25*	≤0,45–1,5*		
Cl ⁻ mg/l				250
Cr μg/l			50	
Cu μg/l			2000	
Fe μg/l				200
F ⁻ mg/l			1,5	
Hg μg/l			1	
Hg (liuk.) μg/l		0,07		
Mn μg/l				50
Na mg/l				200
Ni μg/l			20	
Ni (liuk.) μg/l	4 **	34		
Pb μg/l			10	
Pb (liuk.) μg/l	1,2 **	14		
Sb μg/l			5	
Se μg/l			10	
SO ₄ ²⁻ mg/l				250
U μg/l			30	
* Raja-arvo riippuu veden kovuudesta				
** Biosaatava pitoisuus				

Metallien luontaiset taustapitoisuudet vaihtelevat suuresti riippuen mm. kallio- ja maaperän sekä valuma-alueen ominaisuuksista. Asetuksen 1022/2006 ja sen muutossäädösten mukaisesti kohteissa, joissa pitoisuudet ovat geologisista syistä korkeita, voidaan asiantuntija-arviolla poiketa taustapitoisuuden arvoista. Arvioitaessa vesinäytteen seurantalukoksia voidaan asetuksen mukaiseen ympäristölaatuvaatimukseen (AA-EQS) lisätä arvio luontaisesta taustapitoisuudesta valtioneuvoston asetuksen 1308/2015 mukaisesti (Taulukko 6-5). Terrafamen kaivoksen mustaliusketta sisältävillä alueilla metallien taustapitoisuudet ovat tavanomaisia taustapitoisuuksia korkeammalla tasolla.

Taulukko 6-5. VNa 1308/2015 mukaiset ympäristölaatunormit (tausta + AA EQS) kadmiumille, nikkeliille, lyijylle ja elohopealle (kalat) järvi- ja jokiolosuhteissa.

	kadmium	nikkeli 2)	lyijy 2)	elohopea
	µg/l (vesi) tausta+ AA EQS	µg/l (vesi) tausta+ AA EQS	µg/l (vesi) tausta+ AA EQS	µg/kg (ahven/silakka) tausta + EQS
Järvet				
vähähumuksiset (väriluku Pt mg/l < 30)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,1+1,2= 1,3	180+20=200
humuksiset (väriluku Pt mg/l 30 – 90)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,2+1,2= 1,4	200+20=220
runsashumuksiset (väriluku Pt mg/l > 90)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,7+1,2= 1,9	230+20=250
Joet				
kangas- ja savimaat (väriluku Pt mg/l < 90, valuma-alueen suo-% < 25)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,3+1,2= 1,5	180+20=200
turvemaat (väriluku Pt mg/l > 90, valuma- alueen suo-% > 25)	0,02+0,08=0,1 (luokka 1 ja 2)	1+4 = 5	0,5+1,2= 1,7	230+20=250

1) luokka 1 < 40 mg/l CaCO₃, luokka 2: 40– < 50 mg/l CaCO₃

2) biosaatava pitoisuus

Liukoisen kadmiumin ympäristölaatunormi riippuu veden kovuudesta ja on alimmillaan 0,02+0,08=0,1 µg/l. Liukoisen lyijyn ympäristölaatunormi on humuksisuudesta riippuen sisävesissä 1,3–1,9 µg/l ja suurin sallittu pitoisuus (MAC-EQS) 14 µg/l (Taulukko 6-4). Liukoisen biosaatavan nikkelin ympäristölaatunormi on 1+4=5 µg/l, josta 4 µg/l on havaintojen vuosikeskiarvo (AA-EQS) ja 1 µg/l on liukoisen nikkelin asetuksessa annettu ohjeellinen taustapitoisuus (Taulukko 6-5). Sallittu enimmäispitoisuus (MAC-EQS) liukoiselle nikkeliille on 34 µg/l (Taulukko 6-4).

Asetuksessa 1308/2015 nikkeliille ja lyijylle määritellään ympäristölaatunormit biosaatavan nikkelin osalta, mutta liukoisen nikkelin osalta normeja ei ole annettu. Aiemmin voimassa olleessa asetuksessa 868/2010 liukoisen nikkelin laatunormi oli 1+20=21 µg/l, jossa 20 µg/l oli havaintojen vuosikeskiarvo (AA-EQS) ja 1 µg/l asetuksessa annettu ohjeellinen taustapitoisuus. Talvivaaran mustaliuskealueen puroissa nikkelpitoisuudet ovat olleet mittaustulosten mukaan 2–15 µg/l (Ramboll Finland Oy 2016). Kaupin ym. (2013) mukaan liukoisen nikkelin taustapitoisuuden sisältävä ympäristölaatunormi voidaan tällöin korottaa tasolle 22–35 µg/l. Geologian tutkimuskeskus on arvioinut Jormasjärven liukoisen nikkelin taustapitoisuuden olevan 2 µg/l ja Laakajärven taustapitoisuuden 1 µg/l (Ramboll Finland Oy 2016). Tällöin Jormasjärven osalta liukoisen nikkelin ympäristölaatunormina (vuosikeskiarvo AA-EQS) voidaan käyttää 22 µg/l ja Laakajärven osalta 21 µg/l (Kauppila 2013). Taustapitoisuudeltaan poikkeaville alueille ei ole valtioneuvoston asetuksessa määritelty erikseen biosaatavan nikkelin ympäristölaatunormeja.

Talvivaaran kaivoksen ympäristölupapäätöksessä 30.4.2014 on säilytetty 31.5.2013 annetussa ympäristölupapäätöksessä asetettu ympäristölaatunormi 33 µg/l nikkelpitoisuudelle ns. sekoittumisvyöhykkeiden alueilla. Päätöksen mukaisesti liukoisen nikkelin pitoisuus saa ylittää valtioneuvoston asetuksessa mainitun ympäristölaatunormin sekoittumisvyöhykkeellä. Sekoittumisvyöhyke ulottuu Oulujoen vesistöalueella kaivosalueelta Kolmisoppeen ja Vuoksen vesistöalueella kaivosalueelta Kivijärveen saakka. Purkupuutken lupapäätöksen (Dnro PSAVI/2960/2014) lupamääräyksessä 6 annettu sekoittumisvyöhyke on kumottu Vaasan hallinto-oikeuden 28.4.2016 antamalla päätöksellä (16/0091/2).

Uudessa asetuksessa 1308/2015 elohopealle on annettu vain maksimipitoisuus (MAC-EQS), joka on 0,07 µg/l (Taulukko 6-4). Liukoisen kadmiumin ympäristölaatunormiksi

tulee taustapitoisuus huomioiden 0,1–0,8 µg/l. Maksimipituus (MAC-EQS) on kovuusluokasta riippuen 0,45–1,5 µg/l. Liukoisen nikkelin ympäristölaatu normiksi tulee taustapitoisuudella 2–15 µg/l vanhan asetuksen (868/2010) mukaisella ympäristölaatu normilla 20 µg/l 22–35 µg/l. Nikkelin biosaatavan pitoisuuden ympäristölaatu normi on 1+4=5 µg/l ja liukoisen nikkelin maksimipituus on (MAC-EQS) 34 µg/l.

Valtioneuvoston asetuksen 1022/2006 ja sen muutosasetusten mukaan vesi ympäristön elohopeapitoisuuksia mitataan ahvenen tai silakan lihasta. Laatu normeissa on huomioitu vesistön humuosisuus, ja elohopean ympäristölaatu normi kaloille vaihtelee välillä 200–250 µg/kg (Taulukko 6-5).

6.6.2 Asetus talousveden laatuvaatimuksista

Suomessa talousveden laatuvaatimukset on kirjattu sosiaali- ja terveysministeriön asetukseen 1352/2015 (Taulukko 6-4). Talousveden tulee täyttää kemialliset laatuvaatimukset, ja veden käyttökelpoisuutta ohjataan myös laatusuosituksilla.

6.6.3 Muita ympäristölaatu normeja

Kanadan liittovaltion, Brittiläisen Kolumbian provinssin ja Yhdysvaltain liittovaltion määrittelemiä vesistöjen ympäristölaatu normeja on esitetty taulukossa (Taulukko 6-6). Joidenkin metallien osalta laatu normi vaihtelee pH-tason tai veden kovuuden mukaan. Näiden metallien osalta taulukossa on esitetty laatu normien vaihteluväli. Kaikki kolme tahoja ovat määritelleet metallipitoisuuksille pitkän ja lyhyen ajan laatu normit. Lyhyen ajan laatu normi määrittelee yksittäisten näytteiden metallipitoisuuksille enimmäistason, jonka ylitys todennäköisesti aiheuttaa haittavaikutuksia vesieliöstölle. Pitkän ajan laatu normi määrittelee suurimman pitoisuustason, joka on todennäköisesti turvallinen kaikille vesieliöille.

Taulukko 6-6. Vesistöjen ympäristölaatu­normit Kanadassa ja Yhdysvalloissa (British Columbia Ministry of Environment 2016, Canadian Council of Ministers of the Environment 2016 ja US Environmental Protection Agency 2016).

		Brittiläinen Kolumbia		Kanada		USA	
		ka (30 vrk)	max	pitkä- aikainen	lyhyt- aikainen	jatkuva	max
Ag	µg/l	0,05–1,50*	0,1–3,0*	0,25			3,2
Al	µg/l			5–100		87	750
Al (liuk.)	µg/l	≤50 ¹	≤100 ²				
As	µg/l	5		5		150	340
B	mg/l	1,2		1,5	29		
Cd	µg/l			0,09	1	0,72	1,8
Cd (liuk.)	µg/l	0,02–0,46*	0,04–2,80*				
Cl ⁻	mg/l	150	600	120	640	230	860
Co	µg/l	4	110				
Cr (III)	µg/l			8,9		74	570
Cr (VI)	µg/l			1		11	16
Cu	µg/l	2–10*	6,7–25,5*	2–4			
Fe	µg/l		1000	300		1000	
Fe (liuk.)	µg/l		350				
F ⁻	mg/l		0,4–1,9*	0,12			
Hg	µg/l	≤0,02 ³		0,026		0,77	1,4
Mn	µg/l	768–2585*	816–3394*				
Mo	µg/l	1000	2000	73			
Na	mg/l						
Ni	µg/l			25–150		52	470
Pb	µg/l	3,4–19,6*	1,2–6,0*	1–7		2,5	65
Se	µg/l	2 ⁴		1			
SO ₄ ²⁻	mg/l	128–429*					
U	µg/l			15	33		
Zn	µg/l	7,5–187*	33–341*	30		120	120

¹Kun pH ≥ 6,5, raja-arvo on 50 µg/l; kun pH 4,0–6,5, raja-arvo on 5–50 µg/l

²Kun pH ≥ 6,5, raja-arvo on 100 µg/l; kun pH 4,0–6,5, raja-arvo on 2–100 µg/l

³Raja-arvo riippuu veden kovuudesta ja metyylielohopean esiintymisestä

⁴Hälytysraja on 1 µg/l

* Raja-arvo riippuu veden kovuudesta

6.7 Vesistöjen fysikaalis-kemiallinen tila

Terrafamen käsiteltyjä purkuvesiä johdetaan Oulujoen suuntaan ns. vanhoja purkureit­tejä pitkin Salmisen ja Kalliojärven sekä Kuusiojen kautta Kalliojokeen ja edelleen Kol­misopen, Tuhkajoen, Jormasjärven ja Jormasjoen kautta Nuasjärveen. Vuoksen suun­taan käsiteltyjä purkuvesiä johdetaan reittiä Lumijoki-Kivijärvi-Laakajärvi, joka laskee Kiltuaan ja edelleen Haapajärveen ja Nurmijokeen. Syyskuussa 2015 Terrafame aloitti käsiteltyjen purkuvesien johtamisen purkupuutkea pitkin Nuasjärveen.

Seuraavassa on tarkasteltu vesistöjen veden laatua erikseen ns. vanhoilla purkureiteil­lä Vuoksen suunnalla välillä Lumijoki-Nurmiojen Itäkoski ja Oulujoen suunnalla välillä Salminen–Jormasjoki sekä uudella purkureitillä välillä Nuasjärvi-Oulujärven Ärjänselkä.

Vanhalla purkureitillä nykytilaa kuvaa vuodet 2014–2016 ja vedenlaadun kehitystä vuodet 2007–2016. Uusi purkureitti on jaettu aikaan ennen purkuputkea 2014-elokuu 2015 ja syyskuu 2015–2016.

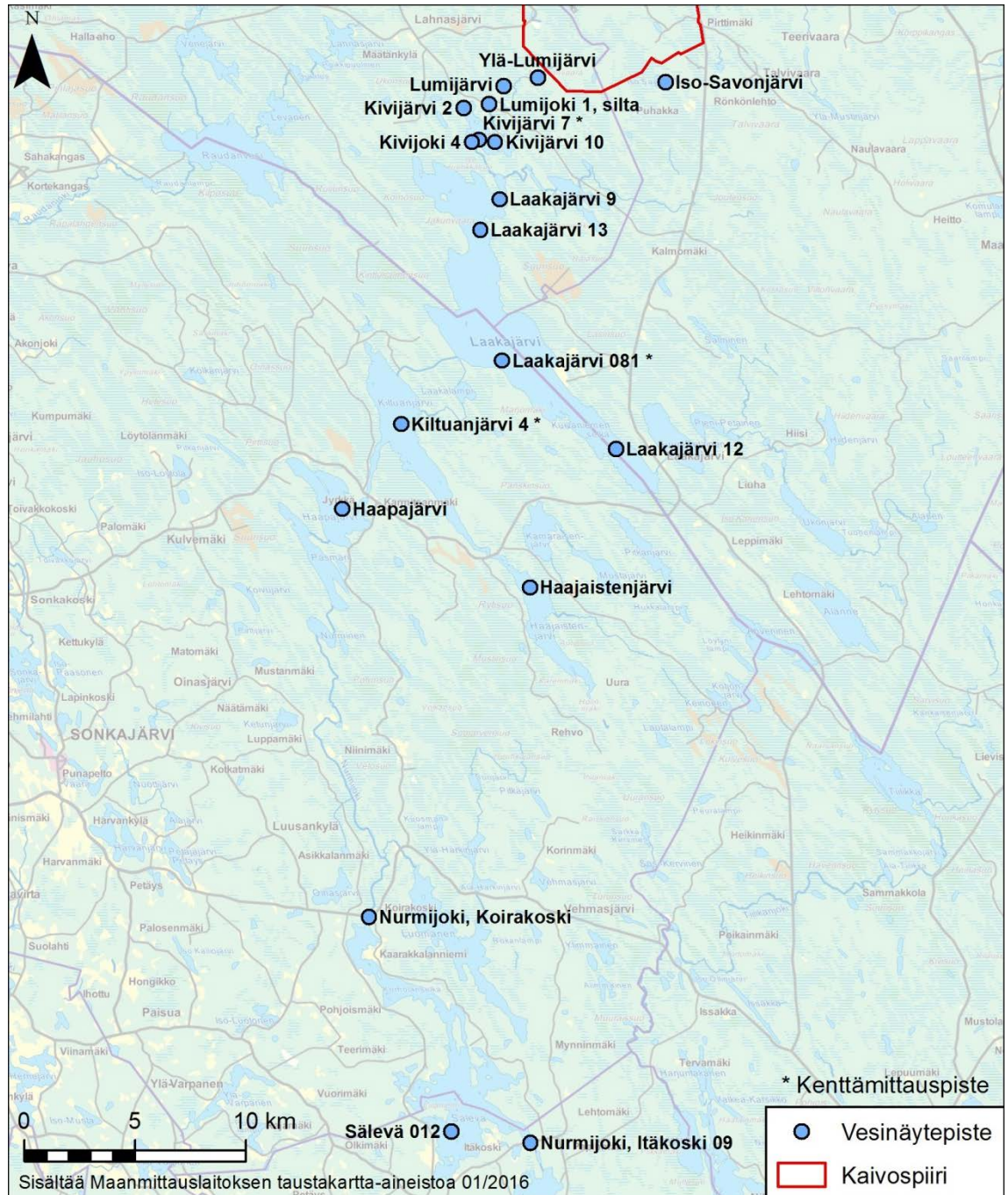
Tarkkailuaineisto perustuu Terrafamelta saatuun vuosien 2014–2016 velvoitetarkkailuaineistoon sekä kenttämittausten ja jatkuvatoimisten mittausten tuloksiin. Vuosina 2014–2016 velvoitetarkkailua on tehnyt Ramboll Finland Oy. Lisäksi on soveltuvin osin otettu huomioon ympäristöhallinnon ja muiden konsulttien (lähinnä Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy) tarkkailutulokset alueilta (tiedot Pintavesien tilan tietojärjestelmä, Vedenlaatu PIVET, 11/2016) sekä GTK:n tekemät tutkimukset Nuasjärven alueelta.

Velvoitetarkkailuun kuuluvien vesistö tarkkailupisteiden määrä lisääntyi Nuasjärven purkuputken käyttöönoton myötä Oulujoen vesistöalueella. Vuonna 2015 tarkkailussa oli yhteensä 67 näytteenottpistettä ja näytteitä otettiin pisteistä riippuen 1–12 kertaa vuodessa. (Ramboll Finland Oy 2016).

6.7.1 Vuoksen suunta

Kaivosalueelta Kortelammen vesienkäsittely-yksiköltä puhdistettuja vesiä on mahdollista johtaa etelään Vuoksen vesistöön. Tällöin vedet johdetaan Ylä-Lumijärven ohittavaa purkuojaa pitkin Lumijokeen, joka laskee Kivijoen kautta Kivijärveen ja edelleen Laakajärveen. Laakajärvi on Vuoksen suunnalla ensimmäinen suurempi Nilsian reittiin kuuluva järvi. Järven pinta-ala on 34,7 km². Keskisyvyys on noin 3,5 m ja suurin syvyys 25 m. Laakajärveä on säännöstelty voimatalouden tarpeita varten vuodesta 1961. Pääosa Laakajärven vesistä ohjataan Kiltuan voimalaitoksen kautta. Tarkastelualue ulottuu Kainuun ELY:n YVA-ohjelmasta antaman lausunnon mukaisesti Nurmijoen Itäkoskeen asti, noin 70 km etäisyydelle kaivoksesta. Näytteenottpaikkojen sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 6-13).

Terrafamen kaivokselta johdettavan veden ympäristövaikutukset alkoivat ensi kertaa näkyä Vuoksen suunnalla välillä Ylä-Lumijärvi–Laakajärven pohjoisosa vuonna 2010 mm. kohonneina sulfaatti- ja mangaanipitoisuuksina.



Kuva 6-13. Vesistötarkkailun havaintopaikat Vuoksen vesistöalueella.

Vuoksen suunnan vesistöt ovat luonnostaan ruskeavetisiä ja humuspitoisia. Laakajärven pH on luontaisesti hieman matalampi kuin alueella yleensä. Sähkönjohtavuudet ovat luonnostaan alhaisia, mutta kaivostoiminnan vaikutuksesta lähivesistöjen suolaisuus on kasvanut.

Happitilanne on ollut vuosina 2014–2016 Kivijärven päänlyysvedessä (1 m) keskimäärin tyydyttävä, mutta pohjan läheinen vesikerros on ollut hapetonta tai lähes hapetonta järven pohjois- ja eteläosassa (pisteet 2 ja 10) (Taulukko 6-7). Kivijärven keskiosalla (piste 7) alusveden (n. 4,0 m) happitilanne on parantunut eikä hapettomuutta ole todettu talven 2015 jälkeen (liite 3). Laakajärven ja sen alapuolisella purkureitillä päänlyysveden happitilanne on ollut keskimäärin hyvä ja alusveden keskimäärin välttävää-tyydyttävää tasoa. Alhaisimmat mitatut hapen kyllästysasteet todettiin Laakajärven

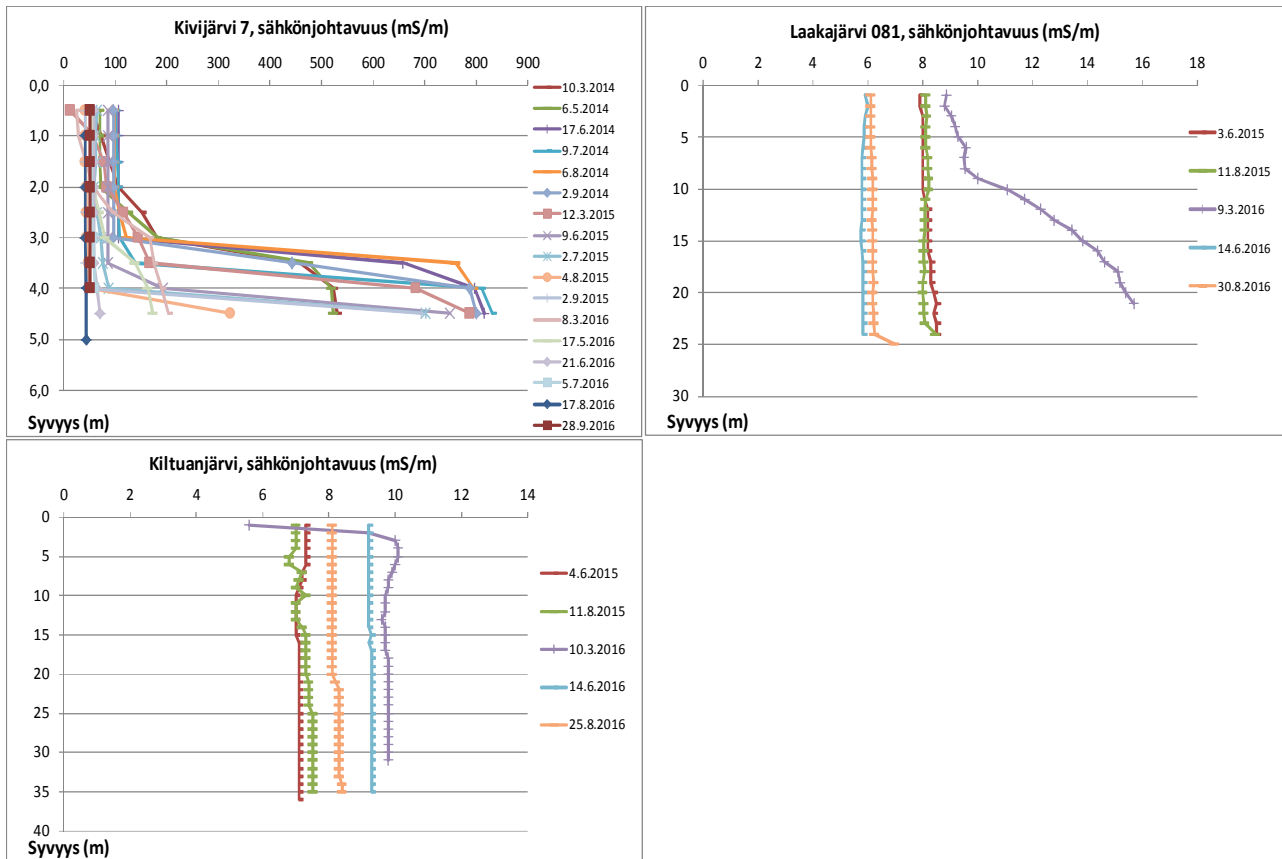
pohjois- ja keskiosalla (17–22 %) ja Haapajärvässä (14 %). Etenkin Haapajärvässä alusveden heikko happitilanne liittyy luontaisen vesien kerrostumisen aiheuttamaan happitilanteen heikkenemiseen.

Vuoksen suunnalla vedet ovat olleet lähes poikkeuksetta lievästi tai melko selvästi happamia (Taulukko 6-7). **pH-arvot** ovat vaihdelleet välillä 4,7–7,3; alimmat arvot on todettu Kivijoessa ja Laakajärven pohjoisosalla ja korkein arvo Lumijoessa. Kivijärven keskiosalla (piste 7) pH on ollut alimmillaan 4,3 kipsisakka-altaan vuodon jälkeen helmikuussa 2013 (liite 3). Laakajärvässä vesi on ollut pohjoisosalla hieman happamampaa kuin keski- ja eteläosalla. Välillä Haapajärvi–Nurmijoen Itäkoski pH-arvot ovat vaihdelleet välillä 5,4–6,3 ja keskiarvot välillä 5,7–5,8.

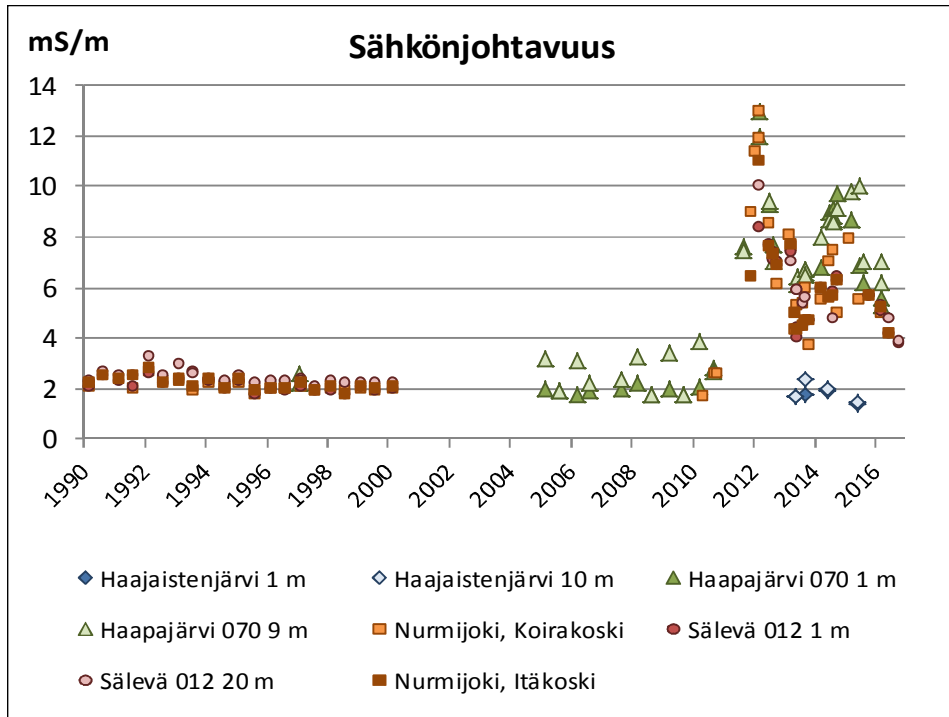
Kaivosvesien eräänlaisena merkkiaineena toimivat sulfaatti- ja natriumpitoisuus sekä sähkönjohtavuus, joka kasvaa suolaisuuden kasvaessa. **Sähkönjohtavuus** on vaihdellut Lumijoessa välillä 5,8–260 mS/m (ka. 55 mS/m) ja Kivijoessa välillä 6,0–111 mS/m (ka. 56 mS/m) (Taulukko 6-7). Kivijärven päällysvedessä sähkönjohtavuus on ollut keskimäärin 62–68 mS/m ja alusvedessä 315–830 mS/m. Korkeimmillaan arvot ovat olleet järven eteläosassa (piste 10). Laakajärvässä sähkönjohtavuus on ollut päällysvedessä keskimäärin 5,1–11 mS/m ja alusvedessä keskimäärin 10–36 mS/m. Kiltuanjärvässä sähkönjohtavuus on vaihdellut välillä 1,8–11 mS/m.

Kenttämittausten perusteella Kivijärven keskiosalla (piste 7) suolakerrostuneisuus on heikentynyt vuodesta 2014 vuoteen 2016 (Kuva 6-14). Kesäkuusta 2016 lähtien vedet ovat olleet sekoittuneita. Syyskuussa 2016 sähkönjohtavuus oli koko vesimassassa keskimäärin 50 mS/m. Laakajärven keskiosalla (piste 081) vedet olivat lievästi suolakerrostuneet maaliskuussa 2016 sähkönjohtavuuden ollessa pinnassa noin 9 mS/m ja pohjan läheisyydessä noin 16 mS/m (Kuva 6-14). Kesällä 2015 ja 2016 kerrostumista ei havaittu, ja sähkönjohtavuus oli laskenut kesän 2015 tasolta 8 mS/m kesän 2016 tasolle 6 mS/m. Kiltuanjärvässä oli myös havaittavissa lievä suolakerrostuneisuus maaliskuussa 2016 (5,6 → 9,8 mS/m) (Kuva 6-14). Kesällä Kiltuanjärvässä ei ollut havaittavissa kerrostuneisuutta, mutta sähkönjohtavuudet olivat hieman kasvaneet kesällä 2016 kesään 2015 verrattuna.

Haapajärvi–Nurmijoen Itäkoski -välillä sähkönjohtavuus on vaihdellut välillä 3,4–10 mS/m. Korkeimmat sähkönjohtavuudet on mitattu vuonna 2012 ja arvot ovat laskusuunnassa, mutta edelleen hieman luonnontilaista korkeammalla tasolla (Kuva 6-15). Hieman sivussa vesien kulkureitiltä sijaitsevassa Haajaistenjärvässä sähkönjohtavuus on ollut 1,4–2,0 mS/m (Taulukko 6-7).



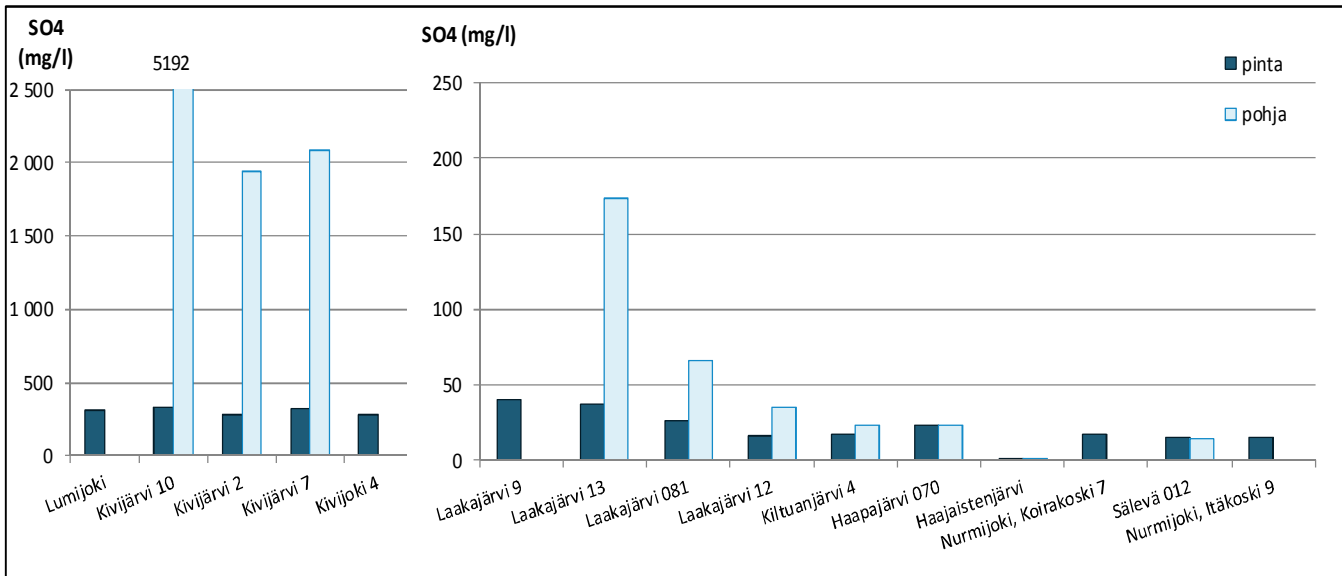
Kuva 6-14. Sähköjohtavuus kenttämittausten perusteella Kivijärvessä, Laakajärvessä ja Kiltuanjärvessä eri vesisyvyyksissä v. 2014/2015–2016.



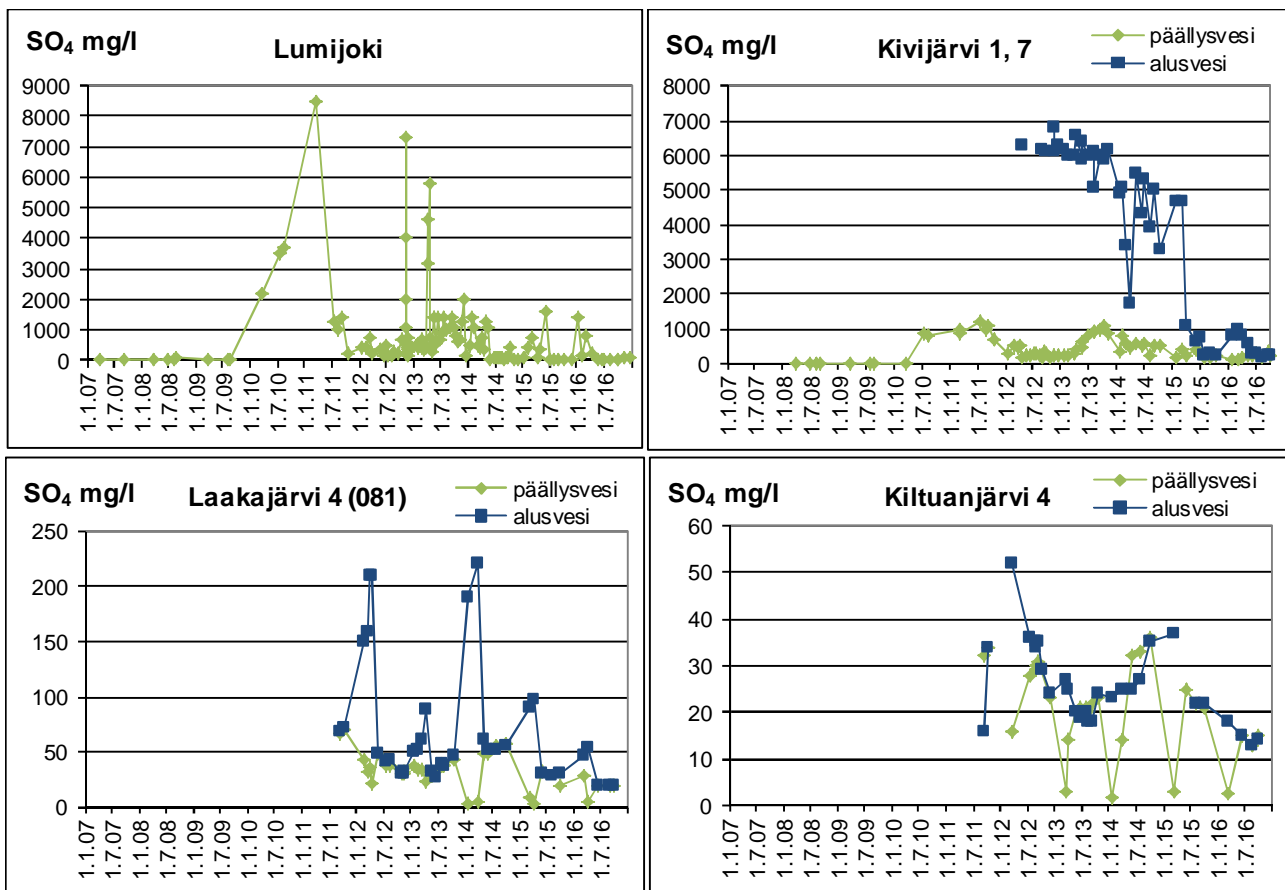
Kuva 6-15. Sähkönjohtavuus välillä Haajaistenjärvi-Nurmijoki Itäkoski v. 1990–2016.

Sulfaattipitoisuudet ovat olleet sähkönjohtavuuden tapaan Lumijoessa, Kivijärnessä ja Kivijoessa selvästi korkeampia kuin alempana vesistöissä (Taulukko 6-7, Kuva 6-16). Keskimääräiset sulfaattipitoisuudet ovat olleet päällysvedessä 270–330 mg/l ja Kivijärven alusvedessä 1938–5192 mg/l, korkeimmillaan järven eteläosassa 7 300 mg/l (piste 10). Laakajärven päällysvedessä sulfaattipitoisuus on ollut keskimäärin 16–40 mg/l ja pohjanläheisyydessä 35–173 mg/l. Laakajärnessä ei ole todettu pysyvää suolakerrostuneisuutta kuten Kivijärven pohjois- ja eteläosassa. Kiltuanjärnessä keskimääräiset sulfaattipitoisuudet ovat olleet pinnassa 17 mg/l ja pohjan läheisyydessä 23 mg/l. Haapajärnessä sulfaattipitoisuus on ollut koko vesipatsaassa keskimäärin 23 mg/l, Nurmijoen Koirakoskessa 17 mg/l, Sälevässä ja Nurmijoen Itäkoskessa noin 15 mg/l. Haajaistenjärnessä sulfaattipitoisuus on ollut 1,4 mg/l (n=3).

Kivijärven keskiosalla (Kiv7) alusveden sulfaattipitoisuudet ovat laskeneet vuonna 2015 selvästi edellisvuosista, ja myös päällysvedessä sulfaattipitoisuus on laskenut tasolta 1000 mg/l tasolle 200 mg/l. Myös Laakajärven ja Kiltuan sulfaattipitoisuudet ovat laskeneet etenkin järvien alusvedessä. (Kuva 6-17)



Kuva 6-16. Sulfaattipitoisuus Vuoksen reitillä vuosien 2014–2016 keskiarvona.



Kuva 6-17. Sulfaattipitoisuus Lumijoessa, Kivijärnessä, Laakajärnessä ja Kiltuanjärnessä v. 2007–2016.

Natriumpitoisuudet noudattelevat sulfaatin pitoisuusjakamaa. Keskimääräiset natriumpitoisuudet ovat olleet Lumijoki-Kivijoki alueella päälyysvedessä keskimäärin 31–46 mg/l ja Kivijärven alusvedessä keskimäärin 562–1769 mg/l, korkeimmillaan pitoisuudet ovat olleet järven eteläosassa (piste 10) (Taulukko 6-7). Laakajärnessä ja Kiltuanjärnessä natriumpitoisuudet ovat olleet päälyysvedessä keskimäärin 2,7–5,9 mg/l ja alus-

vedessä 4,3–24 mg/l. Alempana vesistöissä natriumpitoisuus on ollut keskimäärin tasoa 3–4 mg/l paitsi Haajaistenjärvessä <1 mg/l.

Kemiallisten hapenkulutus-arvojen (COD_{Mn}) perusteella tarkastelualueen vesissä on melko paljon orgaanista ainesta. Orgaaninen aines tummentaa ja samentaa vesiä, mutta toisaalta vähentää mm. vesissä olevien metallien toksisuutta vesieliöstölle. COD_{Mn}-arvot ovat olleet päällysvesissä keskimäärin 16–31 mg/l. Korkeimmillaan keskimääräiset arvot ovat olleet Lumijoessa ja alimmillaan Laakajärven eteläosassa. Kivijärven alusvedessä COD_{Mn}-arvot ovat olleet keskimäärin 24–43 mg/l (Taulukko 6-7). **Orgaanisen kokonaishiilen (TOC)** pitoisuus on ollut keskimäärin 12–21 mg/l, Kivijärven eteläosan alusvedessä 28 mg/l. Veden **sameusarvot** ja **kiintoainepitoisuudet** ovat olleet päällysvesissä keskimäärin melko pieniä. Kivijärven alusvesi on sameaa ja kiintoainepitoista (liite 3). Purkuvesien kalkitsemisen seurauksena Lumijoen ja Kivijoen vesi sekä Kivijärven päällysvesi on ollut **kovuudeltaan** keskimäärin kovahkoa–erittäin kovaa. Kivijärven alusvesi on ollut kovaa tai erittäin kovaa.

Kaivosvedet eivät aiheuta juurikaan fosforipäästöjä. Myös Terrafamen typpipäästöt ovat hyvin pieniä verrattuna kaivosvesiin yleisesti, koska mikrobit hajottavat kasoille päätyvää tyyppiä. Järvivesien kerrostuminen suolaisuuden suhteen voi aiheuttaa alusveden hapettomuutta, mikäli sulfaattipitoisuus on korkea, minkä seurauksena ravinteita voi vapautua pohjasedimentistä veteen. **Kokonaisfosforipitoisuudet** ovat olleet päällysvesissä keskimäärin 9–17 µg/l. Alimmillaan pitoisuudet ovat olleet Kivijärvessä ja Kivijoessa ja korkeimmillaan Sälevässä, Nurmijoen Itäkoskessa ja Lumijoessa (Taulukko 6-7). Järvien alusvesien fosforipitoisuudet ovat olleet Kivijärvessä keskimäärin 10–242 µg/l, Laakajärvessä 12–13 µg/l, Kiltuanjärvessä 19 µg/l ja Sälevässä 29 µg/l. **Kokonaistyyppipitoisuus** on ollut Lumijoessa keskimäärin 669 µg/l ja Kivijoessa 641 µg/l. Kivijärven päällysvedessä tyyppipitoisuudet ovat olleet keskimäärin 426–492 µg/l ja alusvedessä 1827–5092 µg/l. Laakajärvessä ja Kiltuassa tyyppipitoisuus on ollut päällysvedessä keskimäärin 375–434 µg/l ja alusvedessä samaa tasoa. Haapajärven ja Nurmijoen Itäkosken välillä päällysveden tyyppipitoisuus kasvaa reittä alaspäin mentäessä keskimääräiseltä tasolta 372 µg/l tasolle 454 µg/l (Sälevä) (Taulukko 6-7).

Kasviplanktonin määrää kuvaava **a-klorofyllipitoisuus** on ollut Kivijärvessä keskimäärin 3,8–4,1 µg/l, Laakajärvessä 4,0–8,0 µg/l, Haapajärvessä 7,4 µg/l ja Haajaistenjärvessä 2,8 µg/l (Taulukko 6-7). Pitoisuudet ovat olleet pääosin lievästi reheville vesille tyyppillisiä. Tuloksiin voi vaikuttaa paikoin pieni näytemäärä. Kivijärven klorofyllipitoisuudet ovat pienentyneet vuosina 2008–2016.

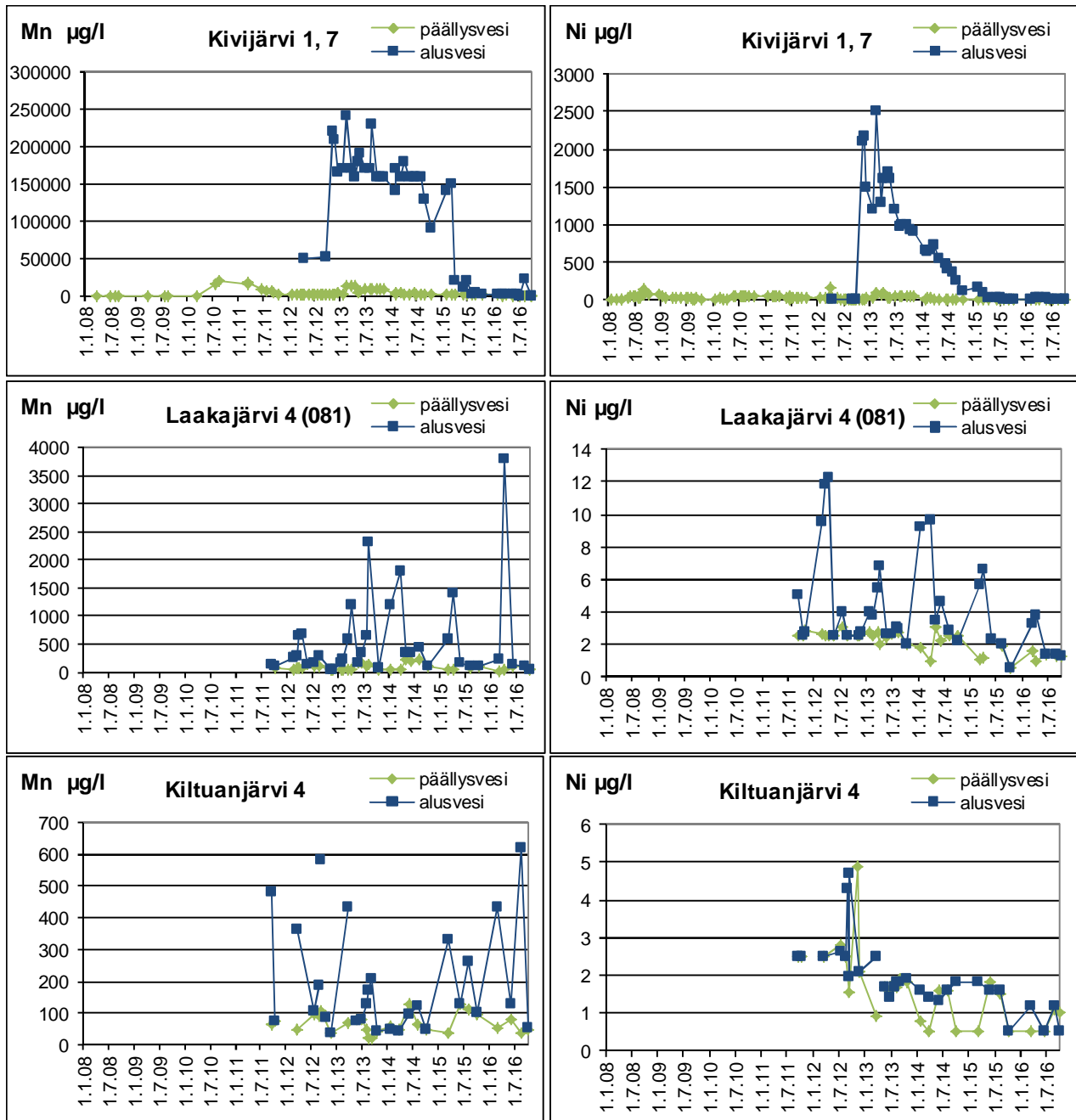
Metallit

Kaivoksen purkuvedet sisältävät **mangaania**, jota kulkeutuu myös kaivoksen alapuoliisiin vesistöihin. Mangaania vapautuu veteen myös pohjasedimentistä vesien kerrostamisen ja sitä seuraavan happitilanteen heikkenemisen seurauksena. Erityisen korkeita mangaanipitoisuuksia on ollut Kivijärven alusvedessä (ka. 25441–67241 µg/l), ja pitoisuudet ovat olleet selvästi koholla myös päällysvedessä (ka. 1400–1480 µg/l). Lumijoessa mangaanipitoisuus on ollut pienempi kuin Kivijärvessä, keskimäärin 558 µg/l. Kivijoen mangaanipitoisuutta (ka. 1221 µg/l) nostavat edelleen Kivijärvestä purkautuvat vedet. Laakajärvessä päällysveden keskimääräinen mangaanipitoisuus laskee pohjoisosan tasolta 181 µg/l eteläosan tasolle 88 µg/l ja alusvedessä vastaavasti tasolta 1062 µg/l tasolle 120 µg/l. Kiltuanjärvessä mangaanipitoisuus on ollut päällysvedessä keskimäärin 76 µg/l ja alusvedessä 197 µg/l. Haapajärven ja Nurmijoen Itäkosken välillä päällysveden mangaanipitoisuus on ollut keskimäärin 63–187 µg/l ja alusvedessä vastaavasti 82–383 (Taulukko 6-7).

Mangaanipitoisuus on sulfaattipitoisuuden tapaan laskenut Kivijärven keskiosalla vuosien 2012–2015 alkuvuoden tasosta alusveden happitilanteen parantumisen seurauk-

senä (Kuva 6-18). Laakajärvessä ja Kiltuassa alusveden mangaanipitoisuudet vaihtelevat huomattavasti) riippuen mm. alusveden happitilanteesta.

Rautapitoisuudet ovat olleet päänlyysvedessä keskimäärin 550–935 µg/l lukuun ottamatta Lumijokea, jossa keskipitoisuus on ollut 1325 µg/l. Selvästi tätä tasoa korkeampia pitoisuuksia on havaittu Kivijärven alusvedessä (ka. 29,0–78,5 mg/l) (Taulukko 6-7). **Alumiinipitoisuudet** ovat olleet koko vesimassassa keskimäärin 118–245 µg/l. Korkeimmillaan pitoisuudet ovat olleet Lumijoessa (Taulukko 6-7).



Kuva 6-18. Mangaani- ja nikkelpitoisuus Kivijärvessä, Laakajärvessä ja Kiltuanjärvessä v. 2008–2016.

Liukoisen **nikkelin** pitoisuudet Lumijoessa ja Kivijärven pintakerroksessa ovat olleet keskimäärin 8,3–10,6 µg/l, Kivijärven alusvedessä keskimäärin 3,9–180 µg/l ja suurimmillaan 19–720 µg/l (Taulukko 6-7). Pohjois-Suomen AVI:n päätöksen (nro 52/2013/1, 31.5.2013) mukaan sekoittumisvyöhyke, jossa nikkelpitoisuus saa ylittää

päätöksessä annetun ympäristölaatunormin 33 µg/l, ulottuu Vuoksen suunnalla Kivijärveen asti. Kivijoessa liukoisen nikkelin pitoisuus on vaihdellut välillä 2,2–18 µg/l (ka. 8,7 µg/l) ollen vuonna 2014 keskimäärin 9,8 µg/l, vuonna 2015 9,0 µg/l ja vuonna 2016 5,9 µg/l. Laakajärvestä nikkelpitoisuus on ollut päällyksivedessä keskimäärin 1,2–2,3 µg/l ja alusvedessä 1,8–7,7 µg/l. Suurin pitoisuus 31 µg/l on mitattu Laakajärven pohjoisosan (piste 13) alusvedestä tammikuussa 2014. Kiltuanjärvestä nikkelpitoisuudet ovat vaihdelleet välillä <1–1,8 µg/l, Haapajärvestä <1–3,3 µg/l ja Nurmijoen Koirakoskessa <1–1,5 µg/l. Haajaistenjärvestä kaikki mittaustulokset ovat olleet <1 µg/l.

Nikkelin ympäristölaatunormi (tausta + AA-EQS) on annettu nikkelin biosaatavalle pitoisuudelle koko vesipatsaassa vuosikeskiarvona. Biosaatava nikkelpitoisuus voidaan laskea ympäristöhallinnon suosittelemalla biosaatavuuden Bio-met-laskentatyökalulla (Bio-met, Bioavailability Tool, versio 2.3). Laskennassa liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuuden arvioitiin olevan 80 prosenttia orgaanisen kokonaishiilen (TOC) pitoisuudesta. Muina muuttujina laskennassa hyödynnettiin mittauskertojen pH-tuloksia ja kalsiumpitoisuuksia. Nikkelin biosaatavan pitoisuuden ympäristölaatunormi (VN asetus 1308/2015) on 5,0 µg/l. Kivijoessa biosaatavan nikkelin laskennallinen pitoisuus on vuosina 2014–2016 ollut keskimäärin <1–1,9 µg/l eli ympäristölaatunormi ei ole ylittynyt. Alempana vesistössä nikkelpitoisuudet eivät ylitä ympäristölaatunormia.

Orgaaninen aines vähentää vesissä olevien metallien toksisuutta vesieliöstölle sitomalla metalleja eli vähentää metallien biosaatavuutta. Laskentatyökalu mitä todennäköisimmin yliarvioi orgaanisen aineksen vaikutusta nikkelin biosaatavuuteen, koska laskentatyökalu ei huomioi veden muiden metallien sitoutumista orgaaniseen ainekseen. Orgaaninen aines sitoutuu nikkeliä mieluummin mm. vedessä esiintyviin kolmenarvoisiin metallikationeihin, kuten alumiiniin ja ferrirautaan, joiden pitoisuudet ovat yleisesti paljon nikkelpitoisuutta korkeammalla tasolla suovaltaisilla valuma-alueilla.

Nikkelpitoisuus on laskenut Kivijärven keskiosalla vuodesta 2013 lähtien johtuen paljolti nikkelin pidättymisestä sedimenttiin (Ramboll Finland 2016). Myös Laakajärvestä ja Kiltuassa nikkelpitoisuuden trendi on laskeva (Kuva 6-18).

Liukoisen **sinkin** pitoisuudet Lumijoessa, Kivijoessa ja Kivijärven pintakerroksessa ovat olleet keskimäärin 12–14 µg/l ja Kivijärven alusvedessä keskimäärin <5–13 µg/l. Suurimmillaan sinkin pitoisuudet ovat olleet näissä vesissä 18–44 µg/l. Laakajärvestä ja Kiltuanjärvestä liukoisen sinkin pitoisuudet ovat olleet päällyksivedessä keskimäärin <5–7,3 µg/l ja alusvedessä <5–11 µg/l. Suurin pitoisuus on mitattu 23 µg/l Laakajärven pohjoisosasta (piste 13). Alempana vesistössä sinkkipitoisuus on ollut suurimmillaan Haapajärven syvänteessä 17 µg/l (Taulukko 6-7).

Liukoisen **arseenin** pitoisuudet ovat olleet alle määritysrajan (<1 µg/l) kaikissa näytteissä. Liukoisen **kadmiumin** keskimääräiset pitoisuudet ovat olleet pääosin alle määritysrajan 0,03 µg/l (Taulukko 6-7). Hieman määritysrajaa suurempia keskimääräisiä pitoisuuksia on todettu Lumijoessa (0,05 µg/l) ja Kivijärvestä (0,04 µg/l) ja yksittäisiä korkeampia pitoisuuksia (0,07–0,13 µg/l) em. paikkojen lisäksi Kivijoessa ja Laakajärvestä. Laakajärvestä pohjoisosassa (piste 13) alusveden suurin pitoisuus oli 0,51 µg/l. Kadmiumpitoisuudet olivat yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta pienempiä kuin kovuudesta riippuva ympäristölaatunormi (tausta + AA EQS, 0,1 µg/l vuositasolla vesimassassa keskimäärin). Yksittäisissä näytteissä veden kovuudesta riippuva MAC-EQS-taso ei ylittynyt.

Liukoisen **uraanin** pitoisuudet Lumijoessa, Kivijoessa ja Kivijärven pintakerroksessa ovat olleet keskimäärin 0,16–0,28 µg/l, Kivijärven alusvedessä keskimäärin 1,2–2,4 µg/l ja suurimmillaan 1,7–8,6 µg/l. Laakajärvestä Nurmijoen Koirakoskelle uraanipitoisuudet ovat olleet pääosin alle määritysrajan 0,1 µg/l. Laakajärven pohjoisosassa (piste 13) suurin uraanipitoisuus on ollut 0,27 µg/l (Taulukko 6-7). Uraanipitoisuuden raja-arvo

juomavedelle Suomessa on 30 µg/l (Taulukko 6-4). Kanadassa pitkäaikaisen altistumisen raja-arvo on 15 µg/l ja lyhytaikaisen altistumisen raja-arvo 33 µg/l (Taulukko 6-6).

Liukoisen **kuparin** pitoisuudet ovat olleet pääosin alle määräysrajan <1 µg/l, ja suurin kuparipitoisuus 1,9 µg/l havaittiin Haapajärvässä (Taulukko 6-7). Liukoisen **koboltin** pitoisuudet ovat olleet pääosin alle määräysrajan 0,5 µg/l. Kivijärven alusvedessä suurimmat kobolttipitoisuudet ovat olleet tasoa 5 µg/l lukuun ottamatta Kivijärven keskiosan yksittäistä tulosta 33 µg/l (Taulukko 6-7). Liukoisen **bariumin** pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 5,9–49 µg/l. Päällysvedessä pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 10–12 µg/l ja alusvedessä 9–39 µg/l (Taulukko 6-7). Suurimmat pitoisuudet on havaittu Kivijärven alusvedessä. Yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta em. metallipitoisuudet ovat olleet pieniä.

Liukoisen **kromin** pitoisuudet ovat olleet pääosin alle määräysrajan 1,0 µg/l. Suurimmillaan kromin määrä oli 2,7 µg/l Kivijärven eteläosassa ja Laakajärven pohjoisosassa. Liukoisen **lyijyn** ja liukoisen **antimonin** pitoisuudet ovat olleet alle 0,5 µg/l (liite 3).

6.7.2 Oulujoen suunta

6.7.2.1 Salmisen–Jormasjoen välinen alue

Terrafamen kaivokselta johdettavan veden ympäristövaikutukset alkoivat ensi kertaa näkyä alkuvuodesta 2010 Oulujoen suunnassa Salmisessa ja Kalliojärvässä ja vuonna 2011 lievästi myös Jormasjoessa (Kuva 6-19). Vaikutukset näkyivät mm. sulfaatti- ja natriumpitoisuuksien sekä sähkönjohtavuusarvojen kasvuna.



Kuva 6-19. Näytteenottoaikat vanhalla purkureitillä välillä Salminen–Jormasjoki. J4 myös automaattimittausasema.

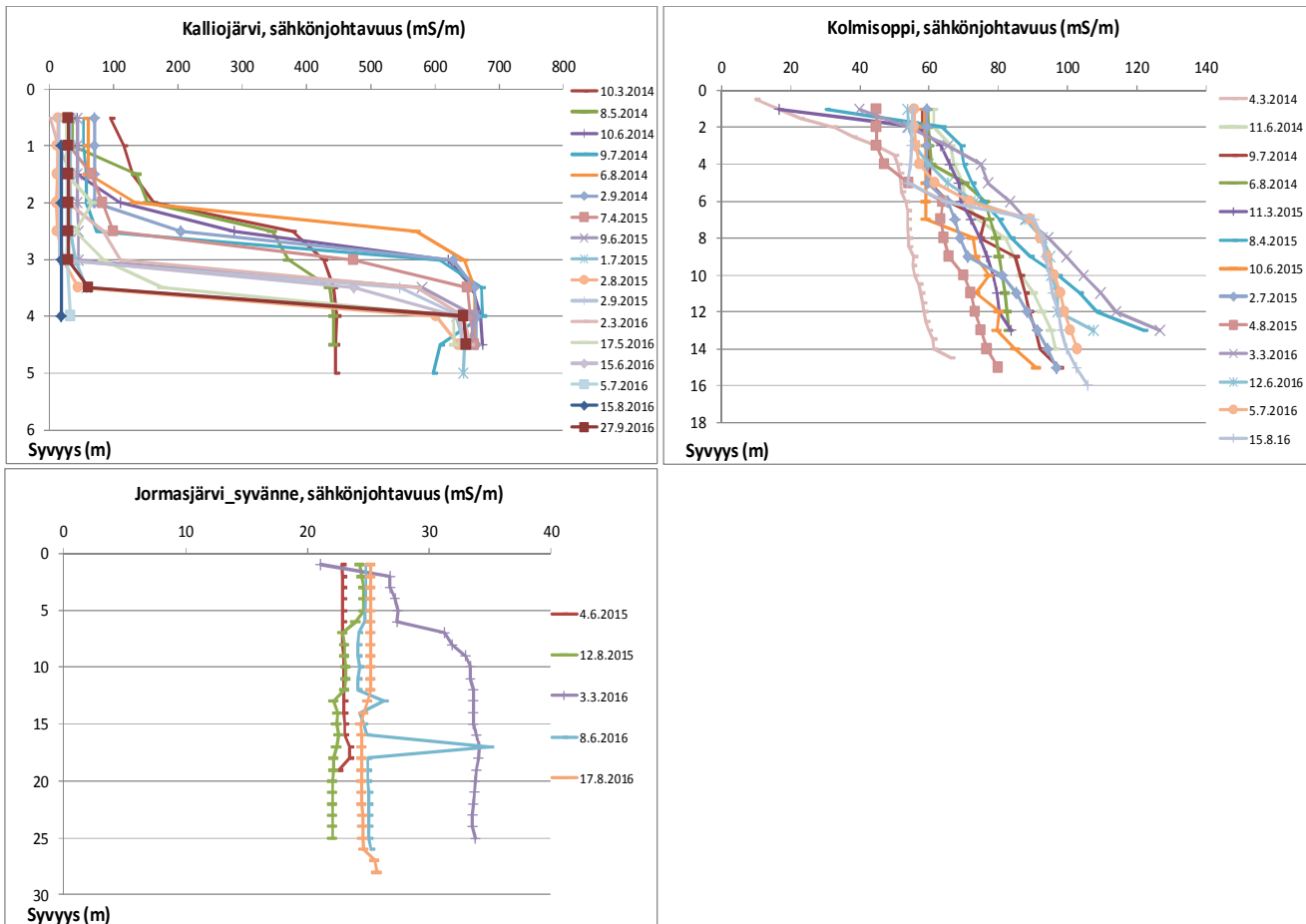
Sähkönjohtavuus on ollut välillä Salminen-Tuhkajoki päällyksvedessä vuosina 2014–2016 keskimäärin 47–85 mS/m lukuun ottamatta Kuusijokea, jossa sähkönjohtavuus oli keskimäärin 228 mS/m (Taulukko 6-8). Salmisen ja Kalliojärven alusvedessä sähkönjohtavuus on ollut keskimäärin 566–1047 mS/m ja Kolmisopessa 98 mS/m. Jormasjärven ja Jormasjoessa sähkönjohtavuus on ollut pintakerroksessa keskimäärin 19–23 mS/m ja Jormasjärven alusvedessä 26–37 mS/m. Sähkönjohtavuusarvojen vaihteluväli Jormasjärven alusvedessä oli 3,5–53 mS/m.

Kenttämittausten perusteella Kalliojärvi on voimakkaasti suolakerrostunut (Kuva 6-20). Päällyksveden sähkönjohtavuudet ovat laskeneet jonkin verran vuoden 2014 tasolta, mutta alusvedessä arvot ovat edelleen korkeita, noin 650 mS/m. Suolainen kerros on vuosina 2015–2016 hieman ohentunut vuoden 2014 tasosta, jolloin sähkönjohtavuus nousi tasolle >200 mS/m noin 2,5 metrin syvyydessä. Vuonna 2016 tämä sähkönjohtavuuden taso saavutettiin noin 3,5–4 metrin syvyydessä. Heinä-elokuussa 2016 vedet olivat sähkönjohtavuuden perusteella sekoittuneet 4 metrin syvyyteen asti sähkönjohtavuuden ollessa tasoa 18–32 mS/m. Syyskuussa 2016 sähkönjohtavuus oli 4–4,5 metrin syvyydellä noin 650 mS/m.

Kolmisopessa vedet ovat olleet kenttämittausten perusteella jossain määrin suolakerrostuneet kaikilla havaintokerroilla vuosina 2014–2016 (Kuva 6-20). Huomattava on, että kenttämittauksia ei ole tehty lokakuussa, jolloin vedet ovat kiertäneet vuosina 2014 ja 2015 (Kuva 6-23).

Jormasjärven syvänpisteellä koko vesimassa on ollut suolaisuuden suhteen varsin tasalaatuista pinnasta pohjaan kesällä 2015 ja 2016. Sähkönjohtavuuden arvot ovat

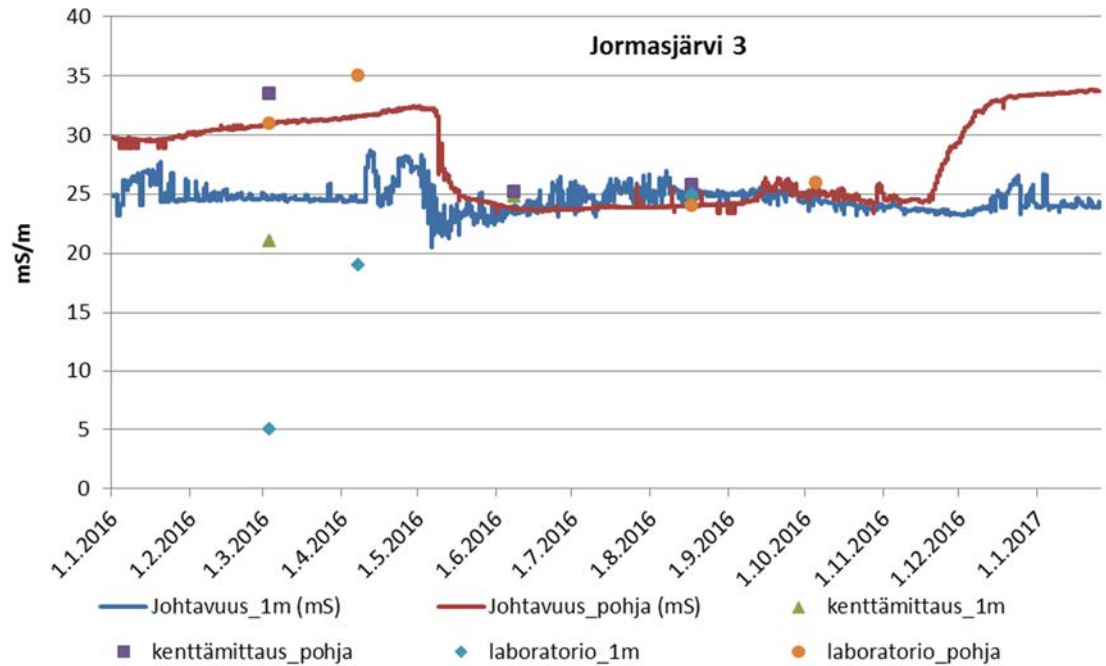
hieman kasvaneet vuonna 2016 vuoteen 2015 verrattuna. Maaliskuussa 2016 vedet olivat lievästi suolakerrostuneet (Kuva 6-20).



Kuva 6-20. Sähkönjohtavuus kenttämittausten perusteella Kalliojärvessä, Kolmisopessa ja Jormasjärvessä eri vesisyvyyksissä v. 2014/2015–2016.

Automaattinen mittausasema J4, Jormasjärvi

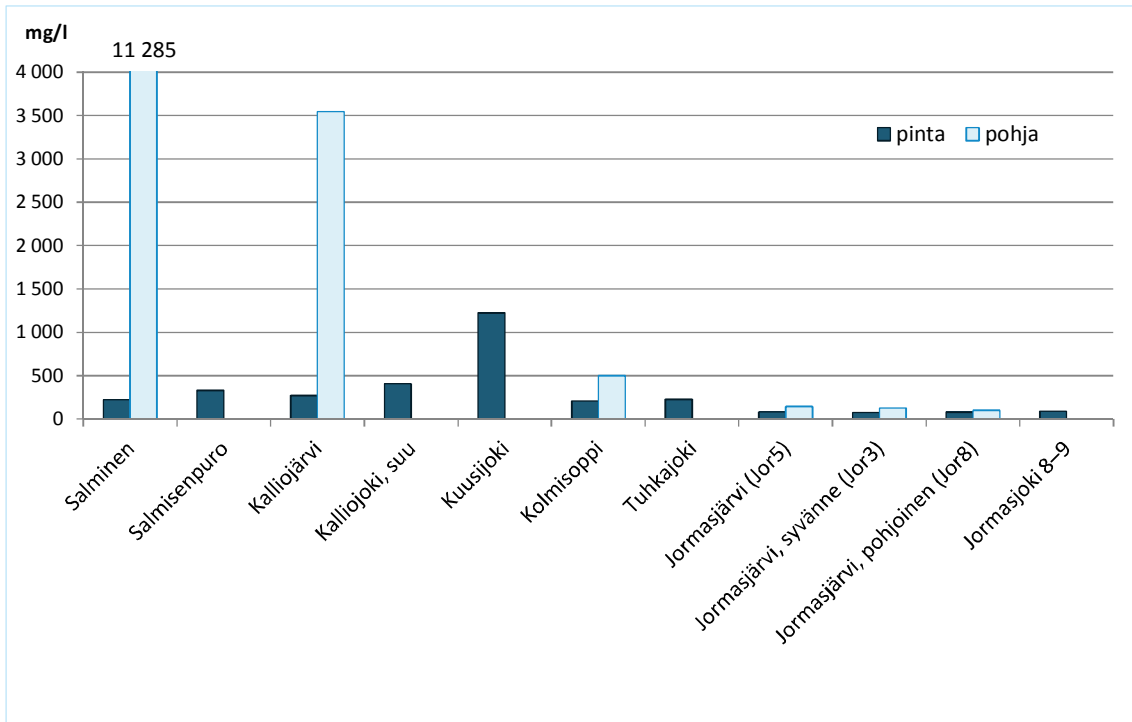
Jormasjärven syvänteen kenttämittaukset ja jatkuvatoimisen mittarin aineisto ovat olleet kevään hajonnan jälkeen keskenään hyvin linjassa ja jatkuvatoiminen sähkönjohtavuuden mittaus on toiminut hyvin (Kuva 6-21). Joulukuussa 2016 havaittiin talvikerrostuneisuuden myötä alusvedessä sähkönjohtavuuden nousevan automaattisen mittausaineiston perusteella. Sähkönjohtavuuden nousu liittyy todennäköisesti normaaliin kerrostuneisuus aikaan. Automaattisen mittausaseman tulosten perusteella sähkönjohtavuus on ollut pintakerroksessa noin 25 mS/m ja pohjan läheisyydessä 23–34 mS/m.



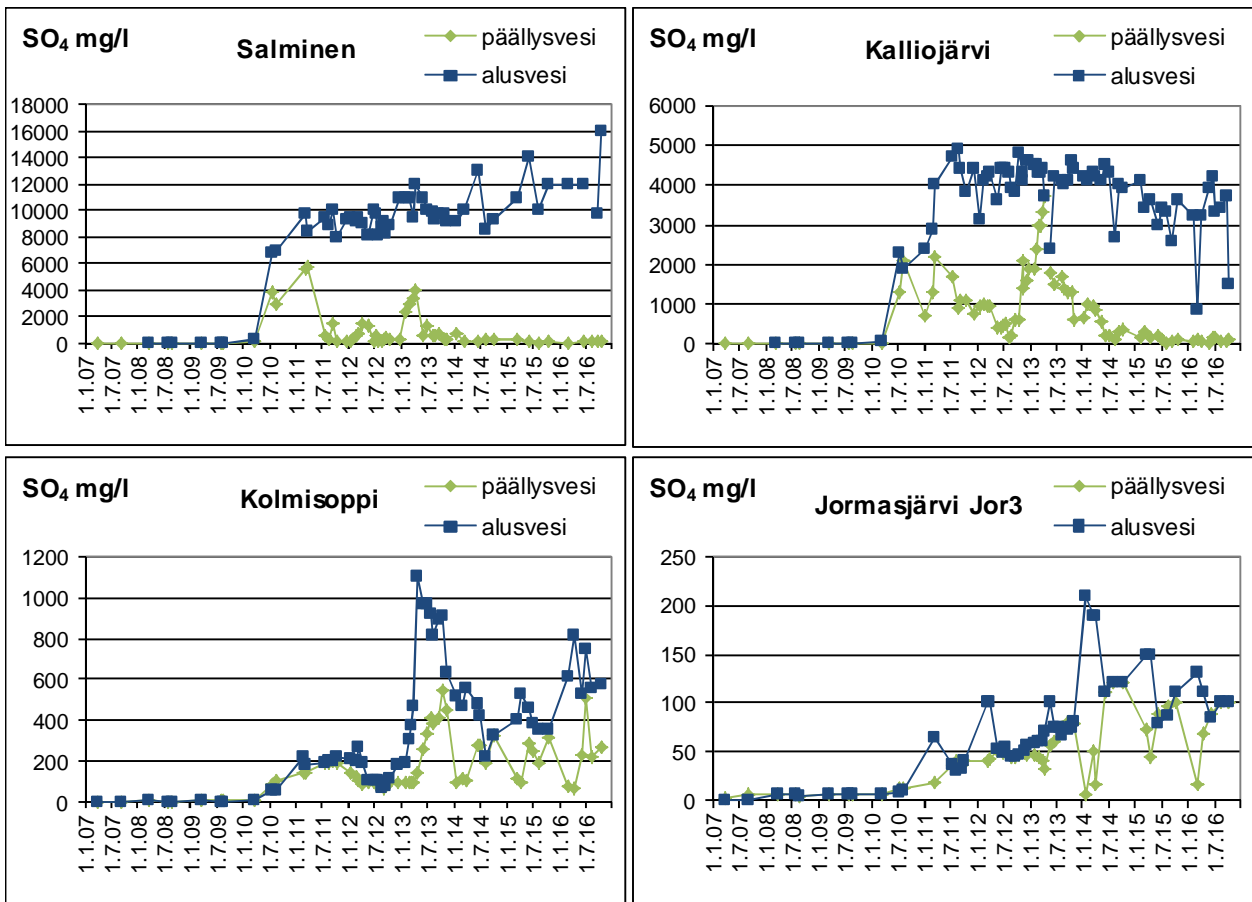
Kuva 6-21. Jormasjärven syvänteen (Jor3) automaattisen mittausaseman tuottama sähkönjohtavuusaineisto, kenttämittausten tiedot sekä vedenlaatuhavainnot vuonna 2016.

Sulfaattipitoisuudet ovat olleet sähkönjohtavuusarvojen tapaan suuria kaivoksen lähivesissä. Välillä Salmisen-Tuhkajoki sulfaattipitoisuus on ollut päällysvedessä keskimäärin 210–396 mg/l lukuun ottamatta Kuusijokea, jossa keskimääräinen sulfaattipitoisuus oli 1210 mg/l (Taulukko 6-8, Kuva 6-22). Salmisen ja Kalliojärven alusvedessä sulfaattipitoisuus on ollut keskimäärin 3544–11285 mg/l ja Kolmisopessa 502 mg/l. Jormasjärven ja Jormasjoessa sulfaattipitoisuus on ollut pintakerroksessa keskimäärin 74–91 mg/l ja Jormasjärven alusvedessä keskimäärin 100–145 mg/l. Sulfaattipitoisuuden vaihteluväli Jormasjärven alusvedessä on ollut 7–240 mg/l.

Salmisessa alusveden sulfaattipitoisuuden trendi on kasvava johtuen vesien konsentroitumisesta pohjan tuntumassa, sillä Salmisen kautta ei ole johdettu vesiä vuosiin. Kalliojärven sulfaattipitoisuuden trendi on lievästi laskeva. Kolmisopessa alusveden korkeimmat sulfaattipitoisuudet on todettu keväällä 2013 ja Jormasjärven sulfaattipitoisuudet on todettu talvella 2014 (Kuva 6-23).

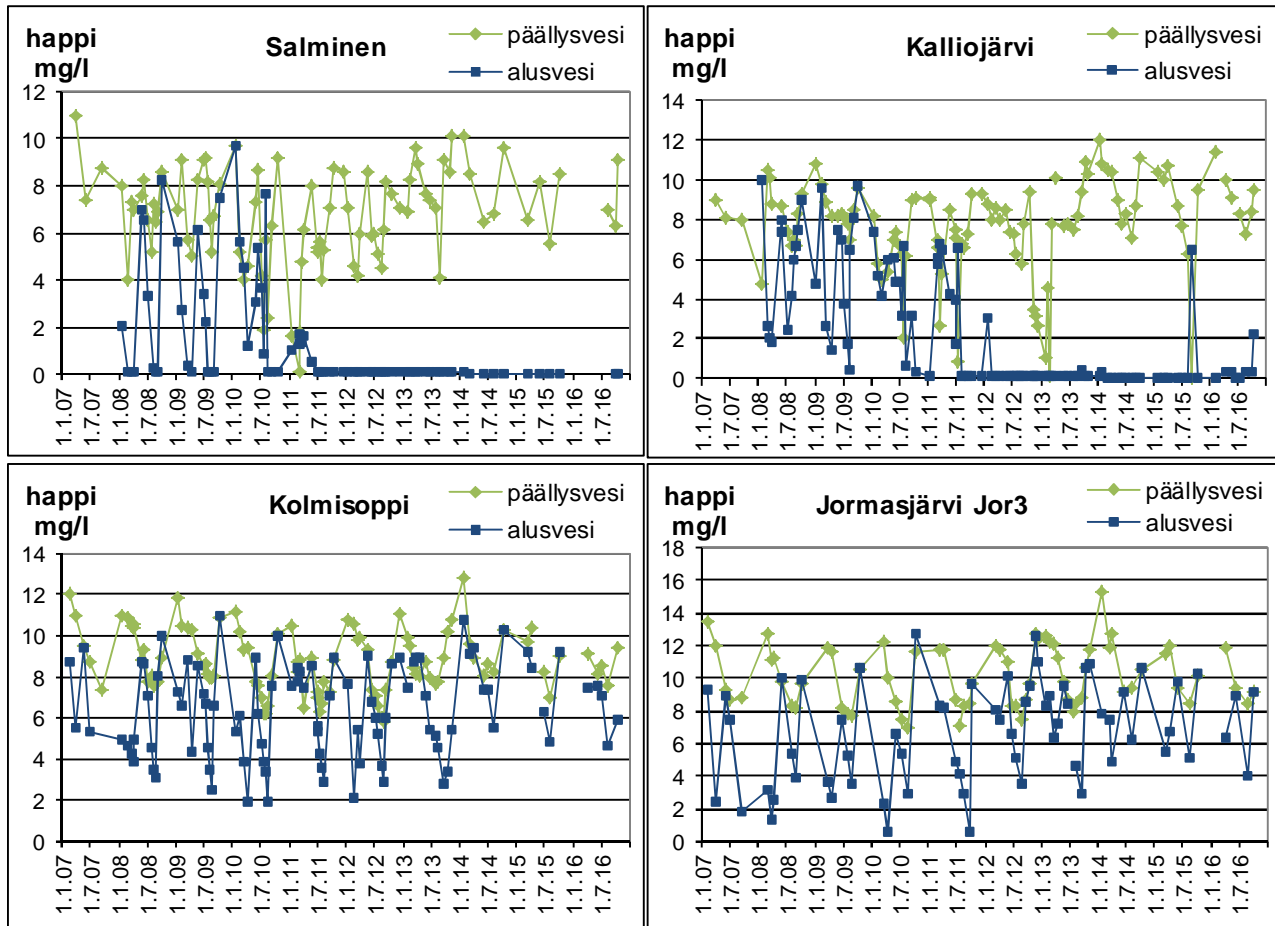


Kuva 6-22. Sulfaattipitoisuus Oulujoen reitillä välillä Salminen–Jormasjoki vuosien 2014–2016 keskiarvona.



Kuva 6-23. Sulfaattipitoisuuden kehitys Salmisessa, Kalliojärvässä, Kolmisopessa ja Jormasjärvässä vuosina 2007–2016.

alimmillaan huono (kyll-% min. 10–37 %). Päälysveden happitilanne on vaihdellut Salmisen välttävistä Jormasjärven hyvään. Jokipisteillä, Salmisenpurossa, Kalliojoessa, Kuusijoessa, Tuhkajoessa ja Jormasjoessa, happitilanne on ollut keskimäärin hyvä, alimmillaan tyydyttävä lukuun ottamatta Kuusijokea, jossa happitilanne on ollut alimmillaan välttävää tasoa (kyll-% min. 66). Kolmisopessa ja Jormasjärven alusveden happitilanne on lievästi parantunut viime vuosina (Kuva 6-24).



Kuva 6-24. Happipitoisuuden kehitys Salmisessa, Kalliojärven, Kolmisopessa ja Jormasjärven vuosina 2007–2016.

Vedet ovat koko tarkastelualueella olleet pääosin happamia keskimääräisten **pH-arvojen** vaihdella pintakerroksessa välillä 5,0–6,3 ja järvien alusvedessä välillä 4,0–6,1 (Taulukko 6-8). Alimmillaan pH on ollut Salmisessa ja korkeimmillaan Jormasjoessa. Kuusijoessa pH on ollut käsiteltyjen purkuvesien kalkituksesta johtuen korkeampi, keskimäärin 6,8 ja vaihteluväli 6,2–9,9. Salmisen alusveden pH on ollut tasolla 4 kevästä 2013 lähtien (liite 3). Kalliojärven alusveden pH on noussut aiemmin havaitusta tasolle 5,6–6,3 ja Kolmisopessa tasolle 6-6,5.

Kemiallisen hapenkulutus-arvojen (COD_{Mn}) perusteella kaivosalueen lähivesissä on melko paljon orgaanista ainesta, joka tummentaa vesiä, mutta vähentää vesissä olevien metallien toksisuutta vesieliöstölle sitomalla metalleja. COD_{Mn}-arvot ovat olleet päälysvesissä keskimäärin tasoa 11–31 mg/l. Suurin COD_{Mn}-keskiarvo on havaittu Salmisessa ja pienin Kuusijoessa (Taulukko 6-8). **Orgaanisen kokonaishiilen (TOC)** pitoisuus on ollut keskimäärin 10–20 mg/l (vaihteluväli 4–51 mg/l). Salmisen ja Kalliojärven alusvedet ovat **sameita** ja niissä on runsaasti **kiintoainesta**, mutta muilta osin sameus ei ole huomattavaa. **Kovuudeltaan** vedet ovat pääosin pehmeitä, Jormasjärven erittäin pehmeitä. Purkuvesien kalkitsemisen seurauksena Salmisen ja Kalliojärven alusvesi ja Kuusijoen vesi on keskimäärin erittäin kovaa ja Kalliojoen kovahkoa.

Kaivosvedet eivät aiheuta juurikaan fosforipäästöjä. Myös Terrafamen typpipäästöt ovat hyvin pieniä verrattuna kaivosvesiin yleisesti, koska mikrobit hajottavat kasoille päätyvää typpeä. Järvivesien kerrostuminen suolaisuuden suhteen voi aiheuttaa alusveden hapettomuutta, mikäli sulfaattipitoisuus on korkea, minkä seurauksena ravinteita voi vapautua pohjasedimentistä veteen. Kaivosvesien vaikutusalueella rehevöitymisketitystä ei ole ollut havaittavissa. **Kokonaisfosforipitoisuudet** ovat olleet päällyksvedessä pieniä, keskimäärin 8–17 µg/l, lukuun ottamatta Kuusijokea, jossa keskipitoisuus oli 23 µg/l. Järvien alusvedessä kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet yleensä samaa tasoa tai pienempiä kuin päällyksvedessä, keskimäärin 5–11 µg/l (Taulukko 6-8). **Kokonaistyyppipitoisuudet** ovat olleet päällyksvedessä keskimäärin 363–670 µg/l, lukuun ottamatta Kuusijokea, jossa keskipitoisuus on ollut 1118 µg/l (Taulukko 6-8). Suurimmillaan typpipitoisuudet ovat olleet Salmisen ja Kalliojärven alusvedessä, keskimäärin 3200–3669 µg/l. Kolmisopessa alusveden keskimääräinen typpipitoisuus on ollut 594 µg/l ja Jormasjärvessä 376–489 µg/l. Kasviplanktonin määrää kuvaava **aklorofyllipitoisuus** on ollut järvissä pieniä, keskimäärin 1,5–4,4 µg/l. Pienimmillään pitoisuudet ovat olleet Salmisessa ja suurimmillaan Jormasjärvessä. Salmisen ja Kalliojärven pitoisuudet ilmentävät karuutta ja Kolmisopen sekä pääosin myös Jormasjärven lievää rehevyyttä. Etenkin Salmisessa ja Kalliojärvessä mm. veden happamuus ja suolaisuus sekä korkeat metallipitoisuudet ovat vaikuttaneet perustuotantoon.

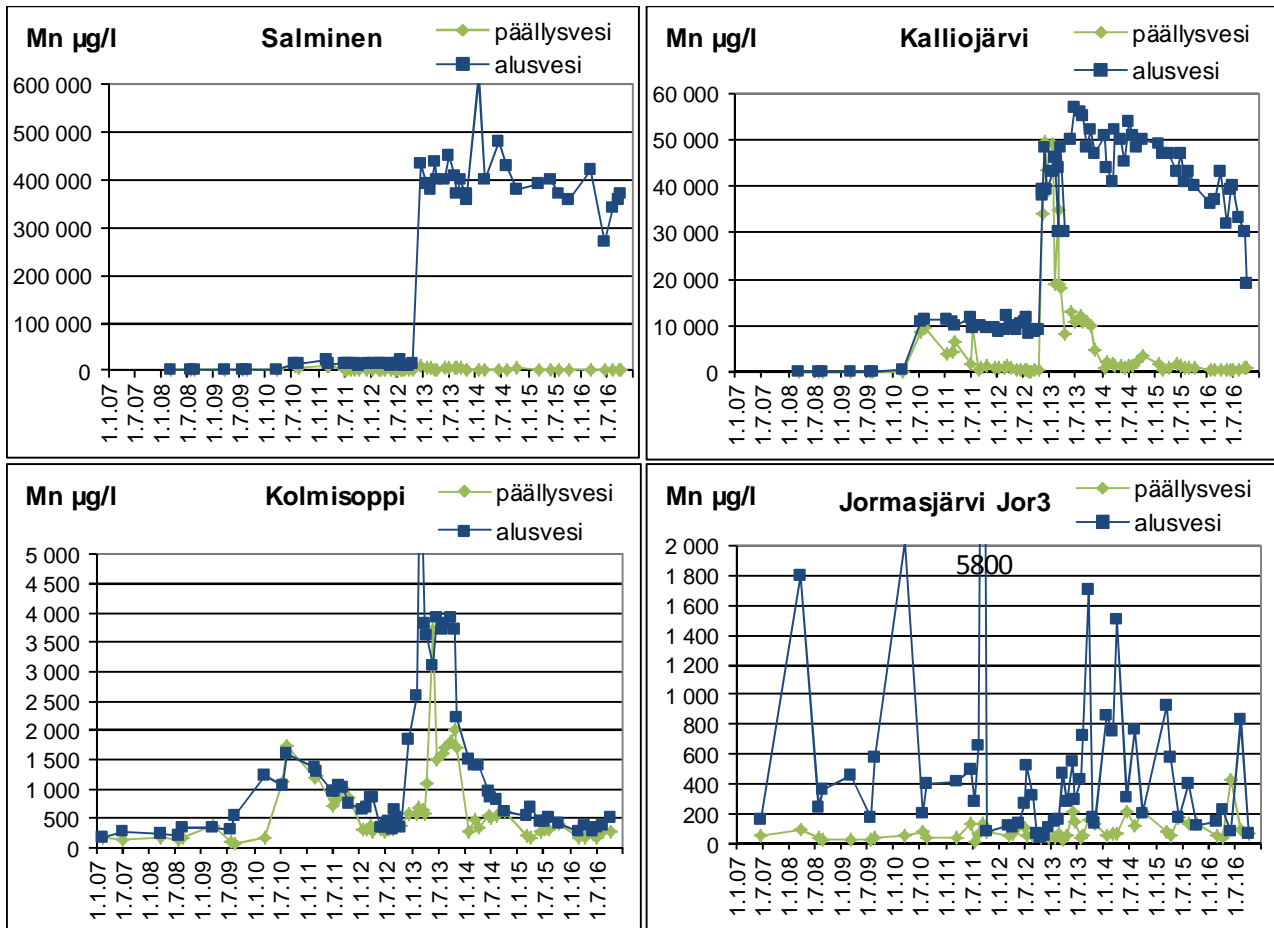
Metallit

Kaivoksen purkuvedet sisältävät mangaania, jota kulkeutuu myös alapuolisiin vesistöihin. Oulujoen suuntaan johdettujen purkuvesien mangaanipitoisuudet ovat laskeneet viime vuosina. Mangaania vapautuu veteen myös pohjasedimentistä vesien kerrostamisen ja sitä seuraavan happitilanteen heikkenemisen seurauksena, jolloin alusveden mangaanipitoisuudet voivat nousta myös luonnostaan korkeiksi (>1000 µg/l). **Mangaanipitoisuudet** ovat olleet kaivoksen lähivesissä korkeita. Salmisen ja Kalliojärven päällyksvedessä mangaanipitoisuudet ovat olleet keskimäärin 1146–1620 µg/l ja alusvedessä huomattavasti korkeampia (ka. n. 42 667–399 231 µg/l) (Taulukko 6-8). Pitoisuudet kasvoivat huomattavasti loppuvuodesta 2012 lähtien kipsisakka-altaan vuodon seurauksena (Kuva 6-25). Kuusijoessa keskimääräinen mangaanipitoisuus (949 µg/l) on ollut noin kaksinkertainen Kalliojokeen verrattuna. Jormasjärven päällyksvedessä ja Jormasjoessa mangaanipitoisuudet ovat olleet alhaisia (ka. 81–144 µg/l), mutta alusvedessä on todettu kohonneita pitoisuuksia (ka. 497–1239 µg/l). Salmisessa, Kalliojärvessä ja Kolmisopessa sekä Jormasjärven alusvedessä mangaanipitoisuudet ovat laskusuunnassa (Kuva 6-25). Myös Tuhkajoessa ja Jormasjoessa mangaanipitoisuudet ovat viime vuosina laskeneet (liite 3).

Rautapitoisuus noudattelee pääpiirteissään mangaanipitoisuuden jakaumaa. Humuksisissa luonnonvesissä rautaa on yleensä enemmän kuin mangaania. Rautapitoisuus on ollut Salmisen päällyksvedessä keskimäärin 2386 µg/l, Kuusijoessa 2186 µg/l, Kalliojoessa 1540 µg/l, Tuhkajoessa 837 µg/l ja Jormasjärven päällyksvedessä 392–683 µg/l ja Jormasjoessa 266 µg/l (Taulukko 6-8). Salmisen ja Kalliojärven alusvedessä rautapitoisuudet ovat olleet huomattavasti tätä tasoa korkeampia (ka. 90 037–548 462 µg/l). **Alumiinipitoisuus** on ollut päällyksvesissä keskimäärin 116–741 µg/l ollen korkeimmillaan Salmisessa ja alimmillaan Jormasjoessa (Taulukko 6-8). Etenkin Salmisen alusvedessä alumiinipitoisuudet ovat olleet hyvin korkeita (ka. 221 539 µg/l). Rauta- ja alumiinipitoisuuksien trendit ovat pääosin laskevia vanhalla purkureitillä (liite 3).

Liukoisen **nikkelin** pitoisuudet ovat olleet päällyksvedessä keskimäärin 8–30 µg/l, ja suurin keskipitoisuus on havaittu Kuusijoessa (Taulukko 6-8). Salmisen alusvedessä nikkelin keskipitoisuus on ollut 4 877 µg/l ja Kalliojärven alusvedessä 265 µg/l. Pohjois-Suomen AVI:n päätöksen (nro 52/2013/1, 31.5.2013) mukaan sekoittumisvyöhykke, jossa nikkelipitoisuus saa ylittää päätöksessä annetun ympäristölaatu normin 33 µg/l, ulottuu Oulujoen suunnalla Kolmisoppeen asti. Asetuksen 1308/2015 mukainen suurin

sallittu liukoisen nikkelin pitoisuus (MAC-EQS, 34 µg/l) on ylittynyt Jormaslahden eteläosan pisteellä yhden kerran (59 µg/l) talvella 2016. Asetus 1308 tuli voimaan joulukuussa 2015. Nikkelipitoisuudet ovat laskusuunnassa, mutta ovat etenkin Salmisen alusvedessä edelleen hyvin korkeita (Kuva 6-26). Myös Jormasjoessa nikkelpitoisuudet ovat laskeneet vuodesta 2014.

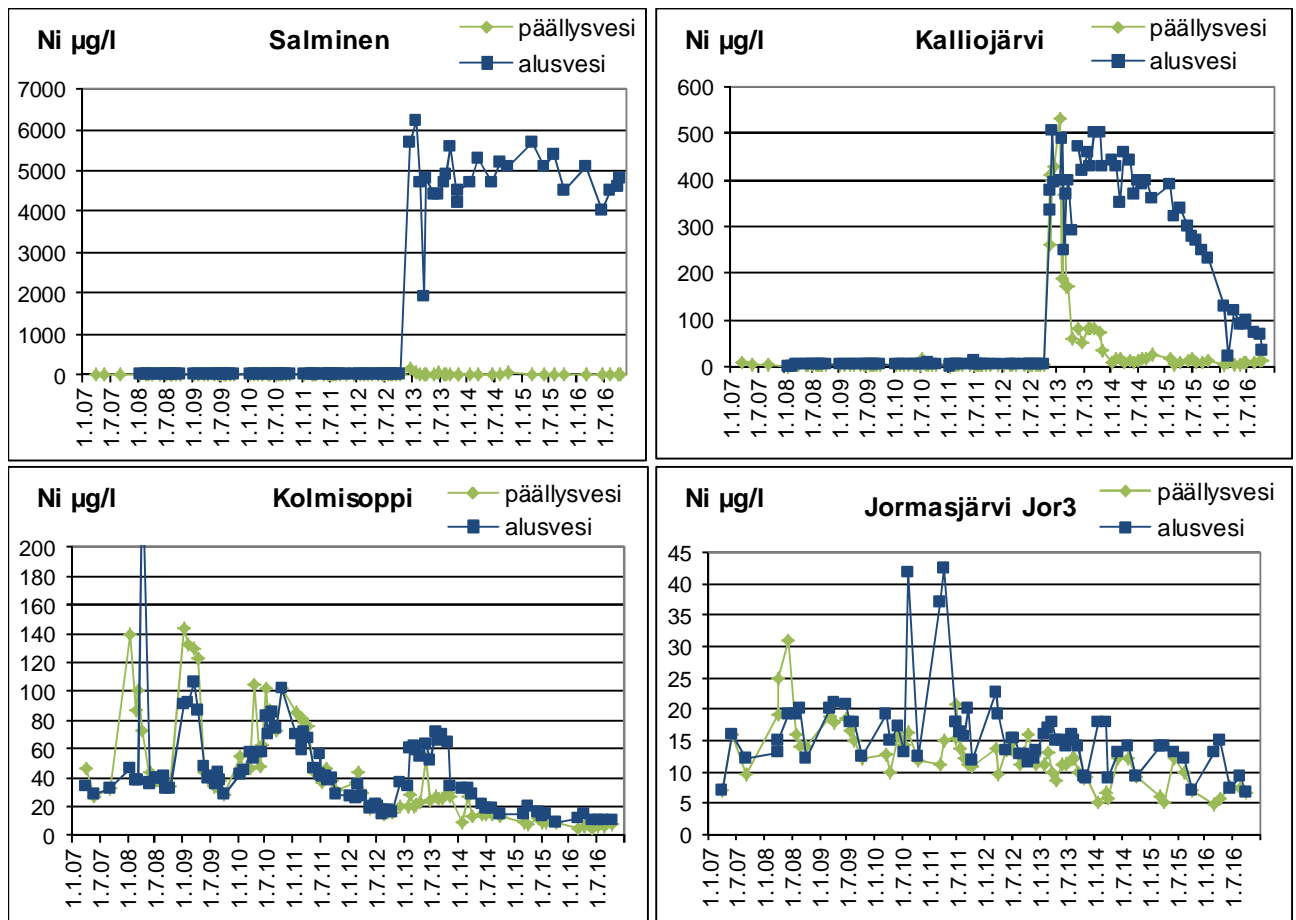


Kuva 6-25. Mangaanipitoisuuden kehitys Salmisessa, Kalliojärvessä, Kolmisopessa ja Jormasjärvessä vuosina 2007–2016.

Nikkelin ympäristölaatunormi (tausta + AA-EQS) on annettu nikkelin biosaatavalle pitoisuudelle koko vesipatsaan vuosikeskiarvona. Biosaatava nikkelpitoisuus voidaan laskea ympäristöhallinnon suosittelemalla biosaatavuuden Bio-met-laskentatyökalulla (Bio-met, Bioavailability Tool, versio 2.3). Laskennassa liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuuden arvioitiin olevan 80 prosenttia orgaanisen kokonaishiilen (TOC) pitoisuudesta. Muina muuttujina laskennassa hyödynnettiin mittauskertojen pH-tuloksia ja kalsiumpitoisuuksia. Nikkelin biosaatavan pitoisuuden ympäristölaatunormi (VN asetus 1308/2015) on 5,0 µg/l. Tuhkajoen biosaatavan nikkelin laskennallinen pitoisuus on vuosina 2014–2016 ollut keskimäärin 3,0–1,1 µg/l ja Jormasjärven eteläosan pitoisuus 3,4–2,8 µg/l eli ympäristölaatunormin taso ei ole ylittynyt. Alempana vesistössä nikkelpitoisuudet ovat olleet pienempiä, joten biosaatavat nikkelpitoisuudet eivät ylitä ympäristölaatunormia.

Vuonna 2016 laaditun taustapitoisuus selvityksen (Ramboll Finland Oy 2015b) mukaan mustaliuskealueen purovesissä raskasmetallien, kuten nikkelin, pitoisuudet ovat suurempia kuin muualla lähialueilla. Selvityksessä nikkelille on esitetty taustapitoisuusarvoksi 7,6 µg/l, jolloin liukoisen nikkelin ympäristölaatunormi EQS olisi 20+7,6=27,6

µg/l. Huomioitava on, että tilastollisesti 5 % ennen vuotta 2007 tehdyistä havainnoista ylitti nikkelipitoisuuden 49,5 µg/l (Ramboll Finland Oy 2015b).



Kuva 6-26. Nikkelipitoisuuden kehitys Salmisessa, Kalliojärvässä, Kolmisopessa ja Jormasjärvässä vuosina 2007–2016.

Liukoisien **sinkin** pitoisuudet ovat olleet päälysvedessä keskimäärin 8–56 µg/l. Suurimmillaan pitoisuudet ovat olleet Jormasjärven eteläosassa ja pienimmillään Kalliojärvi-Salminen alueella. Salmisen alusvedessä sinkkipitoisuus on ollut keskimäärin 811 µg/l, Kalliojärven alusvedessä 38 µg/l ja Jormasjärven alusvedessä 28–34 µg/l (Taulukko 6-8).

Liukoisien **arsenin** pitoisuudet ovat olleet alle määrittäysrajan (<1 µg/l) Salmisen alusvettä lukuun ottamatta kaikissa näytteissä (liite 3). Liukoisien **kadmiumin** keskimääräiset pitoisuudet ovat olleet päälysvedessä pääosin pieniä, keskimäärin <0,03–0,24 µg/l. Suurimmillaan päälysveden pitoisuudet ovat olleet Jormasjärven eteläosassa. Järvien alusvedessä pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 0,08–1,8 µg/l, ja suurimmat pitoisuudet on mitattu Salmisen alusvedestä (Taulukko 6-8). Liukoisien kadmiumin ympäristönlautunormi on kohdealueen taustapitoisuus huomioiden 0,1–0,8 µg/l (Kauppi ym. 2013). Maksimipitoisuus (MAC-EQS) on kovuusluokasta riippuen 0,45–1,5 µg/l. Salmisessa ympäristönlautunormi on ylittynyt vuosina 2014–2016 (ka. pitoisuudet 1,2–1,4 µg/l) väli- ja alusveden korkeista pitoisuuksista johtuen (liite 3). Myös yksittäisissä näytteissä enimmäispitoisuus on ylittynyt väli- ja alusvedessä. Veden kovuus huomioiden Kolmisopessa ympäristönlautunormi ei ole ylittynyt. Jormasjärven eteläosassa ympäristönlautunormi (tausta+AA EQS, 0,1 µg/l vuositasolla vesimassassa keskimäärin kovuusluokassa 1 ja 2) on ylittynyt hieman vuosina 2014–2016. Jormasjärven syvännepisteellä

ja pohjoisosalla normi ei ylittynyt vuonna 2016 ja ylitys oli lievä (havaitut pitoisuudet 0,11–0,12 µg/l) vuosina 2014 ja 2015 (liite 3).

Liukoisen **uraanin** pitoisuudet ovat olleet välillä Salminen-Tuhkajoki päällyksivedessä keskimäärin 0,15–0,7 µg/l ja alempana vesistössä keskimäärin määräysrajaa 0,1 µg/l pienempiä tai määräysrajalla. Salmisen alusvedessä uraanipitoisuus on ollut keskimäärin 369 µg/l ja Kalliojärven 5,6 µg/l (Taulukko 6-8). Talousveden laatuvaatimus uraanipitoisuudelle on 30 µg/l.

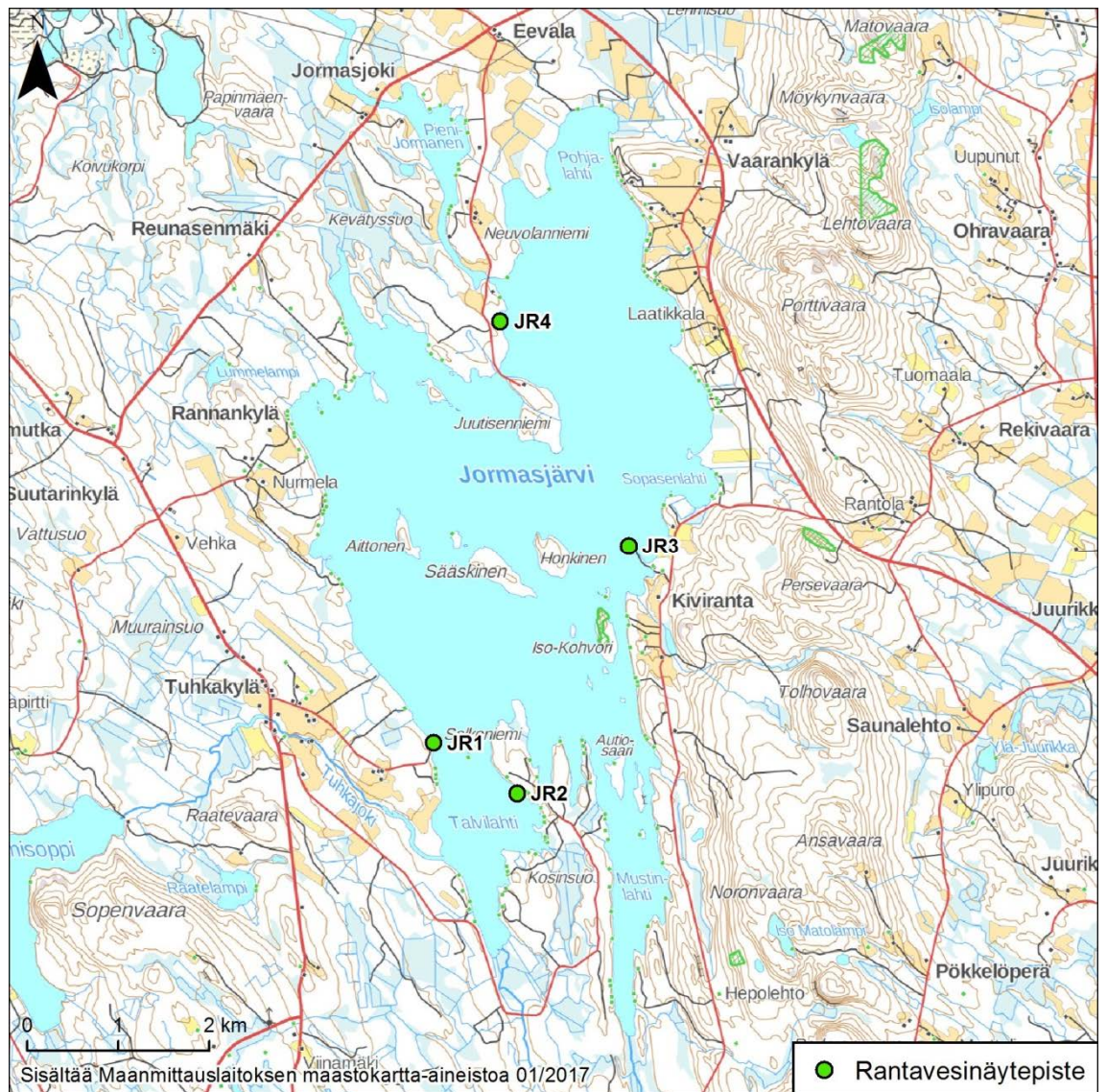
Liukoisen **bariumin** pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 11–27 µg/l, ja suurin keskipitoisuus on havaittu Kuusijoessa. Liukoisen **koboltin** pitoisuudet ovat olleet päällyksivedessä keskimäärin <0,5–4,7 µg/l, suurin keskipitoisuus on havaittu Kuusijoessa. Salmisen alusvedessä kobolttipitoisuus on ollut keskimäärin 84 µg/l ja Kalliojärven alusvedessä 9,5 µg/l. Liukoisen **kuparin** pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä <1–5 µg/l. Liukoisen **kromin** pitoisuudet ovat olleet pääosin määräysrajaa 1 µg/l pienempiä tai sen tuntumassa. Suurin pitoisuus (maks. 12 µg/l, ka 8,1 µg/l) on havaittu Salmisen alusvedessä. Myös liukoisen **lyijyn** pitoisuudet ovat olleet pääosin pienempiä kuin 0,5 µg/l. Suurin pitoisuus 2,9 µg/l on havaittu Salmisessa. Liukoisen **antimonin** pitoisuudet ovat olleet alle 0,5 µg/l kaikissa näytteissä. (Taulukko 6-8, liite 3)

Jormasjärveen laskevaan Talvijokeen päättyy jossain määrin valumavesiä Terrafamen kaivosalueelta Pirttipuroa pitkin (Ramboll Finland Oy 2015b). Talvijoen vesi on humuksista, tummaa ja hapanta. Kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}) on ollut vuosina 2014–2016 keskimäärin 35 mg/l, orgaanisen kokonaishiilen määrä (TOC) 24 mg/l ja pH 5,4. Sulfaattipitoisuus on ollut keskimäärin 22 mg/l ja sähkönjohtavuus 7,2 mS/m. Liukoisen kadmiumpitoisuus on vaihdellut välillä 0,1–0,64 µg/l (ka. 0,33 µg/l). Vuonna 2016 keskimääräinen kadmiumpitoisuus (0,16 µg/l) oli edellisvuosia alhaisempi ja alitti alueen taustapitoisuus huomioon ottaen ympäristölaatunormin (0,1–0,8 µg/l) tason. Nikkelipitoisuus on vaihdellut välillä 20–59 µg/l (ka. 39 µg/l). Vuonna 2016 keskimääräinen nikkelpitoisuus (25 µg/l) oli edellisvuosia alhaisempi. Asetuksen mukainen nikkelin enimmäispitoisuus (MAC EQS, 34 µg/l) ei ylittynyt vuonna 2016.

Jormasjärven rantavedet (JR1, JR2, JR3, JR4)

Jormasjärven ranta-alueelta on otettu näytteet elokuussa 2015 ja heinäkuussa 2016 purkuputkihankkeen ympäristötarkkailuesityksen mukaisesti neljästä eri havaintopaikasta (JR1, JR2, JR3, JR4) (Kuva 6-27). Näytepisteiden valinnassa pyrittiin huomiomaan alueiden asuin- ja virkistyskäyttö. Näytteet otettiin rannan läheisyydestä niin, että ne kuvaavat uima-, pesu-, sauna- ja kasteluveden laatua (Ramboll Finland Oy 2016).

Veden laadussa ei ollut käytännössä eroa näytepisteiden välillä eikä merkittävää eroa havaittu myöskään vuosien 2015 ja 2016 välillä (Taulukko 6-9). Veden laatu oli pääpiirteissään samaa tasoa kuin Jormasjärven muiden näytepisteiden päällyksiveden laatu (Taulukko 6-9). Jormasjärvestä analysoidut pitoisuudet täyttivät mangaania lukuun ottamatta Sosiaali- ja terveysministeriön asetukset talousvesien laatuvaatimukset ja laatusuosukset (STM 1352/2015, Taulukko 6-4). Mangaanipitoisuudet olivat vesistövesille tyyppillistä tasoa, ja vettä voidaan käyttää turvallisesti virkistyskäyttöön sekä sauna- ja pesuvedenä. Vuonna 2016 pisteellä JR3 sulfaattipitoisuus oli laskenut alle puoleen edellisvuodesta. Samaan aikaan pitoisuus oli noussut pisteellä JR1 (Taulukko 6-9). Nikkeli- ja kadmiumpitoisuudet alittivat VN:n asetuksen 1308/2015 mukaiset ympäristölaatunormien enimmäispitoisuudet (MAC-EQS Cd 0,45 µg/l pehmeät vedet ja Ni 34 µg/l).



Kuva 6-27. Rantavesinäytteiden ottopaikat Jormasjärvessä v. 2015 ja 2016.

Taulukko 6-9. Jormasjärven ranta-alueilta otettujen näytteiden vedenlaatu kesällä 2015 ja 2016.

	Näytteen- otto	Näyte- syv.	t	pH	Sähkön- joht.	SO ₄	Na	Hg	Cd	Mn	Ni	U
	pvm	m	°C		mS/m	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
J1	27.8.2015	0,1	17,9	6,4	25	80	19	<0,02	0,09	110	10,0	<0,1
J2	27.8.2015	0,1	18,9	6,4	26	98	20	<0,02	0,09	120	10,0	<0,1
J3	27.8.2015	0,1	19,4	6,6	25	92	19	<0,02	0,10	100	9,9	<0,1
J4	27.8.2015	0,1	18,9	6,5	24	90	19	<0,02	0,10	97	9,6	<0,1
JR1	5.7.2016	0,2	18,9	6,4	23	110	19	<0,02	0,07	72	8,5	<0,1
JR2	5.7.2016	0,2	18,2	6,4	23	100	18	<0,02	0,06	190	8,0	<0,1
JR3	6.7.2016	0,1	18,7	6,4	25	40	18	<0,02	0,06	73	7,5	<0,1
JR4	6.7.2016	0,1	18,9	6,5	26	77	18	<0,02	0,06	87	8,2	<0,1

6.7.2.2 Nuasjärven–Rehjan–Oulujärven alue

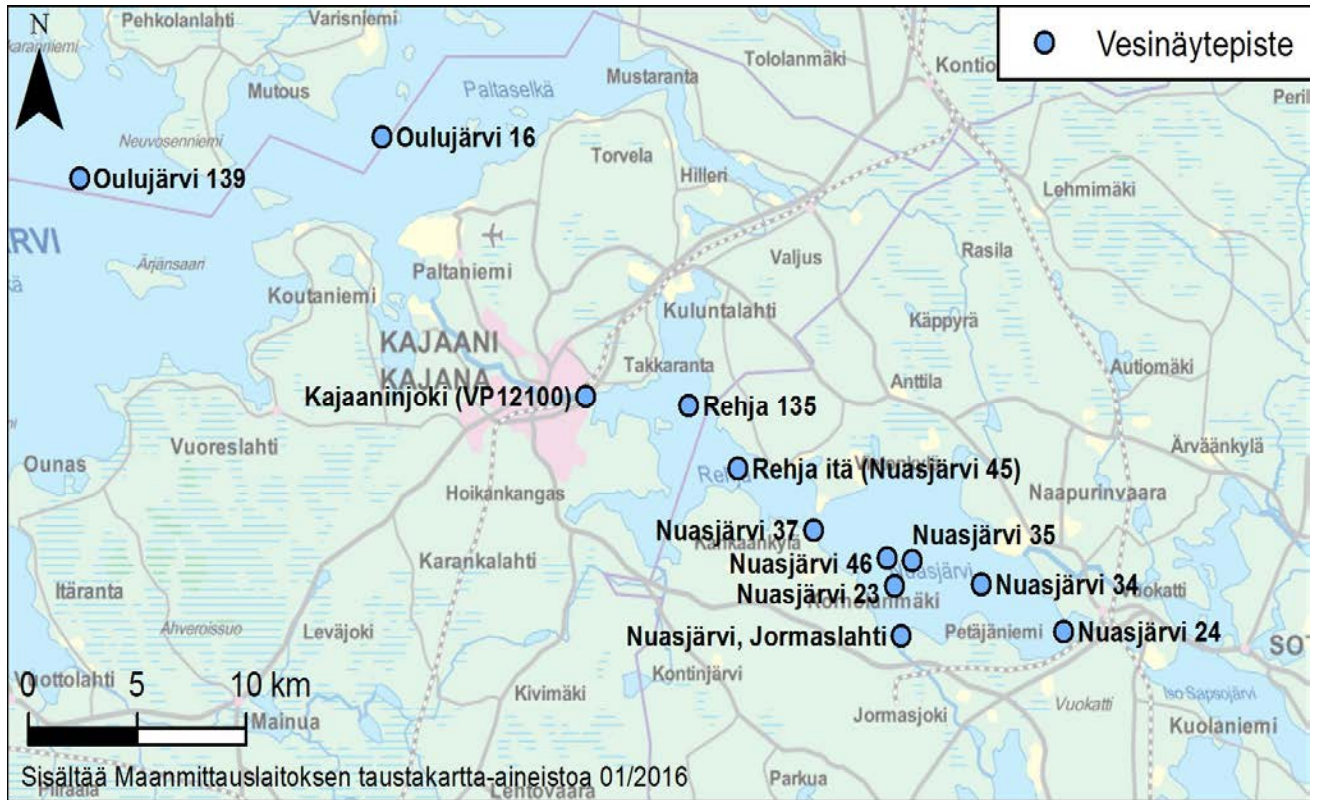
Rehja-Nuasjärvi on tyytely suureksi humusjärveksi (Sh). Veden laatu ilmentää hyvää tilaa. Hydrologis-morfologisesti vesistö ei ole voimakkaasti muutettu. Järven ekologinen ja kemiallinen tila on hyvä. Ekologinen ja kemiallinen luokitus perustuvat laajaan aineistoon (Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät, Hertta-tietokanta 21.11.2016).

Terrafamen kaivoksen käsiteltyjen purkuvesien vaikutus Nuasjärvessä ennen purkuputken käyttöönottoa on näkynyt sulfaatti- ja natriumpitoisuuksien kasvuna selvimmin Nuasjärven eteläosassa Jormaslahdella (Taulukko 6-10). Terrafamen kaivoksen prosessivesien johtaminen alkoi loppuvuodesta 2009. Viipymä Jormasjärven luusuaan on teoreettisesti tarkasteltuna yli kaksi vuotta ja todellinen viipymä mm. järvien lämpötilaeroista johtuvista oikovirtauksista johtuen jonkin verran lyhyempi (Pöyry Finland Oy 2012). Natriumpitoisuudet lähtivät Nuasjärvessä nousuun (>10 mg/l) maaliskuussa 2012, mikä tukee em. viipymäarviota. Mondo Mineralsin kaivos on vaikuttanut samalle alueelle ennen kuin Terrafamen kaivos aloitti vesien johtamisen.

Nuasjärven vedenlaadun tarkkailu on painottunut Juurikkalahden länsipuolella sijaitsevaan Jormaslahteen ja sen edustalle, joka on Mondo Mineralsin Lahnaslammen kaivoksen ja Terrafamen kaivoksen vaikutusaluetta. Vuoden 2015 aikana Terrafamen kaivoksen vaikutusten tarkkailu laajentui laajemmin Nuasjärven alueelle (Kuva 6-29). Rehjanselkä (Reh 135) oli mukana Oulujärven tarkkailussa vuoteen 2012 asti. Piste otettiin uudelleen tarkkailuun Terrafamen kaivoksen veloitettarkkailuun liittyen vuodesta 2015 lähtien.

Seuraavassa on tarkasteltu veden laatua ennen purkuputken rakentamista vuosien 2014–8/2015 tulosten perusteella ja purkuputken rakentamisen jälkeen 9/2015–2016 tulosten perusteella. Yhteenveto tuloksista keskeisten muuttujien osalta on esitetty Nuasjärven osalta taulukossa (Taulukko 6-10) ja Rehjanselän-Oulujärven osalta taulukossa (Taulukko 6-11).

Sähkönjohtavuus Nuasjärvessä on ollut ennen purkuputken käyttöönottoa päällyksivedessä keskimäärin 2,5–8,3 mS/m, alusvedessä 4,5–8,5 mS/m ja havaintojen vaihteluväli 2,2–22 mS/m. Purkuputken rakentamisen jälkeen sähkönjohtavuus on ollut päällyksivedessä keskimäärin 3,6–8,9 mS/m, alusvedessä keskimäärin 5,0–27 mS/m ja havaintojen vaihteluväli 1,9–45 mS/m (Taulukko 6-10). Rehjan-Petäisenniskan alueella sähkönjohtavuus on ollut keskimäärin noin 1 mS/m korkeampi purkuputken käyttöönoton jälkeen kuin sitä ennen (Taulukko 6-11). Oulujärven Paltaselällä ja Ärjänselällä sähkönjohtavuus on ollut keskimäärin tasoa 3–3,5 mS/m.



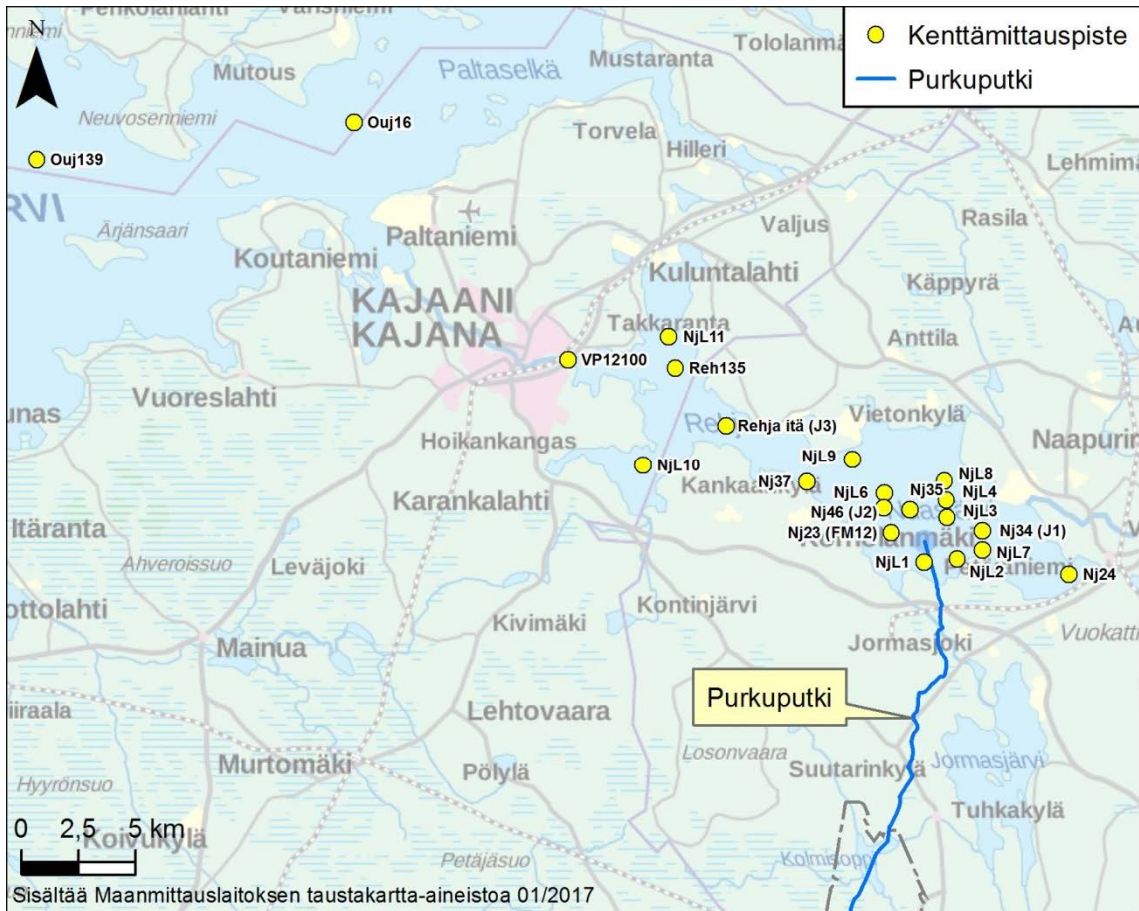
Kuva 6-28. Vesinäytepisteet Nuasjärvi-Oulujärvi alueella.

Taulukko 6-11. Vedenlaadun keski- ja ääriarvoja Rehja-Oulujärvi alueella ennen purkupuutken käyttöönottoa v. 2014–8/2015 (mustalla) ja v. 9/2015–12/2016 (vihreällä).

Näyte- syv.	Happi %	pH	Kovuus Ca	Sähkön- joht.	SO ₄	Na	COD _{Mn}	TOC	Kok.N	Kok.P	Kloro- fylli-a	Mn	Fe	Al	Cd liuk.	Ni liuk.	Zn liuk.	U liuk.	n	
m			mmol/l	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		
Nuasjärvi 45 (Rehja itä)																				
18.8.2015																				
1,0	95	6,7	0,07	3,2	6,1	1,9		12	310	14	6,3	29	350		<0,03	1,5	<5,0	<0,10		
24,0	27	6,6	0,08	4,1	7,3	2,3		13	480	36		2 100	1 800		<0,03	2,4	5,4	<0,10		
9/2015–12/2016																				
ka	0,7	88	6,5	0,09	4,7	11	2,7	15	12	350	10	5,0	46	430	107	<0,03	1,3	<5,0	<0,10	6–7
ka	23,8	81	6,4	0,09	4,6	11	2,6	16	12	374	11		140	514	113	<0,03	1,3	<5,0	<0,10	6–7
min	0,0	48	6,2	0,06	2,9	4,9	1,6	13	10	320	7	2,8	23	290	73	<0,03	<1,0	<5,0	<0,10	
max	25,0	92	6,9	0,11	6,7	17	3,6	19	13	480	14	6,2	630	800	150	<0,03	2,0	6,3	<0,10	
Rehjänselkä 135 (Reh 135)																				
1/2014–8/2015																				
ka	0,5	92	6,6	0,07	3,4	7,0	2,1		12	335	13	6,2	28	320*		<0,03	1,5	<5,0	<0,10	2
ka	39,0	69	6,3	0,07	3,8	8,2	2,3		11	395	14		120	450*		<0,03	1,7	<5,0	<0,10	2
min	0,0	57	6,2	0,06	3,3	6,8	2,1		10	310	12	5,9	19	320		<0,03	1,5	<5,0	<0,10	
max	39,0	92	6,7	0,08	4,0	8,6	2,4		12	400	15	6,5	130	450		<0,03	1,7	<5,0	<0,10	
9/2015–12/2016																				
ka	0,7	89	6,5	0,09	4,6	11	2,6	15	12	411	10	5,0	40	424	114	<0,03	1,2	<5,0	<0,10	6–7
ka	39,6	73	6,4	0,09	4,6	10	2,5	15	11	431	13		185	474	108	<0,03	1,3	<5,0	<0,10	6–7
min	0,0	51	6,2	0,06	2,8	4,2	1,5	13	10	330	7	3,0	21	260	76	<0,03	<1,0	<5,0	<0,10	
max	41,0	97	6,8	0,11	6,3	15	3,6	19	14	770	21	6,6	500	730	160	<0,03	1,5	7,6	<0,10	
Petäisenniska 12100 (Kajaaninjoki VP12100)																				
1/2014–8/2015																				
ka	0,9	91	6,6		3,6	°	°	13		379	13		°	499		°	°			6–8
min	0,1	81	6,3		2,7	7,0	2,1	12		300	10		23	360		<0,03	1,5			
max	1,0	102	6,8		4,2	7,9	2,3	15		430	14		33	650		<0,03	1,8			
9/2015–12/2016																				
ka	0,4	86*	6,6		4,7	11	2,9	14*		420*	14*		46	540		<0,03	1,4		°	5–6
min	0,1	86	6,3		3,6	6,4	1,9			29	10		29	540		<0,03	1,2		<0,10	
max	1,0	86	6,8		5,9	15	3,6			74	20		74	540		<0,03	1,5		<0,10	
Paltaselkä 138 (Ouj16)																				
1/2014–8/2015																				
ka	1,0	84	6,7		3,0	°	°	13		370	14		°			<0,03	<1,0	<5,0	<0,10	5–7
ka	28,4	60	6,5		3,4	°	°	13		422	16		°			<0,03	<1,0			5–7
min	1,0	50	6,4		2,7	3,4	1,4	12		330	11	6,4	20			<0,03	<1,0	<5,0	<0,10	
max	30,0	96	7,1		4,1	4,9	1,7	14		450	20	8,1	1 100			<0,03	1,4	19	<0,10	
9/2015–12/2016																				
ka	1,0	84	6,7		3,3	4,1	1,4	°		°	°	5,6*	96			<0,03	<1,0		<0,10	5–7
ka	26,7	61	6,7		3,5	4,3	1,4	13		438	15		90			<0,03	<1,0		<0,10	5–11
min	1,0	57	6,4		2,7	1,2	0,9	9		390	10		17			<0,03	<1,0		<0,10	
max	30,0	87	6,9		5,6	6,0	1,8	15		470	20		390			<0,03	<1,0		<0,10	
Ärjänselkä 139 (Ouj139)																				
1/2014–8/2015																				
ka	1,0	84	6,8		3,1	3,9*	1,5*	13		370	14		16*			<0,03	<1,0*			4–5
ka	28,3	65	6,6		3,2	4,0*	1,5*	12		393	15		67*			<0,03*	<1,0*			4–5
min	1,0	55	6,5		2,9	3,9	1,5	11		340	13	4,9	16			<0,03	<1,0			
max	29,0	94	7,1		3,4	4,0	1,5	13		430	18	5,2	67			<0,03	<1,0			
9/2015–12/2016																				
ka	1,0	°	6,7		3,2	3,9	1,3	°		°	°	7,0*	46			<0,03	<1,0		°	5–7
ka	28,5	°	6,6		3,2	3,7	1,3	13		°	°		99			<0,03	<1,0		°	5–7
min	1,0	64	6,4		2,8	3,1	0,8	12		380	12		15			<0,03	<1,0		<0,10	
max	29,7	97	7,0		3,5	4,2	1,6	16		450	15		380			<0,03	<1,0		<0,10	
*n=1 °n=2 n=3–5																				

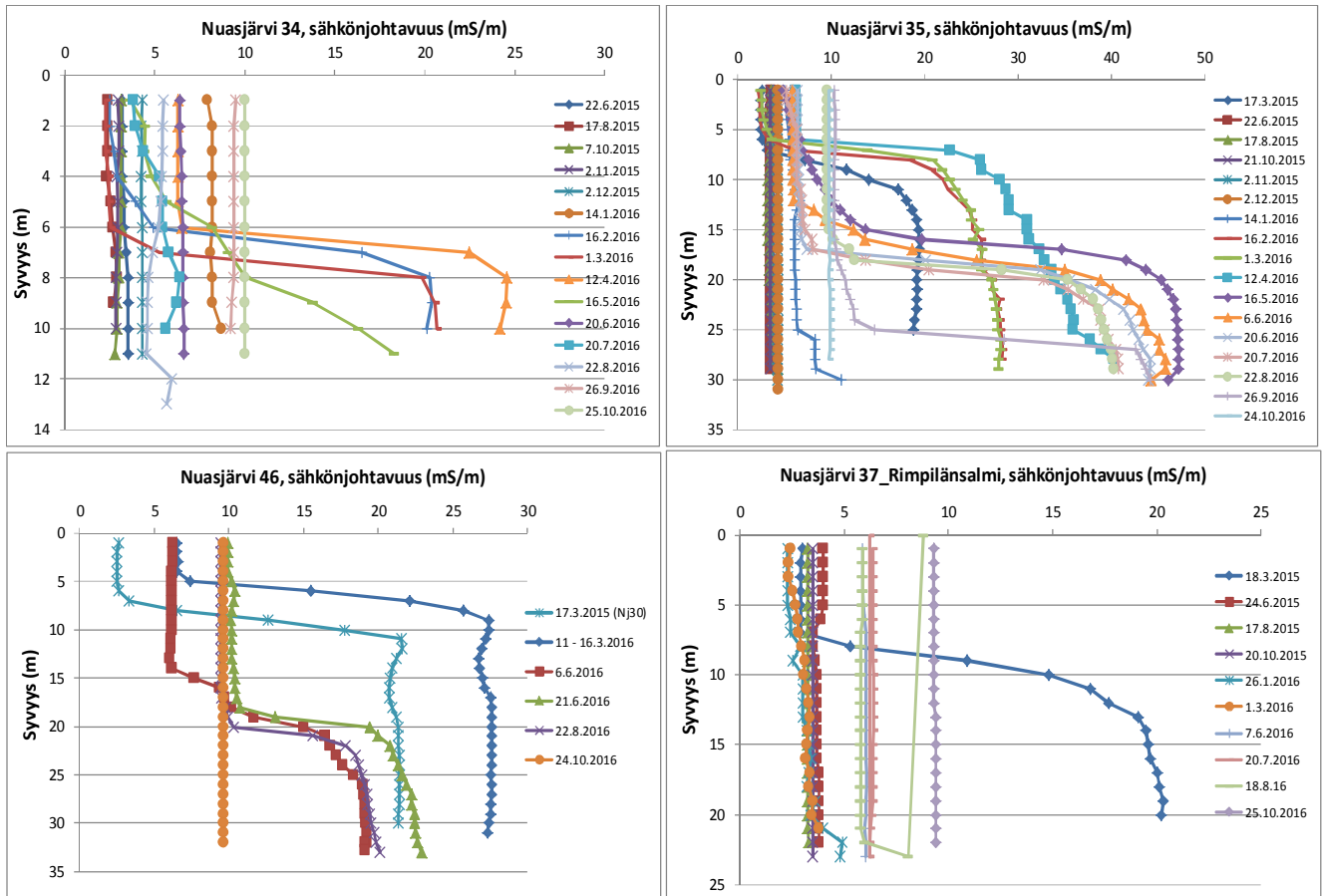
Vesien kerrostumista Nuasjärvessä on kartoitettu kenttämittauksilla (lämpötila, sähkönjohtavuus, pH, redox-potentiaali ja happipitoisuus) Nuasjärvi–Oulujärvi alueella ennen purkupuutken käyttöönottoa ja sen jälkeen. Kartoitusta on tehty Terrafamen toimesta

vaihtelevalla ajoituksella yhteensä 21 pisteellä (Kuva 6-29) ja lisäksi GTK:n toimesta Kainuu ELY-keskuksen toimeksiannosta. Seuraavassa on tarkasteltu vesien kerrostumista sähkönjohtavuuden perusteella muutamilla keskeisillä pisteillä Nuasjärvi-Rehja-Oulujärvi-alueella.



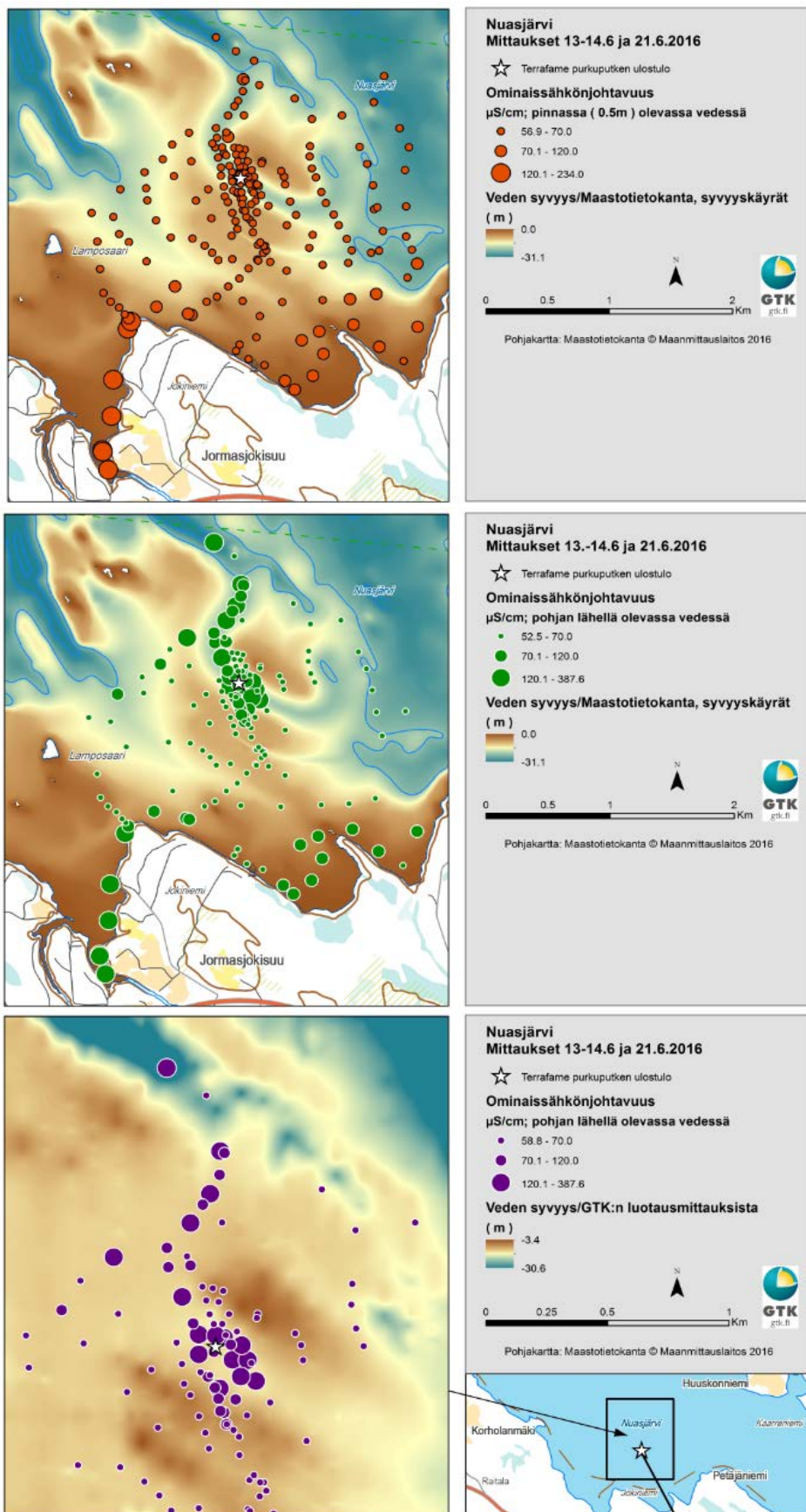
Kuva 6-29. Kenttämittauspisteet Nuasjärvi-Oulujärvi alueella, J1–J3 jatkuvatoimisia mittausasemia.

Nuasjärven itäinen piste (Nj24) sijaitsee lähellä Tenettä, joten veden virtaus alueella on yleensä hyvä eikä huomattavaa suolakerrostuneisuutta ole havaittu. Nuasjärvessä purkuputken itäpuolella (piste 34) vedet ovat olleet pääosan ajasta sekoittuneita, mutta kerrostumista tapahtui talvella 2016. Terrafamen purkuputken läheisillä pisteillä (pisteet 23, 35 ja 46) suolakerrostumista tapahtui talvella 2015, mutta ei juurikaan kesällä 2015. Vuonna 2016 kerrostuminen oli voimakkaampaa kuin vuonna 2015, ja kerrostuminen alkoi tammi-helmikuussa ja jatkui elo-syyskuulle. Lokakuussa 2016 vedet olivat sekoittuneet kaikilla em. pisteillä. Rimpilänsalmen kohdalla (piste 37) vedet ovat olleet pääosin sekoittuneita pohjaan asti kaikilla mittauskerroilla lukuun ottamatta maaliskuuta 2015. (Kuva 6-30)



Kuva 6-30. Sähköjohtavuus Nuasjärvessä eri vesisyvyyksissä kenttämittausten perusteella vuosina 2015–2016.

Kuvassa (Kuva 6-31) on havainnollistettu sähköjohtavuuden vaihtelua Nuasjärvessä Terrafamen purkupaikan läheisyydessä ja Jormaslahdella kesäkuussa 2016 pintakerroksessa ja pohjan läheisyydessä (GTK 2016). Pintakerroksen suurimmat sähköjohtavuuden arvot (n. 12–23 mS/m) on mitattu Jormaslahdelta. Ranta-alueilla sähköjohtavuus on ollut suurimmillaan tasoa 7–12 mS/m ja purkupaikan läheisyydessä 5,7–7,0 mS/m. Pohjan läheisyydessä suurimmat sähköjohtavuudet ovat olleet tasoa 12–39 mS/m eli samaa tasoa sekä Jormaslahdella että purkupaikan läheisyydessä.



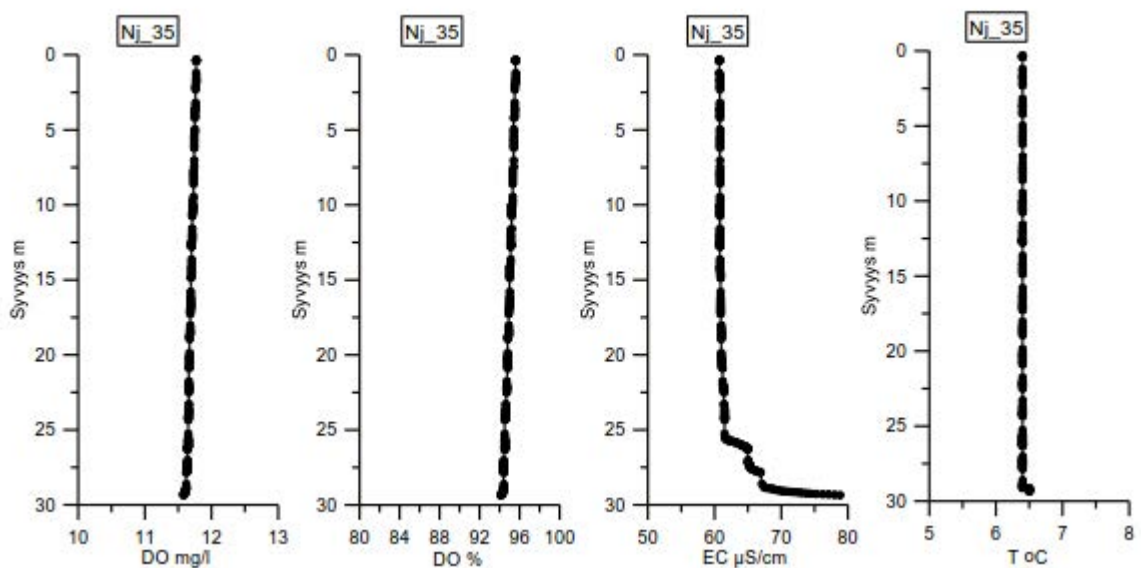
Kuva 6-31. Sähköjohtavuus Nuasjärven pintakerroksessa (0,5 m) ja pohjan läheisyydessä kesäkuussa 2016 (GTK 2016). Yksikkö 1 μS/cm=10 mS/m.

GTK:n mittaukset syksy-alkutalvi 2016–2017

Kainuun ELY-keskus on seurannut tehostetusti Nuasjärven tilan kehittymistä. ELY-keskus tilasi Geologian tutkimuskeskukselta (GTK) tutkimuksen, jossa kartoitettiin Terrafamen purkupuutkesta johdettujen käsiteltyjen jätevesien leviämistä ja syvänteiden vedenlaatua Nuasjärven loka- ja marraskuussa 2016. Tutkimuksia on jatkettu tammi-kuun lopussa. (KAI-ELY tiedote 27.2.2017)

GTK:n lokakuun (20.–21.10.2016) mittaustulokset osoittavat, että syyskierto onnistui hyvin Nuasjärven ja Rehjan alueilla ja sekoitti syvänteiden veden alusvettä myöten. Syyskierron toteutumista osoittaa se, että syvänteen vesimassa on kauttaaltaan saman lämpöistä, mikä käy ilmi kuvasta (Kuva 6-32). Veden sekoittumisen ansiosta syvänteiden happitilanne oli hyvä. Myös veden suolaisuutta kuvaava sähkönjohtavuus on laskenut aiemmin havaitulta tasolta. Ainoastaan Ison Selkäsaaren edustalla sijaitsevan syvänteen Nj35 alusveden sähkönjohtavuus on hieman koholla (Kuva 6-32). Tarkkailutulosten perusteella purkupuutken kuormitus on näkynyt selkeimmin syväntepisteellä Nj35 (KAI ELY-tiedote 17.11.2016).

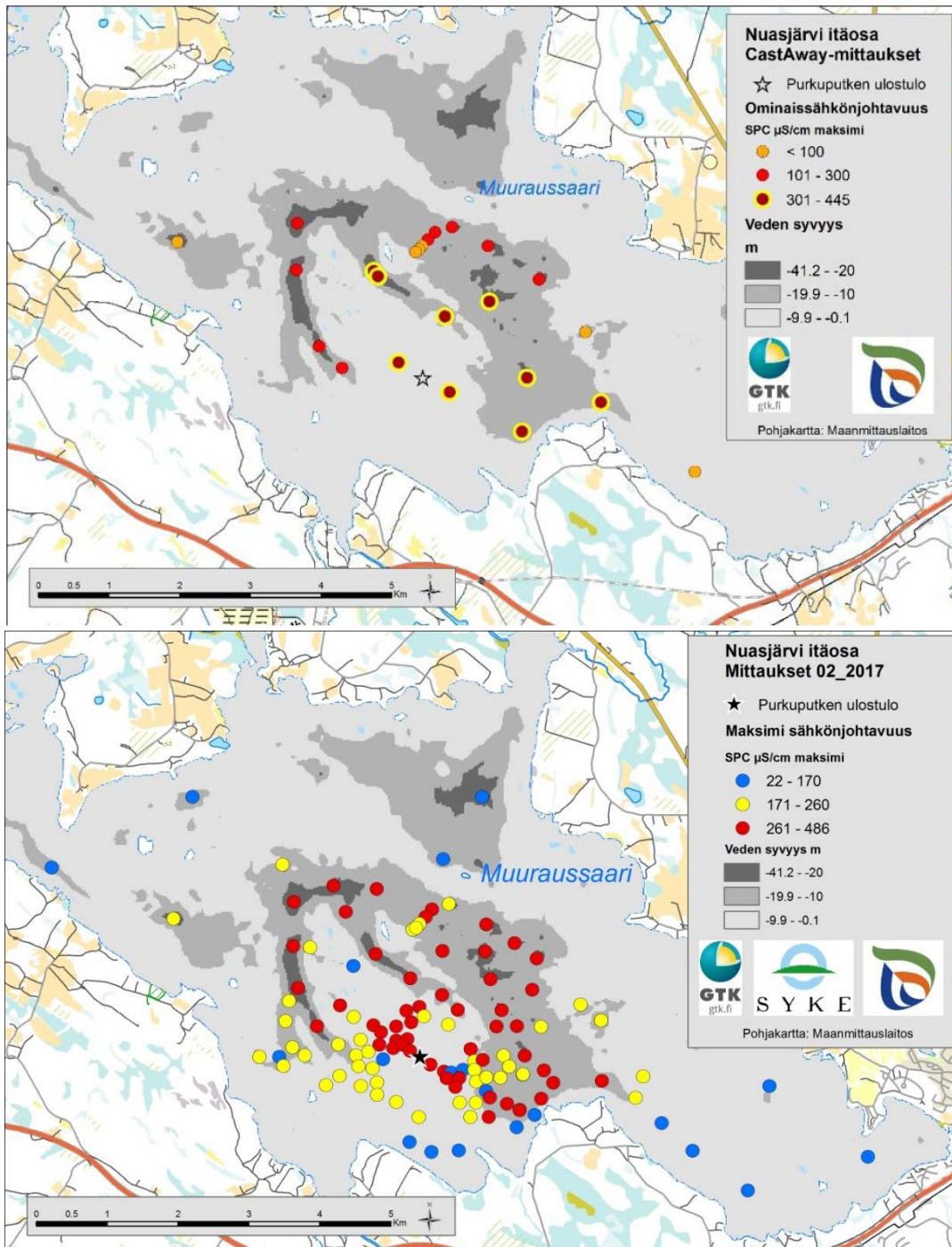
Onnistuneesta syyskierrosta huolimatta syvänteen Nj35 sekä purkupuutken pienialaisten lähisyvänteiden alusvedessä esiintyi lokakuussa purkupuutken kuormituksesta johtuvaa kemiallista kerrostuneisuutta. Kemiallisesti kerrostuneen vesikerroksen sähkönjohtavuus ylitti arvon 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (10 mS/m), joka vastaa noin 30 mg/l sulfaattipitoisuutta. Kerrostuneisuutta oli havaittavissa yli 7,5 metrin syvyisillä vesialueilla noin 1,2 kilometrin etäisyydellä purkupuutkesta. Kemiallisesti kerrostuneen vesikerroksen paksuus oli lokakuussa suurimmillaan noin 5 metriä ja vyöhykkeen pinta-ala noin 190 ha (KAI-ELY tiedote 27.2.2017). Nuasjärven on todettu ennen kaivosvesien johtamista em. suurempia sulfaattipitoisuuksia (Kuva 6-41).



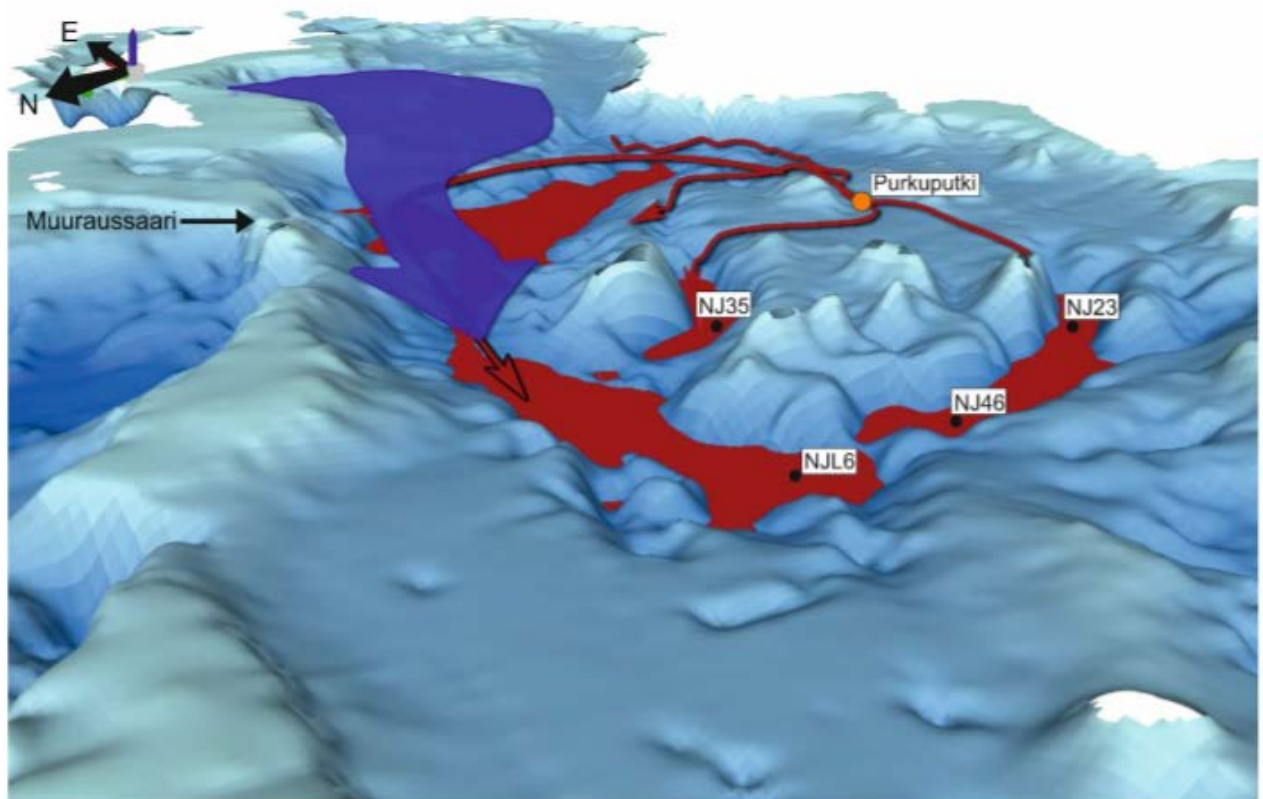
Kuva 6-32. Happitilanne, sähkönjohtavuus ja lämpötila Nuasjärven pisteellä Nj35 GTK:n kenttämittauksissa 20.–21.10.2016 (KAI-ELY tiedote 17.11.2016). EC yksikkö 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ =10 mS/m.

Talvikaudella 2016–17 Nuasjärven on havaittu kehittyneen selkeä kemiallinen kerrostuneisuus sulfaattipitoisuuden suhteen. Marraskuun lopussa, noin kolme viikkoa jäiden tulon jälkeen tehdyissä mittauksissa ja talvikerrostuneisuuden alettua, Nuasjärven havaittiin kehittyneen voimakkaampaa kerrostuneisuutta sulfaattipitoisuuden suhteen. Sähkönjohtavuudet olivat kohonneet kaikissa Jormasjokisuuta ja purkupuutkea lähellä olevissa syvänteissä tasolle 100–440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (10–44 mS/m) (Kuva 6-33). Suurimmat

sähkönjohtavuudet, 300–440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (30–44 mS/m), havaittiin purkuputken pohjoispuolella Ison Selkäsaaren edustalla (Nj35) sekä idässä (Nj48=NjL3) ja kaakossa Petäjänniemen edustalla (Nj47=NjL2). Sulfaattipitoisemman veden vyöhyke, jossa sähkönjohtavuus oli yli 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (10 mS/m), alkoi noin 10–15 m syvyydeltä ja ulottui pohjaan saakka noin 2,5 km etäisyydelle purkuputkesta (Kuva 6-34). Alueen pinta-ala oli noin 900 ha, mikä on noin 10 % Rehja-Nuasjärven pinta-alasta. Hapittilanne oli marraskuussa hyvä myös pohjan läheisyydessä. Tammikuussa sähkönjohtavuudet ovat kohonneet purkuputken lähisyvänneissä tasoon 300–490 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (30–49 mS/m) (Kuva 6-33). (KAI-ELY tiedote 27.2.2017)



Kuva 6-33. Veden sähkönjohtavuuden maksimiarvot marraskuussa 2016 ja tammikuun vaihteessa 2017. Maksimiarvot sijoittuvat järven pohjaosiin (GTK 2017) Yksikkö $1\mu\text{S}/\text{cm}/10=\text{mS}/\text{m}$.

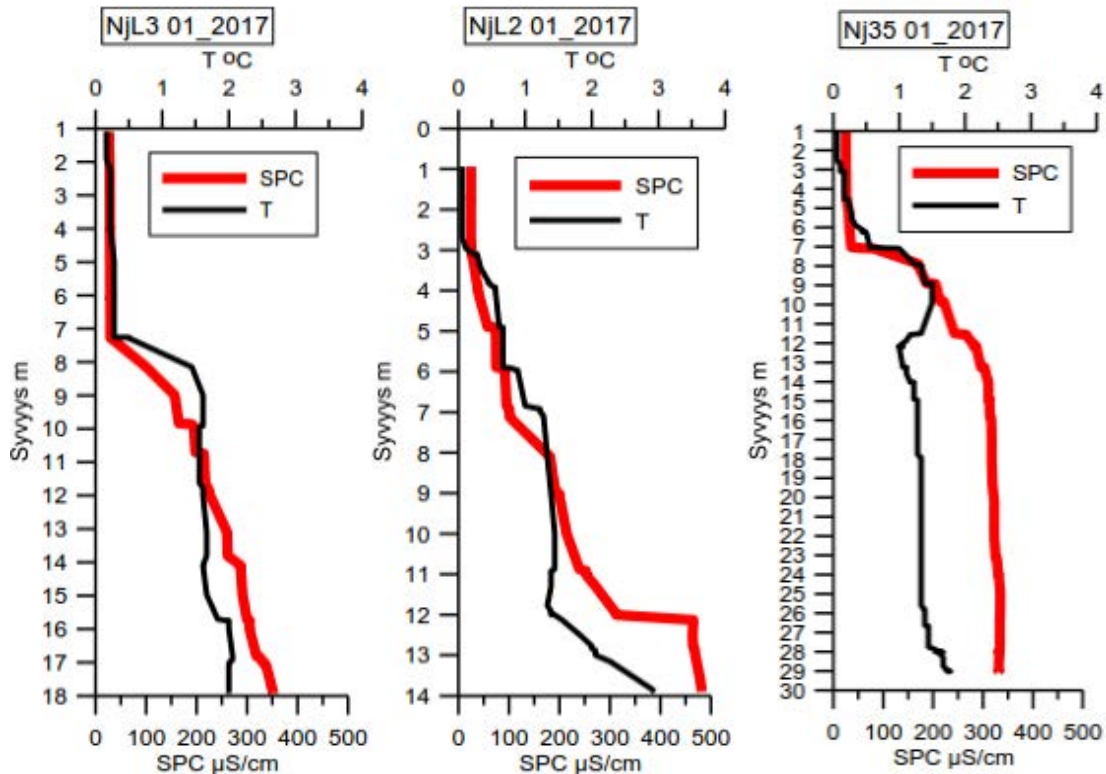


Kuva 6-34. Kaavamainen 3D-esitys Nuasjärvestä alkutalvesta jääpeitteen muodostumisen jälkeen. Sulfaattipitoinen vesi on täyttänyt kaikki >12 m syvänealueet purkuputken ympäristössä muodostaen siten kemiallisen kerroksellisuuden (punainen). Purkuputkesta tuleva vesi virtaa pohjanmyötäisesti erityisesti luoteis-kaakko-sektorille, josta se vasenkätisen virtauksen vaikutuksesta etenee kohti pohjoista/luodetta. Osa kuormituksesta kohdistuu suoraan kohti syväntä Nj35. Puhdas Sotkanselältä tuleva vesi virtaa sulfaattikuormitteisen veden päällä (sininen nuoli) laajemmalla alueella purkuputken ympäristössä marraskuun 2016 lopussa (GTK 2017).

Tammi-helmikuun vaihteessa sulfaattipitoisemman veden vyöhyke ulottui noin 6–7 m syvyydestä pohjaan asti. Sähkönjohtavuudet ovat kohonneet purkuputken lähisyvänteissä tasoon 300–490 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Kuva 6-35). Sulfaattipitoisuus on levinnyt kutakuinkin mallinnetun mukaisesti.

GTK:n tutkimukset osoittavat, että talvikerrostuneisuuden alettua purkuputken sulfaattikuormitus on levinnyt pohjaa myötäillen kaikkiin lähialueen syvänteisiin, mutta voimakainta kulkeutuminen on kohti luode-itä-kaakko-sektoria kaikkina vuodenaikoina. GTK:n tutkimusten mukaan se johtuu siitä, että purkuputken lähistöllä on loiva kaakkoisuuntainen topografinen gradientti ja/tai vastapäivään kiertävä pohjavirtaus, joka kuljettaa kuormitusta pohjan painanteiden mukaisesti kaakkoon Petäjaniemen edustalle (Nj47) ja sieltä edelleen pohjoiseen Muuraussaaren editse. Lisäksi purkuputkesta kulkeutuu kuormitusta suoraan pohjoiseen syvänteen Nj35 suuntaan. Pohjavirtauksista johtuen kuormitus näkyy tällä hetkellä selkeimmin Ison Selkäsaaren ja Petäjaniemen edustalla. Purkuputken itä- ja koillispuolella on syvänealue, jossa sulfaattikuormitteinen vesi sekoittuu Sotkamon reitiltä tulevaan puhtaampaan veteen. Sekoittumisesta johtuen vedenlaadun vaihtelu horisontaali- ja vertikaalisuunnassa voi olla hyvin monimutkaista ja vaihdella vuodenajan mukaan. Esimerkiksi syyskierron aikaan Muuraussaaren eteläpuoleisella itä-länsi-suuntaisella syvänealueella Sotkamon reitiltä tuleva

puhtaampi vesi virtaa noin 5 m vahvuisena pohjavirtauksena hieman sulfaattia sisältävän veden alla. Talviaikaan tilanne on päinvastainen (KAI-ELY tiedote 27.2.2017).



Kuva 6-35. Sähkönjohtavuus ja lämpötila Nuasjärnessä purkupaikan läheisyydessä GTK:n kenttämittauksissa 30.–31.1.2017 (KAI-ELY tiedote 27.2.2017). EC yksikkö 1 µS/cm=10 mS/m. NjL3=Nj48) ja NjL2=Nj47.

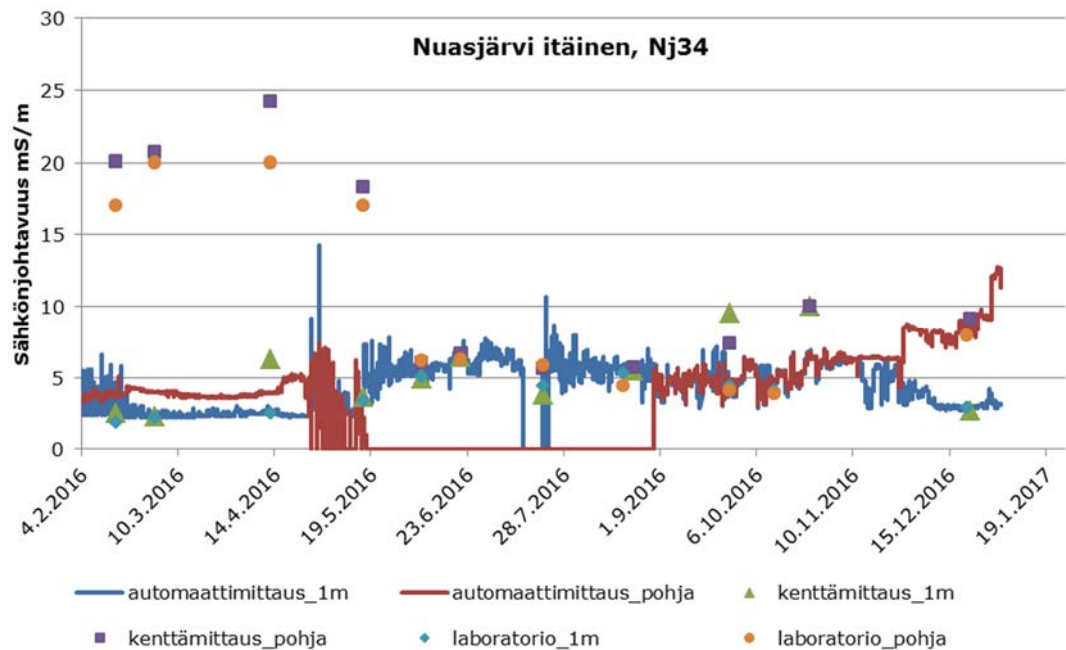
Automaattiset mittausasemat Nuasjärnessä

Automaattisilla mittausasemilla (J1-J3, Kuva 6-29) on tehty mittauksia syksystä 2015 lähtien. Jatkuvatoiminen mittaaminen järvivedestä on haastavaa. Toisin kuin putkesta tai esim. purosta mitattaessa vesi ei huuhtele järnessä olevaa mitta-anturia, jolloin anturin pinnalle kertyy helposti leväkasvustoa. Jatkuvatoimisia mitta-antureita kalibroidaan ja huolletaan säännöllisesti, jotta mittaukset olisivat mahdollisimman luotettavia. Tästäkin huolimatta tuloksissa voi esiintyä ajoittain virhettä, joka pyritään tunnistamaan mm. vertaamalla automaattimittauksien tuloksia vesinäytteiden analyysituloksiin. Virallinen velvoitetarkkailu perustuu standardimenetelmin otettuihin vesinäytteisiin ja akkreditoidussa laboratorioissa tehtyihin analyyseihin. Seuraavassa on tarkasteltu automaattisten mittausasemien tuloksia vuodelta 2016 (Ramboll Finland Oy 2017).

J1 (Nj34), purkupuolen itäpuoli

Nuasjärven itäisellä mittauspisteellä jatkuvatoimisen vedenlaadun seurantalaitteen aineistoa, kenttämittausten tuloksia ja vedenlaatutuloksia verrattiin toisiinsa. Alkuvuonna automaattisen mittalaitteen pohjan anturi ei toiminut. Anturi korjattiin elokuun lopussa, jonka jälkeen se on tuottanut luotettavana pidettävää tietoa (Kuva 6-36). Alkuvuonna alusveden sähkönjohtavuus nousi korkeaksi, tasolle 20 mS/m ja tasoittui kevättäyskierroksen yhteydessä kesäkuun alussa. Avovesikaudella sähkönjohtavuus oli noin 5 mS/m tasolla. Syyskuun lopulla ja lokakuun alussa tehdyissä kenttämittauksissa havaittiin koko vesipatsaassa korkeampi sähkönjohtavuus 9,2–9,6 mS/m, jota ei havaita automaattisen mittausaseman aineistossa eikä laboratoriotuloksissa. Kaikkien eri mittausmene-

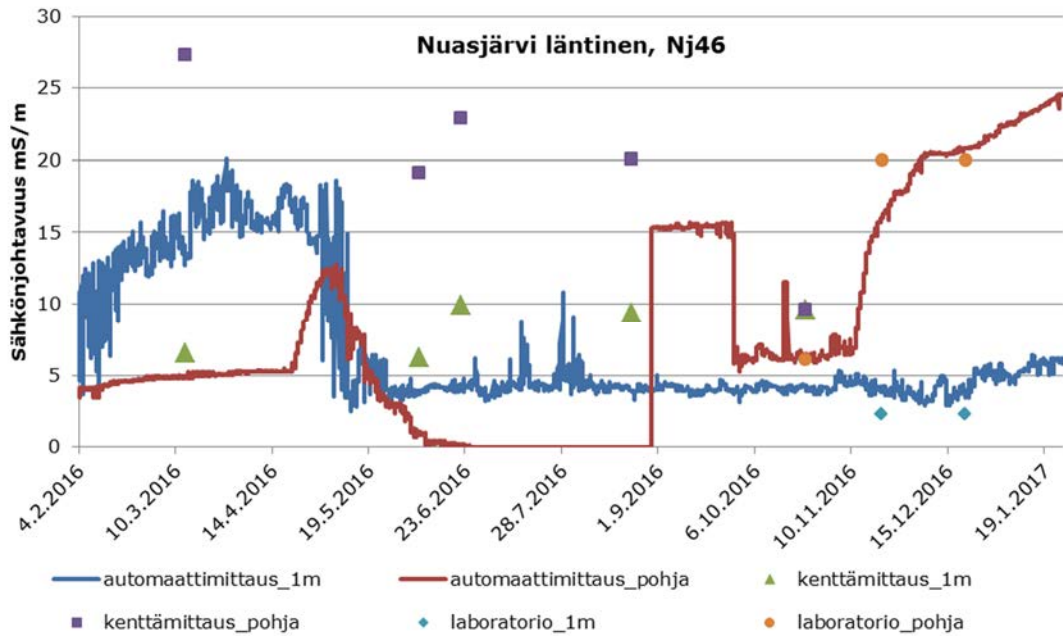
telmien tulosten perusteella alusveden sähkönjohtavuus on lähtenyt nousuun jääkan-
nen muodostumisen jälkeen.



Kuva 6-36. Nuasjärven itäisen jatkuvatoimisen mittauslaitteen (Nj34) tuottama sähkönjohtavuusaineisto, kenttämittausten tiedot sekä vedenlaatuhavainnot vuonna 2016. Pohjan anturi huollettiin elokuun lopussa.

J2 (Nj46), purkupuutken länsipuoli

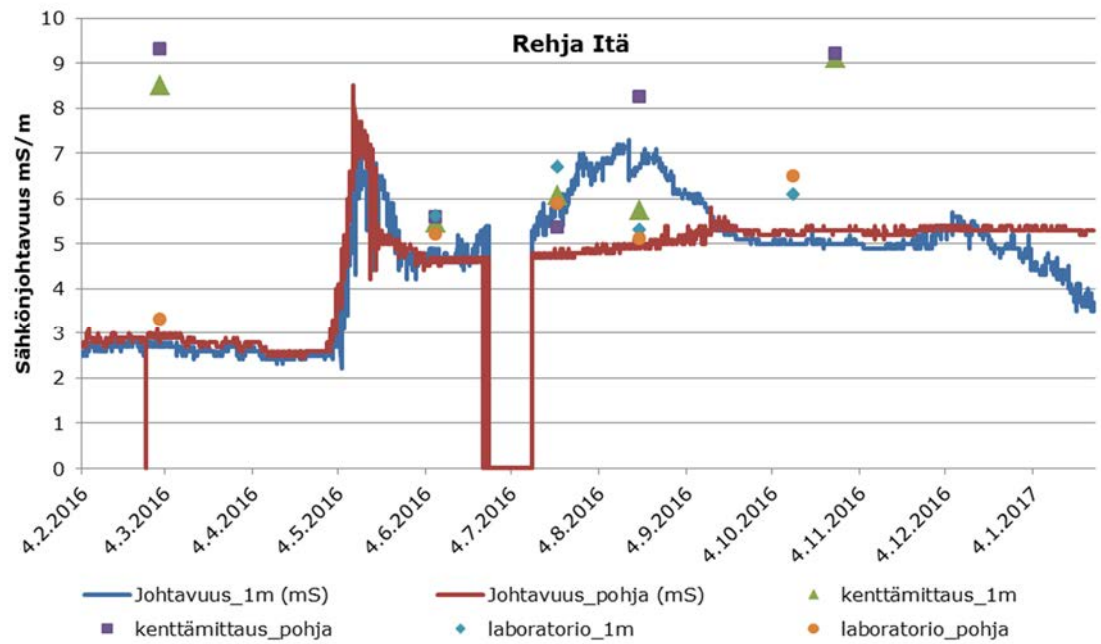
Läntisellä mittauspaikalla automaattisen mittalaitteen aineiston perusteella alusveden sähkönjohtavuus on ollut lähes 16 mS/m ja 1 m syvyydellä noin 4 mS/m (Kuva 6-37). Päälyysvedestä tehdyt kenttämittausten tulokset ovat olleet kesä-syyskuussa korkeampia (6-10 mS/m) kuin automaattimittarin tulokset (4-5 mS/m). Alusvedestä kenttämittauksen 22.8.2016 mittaustulos 20,1 mS/m n. viikkoa ennen elokuun lopun huoltoa on myös selvästi korkeampi kuin syyskuun alusta alkaen saatu alusveden mittaustulos n. 15–16 mS/m. Lokakuun lopulla tehdyssä kenttämittauksessa havaittu vesipatsaan sähkönjohtavuus oli kauttaaltaan 9,6 mS/m, samaan aikaan automaattisen mittarin tulos oli alusvedessä tasolla 7 mS/m ja päälyysvedessä 4 mS/m. Pisteeltä otettiin vesinäytteet marras- ja joulukuussa. Vesinäytteiden tulosten sekä automaattisen mittalaitteiden sähkönjohtavuusaineiston perusteella jääpeitteen muodostumisen jälkeen alusveden sähkönjohtavuus on lähtenyt nousuun läntisellä syvänteellä.



Kuva 6-37. Nuasjärven läntisen jatkuvatoimisen mittauslaitteen (Nj46) tuottama sähkönjohtavuusaineisto sekä kenttämittausten mittaustiedot vuonna 2016. Pohjan anturi huollettiin elokuun lopussa.

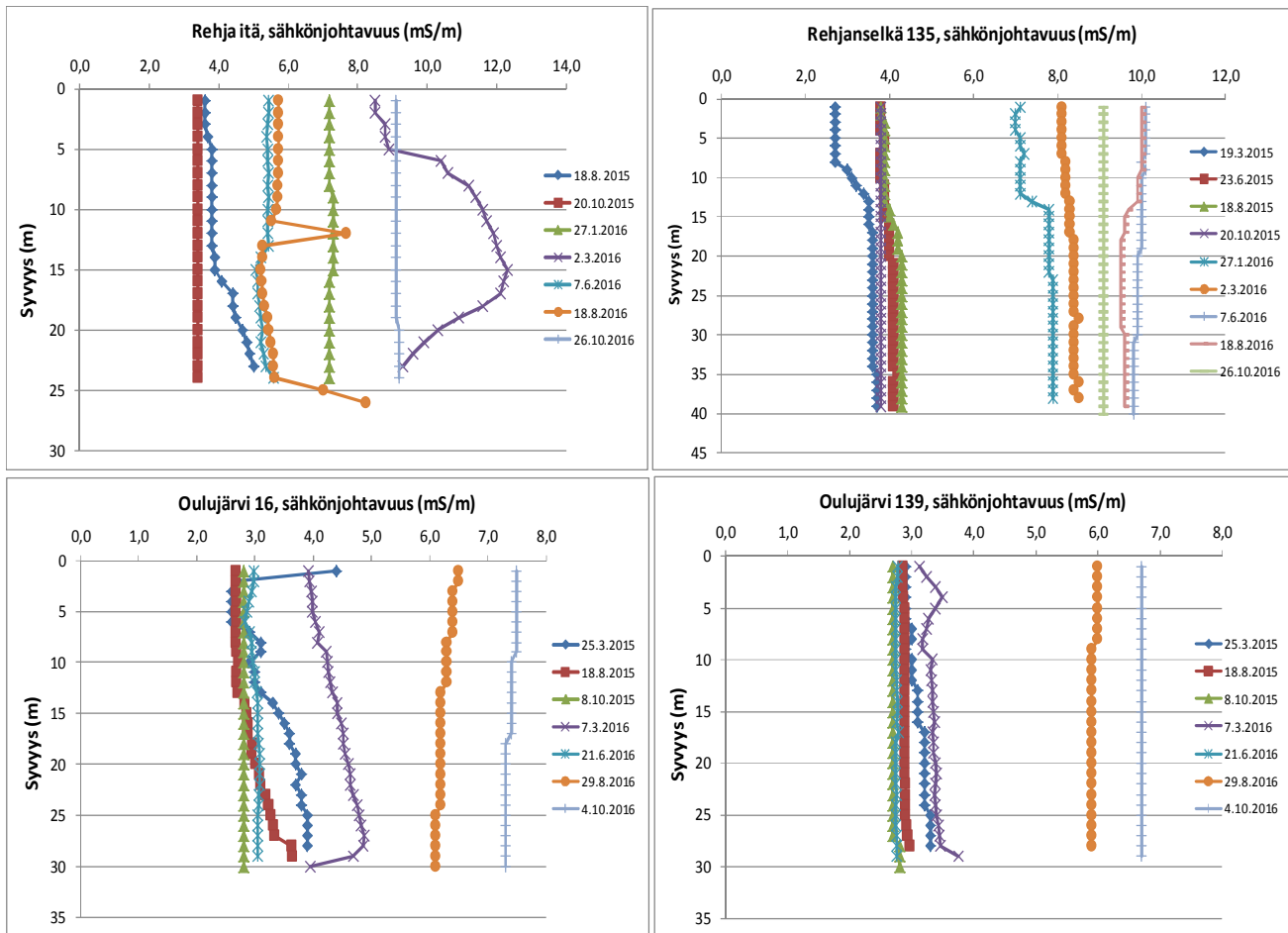
J3, Itäinen Rehjanselkä

Rehjan itäisellä mittauspaikalla sähkönjohtavuus on päänlysveden kenttämittauksissa vaihdellut välillä 5,45–9,1 mS/m ja ollut korkeampi kuin laboratoriotuloksissa (3,3–6,7 mS/m). Alusvedessä kenttämittaukset ovat olleet välillä 5,35–9,3 mS/m ja myös korkeampia kuin laboratoriotulokset (3,3–6,5 mS/m). Ero laboratoriotulosten ja automaattisen mittaustuloksen välillä on ollut noin 1 mS/m. Itäisellä Rehjanselällä sähkönjohtavuus lähti nousuun toukokuussa 2016. Tulosten perusteella sähkönjohtavuus on nousut vuoden 2016 aikana tasolta <3 mS/m noin tasolle 5 mS/m.



Kuva 6-38. Pistein Rehja Itä jatkuvatoimisen mittauslaitteen tuottama sähköjohtavuusaineisto, kenttämittausten tiedot sekä vedenlaatuhavainnot vuonna 2016.

Rehjan-Oulujärven Paltaselän alueella vedet eivät olleet selvästi suolakerrostuneita vuosien 2015 ja 2016 kenttämittauksissa (Kuva 6-39). Rehjan itäisellä pisteellä sähköjohtavuus oli koholla välivedessä maaliskuussa 2016. Rehjan alueella sähköjohtavuus on ollut hieman korkeampi vuonna 2016 kuin vuonna 2015 ja Oulujärven pisteillä eloka- ja lokakuussa 2016 hieman korkeampi kuin aiemmissa mittauksissa.



Kuva 6-39. Sähkönjohtavuus Rehja-Oulujärvi alueella eri vesisyvyyksissä kenttämittausten perusteella vuosina 2015–2016.

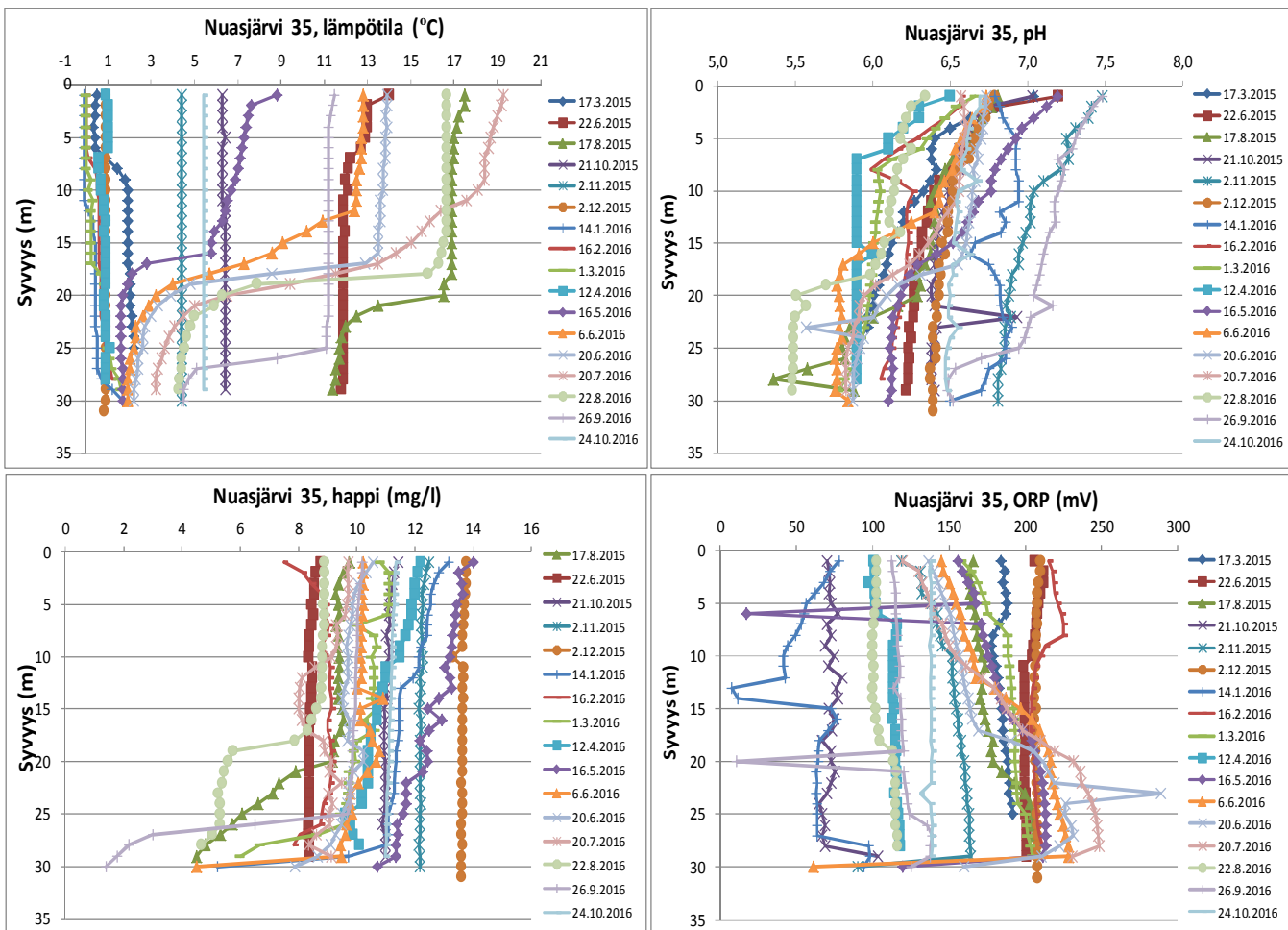
Kaikilla mittauspisteillä Nuasjärvi-Rehja-Oulujärvi-alueella lokakuun vesimassan keskimääräiset sähkönjohtavuudet ovat kasvaneet vuoden 2015 tasolta 2,7–3,7 mS/m vuoden 2016 tasolle 6,7–10 mS/m (Taulukko 6-14). Huomattava on, että GTK:n mittauksissa lokakuussa 2016 sähkönjohtavuus oli pisteillä Nj23, Nj35 ja Nj46 noin 6 mS/m eli jonkin verran pienempi kuin veloitettarkkailun mittauksissa pari päivää myöhemmin.

Taulukko 6-12. Sähkönjohtavuus kenttämittausten perusteella koko vesimassassa keskimäärin lokakuussa 2015 ja 2016.

Havaintopaikka	Syvyys m	Sähkönjohtavuus (mS/m)	
		Lokakuu 2015	Lokakuu 2016
Nuasjärvi 24	8		8,6
Nuasjärvi 34	10	3,0	10,0
Nuasjärvi 23	23	3,7	9,9
Nuasjärvi 35	30	3,4	9,8
Nuasjärvi 46	29		9,6
Nuasjärvi, Rimpilänsalmi 37	22	3,5	9,3
Rehja itä	24	3,4	9,1
Rehja 135	41	3,8	9,1
Nuasjärvi 10	36		9,0
Nuasjärvi 11	38		9,0
Oulujärvi, Paltaselkä 16	29,5	2,8	7,4
Oulujärvi, Ärjänselkä 139	39,8	2,7	6,7

Kenttämittauksissa mitattu redox-potentiaali kuvaa hapetus-pelkistys-potentiaalia eli hapettavien ja pelkistävien yhdisteiden kokonaismäärää vedessä. Redox-potentiaaliin vaikuttaa mm. vedessä olevien aineiden konsentraatiot, lämpötila, pH ja happipitoisuus. Vedessä olevan liuennan hapen määrä vaikuttaa redox-potentiaaliin vasta hyvin alhaisissa pitoisuuksissa. Redox-potentiaalin laskiessa veden pH yleensä nousee. Redox-potentiaalin laskiessa alle 200 mV:n veden ja sedimentin rajapinnassa, muuttuvat ferriyhdisteet (Fe³⁺) ferroyhdisteiksi (Fe²⁺) ja alkavat liueta veteen.

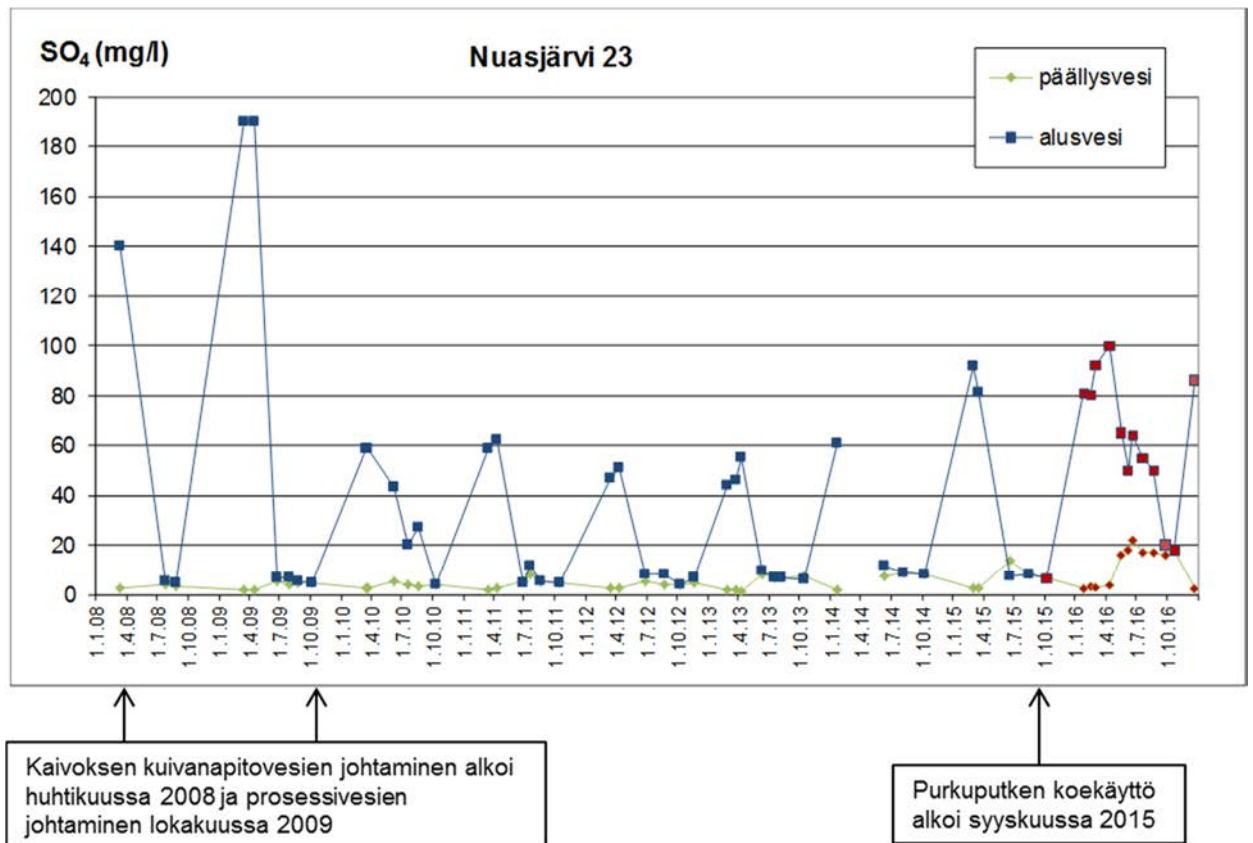
Pisteellä Nj35 redox-arvo on ollut pääosin tasoa 100–200 mV. Alimmillaan redox-arvot olivat lokakuussa 2015 ja tammikuussa 2016, pääosin tasoa 50–100 mV, tammikuussa 2016 välivedessä noin 10 mV (Kuva 6-40). Happipitoisuus on ollut pääosin varsin hyvä, yli 8 mg/l, koko vesimassassa. Alentuneita happipitoisuuksia (<6 mg/l) on todettu ennen purkuputken käyttöönottoa elokuussa 2015 (kts. myös Kuva 6-42) ja elokuussa 2016 pohjanläheisissä vesikerroksissa. Redox-potentiaalin laskua kyseisissä näytteissä ei havaittu.



Kuva 6-40. Veden lämpötila, pH, happipitoisuus ja redox-potentiaali Nuasjärven pisteellä 35 kenttämittausten perusteella vuosina 2015–2016. Viipymä kaivosalueelta Nuasjärveen on noin 2 vuotta.

Sulfaattipitoisuus on vaihdellut Nuasjärven Jormaslahdella ja pisteellä Nj23 ennen purkutiputken käyttöönottoa välillä 1,8–81 mg/l ja pisteellä Nj35 6,7–7,1 mg/l (Taulukko 6-10). Purkutiputken käyttöönoton jälkeen vaihtelu on ollut suurinta (2,1–200 mg/l) purkutiputken läheisessä pisteessä Nj35. Rehjanselän alueella sulfaattipitoisuudet ovat kasvaneet hieman Kajaaninjokeen asti, mutta Oulujärvessä ei ole havaittu merkittävää pitoisuuksien kasvua (Taulukko 6-11). Nuasjärven pisteellä Nj23 on mitattu korkein sulfaattipitoisuus keväällä 2009 ennen silloisen Talvivaaran kaivoksen prosessivesien johtamisen alkamista syksyllä 2009 (Kuva 6-41). Purkutiputken käyttöönoton jälkeen sulfaattipitoisuudet ovat hieman kasvaneet etenkin alusvedessä kesällä. Tammikuun 2017 lopussa sulfaattipitoisuudet olivat syvänteiden alusvedessä: piste Nj35 130 mg/l, Nj23 110 mg/l ja suurimmillaan Petäjäniemen edustalla Nj47 (NjL2) 210 mg/l (KAI-ELY tiedote 27.2.2017).

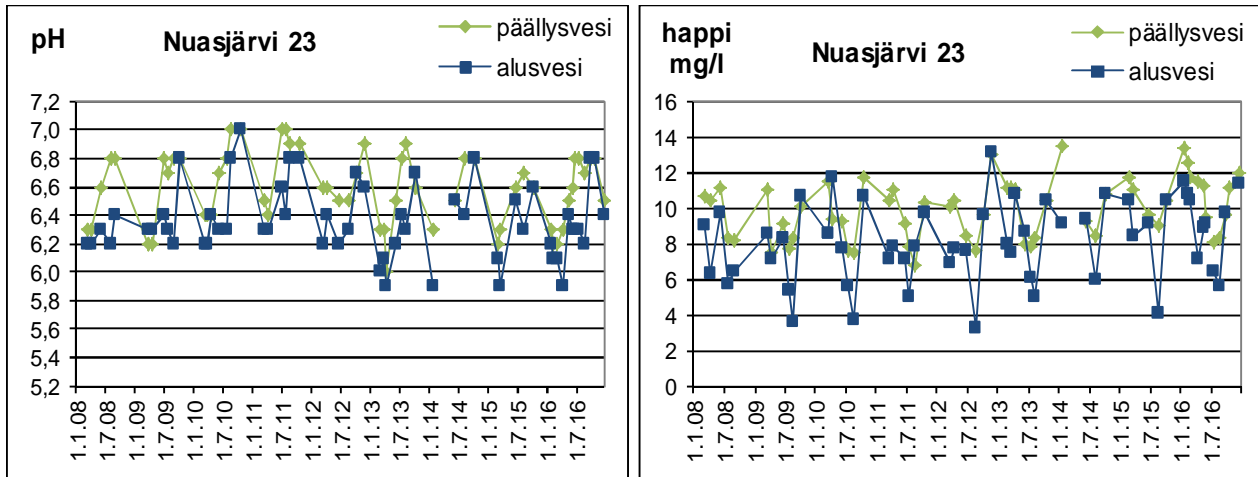
Natriumpitoisuus on vaihdellut Nuasjärvi-Oulujärvi alueella ennen purkutiputkea välillä 1,2–17 mg/l, ja sekä pienin että suurin pitoisuus on havaittu pisteellä Nj23 (Taulukko 6-10). Purkutiputken rakentamisen jälkeen natriumpitoisuudet ovat olleet 1,1–36 mg/l, ja molemmat pitoisuudet on havaittu pisteellä Nj35. Paltaselällä ja Ärjänselällä natriumpitoisuus on ollut alimmillaan <1 mg/l (Taulukko 6-11).



Kuva 6-41. Sulfaattipitoisuus Nuasjärnessä (piste 23) v. 2008–2016. Havainnot purkuputken jälkeen punaisella. Viipymä kaivosalueelta Nuasjärveen on noin 2 vuotta.

Veden pH on vaihdellut vuosina 2014–2016 välillä 5,9–7,3 (Taulukko 6-10, Taulukko 6-11). Alhaisimmat arvot on todettu pisteellä Nuasjärvi 23 alusvedessä talvella (Kuva 6-42).

Happitilanne on ollut Nuasjärvi-Oulujärvi alueella päälyysvedessä yleensä hyvä. Pohjan läheisyydessä happitilanne on vaihdellut välttävästä hyvään, mutta ajoittain happitilanne on ollut alusvedessä huono (kyll.% <40). Alhaisimmat hapen kyllästysasteet on todettu pisteellä Nuasjärvi 35 pohjan läheisyydessä syyskuussa 2016 (18 %) ja elokuussa 2015 (29 %) sekä pisteellä Rehja-itä elokuussa 2015 (27 %) (Taulukko 6-10, Taulukko 6-11). Myöskään kenttämittauksissa Nuasjärvi-Rehja-Oulujärvi alueella ei ole todettu varsinaisesti hapettomuutta, mutta kerrostuneisuuden aikana happitilanne on ollut pohjan läheisyydessä järvisyvänteille tyypillisesti ajoittain huono, esimerkiksi 26.9.2016 pisteellä Nuasjärvi 35 1,4–2,2 mg/l (Kuva 6-40). Nuasjärven pisteellä 23 happitilanteessa ei ole havaittavissa selvää kehityssuuntaa (Kuva 6-48).



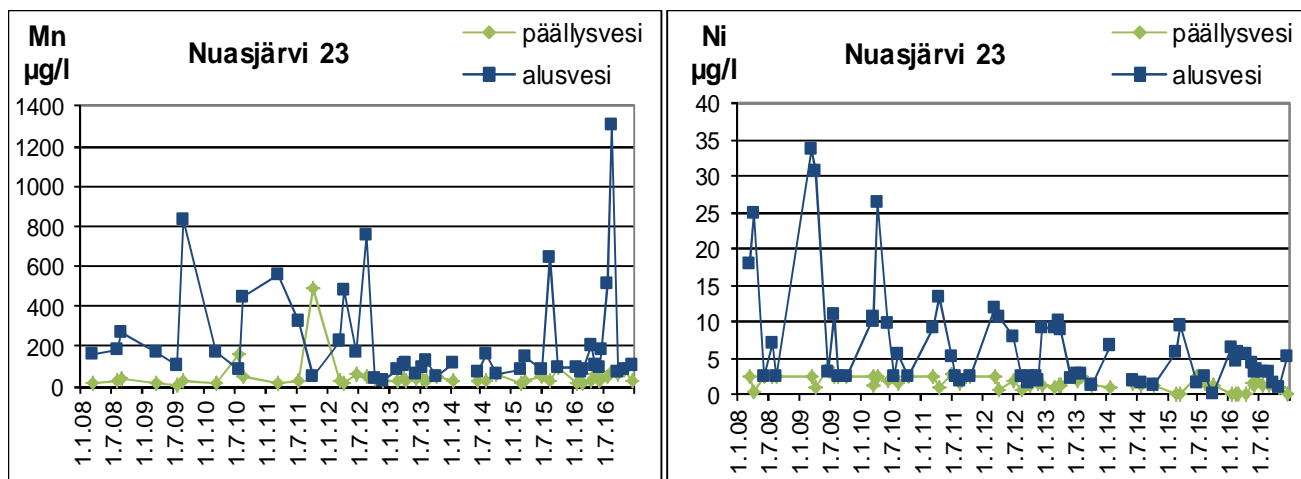
Kuva 6-42. Veden pH ja happipitoisuus Nuasjärvässä (piste Nj23) v. 2008–2016.

Orgaanisen aineksen määrää kuvaavan **kemiallisen hapenkulutuksen** (COD_{Mn}) arvot on vaihdellut melko vähän ollen keskimäärin tasoa 12–16 mg/l. **Orgaanisen kokonaishiilen pitoisuus (TOC)** ollut keskimäärin 10–12 mg/l. **Kokonaiskovuudeltaan** näytenäytteiden vedet ovat keskimäärin erittäin pehmeitä, poikkeuksena pisteen Nuasjärvi 35 alusvesi, jossa vesi on ollut purkuputken käyttöönoton jälkeen pehmeää.

Kokonaisfosforipitoisuus on ollut Nuasjärven ja Oulujärven päälyysvedessä keskimäärin 8–16 $\mu\text{g/l}$ ja alusvedessä 9–20 $\mu\text{g/l}$ (Taulukko 6-10, Taulukko 6-11). **Kokonais-typpipitoisuudet** ovat olleet päälyysvedessä keskimäärin 335–411 $\mu\text{g/l}$ ja alusvedessä 341–451 $\mu\text{g/l}$. Keskimääräiset päälyysveden ravinnepitoisuudet ovat pääosin karuille vesille tyypillistä tasoa. Kasviplanktonin määrää kuvaavat kesän **aklorofyllipitoisuudet** ovat olleet keskimäärin 4,5–9,0 $\mu\text{g/l}$ ilmentäen pääosin lievää rehevyyttä, Nuasjärven pisteillä paikoin rehevyyttä (>7 $\mu\text{g/l}$). Eroja selittänevät osin erilaiset näytemäärät.

Metallit

Mangaanipitoisuus on ollut Nuasjärven ja Oulujärven päälyysvedessä keskimäärin 28–96 $\mu\text{g/l}$ (Taulukko 6-10, Taulukko 6-11). Alusvedessä mangaanipitoisuus on vaihdellut huomattavasti (ka. 58–849 $\mu\text{g/l}$), ja suurimmat arvot on mitattu pisteeltä Nuasjärvi 35. Pitoisuuksissa ei ole havaittavissa selkeää eroa ennen ja jälkeen purkuputken rakentamisen. Korkeimmat pitoisuudet todettiin Nuasjärven pisteellä 35 (3700 $\mu\text{g/l}$) alusvedessä syyskuussa 2016 (happipitoisuus 2,3 mg/l) ja pisteellä Rehja-itä elokuussa 2015 (2100 $\mu\text{g/l}$). Nuasjärven pisteellä 23 mangaanipitoisuus on vaihdellut etenkin pohjan läheisyydessä huomattavasti, ja suurimmillaan pitoisuus oli elokuussa 2016 (Kuva 6-43). **Rautapitoisuus** on ollut Nuasjärvi-Petäisenniska alueella päälyysvedessä keskimäärin 370–575 $\mu\text{g/l}$ ja alusvedessä 423–815 $\mu\text{g/l}$. Suurin pitoisuus (1800 $\mu\text{g/l}$) on mitattu pisteellä Rehja-itä alusvedessä elokuussa 2015. **Alumiinipitoisuus** on ollut samaa tasoa päälyys- ja alusvedessä, keskimäärin 95–117 $\mu\text{g/l}$ (Taulukko 6-10, Taulukko 6-11).



Kuva 6-43. Mangaani ja nikkelpitoisuus Nuasjärvessä (piste 23) v. 2008–2016.

Liukoisen **nikkelin** pitoisuudet ovat olleet päälyysvedessä keskimäärin <1–4,1 µg/l ja alusvedessä <1–3,5 µg/l (Taulukko 6-10, Taulukko 6-11). Korkein pitoisuus (10 µg/l) on todettu Nuasjärven Jormaslahdella 3.3.2014. Nuasjärven pisteellä Nj35 alusveden keskimääräinen nikkelpitoisuus on noussut hieman ennen purkupuutkea todetulta tasolta (1,8->3,2 µg/l). Paltaselällä ja Ärjänselällä nikkelpitoisuudet ovat olleet alle määrittäysrajan. Nikkelin ympäristölaatuunormi biosaatavalle pitoisuudelle (AA EQS+tausta, 5 µg/l) alittuu kaikilla pisteillä. Myös suurin sallittu liukoisen nikkelin pitoisuus 34 µg/l (MAC-EQS) alittuu selvästi. Biosaatava pitoisuustaso on aina metallin mitattua liukoista pitoisuutta alhaisempi. Nuasjärven luontaisena nikkelin taustapitoisuutena voidaan pitää yleisesti käytettyä pitoisuustasoa 1 µg/l.

Suurimmat nikkelpitoisuudet (30,5-33,6 µg/l) Nuasjärven alusvedessä (piste 23) on todettu talvella 2009 ennen silloisen Talvivaaran prosessivesien johtamista, minkä jälkeen kehityssuunta on ollut laskeva (Kuva 6-43). Syvänteen veden laadussa on havaittavissa järville luontaista syklisyyttä, mikä on nähtävissä päälyys- ja alusveden sekoittumisena kevään ja syksyn täyskiertojen yhteydessä.

Liukoisen **sinkin** pitoisuus on ollut päälyysvedessä keskimäärin alle määrittäysrajan 5 µg/l, lukuun ottamatta Nuasjärven Jormaslahtea, jossa keskipitoisuus oli 11 µg/l ennen purkupuutken käyttöönottoa (Taulukko 6-10). Purkupuutken käyttöönoton jälkeen keskimääräinen sinkkipitoisuus on ollut 5,9 µg/l. Alusvedessä keskimääräinen sinkkipitoisuus on vuosina 2014–2016 ollut <5–8,1 µg/l. Suurin pitoisuus 27 µg/l on todettu Nuasjärven Jormaslahdella ennen purkupuutken käyttöönottoa.

Liukoisen **arsenin** pitoisuudet ovat olleet vuosina 2014–2016 pienempiä kuin 1 µg/l. Liukoisen **kadmiumin** keskimääräiset pitoisuudet ovat olleet pääosin alle 0,03 µg/l, ja suurimmillaan kadmiumin määrä oli 0,09 µg/l Jormaslahdella (Taulukko 6-10). Liukoisen kadmiumin pitoisuudet ovat olleet sille asetettua ympäristölaatuunormia 0,1 µg/l (tausta+AA-EQS pehmeissä vesissä) pienempiä. Liukoisen **uraanin** pitoisuus on ollut alle 0,1 µg/l lukuun ottamatta Nuasjärven Jormaslahdella havaittua suurinta arvoa 0,25 µg/l. (Taulukko 6-10).

Liukoisen **bariumin** pitoisuudesta on tuloksia Jormaslahdella ja pisteeltä Nj23, jossa pitoisuudet ovat olleet keskimäärin tasoa 9–11 µg/l, päälyysvedessä hieman korkeampia kuin alusvedessä. Liukoisen **koboltin** pitoisuudet ovat olleet alle 0,5 µg/l. Myös liukoisen **kromin** pitoisuudet ovat olleet pieniä, suurimmillaan 0,8 µg/l Jormaslahdella. Liukoisen **lyijyn** ja liukoisen **antimonin** pitoisuudet ovat olleet alle 0,5 µg/l. (liite 3)

Kainuun ELY-keskuksen tiedotteen (27.2.2017) mukaan veden metallipitoisuudet ovat olleet pieniä talvella 2016–2017.

Nuasjärven rantavedet (NR1, NR2, NR3, NR4, NR5 ja NR6)

Nuasjärven ranta-alueelta on otettu näytteet elokuussa 2015 ja heinäkuussa 2016 purkuputkihankkeen ympäristötarkkailuesityksen mukaisesti kuudesta eri havaintopaikasta (NR1–NR6) (Kuva 6-44). Näytepisteiden valinnassa pyrittiin huomioimaan alueiden asuin- ja virkistyskäyttö. Näytteet otettiin rannan läheisyydestä niin, että ne kuvaavat uima-, pesu-, sauna- ja kasteluveden laatua (Ramboll Finland Oy 2016).

Elokuun 2015 näytteissä sulfaattipitoisuus oli koholla (26 mg/l) Jormaslahden rannasta läheltä Jormasjokisuuta otetussa näytteessä (NR2), kun muilla pisteillä sulfaattipitoisuus oli 2,6–8,0 mg/l. Heinäkuussa 2016 sulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 17–20 mg/l, ja arvot olivat nousseet kaikilla pisteillä pistettä NR2 lukuun ottamatta. Mangaanipitoisuudet olivat hieman nousseet edellisestä. Useimmat sähköjohtavuusarvot ja natriumpitoisuudet olivat myös nousseet edellivuoden tasoon verrattuna. Määritetyt metallipitoisuudet olivat kautta linjan pieniä (Taulukko 6-13). Rantavesistä analysoidut pitoisuudet täyttivät Sosiaali- ja terveysministeriön asettamat talousvesien laatuvaatimukset ja laatusuositukset (STM 1352/2015, Taulukko 6-4).



Kuva 6-44. Nuasjärven rantavesinäytteiden ottopaikat v. 2015 ja 2016.

Taulukko 6-13. Nuasjärven ranta-alueilta otettujen näytteiden vedenlaatu kesällä 2015 ja 2016.

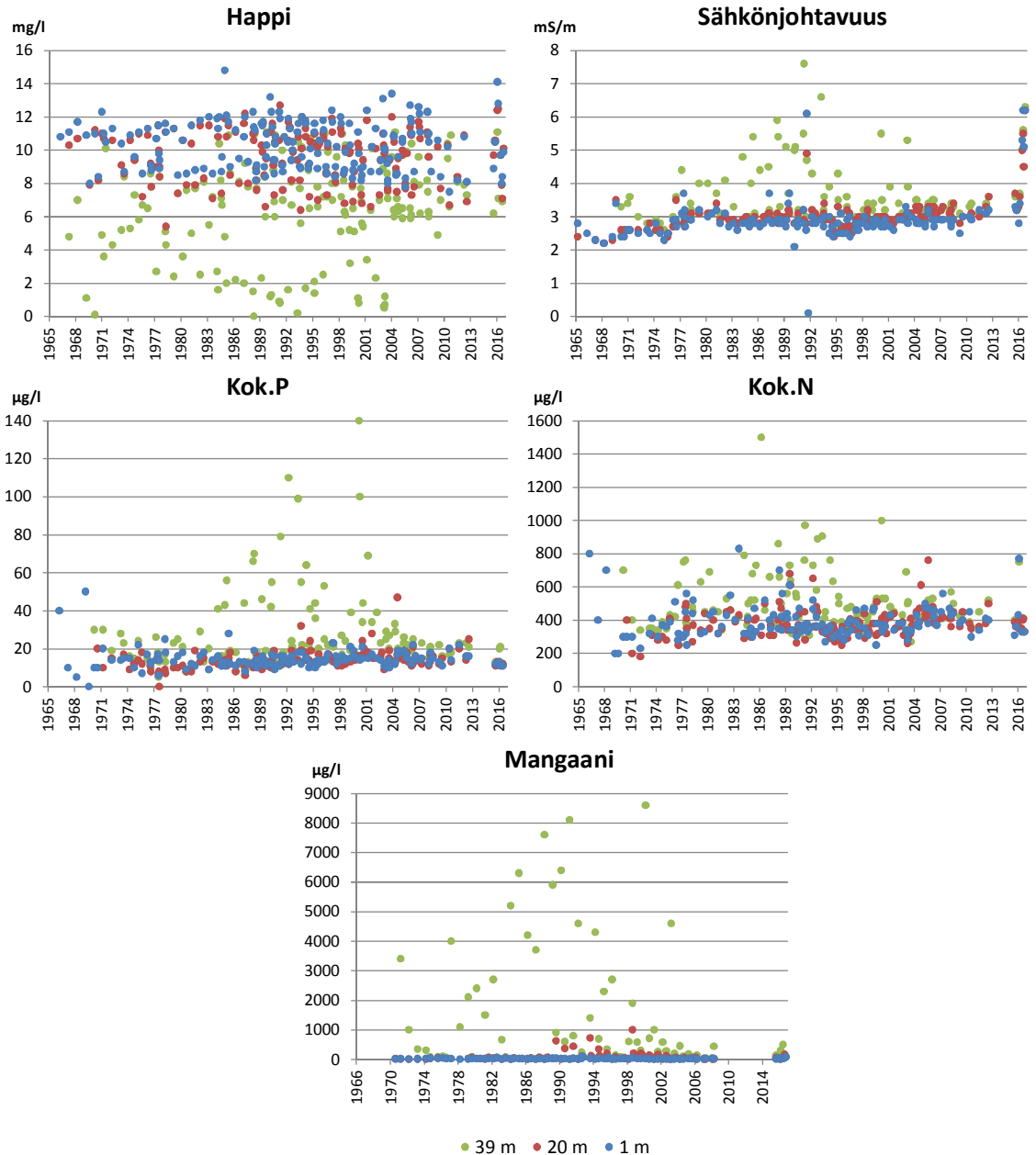
	Näytteen- otto pvm	Näyte- syv. m	t °C	pH	Sähkön- joht. mS/m	SO ₄ mg/l	Na mg/l	Hg liuk. µg/l	Cd liuk. µg/l	Mn µg/l	Ni liuk. µg/l	U liuk. µg/l
N1	26.8.2015	0,3	19,6	6,8	3,0	2,6	1,1	<0,02	<0,03	17	<1,0	<0,1
N2	26.8.2015	0,3	19,7	6,6	9,4	26	6,0	<0,02	<0,03	32	3,1	<0,1
N3	27.8.2015	0,1	18,6	6,7	4,4	8,0	2,2	<0,02	<0,03	19	1,4	<0,1
N4	27.8.2015	0,1	18,3	6,8	4,2	7,5	2,1	<0,02	<0,03	22	1,4	<0,1
N5	27.8.2015	0,1	18,6	6,7	4,2	7,2	2,1	<0,02	<0,03	18	1,4	<0,1
N6	26.8.2015	0,5	20,8	6,6	9,6	5,8	1,8	<0,02	<0,03	41	3,3	<0,1
NR1	6.7.2016	0,4	18,0	6,7	7,2	20	3,9	<0,02	<0,03	43	2,2	<0,1
NR2	6.7.2016	0,2	18,4	6,5	7,2	20	4,2	<0,02	<0,03	41	2,0	<0,1
NR3	6.7.2016	0,2	18,7	6,4	6,6	17	3,6	<0,02	<0,03	41	1,9	<0,1
NR4	6.7.2016	0,2	18,1	6,7	6,2	17	3,6	<0,02	<0,03	43	1,5	<0,1
NR5	6.7.2016	0,2	18,3	6,5	6,5	17	3,6	<0,02	<0,03	41	1,7	<0,1
NR6	6.7.2016	0,1	18,4	6,6	6,4	17	3,5	<0,02	<0,03	44	1,7	<0,1

Yhteenveto vedenlaadun kehityksestä Nuasjärvessä

Vuosina 2000–2009 Nuasjärven natrium-, sulfaatti- ja mangaanipitoisuudet ovat olleet lähinnä päänlyvedessä jonkin verran alhaisempia kuin vuodesta 2014 eteenpäin (Taulukko 6-14, Taulukko 6-10, Taulukko 6-11). Metallipitoisuuksissa (As, Cd) ei näytetäisi tapahtuneen merkittäviä muutoksia 2000-luvun alun ja viimeisimpien viiden vuoden välillä. Osittain vertailua vaikeuttavat metallien erilaiset määritysmenetelmät ja pienet näytemäärät (esim. Cd) etenkin 2000-luvun alussa. Nikkelipitoisuudet ovat olleet viime vuosina etenkin alusvedessä alhaisempia kuin vuosina 2008–2010 (Kuva 6-43). Nuasjärven (piste 23) fosforipitoisuuden trendi on laskeva ja typpipitoisuuksissa ei ole havaittavissa selvää kehityssuuntaa. Rehjanselällä (piste 135) alusveden happitilanne on parantunut viimeisten 10 vuoden aikana ja vastaavasti fosfori- ja mangaanipitoisuudet ovat pienentyneet (Kuva 6-45). Sähkönjohtavuudet ovat nousseet hieman vuonna 2016 päänly- ja välivedessä.

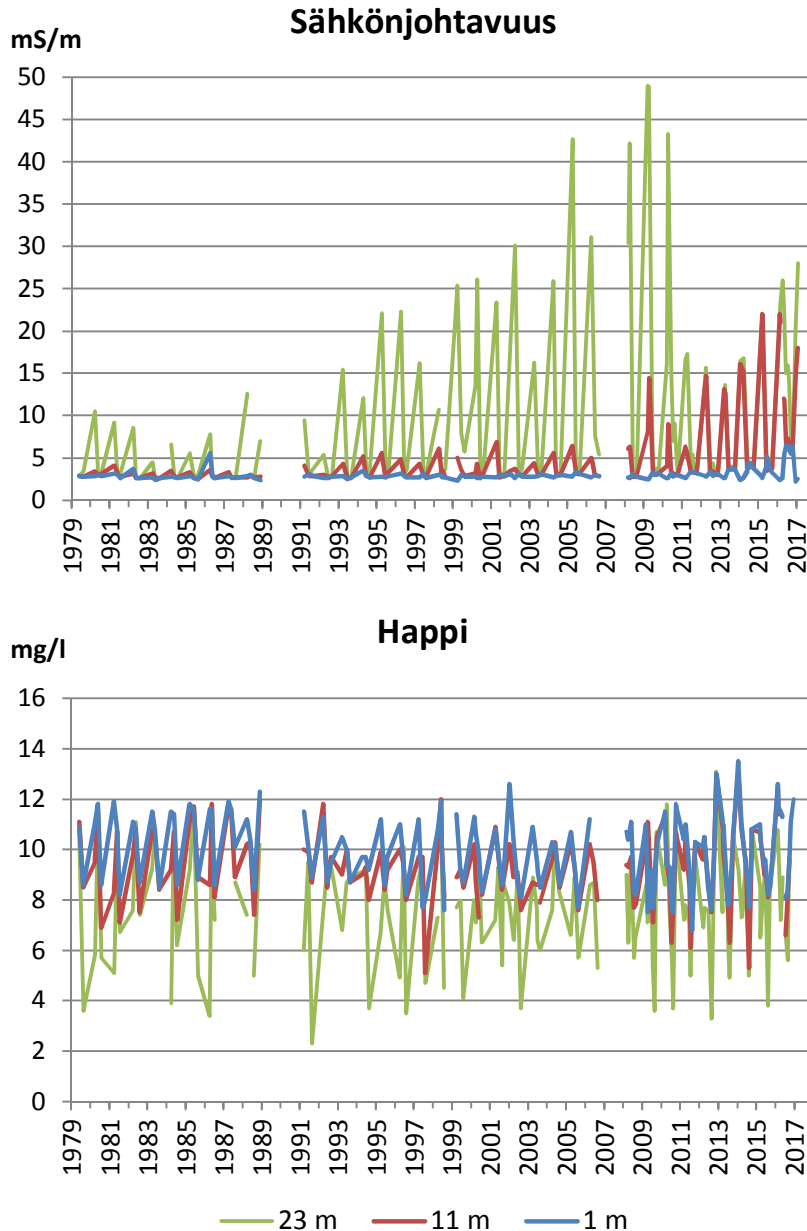
Taulukko 6-14. Vedenlaadun keski- ja ääriarvoja Nuasjärvässä ja Rehjanselällä v. 2000–2009. (Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät)

Paikka	Aika	Syvyys m	Happi kyll.%	pH	S-joht. mS/m	COD _{Mn} mg/l	Kok.P µg/l	Kok.N µg/l	SO ₄ mg/l	Na mg/l	As µg/l	Cd liuk. µg/l	Ni µg/l	Mn µg/l	Kok.kov. mmol/l	Klor-a µg/l
Nuasjärvi, Jormaslahti 6	ka 2000-09	1	86	6,5	7,2	13	16	418	16	1,3	0,59	<2	10	38	0,24	4,6
	min		76	5,9	2,9	8,6	11	280	9,1	0,9	0,20	<2	<1	2,5	0,10	1,5
	maks		94	7,0	53	18	38	650	47	2,1	2,3	<2	31	57	0,70	6,2
	n		34	34	34	34	34	34	8	6	24	6	34	6	32	8
Nuasjärvi 22	ka 2000-09	1	86	6,6	3,4	12	16	386	6,7		0,37		4,1		0,14	6,3
		2,5-3	88	6,7	3,7	13	16	383	8,1		0,36		6,8		0,13	
	min		74	6,2	2,5	9	9	280	2,2		0,25		<1		0,10	5,1
	maks		97	7,1	5,8	22	20	490	14		0,60		27		0,40	8,4
n		26	27	27	27	27	27	4		24		27		27	3	
Nuasjärvi 16	ka 2000-09	1	84	6,6	3,0	12	17	381	4,9		0,32		2,2		0,14	5,7
		4-5	82	6,6	3,3	12	15	386	4,6		0,33		2,8		0,14	
	min		53	5,9	2,3	9,0	10	270	2,0		0,20		<1		0,08	4,9
	maks		101	7,0	4,9	17	35	520	8,8		0,60		8,0		0,30	6,4
n		25	25	25	25	25	25	3		22		25		25	2	
Nuasjärvi 23	ka 2000-09	1	84	6,6	2,9	12	16	380	3,6	1,0	0,30	<2	2,4	24	0,12	6,8
		23-25	62	6,4	14	11	17	450	69	3,1	1,9	<2	13	290	0,62	
	min		29	6,0	2,5	6,7	10	270	1,8	0,83	0,10	<2	<1	12	0,07	2,6
	maks		102	7,4	49	26	32	590	190	6,8	10,7	<2	59	830	2,20	10
n		36	37	35	35	35	35	9	6	24	6	35	6	33	10	
Rehjanselkä 135	ka 2000-09	1	83	6,5	2,9	12	15	401	2,8					19		6,5
		38-41	53	6,2	3,4	11	29	466	3,2					943		
	min		5	5,8	2,5	7,7	7,0	260	2,1				5,0		2,6	
	maks		97	7,1	5,5	17	140	1000	4,1				8600		22	
n		46	35	33	33	33	33	12				19		25		



Kuva 6-45 Rehjanselän (Reh135) päällysveden (1 m), väliveden (20 m) ja alusveden (39 m) vedenlaatu vuosina 1965–2016.

Mondo Mineralsin Lahnaslammen kaivos on aloittanut toimintansa 1970-luvun puolivälissä, ja ympäristöhallinnon avoimen tiedon palvelun kautta on saatavilla tarkkailuaineistoa Nuasjärven havaintopaikalta Nj23 vuodesta 1979 alkaen. Mondo Mineralsin kaivoksen ja tehtaan kuormitus on päätynt Lahnasjoen kautta Jormaslahteen. Kuvissa (Kuva 6-46) on esitetty sähkönjohtavuuden ja happipitoisuuden kehitys pitkällä aikavälillä pisteessä Nj23 kolmessa eri vesikerroksessa. Kuvista nähdään sähkönjohtavuuden kohoaminen vähitellen noin 40 vuoden aikana ja täyskiertojen vaikutus, jolloin sähkönjohtavuusarvot pohjan ja pinnan välillä tasoittuvat. Happitilanteessa näkyy hapen kulumisen kerrostuneisuuskausina sekä tilanteen parantuminen täyskiertojen yhteydessä. Hapettomuutta syvänteessä ei ole esiintynyt. Kuormittamattomienkin järvien syvänteissä happitilanne heikkenee luontaisesti kerrostuneisuuskausina riippuen rehevyydestä.



Kuva 6-46 Nuasjärven pisteen Nj23 päänlysveden (1 m), väliveden (11 m) ja alusveden (23 m) sähkönjohlavuusarvot ja happipitoisuudet vuosina 1979–2016.

Vedenlaadun kehitys Kajaaninjoen ja Oulujärven Paltaselän-Ärjänselän alueella

Kajaaninjoen vedenlaadun kehitystä on tarkasteltu ympäristöhallinnon Hertta-tietopalvelusta (Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät) saatujen vuosien 1990–2016 maaliskuun ja kesä-elokuun vedenlaadun tarkkailutietojen perusteella kahdessa kohteessa (Kuva 6-47).

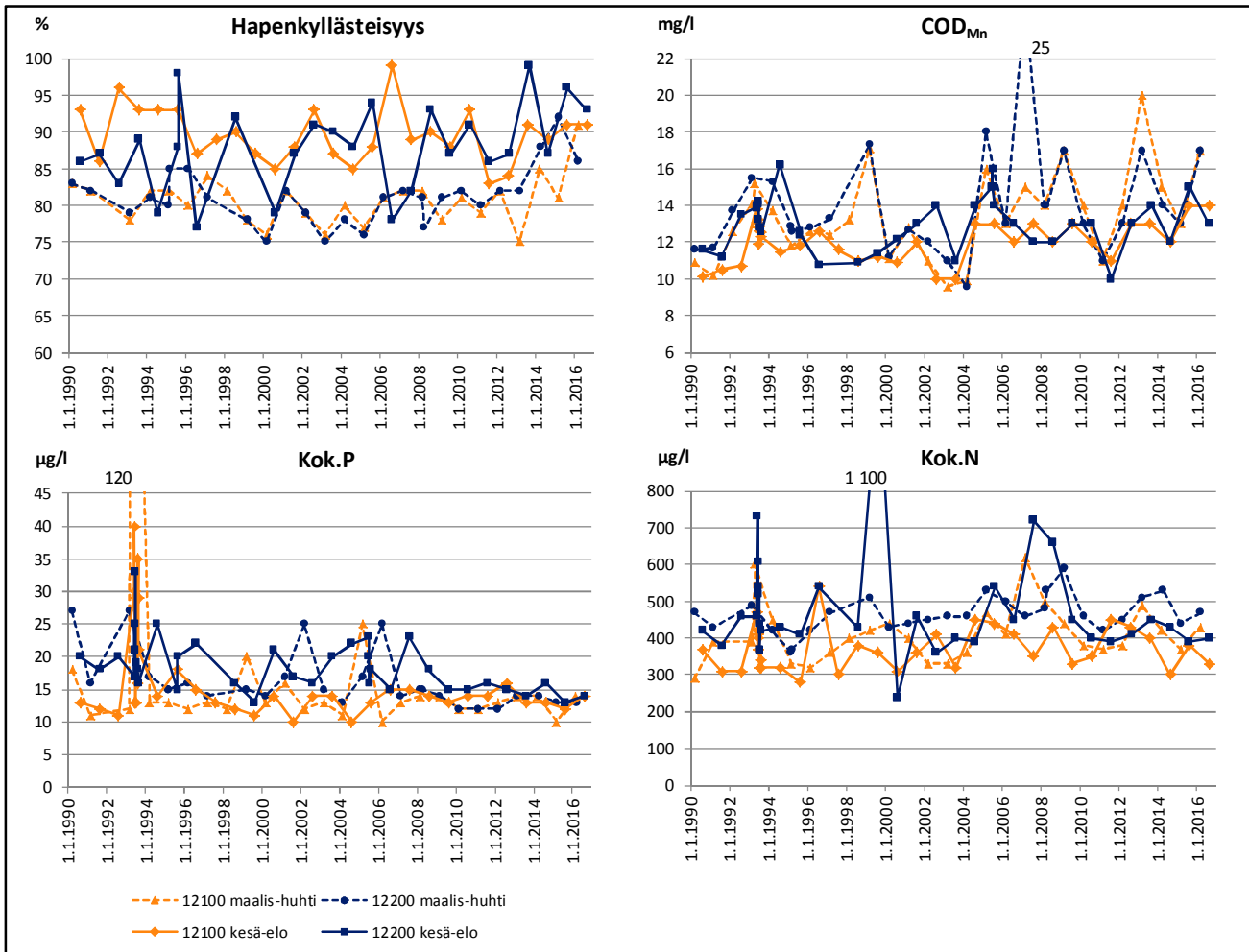


Kuva 6-47. Kajaaninjoen näytepisteiden sijainti.

Oulujärveen kohdistuva teollisuus- ja taajamakuormitus on pienentynyt tasaisesti viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana johtuen Kajaaninjoen varressa sijainneen Kajaani Oy:n sulfiittiselluloosatehtaan lopettamisesta vuonna 1982 ja jätevesien puhdistuksen tehostumisesta (Pöyry Finland Oy, 2014). UPM Kymmene Oy:n Kajaanin paperitehdas lopetti toimintansa joulukuussa 2008, ja järveen kohdistuva kuormitus pieneni olennaisesti tammikuun 2009 jälkeen. Nykyisin suurin osa Oulujärveen kohdistuvasta pistekuormituksesta on peräisin taajamista. Lisäksi alueelle tulee turvetuotannon ja kalankasvatuksen kuormitusta sekä hajakuormitusta.

Kajaaninjoen happitilanne on ollut kesällä hyvä ja talvella vähintään tyydyttävä. Joen alemmalla pisteellä (12200) kesäajan happitilanne on parantunut. Viime vuosina myös talviajan happitilanne on parantunut molemmilla pisteillä (Kuva 6-48). Kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) arvoissa on havaittavissa lievää kasvua kevättalvella. Kokonaisravinteiden määrä on ollut Kajaaninjoen alaosalla yleensä hieman suurempi kuin joen yläosalla, mikä johtuu alueelle tulevasta jätevesikuormituksesta. Fosforipitoisuuksien vaihtelu on vähentynyt vuodesta 2009 lähtien, ja pitoisuudet ovat vakiintuneet tasolle 10–15 $\mu\text{g/l}$. Typpipitoisuudet ovat olleet viime vuosina tasoa 300–500 $\mu\text{g/l}$, eikä pitoisuuksissa ole havaittavissa selvää kehityssuuntaa.

Terrafamen kaivoksen käsitellyille purkuvesille tyypillisiä kuormitteita, kuten sulfaattia, natriumia ja mangaania, ei ole tarkkailtu Oulujärveen tulevien reittivesistöjen suilla. Veden alkaliniteetti tai kovuus eivät ole nousseet Kajaaninjoen ylä- eivätkä alaosalla, joten Terrafamen kaivoksen vesienkäsittelykemikaalien vaikutusta ei voida havaita Kajaaninjoessa.



Kuva 6-48. Vedenlaatu Kajaaninjoen yläosalla (Petäisenniska 12100) ja joen alaosalla (Kajaaninjoki 12200) maalis-huhtikuussa ja kesä-elokuussa 1990–2016.

Oulujärvi on tyypitelty suureksi humusjärveksi (Sh). Selkälueille kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuudet ilmentävät jopa erinomaista tilaa. Rehevimmillä lahtialueilla ravinnetasot ovat yleensä hyvän tilan tasolla. Hydrologis-morfologisesti vesistö ei ole voimakkaasti muutettu. Järven ekologinen ja kemiallinen tila on hyvä (kpl 9.1.1).



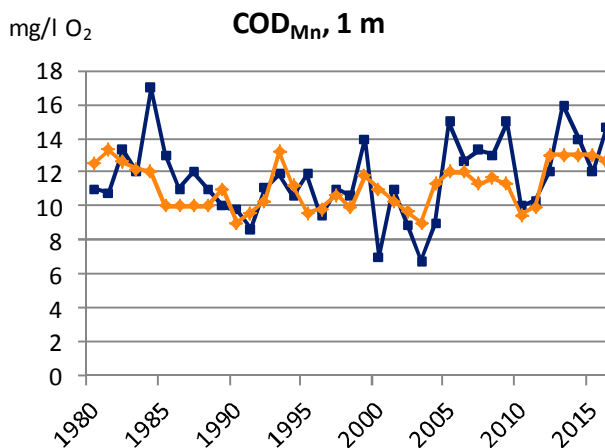
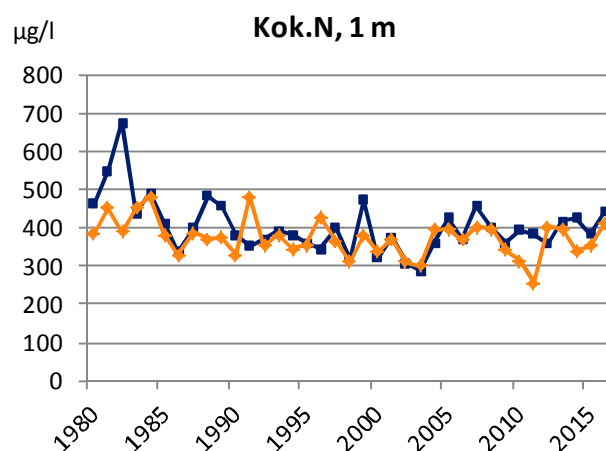
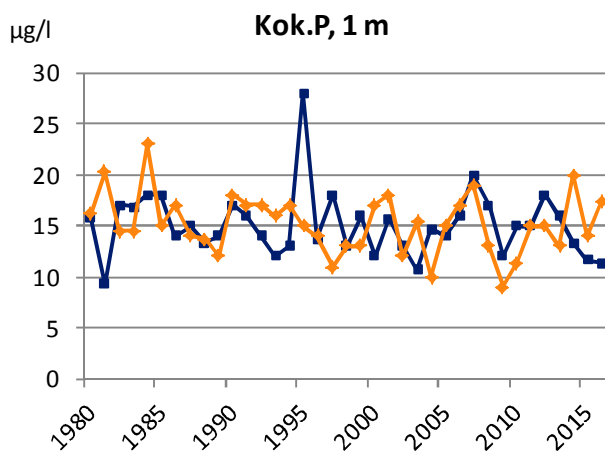
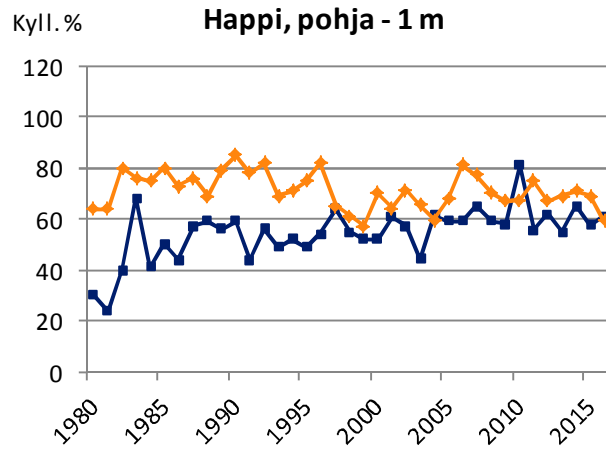
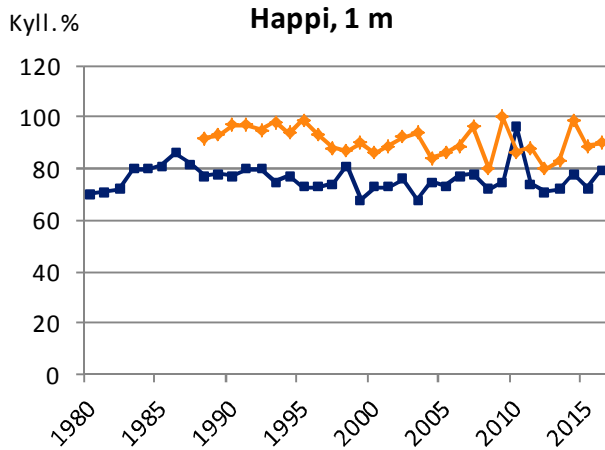
Kuva 6-49. Oulujärven tarkkailupisteiden Ouj11, Ouj16 ja Ouj18 sijainti.

Oulujärven alueen veden laatua tarkkailtiin veloitettavien tarkkailun puitteissa vuoteen 2012 asti vuonna 2000 laaditun tarkkailusuunnitelman mukaan ja vuodesta 2013 lähtien uuden supistetun tarkkailusuunnitelman mukaisesti (Pöyry Finland Oy 2013a), jonka Kainuun ELY-keskus on eräin täydennyksin hyväksynyt (muistio 15.2.2013). Uuden ohjelman mukaisesti vesinäytteitä otettiin huhtikuussa ja heinäkuussa vuosina 2015 ja 2016 kahdeksalta näytteenotto paikalta. Lisäksi ympäristöhallinnon toimesta tarkkaillaan järveen laskevien vesien laatua suurimpien reittivesistöjen, Sotkamon ja Hyrynsalmen reitin suilla, sekä järvestä lähtevien vesien laatua Jylhämässä.

Oulujärveen kohdistuvan kuormituksen pienentyessä läntisen Paltaselän (havaintopisteet Ouj11, Ouj16, Ouj18 (Kuva 6-49) kevättalviset alusveden hapen kyllästysasteet ovat olleet hienoisessa nousussa koko tarkastelujakson ajan, kun puolestaan heinäkuun arvoissa on havaittavissa lievää laskua (Kuva 6-50). Alusveden happitilanne on kuitenkin ollut 2000-luvulla pääosin kohtuullisen hyvä sekä talvella että kesällä. Päälysveden happitilanne on ollut kesällä hyvä. Längtisen Paltaselän ravinnepitoisuudet näyttäisivät olevan lievässä laskussa (Kuva 6-50). Fosforipitoisuus on nykyisin noin 15 µg/l ja typpipitoisuus noin 350–400 µg/l.

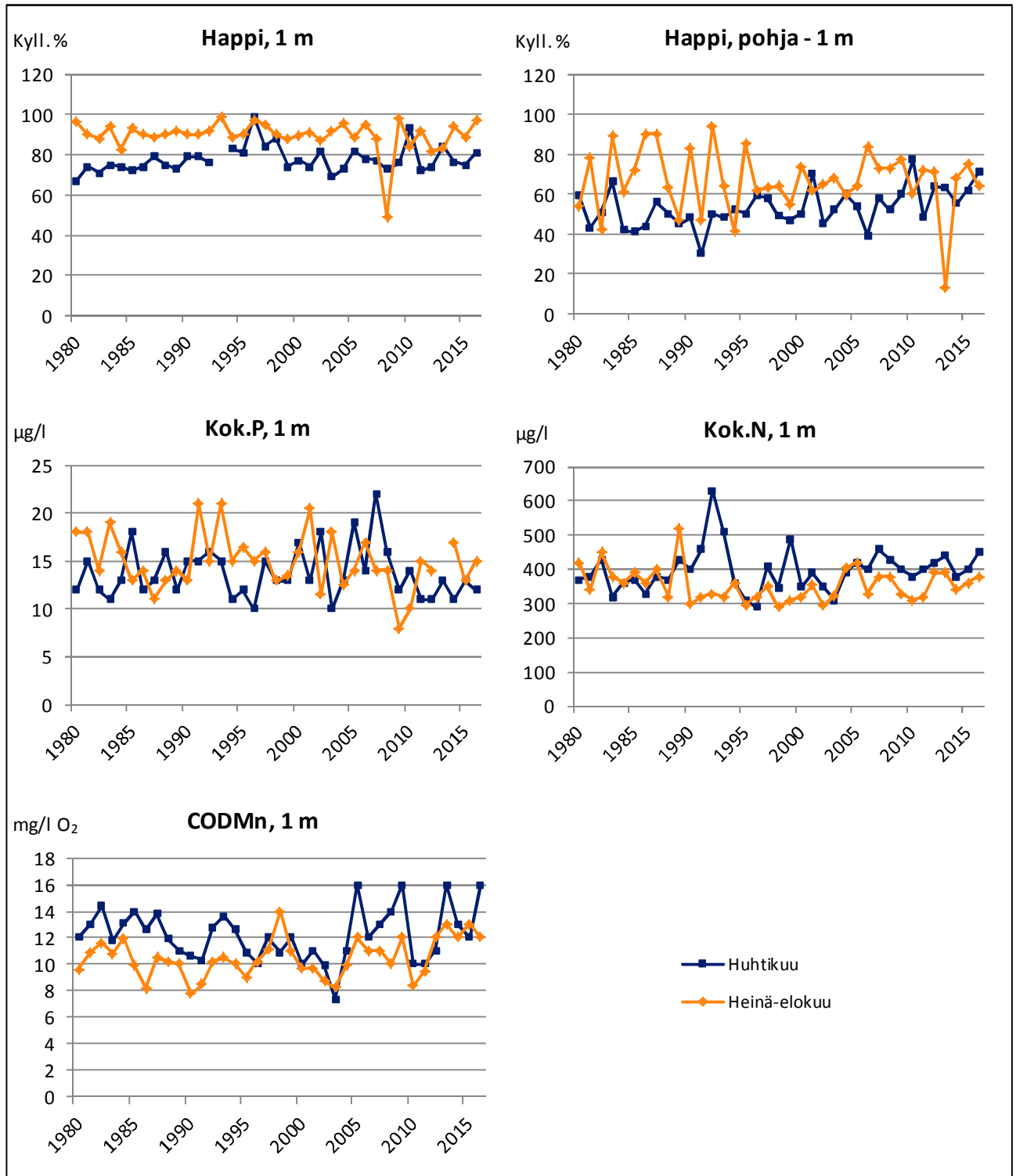
Ärjänselällä (piste 139, Kuva 6-28) alusveden kevättalvinen happitilanne on myös parantunut (Kuva 6-51). Kesällä hapen kyllästysaste on vaihdellut paljon eikä selvää kehityssuuntaa ole havaittavissa. Päälysvedessä happitilanne on ollut kohtuullisen hyvä myös talvella. Ravinnepitoisuudet näyttäisivät olevan lievässä laskussa kesällä (Kuva 6-51).

Terrafamen kaivoksen käsitellyille purkuvesille tyypillisiä kuormitteita, kuten sulfaattia ja mangaania, ei ole tarkkailtu Oulujärveen tulevien reittivesistöjen suilla. Oulujärvestä lähtevässä vedessä (Jylhä VP12800) sulfaattipitoisuus on vaihdellut vuosina 2010–2016 välillä 2,1–3,5 mg/l (n=79) ja mangaanipitoisuus välillä 2,5–280 µg/l (keskimäärin 31 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuus on määritetty loppuvuodesta 2012 lähtien, ja se on ollut keskimäärin 0,72 µg/l (n=25).



—■— Huhtikuu
—▲— Heinä-elokuu

Kuva 6-50. Läntisen Paltaselän (näytteenottapaikat Ouj11, Ouj16, Ouj18) vedenlaadun kehitys huhtikuussa ja heinä-elokuussa vuosina 1980–2015.



Kuva 6-51. Ärjänselän (piste 139) vedenlaadun kehitys huhtikuussa ja heinä-elokuussa vuosina 1980–2016.

6.8 Vesistövaikutukset

6.8.1 Arviointimenetelmät

Terrafame Oy:n purkuvesien kuormituksen aiheuttamien vesistövaikutusten arviointi on tehty sulfaatin osalta vesistömallinnuksiin perustuen asiantuntijatyönä. Sulfaatti on Terrafamen kaivoksen keskeinen kuormite, ja myös YVA-vaihtoehdot on asetettu sulfaatti-kuormituksen perusteella. Seuraavassa kappaleessa on esitetty vesistömallinnuksen toteutuksen pääkohdat. Tarkemmin käytetyn mallin kuvaus, käytetyt lähtötiedot ja mallinnetut tilanteet ja jaksot käyvät ilmi erillisestä mallinnusraportista (liite 4).

Mallinnuksen ensimmäisessä vaiheessa tarkasteltiin Nuasjärven nykyisen, Juurikkalahden edustalla sijaitsevan, purkupaikan lisäksi kahta vaihtoehtoista purkupaikkaa, jotka sijaitsivat Rimpilänsalmessa ja Petäisenniskalla. Mallinnuksen perusteella kaikissa purkupisteissä esiintyy talven kerrostuneisuuskaudella noin 200–400 mg/l sulfaattipitoisuuksia alimmassa vesikerroksessa. Vaikutusten painopiste siirtyy länteen purkupaikkaa siirrettäessä, mutta Oulujärven ja siitä lähtevän vedenlaadun kannalta purkupaikalla ei ollut merkittävää vaikutusta. Petäisenniskan purkupaikka todettiin hankalaksi kaupungin läpi virtaavan Kajaaninjoen kannalta. Purkupaikan siirtoa ei kokonaisuuden kannalta todettu hyödylliseksi. Purkupaikkavertailu on esitetty tarkemmin mallinnusraportin (liite 4) liitteessä 2. Toisessa vaiheessa eri YVA-vaihtoehtojen kuormituksen vaikutukset mallinnettiin nykyisellä Nuasjärven purkupaikalla.

Sulfaattimallinnukseen perustuen on tehty laskelmat tärkeimpien metallipäästöjen vaikutuksista. Kuormitus- ja nykytilatietojen sekä mallinnusten ja tehtyjen laskelmien perusteella on arvioitu vedenlaatuvaikutuksia. Vaikutusten arvioinnissa on huomioitu suorien vaikutusten lisäksi myös epäsuorat vaikutukset Vesistövaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty tarkkailutietoja vesialueiden nykyisestä tilasta ja olemassa olevaa tarkkailu- ja tutkimustietoa kaivoksen aiemman toiminnan ajalta.

Sulfaattipitoisten vesien kulkeutumista arvioitiin 3D-vesistömallin EFDC, (Environmental Fluid Dynamics Code) avulla. Mallinnus toteutettiin kolmiulotteisena johtuen kohdevesistön syvyysuhteista ja kaivoksen purkuvesien pystysuuntaisen sekoittumisen kuvaamiseksi. Laskennan pystysuoran kuvauksen tarkentamiseksi mallia kalibroitiin tarkkailuaineistoilla. Mallin kalibroinnissa hyödynnettiin 2015–2016 toteutuneita vesi- ja kuormitusmääriä ja tarkkailussa Nuasjärvestä todettuja pitoisuuksia. Kalibrointi tehtiin myös Jormasjärven ja Vuoksen suuntaan laskevien vesistöjen osalta. Mallinnuksen alkutila määritettiin kalibrointijakson alun eli alkuvuoden 2015 vesistö tarkkailutulosten perusteella. Siten mallinnuksessa on huomioitu vesistöjen nykyinen sulfaattipitoisuuden taso ja mallilla saadut pitoisuudet kuvaavat tulevaa pitoisuustasoa eri kuormitusvaihtoehdoissa. Alkutilamäärittelystä johtuen mallinnusjakson alkuun aiheutuu vanhoilla purkureiteillä jonkin verran yliarviota ja Nuasjärvestä vastaavasti aliarviota.

Laskentaa varten mallinnettava alue kaivosalueelta Oulujärven luusuaan jaettiin laskentaelementteihin, joiden keskimääräisen virtausnopeuden ja vedenkorkeuden malli laskee. Laskentaelementtien koko (hilakoko) oli Kalliojärvestä 50 m x 50 m, Jormasjärvestä 100 m x 100 m, Nuasjärvestä 200 m x 200 m ja Oulujärvestä 600 m x 600 m. Vuoksen suunnassa Kivijärven hilakoko oli 50 m x 50 m ja Laakajärven 100 m x 250 m. Hilan koko aiheuttaa pohjan syvyysuhteiden keskiarvoistumista, minkä vuoksi pinta-alaltaan pienet ja jyrkkäpiirteiset syvännealueet rajautuvat osittain pois eikä malli anna oikeaa tulosta niiden pohjanläheisen veden laadusta. Hilakoon rajoitusten vuoksi Nuasjärven ja muidenkin pienialaisten syvänteiden osalta on huomattava, että kerros 'pohja' ei ole sama kuin pohjanläheinen kerros eli alin yhden metrin vesikerros, vaan edustaa paikasta riippuen pohjaa ylempänä olevaa kerrosta. Mallia tarkennettiin Nuasjärven purkupaikan lähiympäristössä pienentämällä hilakokoa 200:sta 50 metriin ja lisäämällä kerroksia, mikä toi hieman mutta ei riittävää parannusta asiaan. Kuvaus hilarakentees-

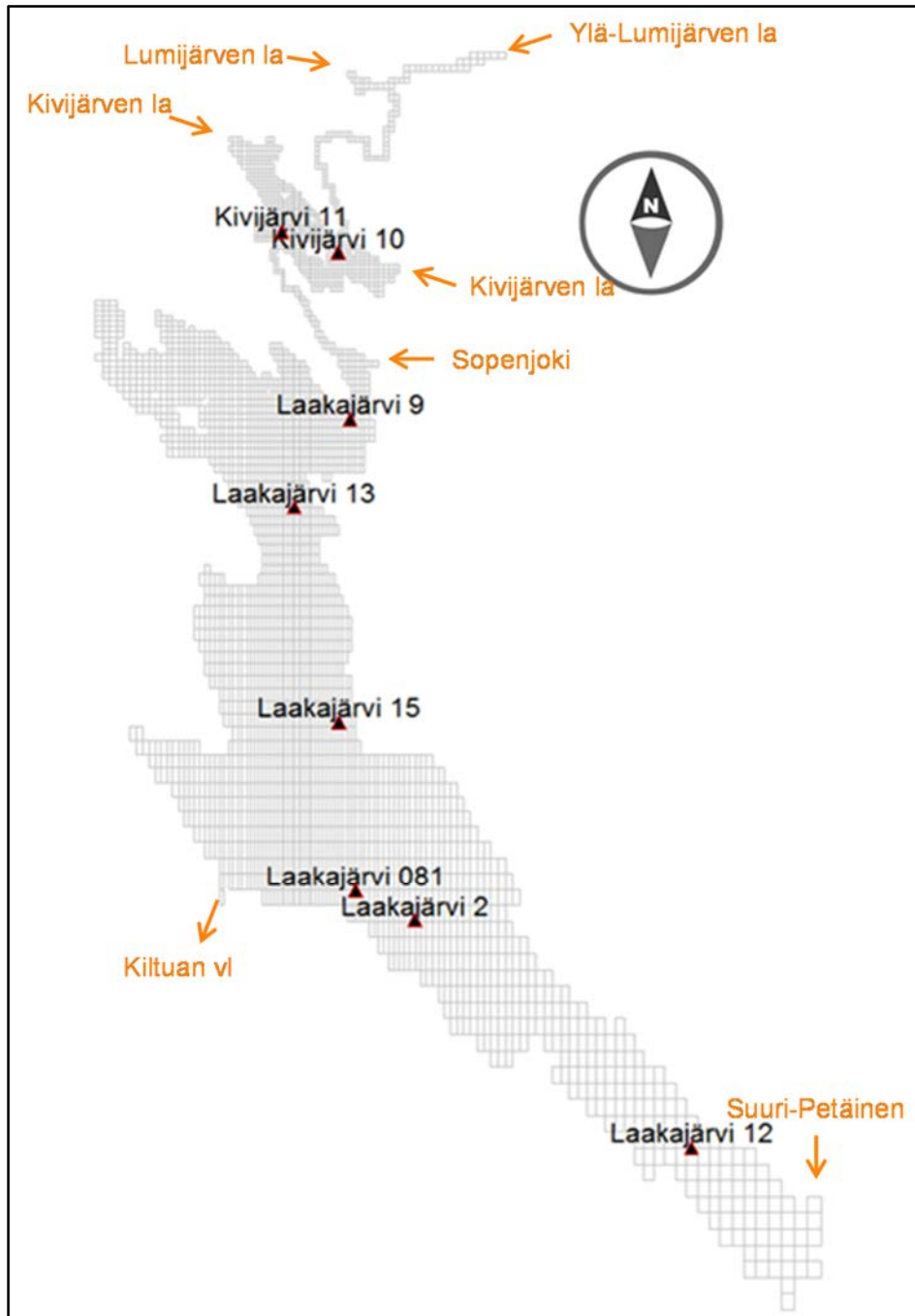
ta sekä mallinnuksessa käytetyistä tulostuspisteistä on esitetty kuvissa (Kuva 6-52 ja Kuva 6-53). Mallinnusalueen rajana oli Oulujoen suunnassa Oulujärvi ja Vuoksen suunnassa Laakajärvi.

Mallinnukset tehtiin YVA-vaihtoehtojen mukaisissa kuormitustilanteissa (Taulukko 6-15). Lisäksi toteutettiin juoksutuksen jaksotuksella saatavan ympäristöhyödyn mallinnus vaihtoehdon VE1a mukaisella kuormituksella. Nuasjärven nykyisen purkupaikan lähialueella mallin tarkkuutta ja kerrostuneisuuden arviointia pyrittiin parantamaan hila-kokoa pienentämällä. Mallinnus toteutettiin kuivana vesivuonna, jota edusti vuosi 2003. Laskentajakson pituus oli YVA-vaihtoehdoissa ja purkupaikkavertailussa 6 vuotta tai 4 vuotta ja muissa laskentatapauksissa lyhyempi (Taulukko 6-15).

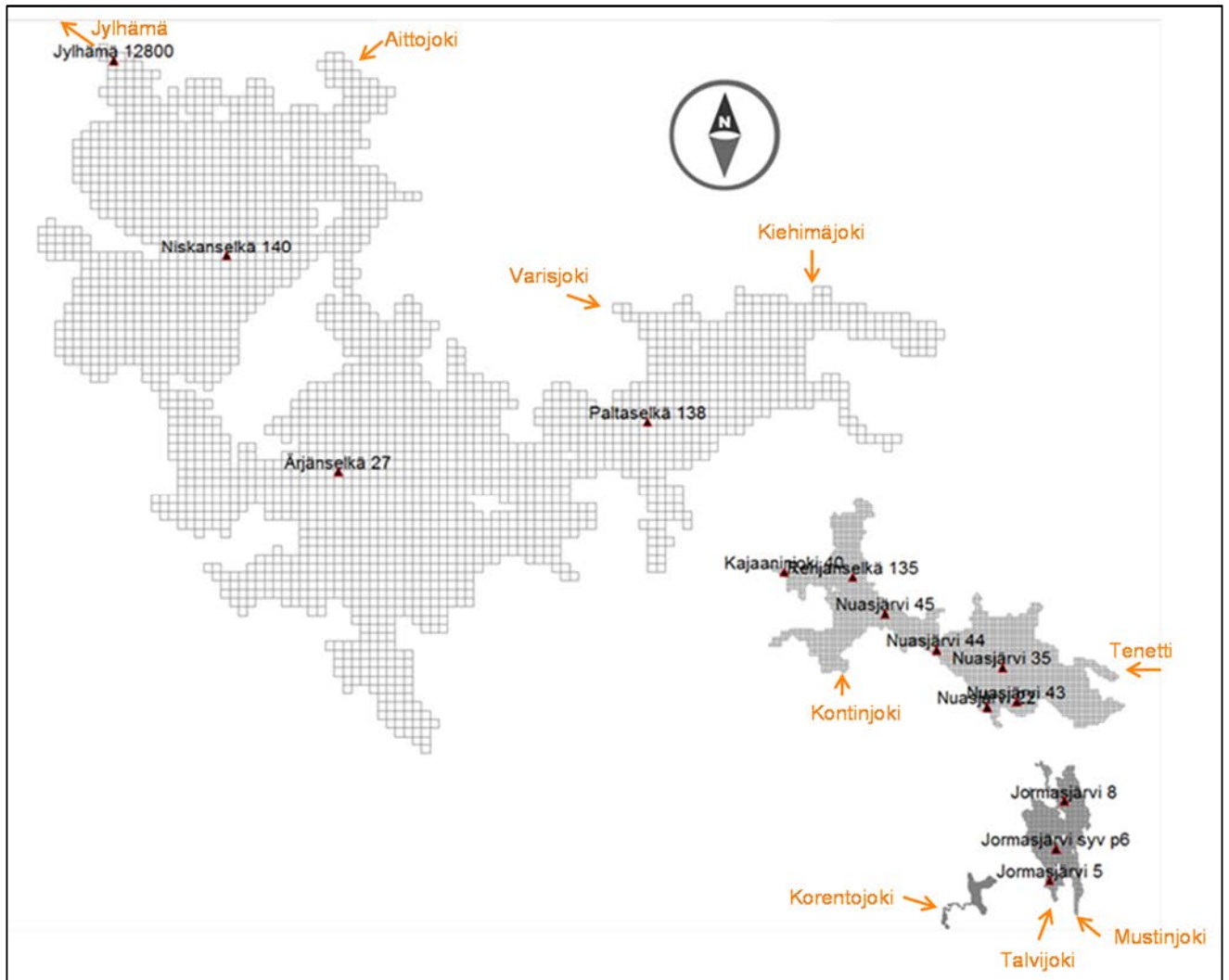
YVAssa on erilaisia kaivostoiminnan jatkamiseen liittyviä vaihtoehtoja (VE0, VE1a, VE1b) ja vaihtoehto (VE2a ja b), jossa kaivostoiminta ajetaan alas muutamassa vuodessa. Vaihtoehdot poikkeavat toisistaan vesistöön johdettavan sulfaattikuormituksen osalta. Vaihtoehto VE0 vastaa nykyisen lupaehdon mukaista kuormitusta ja VE1 selvästi suurempaa kuormitusta. Vaihtoehdossa VE1a sulfaattikuormitus on suurin. Vaihtoehdossa VE1 kuormitus pienenee kolmen vuoden jälkeen, ja VE1b-vaihtoehdossa kuormitus painottuu vanhoille purkureiteille kolmena ensimmäisenä vuotena. Vanhoille purkureiteille päätyvä kuormitus kasvaa molemmissa VE1 vaihtoehdoissa vaihtoehtoon VE0 verrattuna. Vaihtoehdossa VE2b kuormitus on suurempaa kuin vaihtoehdossa VE2a ensimmäisenä vuotena, johtuen vesien varastoisesta avolouhukseen vaihtoehdossa VE2a. Kaikissa vaihtoehdoissa sulfaattipitoisuus pienenee kolmen vuoden jälkeen 4000 mg/l:sta 2000 mg/l:aan. Vanhojen reittien kuormitus jakautui Oulujoen ja Vuoksen suunnan välillä aina suhteessa 60/40.

Taulukko 6-15. Sulfaattikuormitus (t/a) eri vaihtoehdoissa eri vuosina sekä mallinnusjakson pituus.

Vaihtoehto	Vuosi	Kuormitus, tonnia/vuosi		Mallinnus- jakso, vuosia
		Purkupuutki	Vanhat reitit	
VE0		15 000	1 300	4
VE1a	1–3	30 000	5 000	6
	4–	15 000	5 000	6
VE1b	1–3	15 000	15 000	6
	4–	15 000	5 000	6
VE2a	1	16 000	1 400	6
	2–7	15 000...9 000	1 400	6
VE2b	1	25 000	1 400	6
	2–7	15 000...9 000	1 400	6
Mallinnetut lisäpiirteet:				
Nuasjärven purkupaikkavertailu, VE1a:n mukainen kuormitus				6
Juoksutuksen jaksotus: talvella juoksutetaan 50% avovesikauden määrästä, VE1a:n mukainen kuormitus				2
Nuasjärven hilaverkon tarkennus nykyisen purkupaikan lähialueella, toteutunut kuormitus 1/2015-7/2016				1,5



Kuva 6-52. Vuoksen vesistön purkureitin hilajako ja tulostuspisteiden sijainti.



Kuva 6-53. Oulujoen vesistön purkureitin hilajako ja tulostuspisteiden sijainti.

6.8.2 Arvio vaikutuksista

Seuraavassa on tarkasteltu sulfaattipitoisuuden muuttumista ja sen alueellista vaihtelua alimmissa vesikerroksissa vuosikeskiarvojen ja maksimiarvojen jakaumina kaikissa vaihtoehdoissa sekä Oulujoen että Vuoksen vesistön purkusuunnissa. Mallinnustulokset kuvaavat käytännössä sulfaatin kokonaispitoisuutta vesistössä, koska vesistön alku tila on määritelty nykyisten vesistötarkkailutulosten perusteella eikä merkittävää sulfaattikuormitusta tule vesistöön muualta. Nuasjärven purkuputken sulfaattikuormitus vaihtelee arvioitavissa vaihtoehdoissa 15 000 tonnista VE1a:n 30 000 tonniin vuodessa. Vanhojen purkureittien kuormitus vaihtelee välillä 1300 (VE0) – 15 000 (VE1b) tonnia vuodessa jakautuen 60 %:sti Kolmisopen kautta Oulujoen suuntaan ja 40 %:sti Lumijoen kautta Vuoksen suuntaan. Käsitellyn purkuveden SO_4 -pitoisuus on laskentajakson 1–3 vuotena 4000 mg/l ja myöhemmin vuosina 2000 mg/l. Siten joissain vaihtoehdoissa vuosikuormituksen pysyessä laskentajaksoilla vakiona, kasvavat purkuveden määrät pitoisuuden pienentyessä. Kuormitus purkusuunnittain on esitelty tarkemmin kappaleessa 6.4.3.

Sulfaattipitoiset vedet painuvat luonnonvesiä raskaampina syvimpiin vesikerrokseen ja voidaan olettaa maksimipitoisuuksien esiintyvän siellä, minkä vuoksi sulfaattipitoisuuksia on tarkasteltu pääasiassa mallin mukaisessa alimmissa vesikerroksessa, jonka paksuus vaihtelee vesisyvyydestä riippuen noin välillä 1–6 m. Mallinnustulokset on esi-

tetty vuosikeskiarvojen ja maksimiarvojen jakaumina. Koska sekä purkuveden sulfaattipitoisuus että kuormitustaso vaihtelee eri vaihtoehdoissa ajallisesti, on jakaumat esitetty joissain tapauksissa kahden eri laskentavuoden tilanteissa eri kuormitustasoilla. Koko laskentajakson mallinnettu keskimääräinen pitoisuusvaihtelu eri vaihtoehdoissa ja eri tarkastelupisteillä on esitetty aikasarjakuivissa.

Sisävesissä liuenneiden suolojen määrä on yleensä vähäinen maa- ja kallioperän laadusta johtuen. Myös tarkastelualueella luontainen sulfaattipitoisuus on pieni, noin 2–3 mg/l. Taulukossa (Taulukko 6-16) on esitetty sulfaattipitoisuuden eri tasoja, joita on käytetty mallinnustulosten tarkastelun tukena.

Sulfaatti ei itsessään ole vesiympäristössä haitallinen aine, vaikka jotkin makeaan veteen sopeutuneet vesikasvit ja -eliöt voivat olla sille herkkiä. Sulfaatin haitallisuuteen vaikuttaa myös veden kovuus ja haitallisuus on suurinta pehmeissä vesissä. Purkureiteillä vedet ovat pääosin pehmeitä, vaikka kaivosalueen pienissä lähivesistöissä (Salminen, Kalliojärvi ja Kivijärvi) vedet ovat kaivoksen purkuvesien kalkitsemisen seurauksena kovia tai kovahkoja. Sulfaattipitoisuustasoa 100 mg/l voidaan pitää pehmeissä vesissä makean veden eliöstölle pääosin haitattomana tasona. Sulfaatin haitallisuutta vesieliöstölle on käsitelty tarkemmin kappaleessa 6.5.9. Talousveden laatusuosituksissa sulfaattipitoisuuden raja-arvo on 250 mg/l.

Sulfaatin haitallisuus vesistössä johtuu pääosin välillisistä vaikutuksista eli vesien suo-laantumisen ja kerrostuneisuuden voimistumisesta sekä mahdollisesti myös hapetomissa oloissa sulfaatin pelkistymisestä mikrobiologisesti sulfidiksi ja sen seurannaisvaikutuksista.

Taulukko 6-16. Vesistössä esiintyvien sulfaattipitoisuuksien (mg/l) tasot.

Sulfaatti	mg/l
Luonnontaso	2–3
Kohonnut (10x luonnontaso)	20
Selvästi kohonnut (50x luonnontaso)	100
Korkea (100x luonnontaso)	200
Erittäin korkea (huonosti laimentunut jätevesi)	500
Jätevesi	2000-4000

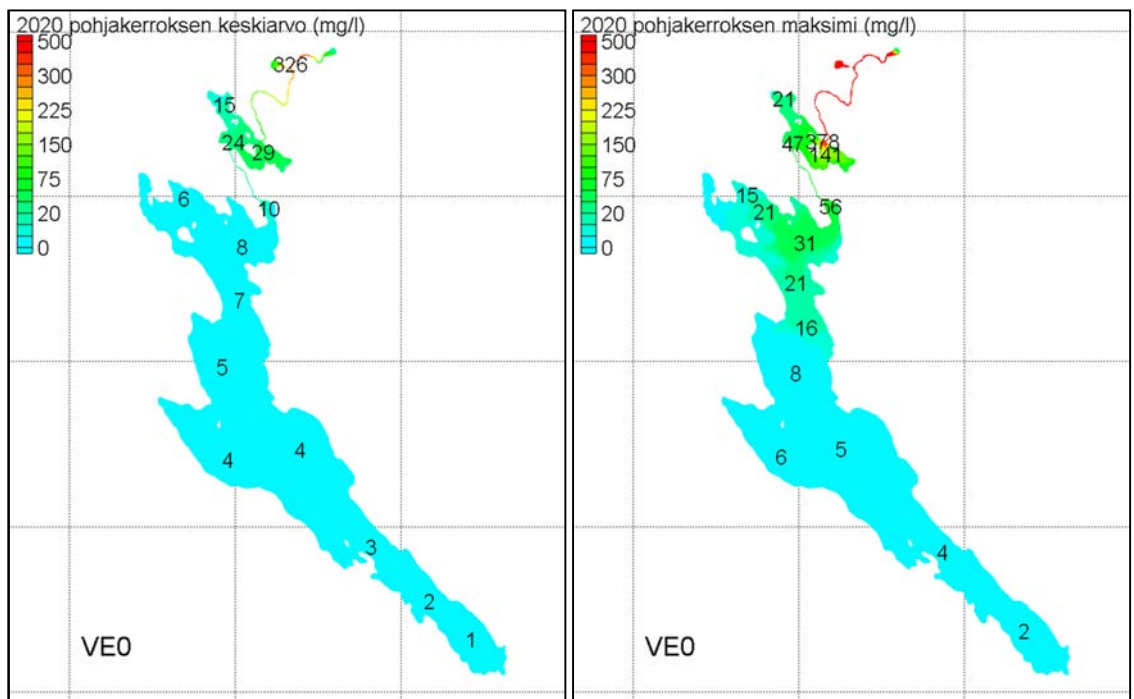
6.8.2.1 Vuoksen suunta

Vaihtoehdossa VE0 sulfaattikuormitus pysyy ns. vanhalla purkureiteillä Vuoksen suuntaan vakiona (520 t/a). Kuormitustaso on selvästi viime vuosina toteutunutta (noin 1500–5000 t/a vuosina 2014–2016, Taulukko 6-1) alhaisempi. Koska pitoisuus on laskentajakson ensimmäisenä vuonna suurempi, ovat myös vaikutukset etenkin pienissä lähivesistöissä suurimmat laskentajakson ensimmäisenä vuotena, mikä on nähtävissä taulukon (Taulukko 6-17) pitoisuuskeskiarvoissa ja kuvan (Kuva 6-59) aikasarjavertailussa. Lisäksi mallinnusjakson alussa vaikuttaa vesistön alkutilan korkeammat pitoisuudet etenkin vanhoilla purkureiteillä. Jakaumakuvat (Kuva 6-54) on esitetty neljännen vuoden (2020) vakiintuneessa kuormitustilanteessa.

Mallinnusjakson 4. laskentavuoden (2020) tilanteessa, sulfaattikuormituksen ollessa Vuoksen suuntaan noin 520 tonnia vuodessa, on veden sulfaattipitoisuus Lumijoessa vuositasolla keskimäärin noin 300 mg/l ja ajoittaiset maksimiarvot ovat luokkaa 500 mg/l (Kuva 6-54). Kivijärven keskiosassa pitoisuus on mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin noin 20–30 mg/l ja maksimissaan 50–150 mg/l (Kuva 6-54, Taulukko 6-18). Kivijärvessä suurimmat vaikutukset ilmenevät Lumijoen suun edustalla ja pienimmät järven pohjoisosassa. Huomattava on, että etenkin Kivijärven

pohjois- ja eteläosan syvänteet ovat varsin pysyvästi kerrostuneita, ja syvänteissä todetut pitoisuudet ovat olleet huomattavasti mallin antamia pitoisuuksia suurempia (Taulukko 6-7). Todennäköisesti mallinnus ei kuvaa täysin oikein Kivijärven etelä- ja pohjoisosan pienialaisten syvänteiden voimakasta kerrostuneisuutta, sillä esimerkiksi tarkastelupisteellä Kivijärvi 11 pinnan ja pohjan keskimääräiset pitoisuudet ovat samaa tasoa (Taulukko 6-18). Siten Kivijärven syvänteiden sulfaattipitoisuudet tulevat kuormituksen pienentymisestä huolimatta todennäköisesti pysymään mallinnuksessa esitettyä suurempina, mikäli järveä ei kunnosteta.

Laakajärven suurimmat pitoisuusvaikutukset esiintyvät pohjoispäässä Kivijoen suun edustalla. Laakajärven alimman vesikerroksen pitoisuus laimenee pohjoisosan keskimääräisestä tasosta 5–10 mg/l keski- ja eteläosassa tasolle ≤ 5 mg/l. Maksimissaan Laakajärven alimman vesikerroksen pitoisuus voi mallilaskelmien mukaan olla pohjoisosassa tasolla 20–30 mg/l.



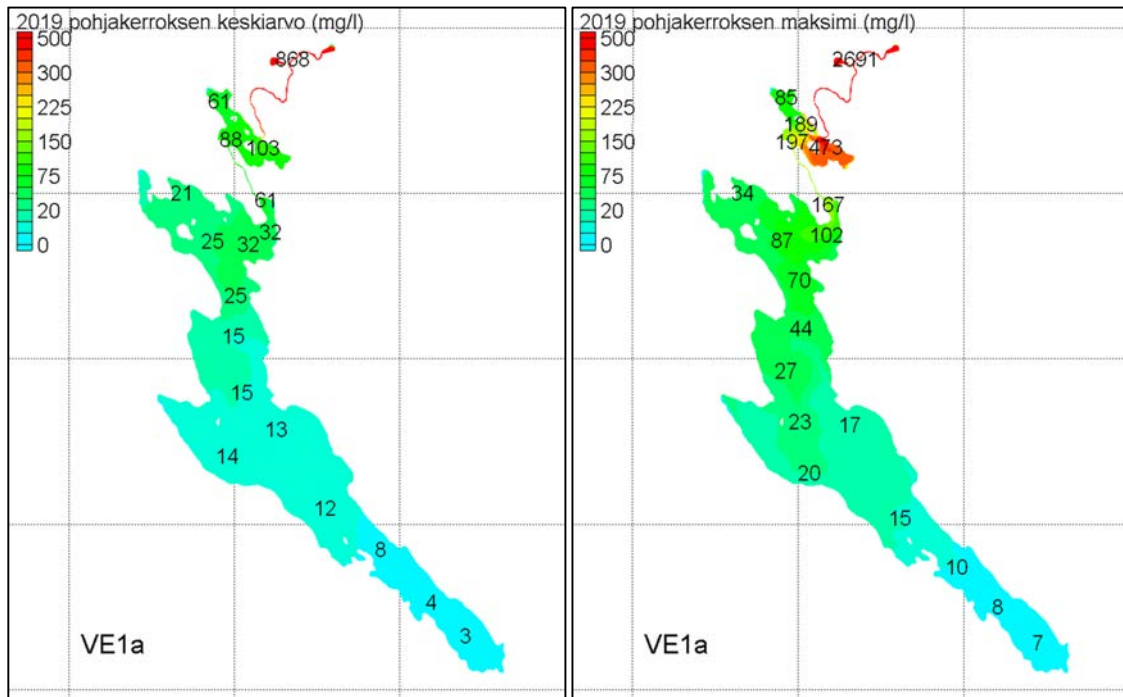
Kuva 6-54. YVA-vaihtoehto VE0. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 4. laskentavuotena (2020). Kuormitus Lumijoen kautta 520 t/a. Taustaruudutus 5x5 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.

Vaihtoehdossa VE1a sulfaattikuormitus pysyy ns. vanhalla purkureitillä Vuoksen suuntaan vakiona (2000 t/a), mutta koska purkuvesien sulfaattipitoisuus on suurempi laskentajakson kolmena ensimmäisenä vuotena, ovat vaikutukset pienissä lähivesistöissä heikomman laimentumisen takia suurimmat ensimmäisinä vuosina (Taulukko 6-18, Kuva 6-59). Lisäksi mallinnusjakson alussa vaikuttaa vesistön alkutilan korkeammat pitoisuudet etenkin vanhoilla purkureiteillä. Jakaumakuvat (Kuva 6-55) on esitetty kolmannen vuoden (2019) vakiintuneessa kuormitustilanteessa.

Mallinnusjakson 3. laskentavuoden (2019) tilanteessa sulfaattikuormituksen ollessa Vuoksen suuntaan noin 2000 tonnia vuodessa, on veden sulfaattipitoisuus Lumijoessa vuositasolla keskimäärin noin 900 mg/l ja ajoittaiset maksimiarvot voivat olla 2000–3000 mg/l (Kuva 6-55). Kivijärven keskimääräinen pitoisuus vaihtelee pohjoisosan tasosta 60 mg/l keskiosan tasoon 100 mg/l. Kivijärven ajoittaiset maksimipitoisuudet vaihtelevat vastaavasti välillä 100–500 mg/l. Kuten vaihtoehdossa VE0 on esitetty, ovat Kivijärven alusveden pitoisuudet voimakkaan kerrostumisen vuoksi todennäköisesti

mallinnettua suurempia. Laakajärven pohjoisosassa (Laa13) alusveden sulfaattipitoisuus oli vuonna 2016 (sulfaattikuormitus n. 1500 t/a) tarkkailutulosten perusteella tasoa 26–110 mg/l ja keskiosalla (Laa081) tasoa 20–54 µg/l, joten mallinnetut pitoisuudet ovat kutakuinkin linjassa havaittujen kanssa.

Laakajärnessä pitoisuus laimenee pohjoisosan keskimääräisestä tasosta 20–50 mg/l eteläosassa tasolle ≤ 5 mg/l. Maksimissaan Laakajärven alimman vesikerroksen pitoisuus voi mallilaskelmien mukaan olla pohjoisosassa 30–100 mg/l, keskiosassa 15–30 mg/l ja eteläosassa ≤ 10 mg/l. Mallinnusjakson kuudentena vuotena (2022) kuormitustason pysyessä samana, ovat pitoisuudet Vuoksen suunnan vesistöissä samaa luokkaa kuin vuoden 2019 tilanteessa. Lumijoessa ja Kivijärven keskiosassa pitoisuustasot hieman laskevat kuormitustilanteen vakiintuessa (Taulukko 6-19).



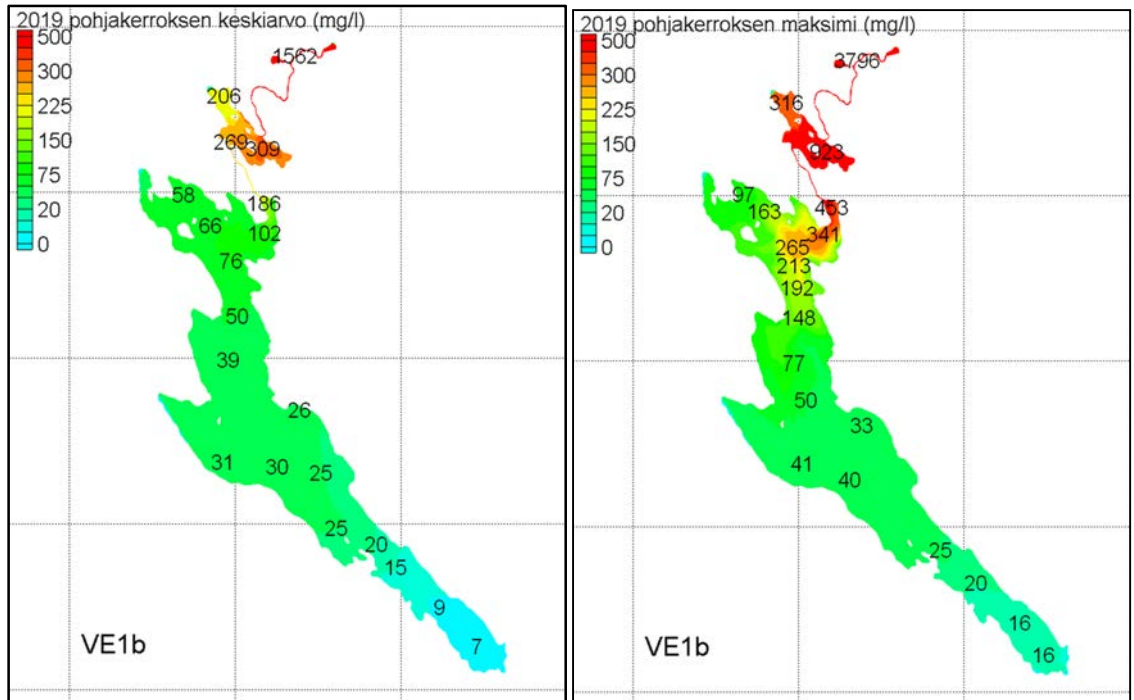
Kuva 6-55. YVA-vaihtoehto VE1a. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 3. laskentavuotena (2019). Kuormitus Lumijoen kautta 2 000 t/a. Taustaruudutus 5x5 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.

Vaihtoehdossa VE1b ns. vanhalla purkureitillä Vuoksen suuntaan johdettava kuormitus (6000 t/a) on kolmena ensimmäisenä vuotena 3-kertainen verrattuna vaihtoehtoon VE1a ja noin 11-kertainen vaihtoehtoon VE0 verrattuna eli vanha reitti painottuu huomattavasti. Vaihtoehdon mukainen kuormitus on suurempi kuin esimerkiksi vuonna 2014 (5000 t/a). Kuormitus laskee kolmasosaan laskentajakson kolmannen vuoden jälkeen eli samalle tasolle kuin vaihtoehdossa VE1a. Jakaumakuvat (Kuva 6-56, Kuva 6-57) on esitetty 3. laskentavuoden (2019) sekä kuudennen vuoden (2022) tilanteissa, joissa vesistön tilanteen voidaan arvioida vakiintuneen ko. kuormitustasoilla. Myös tässä vaihtoehdossa sulfaattipitoisuus on suurin kolmena ensimmäisenä vuotena.

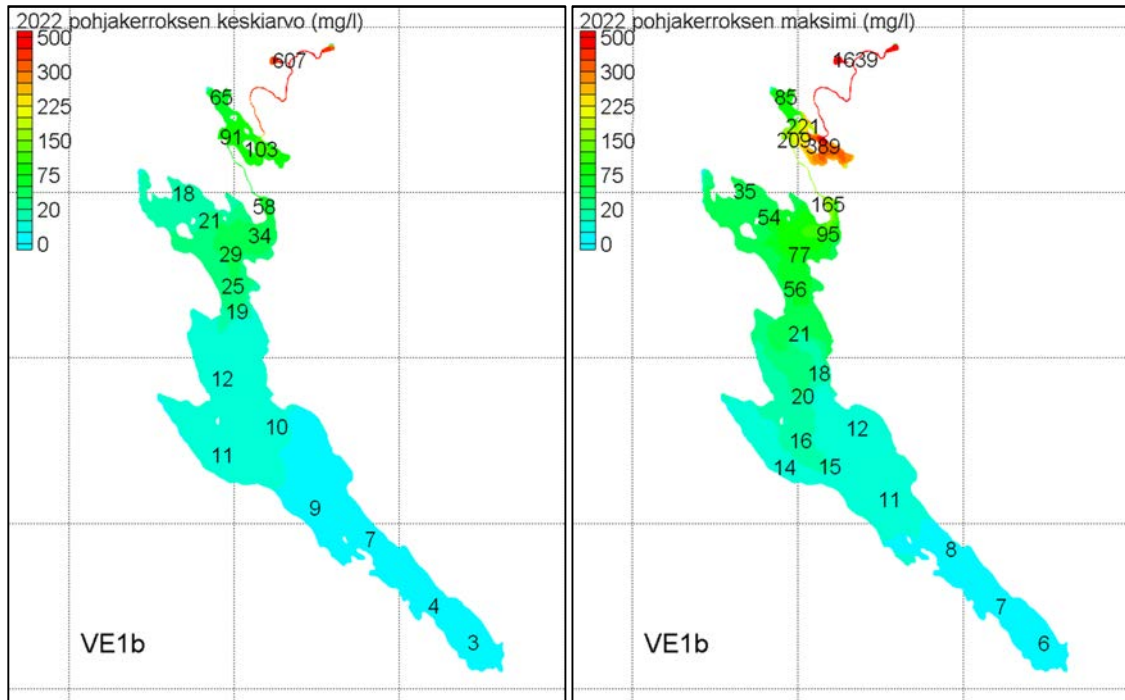
Mallinnusjakson 3. laskentavuoden (2019) tilanteessa sulfaattikuormituksen ollessa Vuoksen suuntaan noin 6000 t vuodessa, kasvaa veden sulfaattipitoisuus laskentajakson kolmantena vuotena (2019) Lumijoessa tasolle 1500–2000 mg/l ja ajoittaiset maksimiarvot voivat olla luokkaa 4000 mg/l eli käytännössä sama kuin purkuveden pitoisuus (Kuva 6-56, Taulukko 6-18). Kivijärnessä alimman vesikerroksen keskimääräinen pitoisuus vaihtelee pohjoisosan tasosta 200 mg/l keskiosan tasoon 300 mg/l. Kivijärnessä Lumijokisuun edustalla ajoittainen maksimipitoisuus voi olla lähes 1000 mg/l. Kuten vaihtoehdossa VE0 on esitetty, ovat Kivijärven syvänteiden pitoisuudet voimakkaan

kerrostumisen vuoksi todennäköisesti mallinnettua suurempia. Laakajärnessä pitoisuus laimenee pohjoisosan keskimääräisestä tasosta 60–100 mg/l, keskiosassa tasoon 30 mg/l ja eteläosassa tasoon ≤ 10 mg/l. Maksimissaan Laakajärven alimman vesikerroksen pitoisuus voi mallilaskelmien mukaan olla pohjoisosassa 100–350 mg/l, keskiosassa 30–50 mg/l ja eteläosassa 15–25 mg/l.

Mallinnusjakson kuudentena vuotena (2022) kuormituksen laskiessa kolmasosaan, 2000 tonniin vuodessa, pienenevät pitoisuusvaikutukset Vuoksen suunnalla merkittävästi. Laakajärven pohjoisosassa alimman vesikerroksen keskimääräinen pitoisuus laskee tasolle 20–60 mg/l (Kuva 6-57, Taulukko 6-19). Vastaavasti maksimipitoisuudet ovat Laakajärven pohjoisosassa luokkaa 50–100 mg/l.



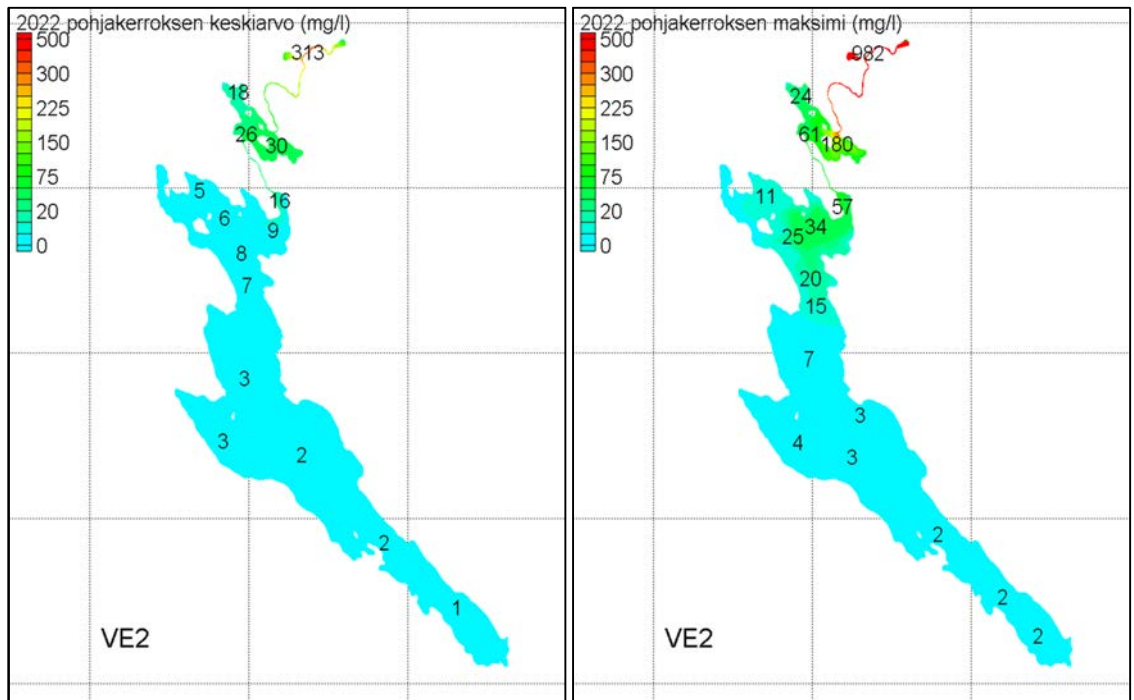
Kuva 6-56. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 3. laskentavuotena (2019). Kuormitus Lumijoen kautta 6 000 t/a. Taustaruudutus 5x5 km. YVA-vaihtoehto VE1b.



Kuva 6-57. YVA-vaihtoehto VE1b. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 6. laskentavuotena (2022). Kuormitus Lumijoen kautta 2 000 t/a. Taustaruudutus 5x5 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.

Vaihtoehdossa VE2, joka koskee kaivoksen sulkemista, sulfaattikuormitus pysyy ns. vanhalla purkureitillä Vuoksen suuntaan vakiona (560 t/a), mutta koska tässäkin vaihtoehdossa purkuvesien sulfaattipitoisuus on suurempi laskentajakson ensimmäisenä vuotena, ovat myös vesistö vaikutukset voimakkaimmat laskentajakson ensimmäisenä vuotena (Taulukko 6-17, Kuva 6-59). Jakaumakuvat on esitetty kuudennen vuoden (2022) vakiintuneessa tilanteessa.

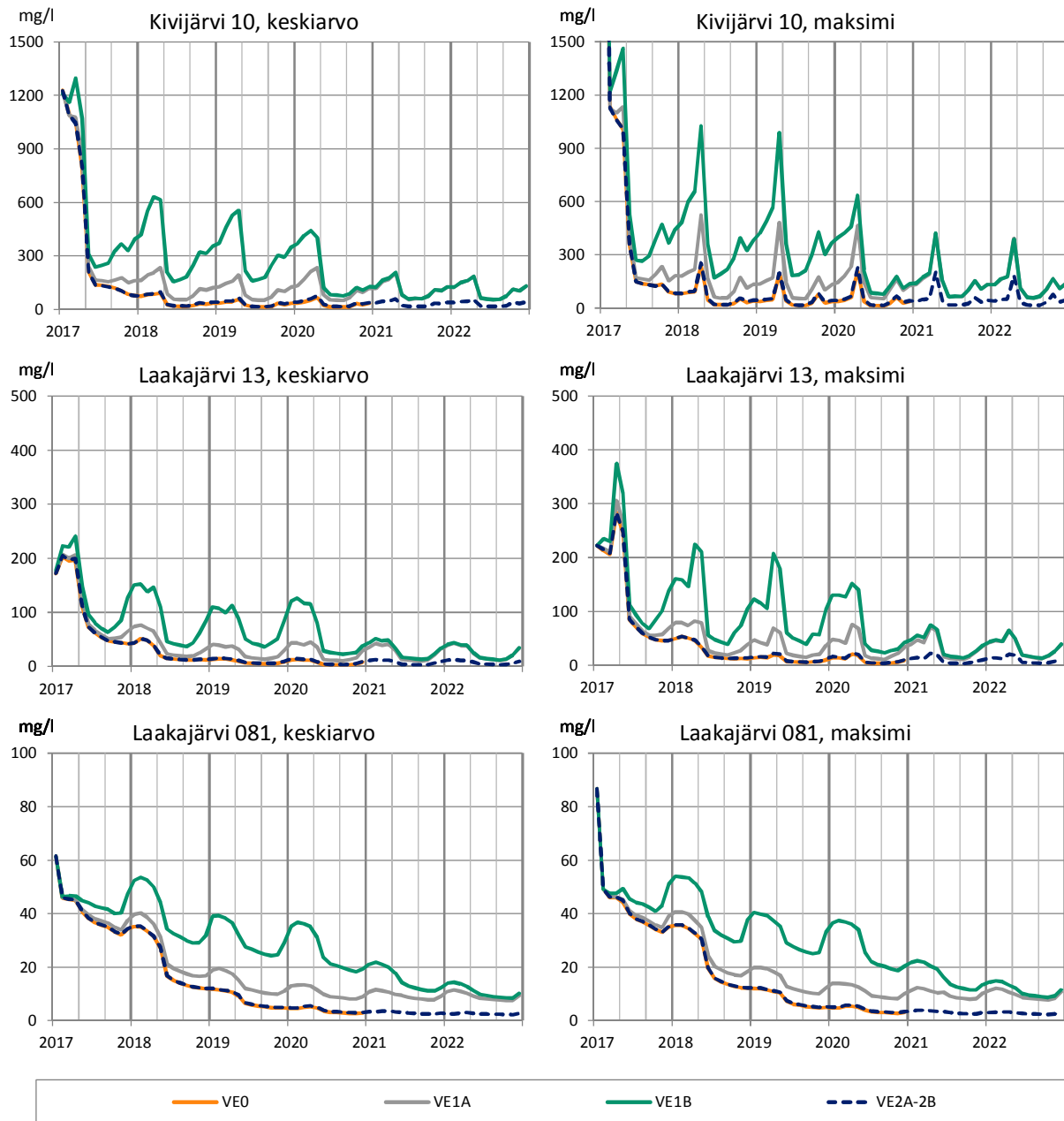
Mallinnusjakson 6. laskentavuotena (2022) sulfaattikuormituksen ollessa Vuoksen suuntaan noin 560 tonnia vuodessa, on veden sulfaattipitoisuus Lumijoessa vuositasolla keskimäärin noin 300 mg/l ja ajoittaiset maksimiarvot ovat lähes 1000 mg/l (Kuva 6-58 ja Taulukko 6-19). Mallinnustulosten mukaan Kivijärven mallin mukaisen alimman vesikerroksen keskimääräinen pitoisuus on tasolla 20–30 mg/l ja maksimit vaihtelevat Lumijokisuun edustan tasosta 200 mg/l keskiosan noin 60:een mg/l ja pohjoisosan 25:een mg/l. Kuten aiemmin on todettu, tulevat Kivijärven pohjois- ja eteläosan syvänteissä pitoisuudet pysymään todennäköisesti mallinnettua suurempina kerrostuneisuudesta johtuen. Laakajärnessä sulfaattipitoisuus on pohjoisosassa Kivijokisuuta lukuun ottamatta tasolla < 10 mg/l ja eteläosassa 1–2 mg/l. Maksimissaan Laakajärven alimman vesikerroksen pitoisuus voi mallilaskelmien mukaan olla pohjoisosassa 10–60 mg/l, etelä- ja keskiosassa pääosin < 5 mg/l.



Kuva 6-58. YVA-vaihtoehto VE2a/b. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 6. laskentavuotena (2022). Kuormitus Lumijoen kautta noin 560 t/a. Taustaruudutus 5x5 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.

Yhteenveto: Vuoksen suunnassa mallin mukaisen alimman vesikerroksen maksimipitoisuudet voivat alkuvuosina, kuormituksen ollessa suurimmillaan, olla Kivijärven keskiosassa vaihtoehdossa VE0 tasolla 100–200 mg/l, vaihtoehdossa VE1a tasolla 200–400 mg/l, vaihtoehdossa VE1b tasolla 300–900 mg/l ja vaihtoehdossa VE2 tasolla 100–200 mg/l. Käytännössä Kivijärven kerrostuneisuus on ollut niin voimakasta, että pitoisuuksien arvioidaan pysyvän alusvedessä mallinnettua tasoa selvästi suurempina. Pitoisuudet laimenevat kauempana purkupaikasta ollen Laakajärven keskiosassa enimmillään vaihtoehdossa VE1b noin 30–50 mg/l. Ensimmäisen vuoden tilanteessa purkuveden korkeammalla sulfaattipitoisuudella ja alkutilan pitoisuudet huomioituna pitoisuusvaikutukset voivat olla edellä kuvattua suurempia. Tällöin mallinnettu pitoisuus voi olla Laakajärven pohjoisosassa maksimissaan 300–600 mg/l. Suurimmat pitoisu-

det ajoittuvat talviaikaan alku- ja loppuvuoteen, jolloin virtaamat ovat pienimmillään ja tuulen vaikutus puuttuu jääpeitteestä johtuen.



Kuva 6-59. Keskimääräisen sulfaattipitoisuuden vaihtelu Kivijärvessä ja Laakajärvessä pohjakerroksessa eri YVA-vaihtoehtoissa. Pinta = mallinnuksen ylin vesikerros, pohja = mallinnuksen alin vesikerros.

Taulukko 6-17. Yhteenveto sulfaattipitoisuuksien (mg/l) keskiarvoista ja maksimeista vaihtoehdoissa VE0 ja VE2 laskentajakson 1. vuotena (2017) eri laskentapisteissä vuoksen vesistössä. Havaintopaikkojen sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 6-52). Pinta = mallinnuksen ylin vesikerros, pohja = mallinnuksen alin vesikerros.

Havaintopaikka	VE0				VE2a-b			
	pinta		pohja		pinta		pohja	
	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi
Kivijärvi 10	413	1249	430	3633	412	1249	428	3633
Laakajärvi 13	89	177	104	284	89	179	105	284
Laakajärvi 081	38	49	40	87	38	51	40	87
Laakajärvi 12	14	23	15	46	14	23	15	46

Taulukko 6-18. Yhteenveto sulfaattipitoisuuksien (mg/l) keskiarvoista ja maksimeista vaihtoehdoissa VE0, VE1a ja VE1b laskentajakson 3.–4. vuotena (2019–2020) eri laskentapisteissä Vuoksen vesistössä. Havaintopaikkojen sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 6-52). Pinta = mallinnuksen ylin vesikerros, pohja = mallinnuksen alin vesikerros.

Havaintopaikka	VE0 (2020)				VE1a (2019)				VE1b (2019)			
	pinta		pohja		pinta		pohja		pinta		pohja	
	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi
Kivijärvi 10	25	106	30	209	97	306	105	480	298	743	319	988
Laakajärvi 13	7	16	7	21	25	48	26	69	67	125	73	208
Laakajärvi 081	4	5	4	5	13	19	14	20	30	39	31	40
Laakajärvi 12	2	3	1	2	4	7	4	7	8	17	9	17

Taulukko 6-19. Yhteenveto sulfaattipitoisuuksien (mg/l) keskiarvoista ja maksimeista vaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE2 laskentajakson 6. vuotena (2022) eri laskentapisteissä Vuoksen vesistössä. Havaintopaikkojen sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 6-52). Pinta = mallinnuksen ylin vesikerros, pohja = mallinnuksen alin vesikerros.

Havaintopaikka	VE1a				VE1b				VE2a-b			
	pinta		pohja		pinta		pohja		pinta		pohja	
	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi
Kivijärvi 10	96	241	106	391	96	241	106	390	29	102	32	182
Laakajärvi 13	22	40	26	65	23	41	26	66	7	14	8	21
Laakajärvi 081	8	10	9	12	10	13	11	15	3	3	3	3
Laakajärvi 12	3	5	3	5	4	6	4	6	1	2	1	2

6.8.2.2 Oulujoen suunta

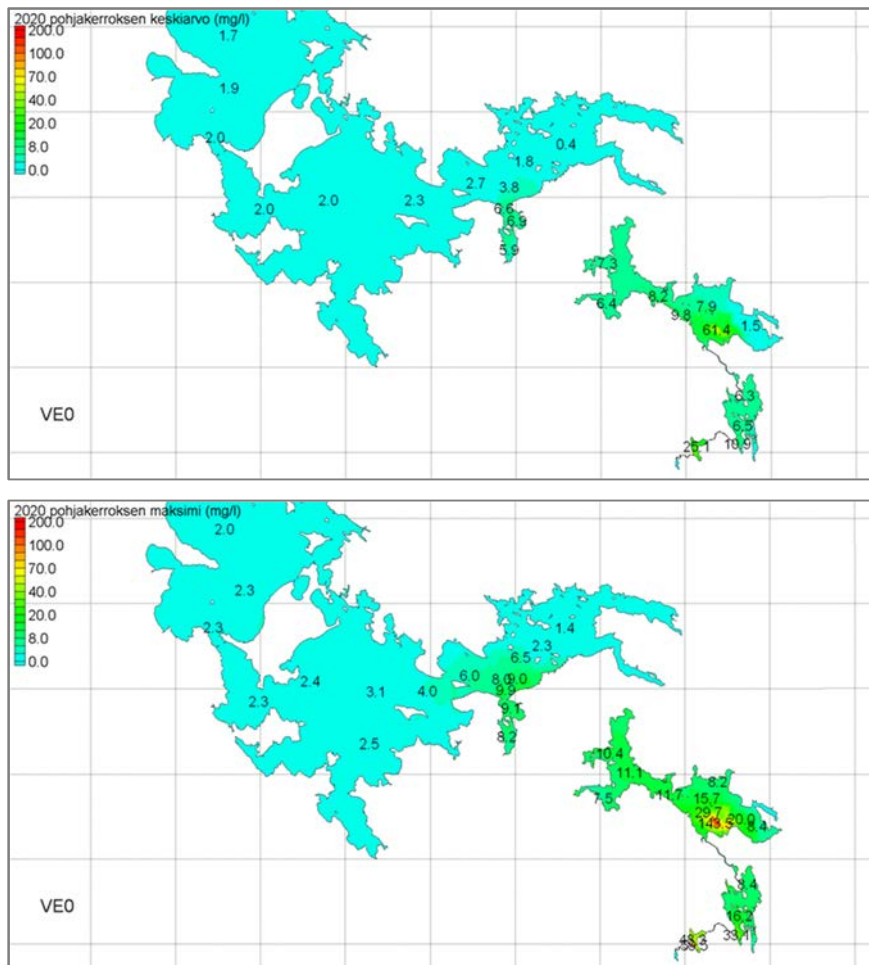
Vaihtoehdossa VE0 sulfaattikuormitus pysyy sekä ns. vanhalla purkureitillä Oulujoen suuntaan että Nuasjärven purkutupkeen vakiona, mutta koska purkuvesien sulfaattipitoisuus on suurempi laskentajakson kolmena ensimmäisenä vuotena, ovat myös vaikutukset etenkin pienissä lähivesistöissä suurimmat laskentajakson kolmena ensimmäisenä vuotena. Jakaumakuvat (Kuva 6-58) on esitetty neljännen vuoden (2020) vakiintuneessa kuormitustilanteessa.

Mallinnusjakson 4. laskentavuotena (2020) sulfaattikuormituksen ollessa Oulujoen suunnassa vanhalla purkureitillä noin 780 tonnia vuodessa, kasvaa veden sulfaattipitoisuus Kolmisopen mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin tasolle 25 mg/l (Kuva 6-58, Taulukko 6-21). Pitoisuus laimenee Tuhkajokisuulla keskimäärin tasolle 20 mg/l ja edelleen Jormasjärven eteläosassa (Jormasjärvi 5) tasolle 10 mg/l ja

pohjoisosassa (Jormasjärvi 8) tasolle 6 mg/l. Maksimissaan pitoisuus voi mallilaskelmi-
en mukaan nousta ajoittain Kolmisopessa tasolle 50–70 mg/l ja Jormasjärvessä tasolle
10–30 mg/l.

Nuasjärven purkuputken sulfaattikuormituksen ollessa 15 000 tonnia vuodessa, on sulfaattipitoisuus mallinnusjakson 4. laskentavuotena (2020) purkualueella, mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin tasoa 100–150 mg/l ja maksimissaan noin 200–300 mg/l (Kuva 6-58, Taulukko 6-21). Pitoisuudet laimenevat Nuasjärven vesimassassa suhteellisen nopeasti ja purkupaikan eteläpuolella (Nuasjärvi 43) keskimääräinen pitoisuus on 20 mg/l ja maksimiarvo 50 mg/l. Jormaslahdessa ja Nuasjärven keskiosassa (Nuasjärvi 35) keskimääräinen pitoisuus alimmassa vesikerroksessa on luokkaa 10 mg/l ja maksimiarvot 20–30 mg/l. Syvännepisteellä 35 sulfaattipitoisuus on vaihdellut purkuputken rakentamisen jälkeen välillä 2–200 mg/l, ja ollut pohjan läheisyydessä keskimäärin noin 100 mg/l (Taulukko 6-10), joten havaitut pitoisuudet ovat olleet mallin antamia pitoisuuksia suurempia. Mallin antamien ja tarkkailutulosten väliseen eroon vaikuttaa se, että malli ei hilakoon puitteissa pysty kuvaamaan kunnolla Nuasjärven pienialaisia syvänteitä. Nuasjärven syvänteiden olosuhteiden mallikuvausta pyrittiin kuvaamaan paremmin tarkennetulla mallihillalla, mutta silläkään ei päästy syvännepisteellä (Nuasjärvi 35) mitatulle sulfaattitasolle. Toisaalta Nuasjärvessä vaikuttaa Jormasjoen kautta viivellä tuleva kuormitus ja tarkkailuissa havaitut mallinnettuja korkeammat pitoisuudet johtuvat osittain aiemmasta vanhalle purkureitille johdetusta kuormituksesta. Jormasjoen pitoisuus- ja virtaamahavaintojen perusteella laskettuna sulfaattikuormitus Nuasjärveen oli vuonna 2016 noin 9 300 tonnia eli purkuputken kautta johdettu kuormitus (noin 13 500 t, Taulukko 6-1) mukaan lukien yhteensä noin 23 000 tonnia.

Rehjanselällä, Kajaaninjoessa ja Paltajärvessä mallinnetut pitoisuudet ovat tasolla 7–12 mg/l ja jokseenkin tasaisia pinnassa ja pohjassa. Oulujärvessä pitoisuudet ovat pääosin luokkaa 2–3 mg/l, mutta Paltaselän eteläosissa voi ajoittain esiintyä hieman korkeampia pitoisuuksia, 6–9 mg/l. Paltaselällä on mitattu ennen ja jälkeen purkuputken rakentamisen keskimäärin tasoa 4 mg/l (vaihteluväli 1-6 mg/l) olevia sulfaattipitoisuuksia eli mallinnustulokset ovat linjassa havaintojen kanssa.



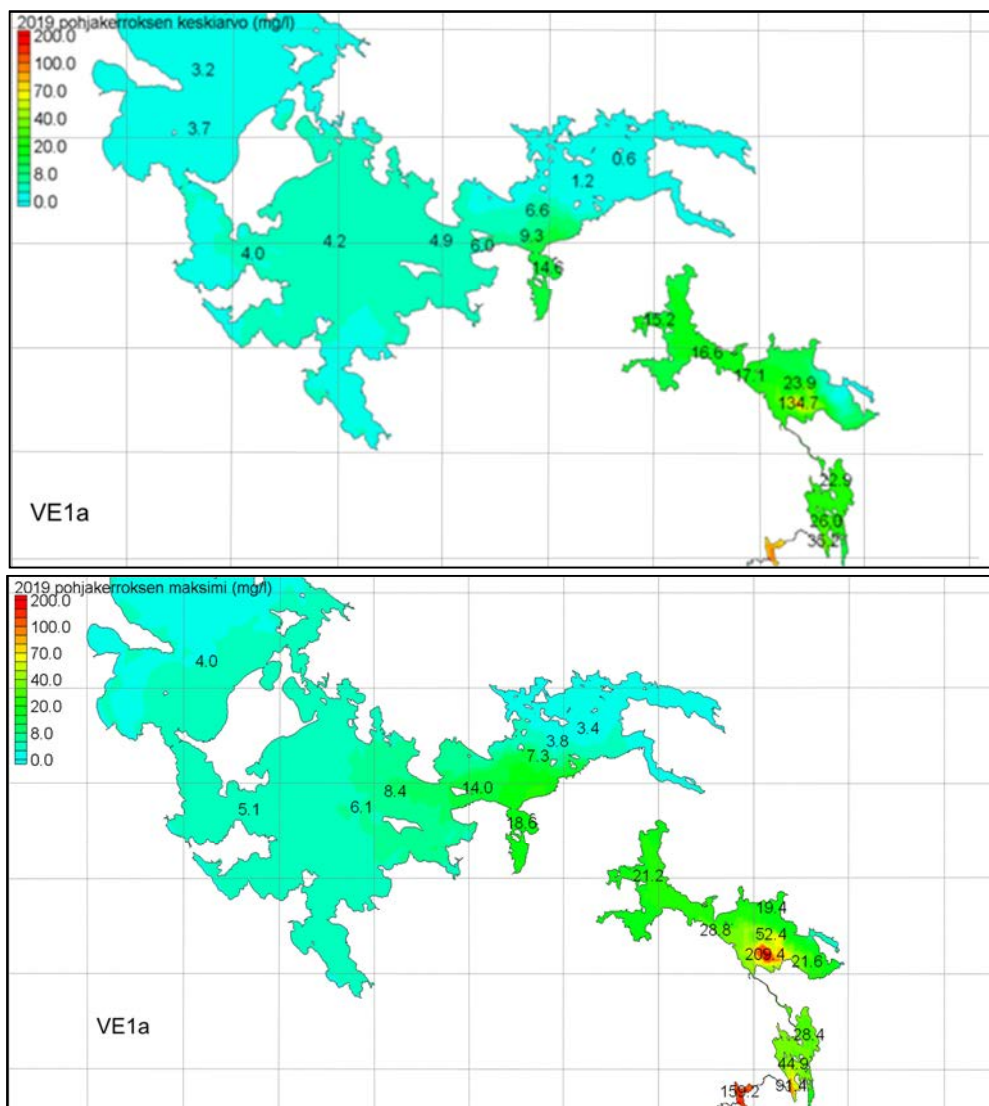
Kuva 6-60. YVA-vaihtoehto VE0. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 4. laskentavuotena (2020). Nuasjärven purkupuutken kuormitus 15 000 t/a ja Kolmisopen kautta 780 t/a. Taustaruudutus 10x10 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.

Vaihtoehdossa VE1a Nuasjärven purkupuutken kuormitus laskee puoleen laskentajakson kolmannen vuoden jälkeen eli vaihtoehdon VE0 tasolle (15 000 t/a). Jakaumakuvat (Kuva 6-61, Kuva 6-62) on esitetty 3. laskentavuoden (2019) sekä kuudennen vuoden (2022) tilanteissa, joissa vesistön tilanteen voidaan arvioida vakiintuneen ko. kuormitustasoilla. Vanhalla purkureitillä kuormitus pysyy vakiona (3 000 t/a), mutta koska purkuvesien sulfaattipitoisuus on suurempi laskentajakson kolmena ensimmäisenä vuotena, ovat vaikutukset pienissä lähivesistöissä heikomman laimentumisen takia suurimmat ensimmäisinä vuosina. Lisäksi mallinnusjakson alussa vaikuttaa vesistön alkutilan korkeammat pitoisuudet etenkin vanhoilla purkureiteillä.

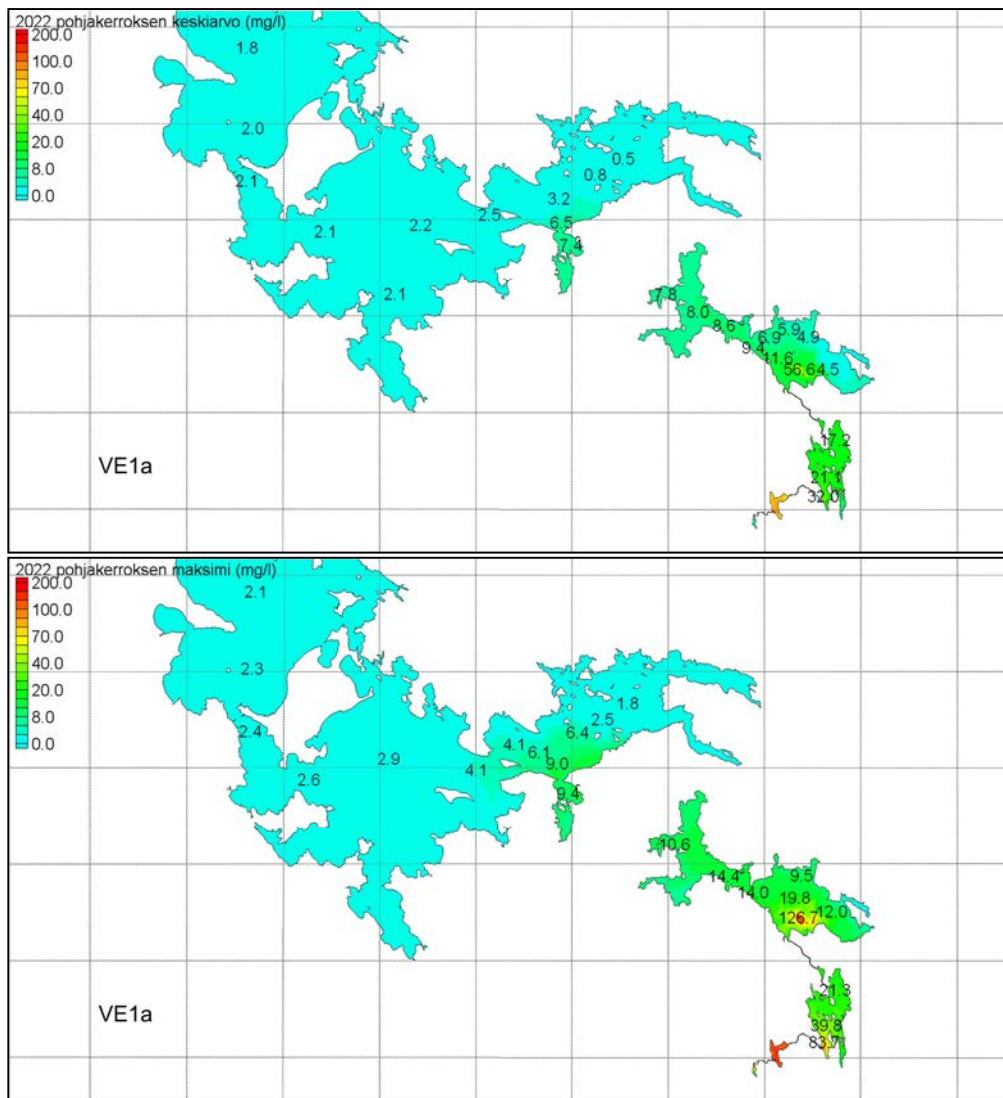
Mallinnusjakson 3. laskentavuotena (2019) Oulujoen suunnassa vanhalla purkureitillä sulfaattikuormituksen ollessa noin 3 000 t vuodessa, kasvaa veden sulfaattipitoisuus Kolmisopen mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin tasolle 70–100 mg/l (Kuva 6-61, Taulukko 6-21). Pitoisuus laimenee Jormasjärven eteläosan keskimääräisestä tasosta 35 mg/l järven pohjoisosassa tasolle 20 mg/l. Maksimissaan pitoisuus voi mallilaskelmien mukaan nousta ajoittain Kolmisopessa tasolle 200 mg/l ja Jormasjärven eteläosassa tasolle 100 mg/l ja pohjoisosassa tasolle 30 mg/l. Mallinnusjakson kuudentena vuotena (2022) kuormitustason pysyessä samana, ovat pitoisuudet Oulujoen suunnan vanhalla purkureitillä samaa luokkaa kuin vuoden 2019 tilanteessa (Kuva 6-62, Taulukko 6-22).

Nuasjärven purkupuutken sulfaattikuormituksen ollessa 30 000 tonnia vuodessa, kasvaa sulfaattipitoisuus mallinnusjakson 3. laskentavuotena (2019) purkualueella mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin tasolle 200 mg/l (Kuva 6-61, Taulukko 6-21). Maksimipitoisuus purkupaikalla on tasoa 400 mg/l. Pitoisuudet laimenevat Nuasjärven vesimassassa suhteellisen nopeasti ja purkupaikan eteläpuolella (Nuasjärvi 43) keskimääräinen mallinnettu pitoisuus on 30 mg/l ja maksimiarvo 100 mg/l. Jormaslahdessa ja Nuasjärven keskiosassa (Nuasjärvi 35) keskimääräinen pitoisuus on luokkaa 20 mg/l ja maksimiarvot 40 mg/l. Purkupaikan lähialueen syvänteissä (esim. piste 35) sulfaattipitoisuudet nousevat tarkkailutulosten valossa todennäköisesti mallinnettua suuremmiksi. Ero tuloksissa johtuu siitä, että malli ei pysty kuvaamaan kunnolla pienialaisia syvänteitä. Nuasjärven syvänteiden olosuhteiden mallikuvausta pyrittiin kuvaamaan paremmin tarkennetulla mallihillalla, mutta edes tilanteessa jossa syvänneveden alkupitoisuudeksi asetettiin 120 mg/l ja Nuasjärveen Tenetin kautta tulevaa virtaamaa pienennettiin huomattavasti, ei saatu pisteen Nuasjärvi 35 maksimipitoisuudeksi kuin noin 40 mg/l, mikä jää edelleen havaituista maksimipitoisuuksista. Nuasjärven länsiosassa Rehjanselällä pitoisuudet edelleen pienenevät ja tasoittuvat vaihteluvälin ollessa 15–20 mg/l. Paltajärvessä pitoisuudet ovat vielä samaa luokkaa kuin Rehjanselällä. Oulujärven suureen vesimassaan laimentuessaan sulfaatin pitoisuudet pienenevät ollen Paltaselällä noin 5–6 mg/l, Ärjänselällä noin 4 mg/l ja Niskanselällä noin 3 mg/l. Paltaselän eteläosissa voi kuitenkin ajoittain esiintyä hieman suurempia pitoisuuksia, maksimissaan noin 9 mg/l.

Nuasjärven purkupuutken sulfaattikuormituksen ollessa puolet pienempi, 15 000 tonnia vuodessa, kasvaa sulfaattipitoisuus laskentajakson kuudentena vuotena (2022) purkualueella mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin tasolle 50–150 mg/l ja maksimissaan tasolle 150–300 mg/l (Kuva 6-62, Taulukko 6-21). Hieman kauempana noin kilometrin etäisyydellä purkupuutkesta keskimääräinen pitoisuus on enää 10–20 mg/l ja maksimit 20–50 mg/l. Rehjanselällä ja Kajaaninjoessa keskiarvot ovat tasoa 8 mg/l, Paltaselällä 3–4 mg/l, Ärjänselällä sekä Niskanselällä noin 2 mg/l. Pitoisuudet vesistöissä ovat pienemmästä kuormituksesta johtuen pääosin alempia edelliseen laskentavaihtoehtoon verrattuna, mutta purkupaikan lähellä pohjan tuntumassa maksimipitoisuuksien ero on suhteellisen pieni johtuen todennäköisesti sulfaattipitoisten vesien kertymisestä syvempiin vesikerroksiin. Voimakkaimman vaikutuksen alueen laajuus Nuasjärvässä kuitenkin pienenee kuormituksen pienentyessä.



Kuva 6-61. YVA-vaihtoehto VE1a. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 3. laskentavuotena (2019). Nuasjärven purkupuutken kuormitus 30 000 t/a ja Kolmisopen kautta 3 000 t/a. Taustaruudutus 10x10 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.



Kuva 6-62. YVA-vaihtoehto VE1a. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 6. laskentavuotena (2022). Nuasjärven purkuputken kuormitus 15 000 t/a ja Kolmisopen kautta 3 000 t/a. Taustaruudutus 10x10 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.

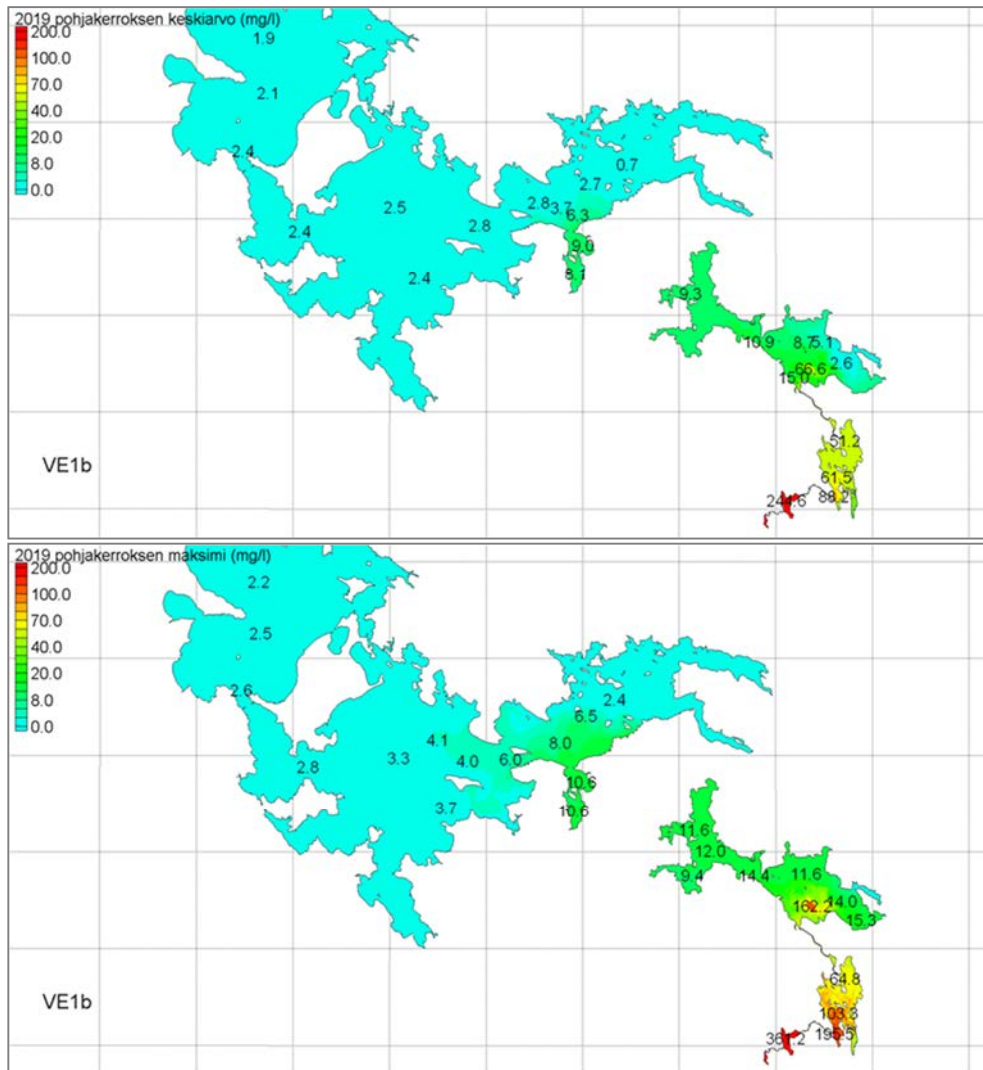
Vaihtoehdossa VE1b Oulujoen suunnan vanhalla purkureitillä kuormitus on kolmena ensimmäisenä vuotena 3-kertainen (9 000 t/a) verrattuna vaihtoehtoon VE1a ja noin 11-kertainen vaihtoehtoon VE0 verrattuna eli vanha reitti painottuu huomattavasti. Kuormitus on samaa suuruusluokkaa kuin vuonna 2015 (8 300 t/a). Kuormitus laskee kolmasosaan laskentajakson kolmannen vuoden jälkeen eli samalle tasolle kuin vaihtoehdossa VE1a. Nuasjärven purkuputken kuormitus pysyy vakiona. Jakaumakuvat (Kuva 6-63, Kuva 6-64) on esitetty 3. laskentavuoden (2019) sekä kuudennen vuoden (2022) tilanteissa, joissa vesistön tilanteen voidaan arvioida vakiintuneen ko. kuormitustasoilla. Myös tässä vaihtoehdossa sulfaattipitoisuus on suurin kolmena ensimmäisenä vuotena.

Vanhalla purkureitillä Oulujoen suunnassa sulfaattikuormituksen ollessa noin 9 000 tonnia vuodessa, kasvaa veden sulfaattipitoisuus laskentajakson kolmantena vuotena (2019) Kolmisopen mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin tasolle 250–300 mg/l ja maksimissaan noin 400 mg/l (Kuva 6-63, Taulukko 6-21) eli

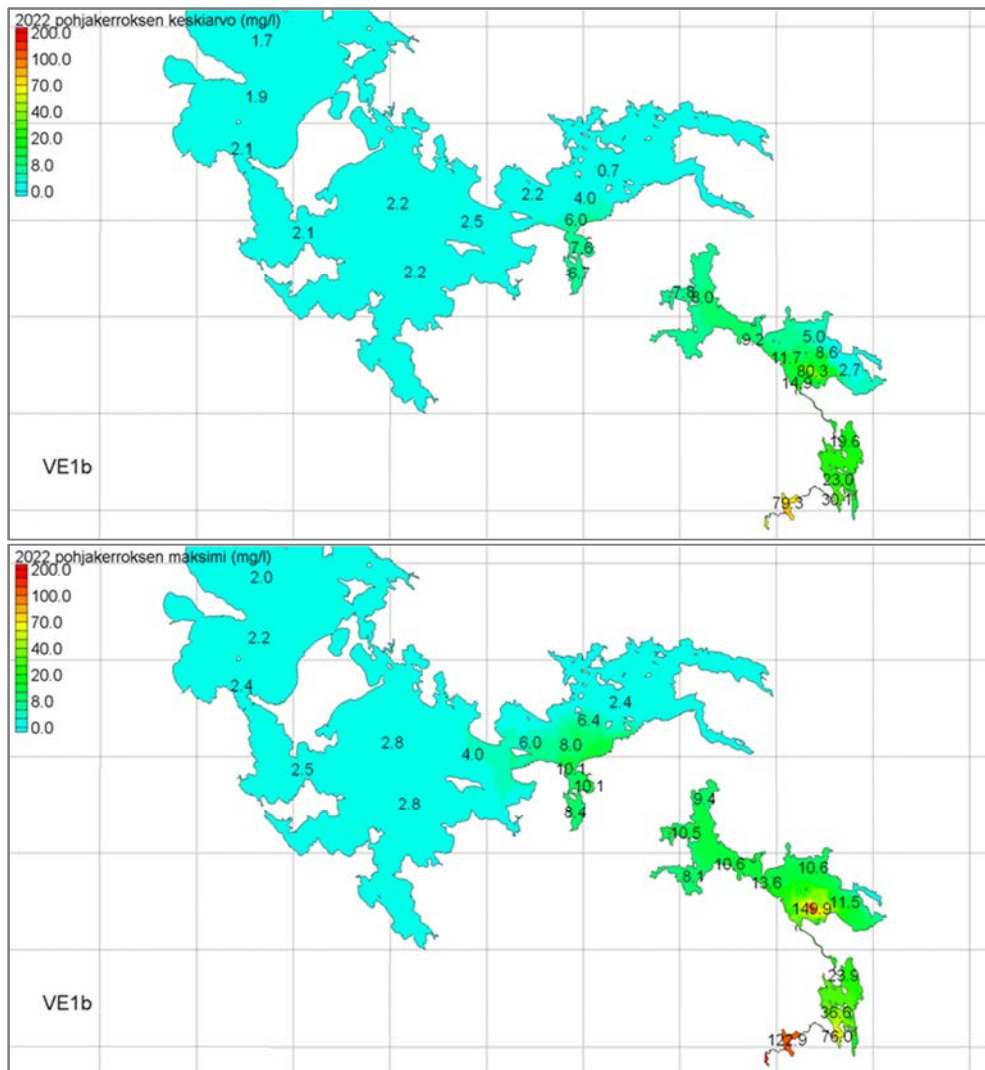
suurin piirtein samalle tasolle kuin vuonna 2015 havaittu. Jormasjärvessä pitoisuus laimenee eteläosan keskimääräisestä tasosta 100 mg/l järven pohjoisosassa tasolle 50 mg/l. Maksimissaan pitoisuus voi mallilaskelmien mukaan nousta ja Jormasjärven eteläosassa tasolle 200 mg/l ja pohjoisosassa tasolle 60 mg/l.

Sulfaattikuormituksen ollessa vanhalla purkureitillä pienempi, 3000 tonnia vuodessa, laskentajakson kuudentena vuotena (2022) Kolmisopen mallin mukaisen alimman vesikerroksen sulfaattipitoisuus on keskimäärin noin 80–100 mg/l ja maksimissaan noin 120–150 mg/l (Kuva 6-64, Taulukko 6-22). Jormasjärven eteläosassa pitoisuudet pienenevät alle puoleen vuoden 2019 tilanteeseen verrattuna. Jormasjärven eteläosassa keskimääräinen pitoisuus on noin 30 mg/l ja pohjoisosassa tasolle noin 20 mg/l. Maksimissaan pitoisuus voi mallilaskelmien mukaan nousta Jormasjärven eteläosassa tasolle 80 mg/l.

Nuasjärven purkupuutken kautta johdetun sulfaattikuormituksen, 15 000 tonnia vuodessa, vaikutuksesta kasvaa sulfaattipitoisuus laskentajakson kolmantena vuotena (2019) purkualueella, mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin 50–150 mg/l (Kuva 6-63, Taulukko 6-21) kuten vaihtoehdossa VE0 ja VE1a kolmannen vuoden jälkeen. Maksimipitoisuus purkualueella on tasoa 150–300 mg/l. Pitoisuudet laimenevat Nuasjärven vesimassassa suhteellisen nopeasti ja purkupaikan eteläpuolella (Nuasjärvi 43) ja Jormaslahdessa (Nuasjärvi 22) keskimääräinen pitoisuus on noin 20 mg/l ja maksimiarvo luokkaa 50 mg/l. Nuasjärven keskiosassa (Nuasjärvi 35) keskimääräinen mallinnettu pitoisuus on luokkaa 10 mg/l ja maksimiarvo noin 30 mg/l. Purkupaikan lähialueen syvänteissä (esim. piste 35) sulfaattipitoisuudet nousevat tarkkailutulosten valossa todennäköisesti mallinnettua suuremmiksi. Ero johtuu siitä, että malli ei pysty kuvaamaan kunnolla pienialaisia syvänteitä. Rehjanselällä ja Kajaaninjoenssa pitoisuu-den vaihteluväli on noin 9–14 mg/l. Paltajärvessä pitoisuus on vielä samaa tasoa kuin Rehjanselällä. Oulujärven suureen vesimassaan laimentuessaan sulfaatin pitoisuudet pienenevät ollen Paltaselällä noin 3–4 mg/l ja Ärjänselällä sekä Niskanselällä noin 2–3 mg/l. Nuasjärvessä vuoden 2022 tilanne ei merkittävästi eroa vuodesta 2019 (Kuva 6-64, Taulukko 6-22).



Kuva 6-63. YVA-vaihtoehto VE1b. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot pohjakerroksessa 3. laskentavuotena (2019) pohjan läheisessä vesikerroksessa. Kuormitus Nuasjärven purkuputkeen 15 000 t/a ja Kolmisopen kautta 9 000 t/a. Taustaruudutus 10x10 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.



Kuva 6-64. YVA-vaihtoehto VE1b. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 6. laskentavuotena (2022). Kuormitus Nuasjärven purkupuutteen 15 000 t/a ja Kolmisopen kautta 3 000 t/a. Taustaruudutus 10x10 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.

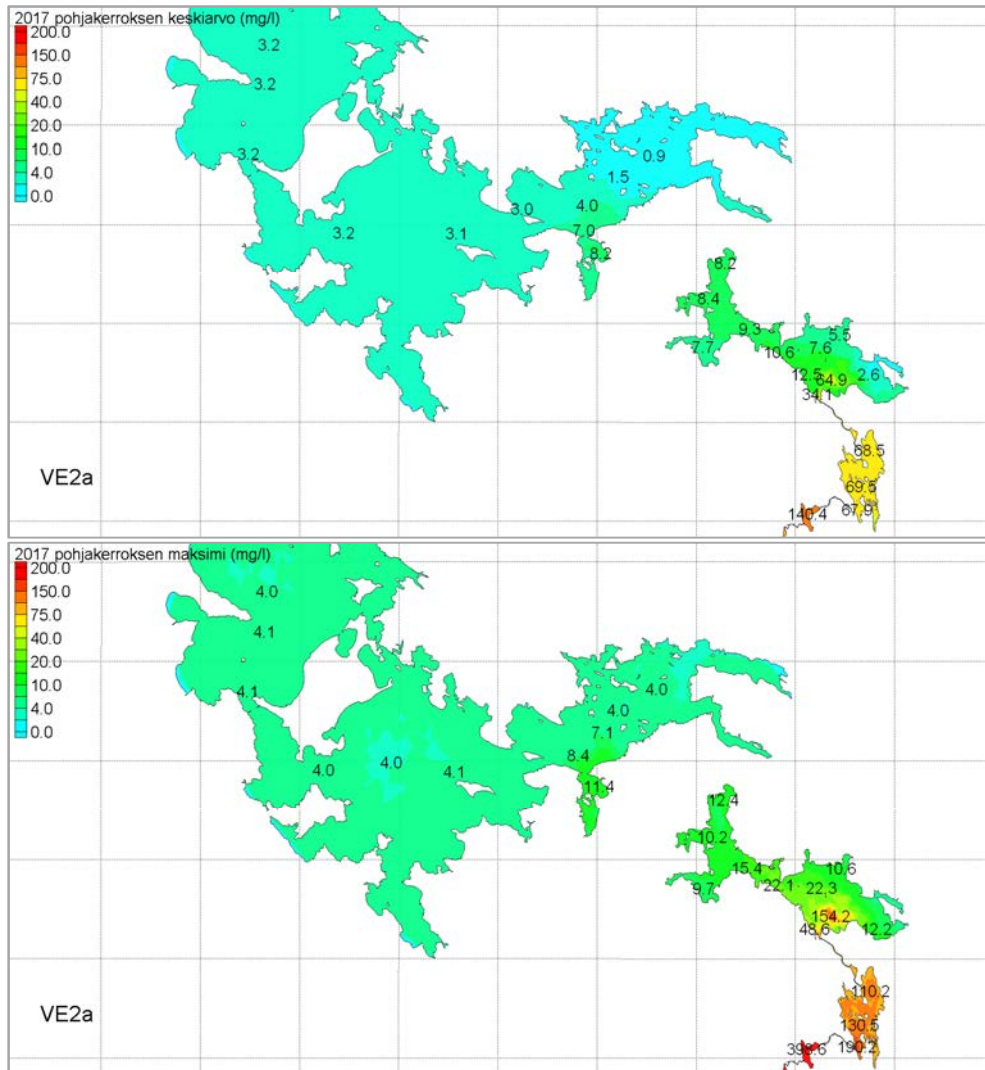
Vaihtoehdossa VE2 Nuasjärven purkupuutteen sulfaattikuormitus on suurimmillaan ensimmäisenä vuotena. Vaihtoehdossa 2a kaivosvesiä varastoidaan avolouhokseen, mikä pienentää sulfaattikuormitus ensimmäisenä vuotena vaihtoehtoon 2b verrattuna. Ensimmäisen vuoden jälkeen kuormitus pienenee asteittain. Vanhalla purkureitillä kuormitus pysyy vakiona (yhteensä 1400 t/a). Jakaumakuvat on esitetty 1. (2017, Kuva 6-65 ja Kuva 6-67) ja 6. (2022, Kuva 6-66, Kuva 6-68) laskentavuoden tilanteissa. Vaikka vaihtoehdossa VE2 vanhan purkureitin kuormitus pysyy vakiona, on käsiteltyjen purkuvesien pitoisuus jälleen suurin laskentajakson ensimmäisenä vuotena.

Vanhalla purkureitillä Oulujoen suunnassa sulfaattikuormituksen ollessa noin 840 tonnia vuodessa, kasvaa veden sulfaattipitoisuus laskentajakson kuudentena vuotena (2022) Kolmisopen mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin tasolle noin 25 mg/l ja maksimissaan noin 40–50 mg/l (Kuva 6-65 ja Kuva 6-67, Taulukko 6-22). Jormasjärven alimmassa vesikerroksessa keskimääräinen pitoisuus on luokkaa 5–10 mg/l. Jormasjärven eteläosassa hetkittäinen maksimipitoisuus-taso on vielä noin 30 mg/l.

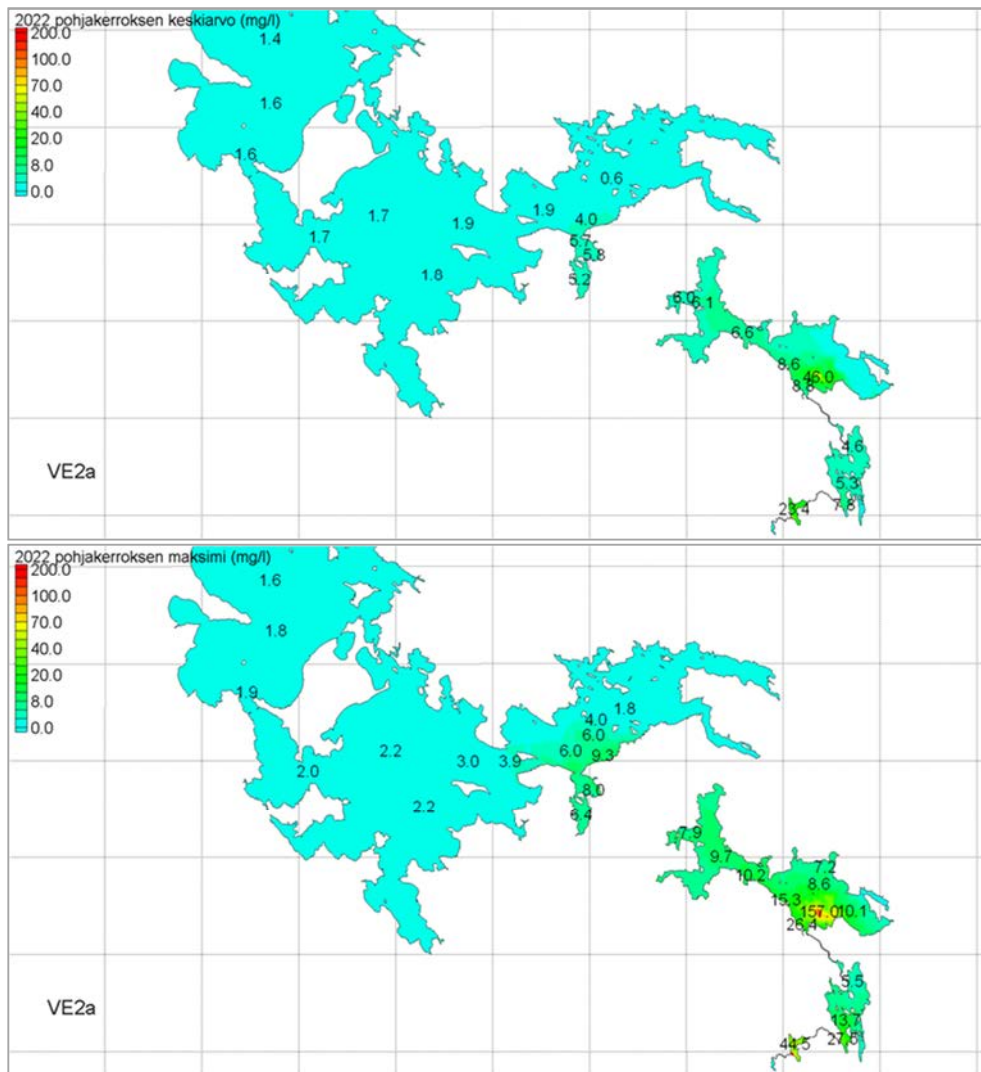
Vaihtoehdossa VE2a Nuasjärven purkupuutken kautta johdetun sulfaattikuormituksen, noin 16 000 tonnia vuodessa, vaikutuksesta kasvaa sulfaattipitoisuus laskentajakson ensimmäisenä vuotena (2017) Nuasjärven purkualueella, mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin tasolle 55 mg/l (Kuva 6-65, Taulukko 6-20). Maksimipitoisuus purkupaikalla on tasoa 150–300 mg/l. Nuasjärven keskiosissa mallinnetut pitoisuudet ovat alimmassa vesikerroksessa keskimäärin hieman alle 10 mg/l ja maksimissaan noin 20 mg/l. Nuasjärven länsiosassa Rehjanselällä sekä Kajaanin alapuolisessa Paltajärvessä pitoisuuden vaihteluväli on noin 6–12 mg/l. Oulujärvessä sulfaatin pitoisuus on Paltaselällä noin 4–8 mg/l, ja Ärjänselällä sekä Niskanselällä 3–4 mg/l.

Laskentajakson kuudentena vuotena (2022) Nuasjärven purkupuutken kautta johdetun sulfaattikuormituksen ollessa jonkin verran pienempi, 11 800 tonnia vuodessa, ovat myös pitoisuudet vesistössä jonkin verran pienempiä kuin ensimmäisenä vuonna (Kuva 6-66, Taulukko 6-22). Purkupaikan lähellä pohjan tuntumassa maksimipitoisuuksien ero on suhteellisen pieni johtuen sulfaattipitoisten vesien kertymisestä syvimpiin vesikerrokseen. Voimakkaimman vaikutuksen alueen laajuus kuitenkin pienenee kuormituksen pienentyessä.

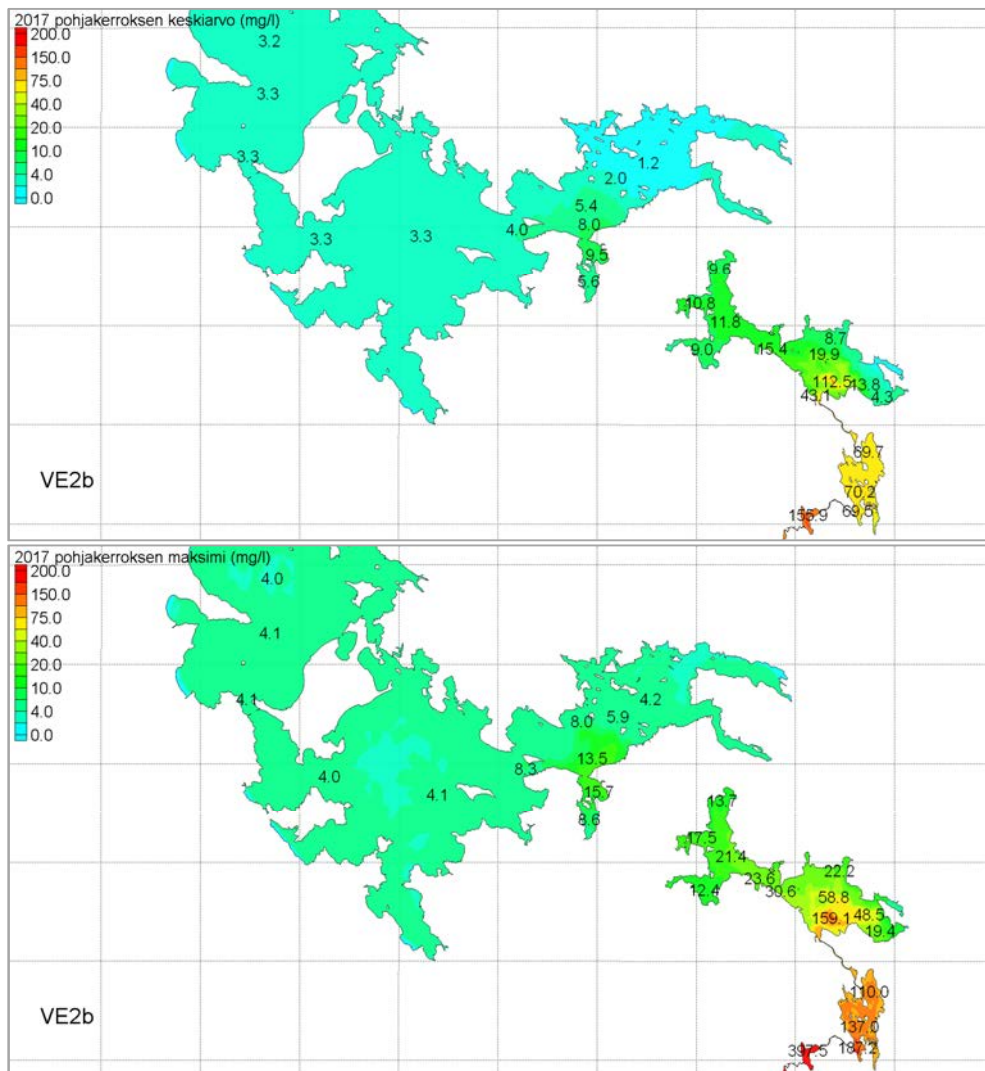
Vaihtoehdossa VE2b Nuasjärven purkupuutken kautta johdetun sulfaattikuormituksen, noin 25 000 tonnia vuodessa, vaikutuksesta kasvaa sulfaattipitoisuus laskentajakson ensimmäisenä vuotena (2017) Nuasjärven purkualueella, mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa keskimäärin tasolle noin 100 mg/l (Kuva 6-67, Taulukko 6-20). Maksimipitoisuus purkupaikalla on tasoa 150–400 mg/l. Nuasjärven keskiosissa pitoisuudet ovat pohjan lähellä keskimäärin 20–40 mg/l ja maksimissaan 50–60 mg/l. Nuasjärven länsiosassa Rehjanselällä sekä Kajaanin alapuolisessa Paltajärvessä pitoisuuden vaihteluväli on noin 10–20 mg/l. Oulujärvessä sulfaatin pitoisuus on Paltaselällä noin 5–8 mg/l, ja Ärjänselällä sekä Niskanselällä 3–4 mg/l. Vaihtoehdossa VE2b kuudennen vuoden 2022 kuormitus on sama kuin vaihtoehdossa VE2a eli vain laskentajakson ensimmäisen vuoden (2017) toisistaan poikkeavat kuormitustasot aiheuttavat vähäisiä pitoisuuseroja vaihtoehtojen 2A ja 2B välille (Kuva 6-68, Taulukko 6-22).



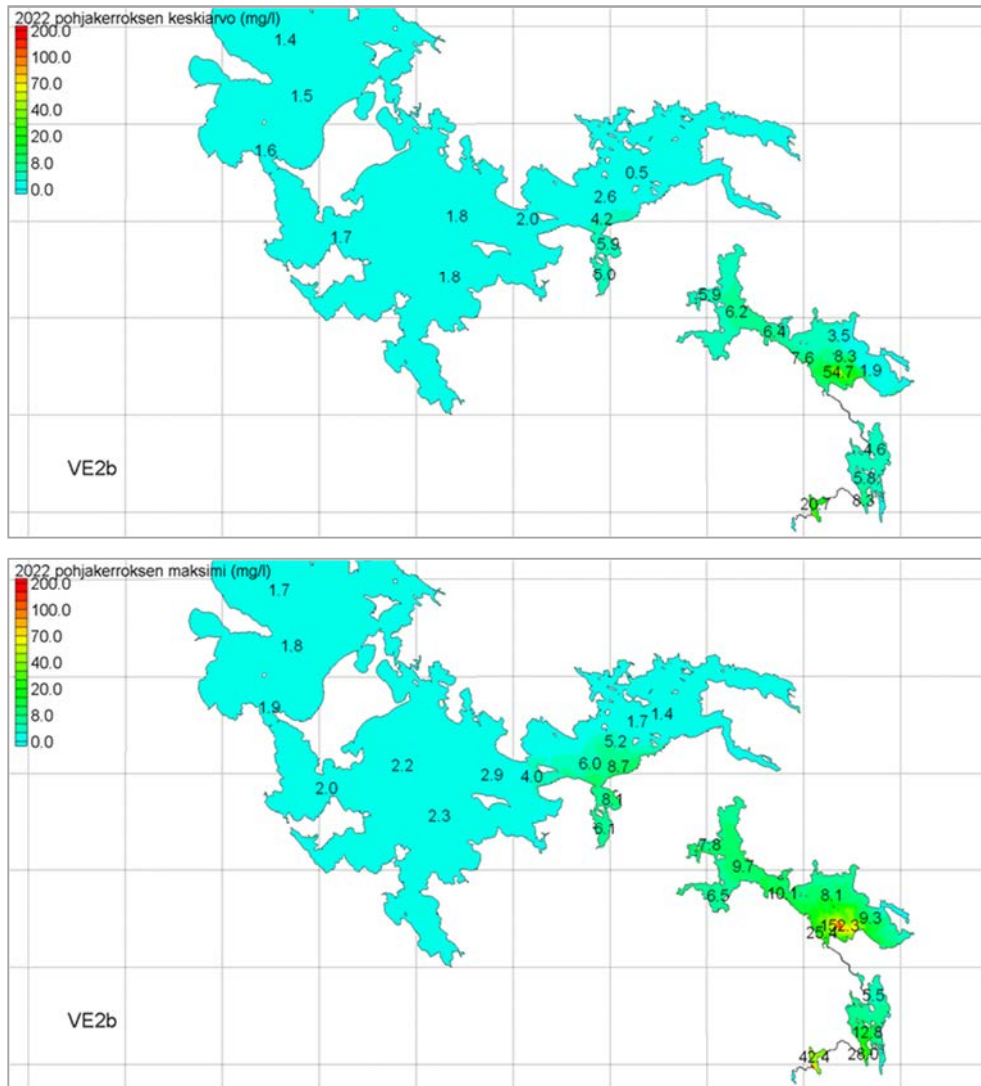
Kuva 6-65. YVA-vaihtoehto VE2a. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 1. laskentavuotena (2017). Kuormitus Nuasjärven purkupuutkeen 16 000 t/a ja Kolmisopen kautta noin 840 t/a. Taustaruudutus 10x10 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.



Kuva 6-66. YVA-vaihtoehto VE2a. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 6. laskentavuotena (2022). Kuormitus Nuasjärven purkupuutkeen 11 800 t/a ja Kolmisopen kautta noin 840 t/a. Taustaruudutus 10x10 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.



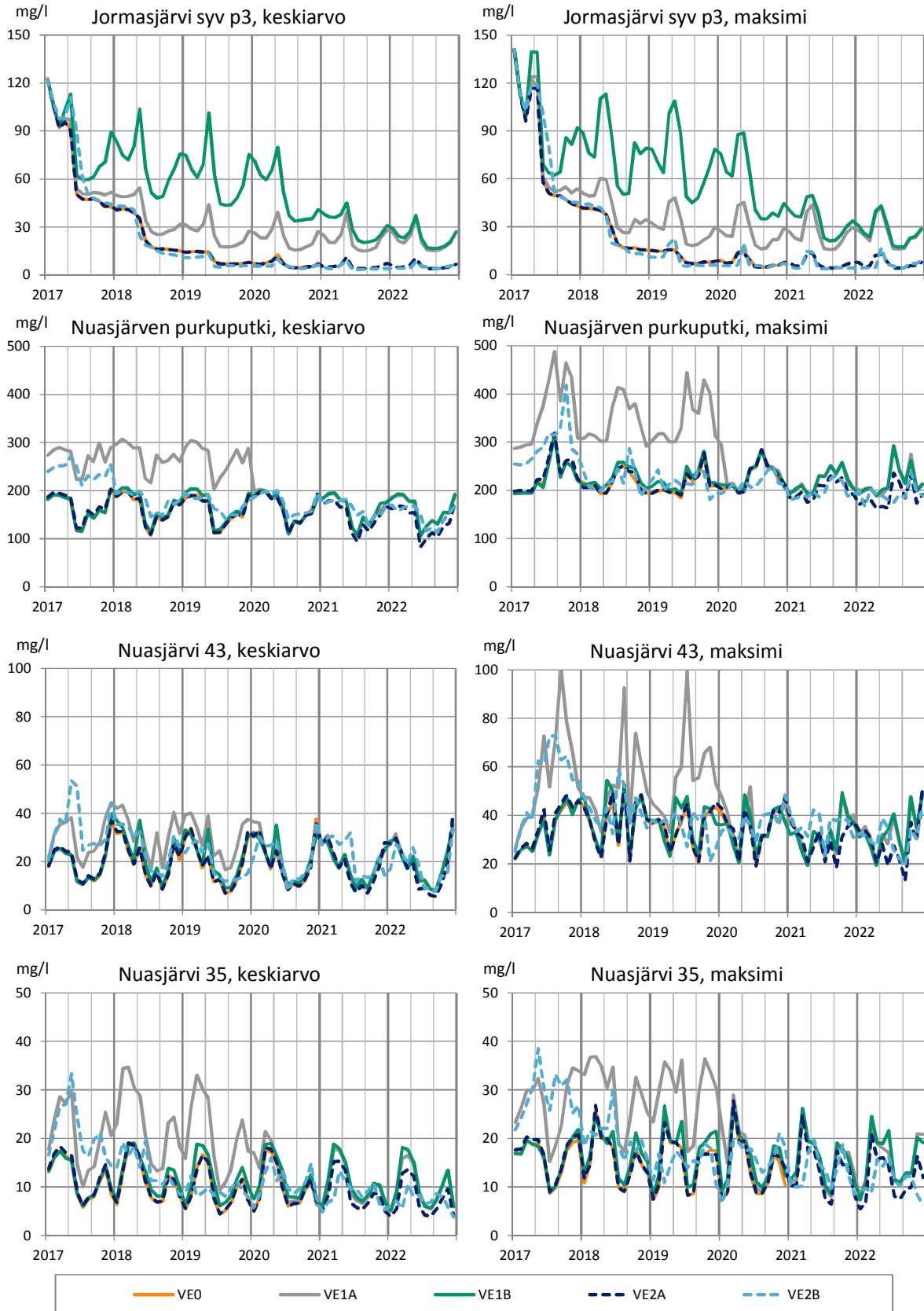
Kuva 6-67. YVA-vaihtoehto VE2b. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 1. laskentavuotena (2017). Kuormitus Nuasjärven purkupuutkeen 25 000 t/a ja Kolmisopen kautta noin 840 t/a. Taustaruudutus 10x10 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.



Kuva 6-68. YVA-vaihtoehto VE2b. Sulfaattipitoisuuden vuosikeskiarvot ja maksimiarvot pohjakerroksessa 6. laskentavuotena (2022). Kuormitus Nuasjärven purkupuutkeen 11 800 t/a ja Kolmisopen kautta noin 840 t/a. Taustaruudutus 10x10 km. Pohjakerros = mallinnuksen alin vesikerros.

Yhteenveto: Nuasjärven purkualueella, mallinnuksen mukaiseen alimpaan vesikerrokseen aiheutuu mallinnustulosten perusteella maksimissaan noin 200–400 mg/l sulfaattipitoisuuksia kaikissa tarkastelluissa kuormitusvaihtoehdoissa. Nuasjärven keski- ja eteläosassa mallinnetut pitoisuudet ovat pääosin luokkaa 10–50 mg/l. Vaihtoehdon VE1a ensimmäisinä vuosina, jolloin purkupuutteen kuormitus on suurin, pitoisuudet ovat Nuasjärven keski- ja eteläosissa vastaavasti suurimmat, 30–100 mg/l. Nuasjärven keskiosan syvännealueella sulfaattipitoisuudet nousevat tarkkailutulosten perusteella todennäköisesti mallinnettua suuremmiksi johtuen siitä, että malli ei pysty kuvaamaan kunnolla pienialaisia syvänteitä. Nuasjärven alkutilan pitoisuudet ovat mallinnuksessa tarkkailutuloksia alhaisempia, mikä myös aiheuttaa aliarviota tuloksiin etenkin mallinnsjakson alussa. Nuasjärven suurissa vesimassoissa käsitellyn purkuveden korkeampi pitoisuus ensimmäisenä vuonna ei mallilaskelmien perusteella juurikaan vaikuta tilanteeseen vesistössä. Nuasjärveen tulee kuormitusta myös vanhaa purkureittiä Jormasjoen kautta. Suurimmat pitoisuudet ajoittuvat talviaikaan alku- ja loppuvuoteen, jolloin virtaamat ovat pienimmillään ja tuulen vaikutus puuttuu jääpeitteestä johtuen.

Vanhalla purkureitillä Oulujoen suunnassa sulfaattikuormituksen vaikutuksesta pitoisuudet ovat mallinnustulosten perusteella korkeimmillaan lähialueen järvien kuten Kolmisopen alimmassa vesikerroksessa, joissa ajoittaiset maksimipitoisuudet ovat vaihtoehdossa VE0 tasoa 50–100 mg/l, vaihtoehdossa VE1a tasoa 100–200 mg/l, vaihtoehdossa VE1b tasoa 200–400 mg/l ja vaihtoehdossa VE2 tasoa 50–100 mg/l. Pitoisuudet laimenevat kauempana purkupaikasta ollen Jormasjärven keski- ja pohjoisosassa vaihtoehdoissa VE0 ja VE2 noin 10–30 mg/l, vaihtoehdossa VE1a noin 30–40 mg/l ja vaihtoehdossa VE1b noin 50–100 mg/l. Ensimmäisen vuoden tilanteessa käsitellyn purkuveden korkeammalla sulfaattipitoisuudella ja alkutilan pitoisuudet huomioituna pitoisuusvaikutukset voivat olla edellä kuvattua suurempia. Tällöin mallinnetut pitoisuudet voivat olla Jormasjärvessä enimmillään luokkaa 100–200 mg/l. Myös vanhalla purkureitillä suurimmat pitoisuudet ajoittuvat talviaikaan alku- ja loppuvuoteen, jolloin virtaamat ovat pienimmillään ja tuulen vaikutus puuttuu jääpeitteestä johtuen.



Kuva 6-69. Keskimääräisen sulfaattipitoisuuden vaihtelu Jormasjärvässä ja Nuasjärvässä pohjakerroksessa eri vaihtoehdoissa. Pinta = mallinnuksen ylin vesikerros, pohja = mallinnuksen alin vesikerros.

Taulukko 6-20. Yhteenveto sulfaattipitoisuuksien (mg/l) keskiarvoista ja maksimeista vaihtoehdoissa VE0, VE2a ja VE2b laskentajakson 1. vuotena (2017) eri laskentapisteissä Oulujoen vesistössä. Havaintopaikkojen sijainti on esitetty kuvissa (Kuva 6-53). Pinta = mallinnuksen ylin vesikerros, pohja = mallinnuksen alin vesikerros.

Havaintopaikka	VE0				VE2a				VE2b			
	pinta		pohja		pinta		pohja		pinta		pohja	
	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi
Jormasjärvi syv p3	63	96	69	141	63	97	69	141	61	92	77	141
Nuasjärvi purkutupki	10	53	165	315	10	53	170	319	11	33	241	418
Nuasjärvi 43	10	53	20	46	8	16	20	48	9	21	34	73
Nuasjärvi 35	8	27	12	20	9	27	12	21	10	25	21	39
Nuasjärvi 44	10	27	10	22	10	28	10	23	13	23	17	30
Rehjanselkä 135	8	14	8	10	9	15	9	10	11	21	11	20
Kajaaninjoki 40	8	12	8	12	8	13	8	12	10	16	10	16
Paltaselkä 138	3	9	3	7	3	9	3	7	5	11	5	10
Ärjänselkä 27	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4

Taulukko 6-21. Yhteenveto sulfaattipitoisuuksien (mg/l) keskiarvoista ja maksimeista vaihtoehdoissa VE0, VE1a ja VE1b laskentajakson 3. ja 4. vuotena (2019–2020) eri laskentapisteissä Oulujoen vesistössä. Havaintopaikkojen sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 6-53). Pinta = mallinnuksen ylin vesikerros, pohja = mallinnuksen alin vesikerros.

Havaintopaikka	VE0 (2020)				VE1a (2019)				VE1b (2019)			
	pinta		pohja		pinta		pohja		pinta		pohja	
	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi
Jormasjärvi syv p3	6	15	7	15	23	40	26	48	53	70	62	109
Nuasjärvi purkutupki	8	28	166	285	16	40	270	444	11	33	168	281
Nuasjärvi 43	8	22	20	47	15	34	30	99	11	31	21	48
Nuasjärvi 35	6	17	10	27	15	34	20	36	9	19	12	27
Nuasjärvi 44	8	11	9	13	17	23	19	28	10	14	11	14
Rehjanselkä 135	7	12	7	10	15	21	16	21	9	14	9	12
Kajaaninjoki 40	7	11	7	9	15	19	15	19	9	13	9	11
Paltaselkä 138	3	6	3	7	6	12	5	15	3	7	3	8
Ärjänselkä 27	2	3	2	3	4	6	4	5	3	4	2	3

Taulukko 6-22. Yhteenveto sulfaattipitoisuuksien (mg/l) keskiarvoista ja maksimeista vaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE2 laskentajakson 6. vuotena (2022) eri laskentapisteissä Oulujoen vesistössä. Havaintopaikkojen sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 6-53). Pinta = mallinnuksen ylin vesikerros, pohja = mallinnuksen alin vesikerros.

Havaintopaikka	VE1a				VE1b				VE2a-b			
	pinta		pohja		pinta		pohja		pinta		pohja	
	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi
Jormasjärvi syv p3	19	33	22	42	21	37	23	43	5	13-15	5-6	13-17
Nuasjärvi purkutupki	9	35	160	292	9	35	161	292	7	22-28	136-149	236-237
Nuasjärvi 43	9	18	20	50	9	19	19	48	7	14-15	18	44-50
Nuasjärvi 35	8	16	10	23	8	17	10	25	6	11-13	7	16-21
Nuasjärvi 44	9	14	9	15	9	14	9	15	6-7	10-11	7	11-12
Rehjanselkä 135	8	13	8	11	8	13	8	11	6	9-10	6	9
Kajaaninjoki 40	8	10	8	10	8	10	8	10	6	8-9	6	8
Paltaselkä 138	3	7	3	7	3	7	3	7	2-3	6-7	2	4-5
Ärjänselkä 27	2	3	2	2	2	3	2	2	1	2	2	2

6.8.2.3 Metallit

Metallikuormituksen kulkeutumista ja laimentumista vesistössä on arvioitu vesistömallinnuksen pohjalta. Metallit on laskettu pitoisuuksien suhteessa konservatiivisen merkkiaineen (ei poistumaa vesifaasista) mallinnetuista pitoisuuksista. Metallipitoisuudet saatiin mallinnetusta merkkiainepitoisuudesta kertomalla se käsiteltyjen purkuvesien pitoisuuksien suhteella. Merkkiainepitoisuudet ovat kolmannen laskentavuoden vuosikeskiarvoja. Mallinnuksessa alkutilan pitoisuutena käytettiin nollaa. Jokivirtaamat ja tuulet samoin kuin purkuvesimäärät olivat samat kuin sulfaattimallinnuksessa. Laskelmat on tehty suurimman kuormitusvaihtoehdon (VE1a ja VE1b) mukaisesti. Käsiteltyjen purkuvesien määrät on laskettu vaihtoehdon VE1a sulfaattikuormituksen ja pitoisuuden avulla. Vanhojen purkureittien kuormitus on jaettu suhteessa 60/40 (Oulujoen suunta/Vuoksen suunta). Vuoksen suunnassa metalleille käytettiin käsitellyille purkuvesille osin korkeampia metallipitoisuuksia mitattujen maksimiarvojen mukaisesti. Purkuvesien pitoisuudet on esitetty taulukossa (Taulukko 6-3). Nuasjärnessä pitoisuudet ovat eri purkureittejä purkautuvien pitoisuuksien summa.

Käsiteltyjen purkuvesien sisältämät metallipitoisuudet on arvioitu pääosin kokonaispitoisuuksina, mutta elohopean, kadmiumin ja lyijyn osalta on käytetty liukoisia pitoisuuksia. Laskennassa metallit on käsitelty konservatiivisina aineina, eli metalleille ei ole määritelty poistumakertoimia, jotka kuvaavat kiintoaineen mukana tapahtuvaa sedimentoitumista tai aineiden biologista tai kemiallista sitoutumista. Siten laskelma hieman yliarvioi metallien vaikutuksia purkuvesistössä.

Metalleista ympäristölaatu normit eli EQS-arvot on määritelty nikkelle, lyijylle, kadmiumille ja elohopealle (Taulukko 6-5). Käsitellyistä purkuvesistä mitatut liukoisen elohopean, kadmiumin ja lyijyn pitoisuudet ovat olleet hyvin pieniä ja pääosin alle määrittäytysrajan (Taulukko 6-3). Pitoisuuslisäykset ovat enimmillään Nuasjärven purkuputken välittömässä läheisyydessä ja Vuoksen suunnassa Kivijärnessä kadmiumin osalta noin 0,02–0,03 µg/l ja lyijyn osalta 0,002–0,003 µg/l (Taulukko 6-23 ja Taulukko 6-24). Arvioidut kadmiumin ja lyijyn pitoisuudet jäävät huomattavasti alle ympäristölaatu normien eikä niiden arvioida ylittävän myöskään alueen taustataso huomioon otettuna, vaikka Laakajärnessä ja Jormasjärnessä onkin mitattu joitain yksittäisiä kohonneita kadmiumarvoja. Myös elohopean pitoisuuslisäykset (0,0005–0,0006 µg/l) ovat hyvin pieniä, mutta varsinainen ympäristönormi on annettu kalalle. Liukoisen elohopean suurin sallittu pitoisuus (MAC-EQS) sisävesille on 0,07 µg/l.

Nikkelin kokonaispitoisuudet ovat olleet käsitellyissä purkuvesissä tasoa 30–90 µg/l (Taulukko 6-3). Nikkelin arvioidut pitoisuuslisäykset ovat Laakajärnessä, Jormasjärnessä ja Nuasjärven purkuputken välittömässä läheisyydessä luokkaa 1–2 µg/l, mikä ei vielä aiheuttaisi ympäristölaatu normin ylittymistä, joka on nikkelin biosaatavalle pitoisuudelle vuosikeskiarvona 5 µg/l. Enimmillään pitoisuuslisäys on Vuoksen suunnassa Kivijärnessä noin 6 µg/l. Nikkelipitoisuudet ovat kuitenkin kokonaispitoisuuksia eikä siten suoraan verrattavissa ympäristölaatu normiin, joka on määritetty biosaatavalle pitoisuudelle. Biosaatava pitoisuus on kokonais- ja liukoista pitoisuutta alhaisempi. Kaivosalueen pienissä lähivesistöissä kuten Kalliojärnessä, Salmisessa, Kolmisopessa tai Lumijoessa pitoisuuslisäykset ovat edellä esitettyjä suurempia. Näissä vesistöissä on myös aiemmin mitattu kohonneita ja ympäristölaatu normit ylittäviä nikkelipitoisuuksia ja alue on määritetty sekoittumisvyöhykkeeksi. Myös Kivijärvi kuuluu sekoittumisvyöhykkeeseen, jossa liukoinen nikkelipitoisuus saa lupapäätöksen mukaan ylittää arvon 33 µg/l. Nikkelin laskennallinen biosaatava pitoisuus on ollut Oulujoen suunnassa Tuhkajoessa luokkaa 1–3 µg/l ja Jormasjärven eteläosassa noin 3 µg/l. Esitetyn tasoisten pitoisuuslisäysten ei arvioida nostavan pitoisuuksia näissä Oulujoen suunnan vesistöissä ympäristölaatu normin ylittävälle tasolle. Vuoksen suunnassa Kivijoessa liukoisen nikkelin pitoisuus on ollut vuonna 2016 keskimäärin noin 6 µg/l ja ympäristölaatu normin

ylittyminen suuremman kuormituksen vaihtoehdossa VE1b on siten mahdollista. Vaihtoehdon VE1b toteutuessa tulisikin määrittää sekoittumisvyöhyke tältä osin uudelleen.

Nuasjärvessä ei ole todettu ympäristölaatonormien ylityksiä nikkelin tai muiden metallien osalta. Syvännepisteellä Nuasjärvi35 alusveden keskimääräinen liukoisen nikkelin pitoisuus on ollut noin 3 µg/l. Taulukossa esitettyjen maksimipitoisuuslisäysten perusteella ympäristölaatonormien ei arvioida ylittyvän eikä sekoittumisvyöhykettä ole Nuasjärveen tarpeellista määrätä edes suurimmassa kuormitusvaihtoehdossa VE1a.

Muiden metallien pitoisuuslisäykset ovat pieniä jääden selvästi alle taulukossa (Taulukko 6-6) esitettyjen, pitkäaikaiselle altistuksellekin annettujen raja-arvojen. Raudan ja mangaanin pitoisuuslisäykset ovat tasoa 50–100 µg/l. Kaivoksen alapuolisissa vesissä on tavattu korkeita rauta- ja mangaanipitoisuuksia. Kaivosvesien mangaanipitoisuudet olivat etenkin vuosina 2009–2011 korkeita, koska luvan pH-rajoituksista johtuen sitä pystytty puhdistusprosessissa tehokkaasti poistamaan. Lisäksi kipsisakaltaan vuodosta vuonna 2012 aiheutui metallikuormitusta vesistöihin. Myös vesistöjen kerrostuneisuuden ja muodostuneiden hapettomien olosuhteiden seurauksena metalleja on liennut järvisedimenteistä veteen.

Metallien vähäisillä pitoisuuslisäyksillä ei katsota olevan merkittäviä haitallisia vesistövaikutuksia alempana vesistöissä Jormasjärvessä, Nuasjärvessä tai Laakajärvessä. Aiemmasta kuormituksesta johtuen pitoisuudet ovat kuitenkin korkeita voimakkaasti kerrostuneiden järvien kuten Salminen, Kalliojärvi ja Kivijärvi, alusvedessä. Järvien alusveden vaihtuminen ja tilan parantuminen edellyttää kunnostusta.

Natrium ei ole normaalisti vesistöissä eliöstölle myrkyllistä. Sen haitallisuus vesistöissä johtuu sulfaatin tavoin pääosin välillisistä vaikutuksista eli suolaisuuden aiheuttamasta suolakerrostuneisuudesta. Natriumin pitoisuuslisäykset ovat metallien tavoin pieniä, mutta osaltaan natriumkuormitus voimistaa lähivesistöjen kerrostumista.

Taulukko 6-23. Metallien pitoisuuslisäykset alimmassa vesikerroksessa vaihtoehdossa VE1 laskentajakson 3. vuoden (2019) keskiarvona eri laskentapisteissä Vuoksen vesistöissä. Havaintopaikkojen sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 6-13). µg = mikrogramma, mg = milligramma

Havaintopaikka	Uraani µg/l	Alumiini µg/l	Rauta µg/l	Kupari µg/l	Mangaani µg/l	Nikkeli µg/l	Sinkki µg/l	Elohopea liuk. µg/l	Kadmium liuk. µg/l	Lyijy liuk. µg/l	Natrium mg/l
Lumijoki	0,65	23	385	2,9	693	39	69	0,0039	0,193	0,0162	231
Kivijärvi 10	0,10	4	62	0,5	111	6	10	0,0006	0,031	0,0026	37
Kivijoki	0,08	3	48	0,4	87	5	9	0,0005	0,024	0,0020	29
Laakajärvi 13	0,03	1	18	0,1	32	2	3	0,0002	0,009	0,0008	11
Laakajärvi 081	0,01	0,4	7	0,05	12	0,7	1	0,0001	0,003	0,0003	4
Laakajärvi 12	0,002	0,1	1	0,01	2	0,1	0,3	0,0000	0,001	0,0001	0,7

Taulukko 6-24. Metallien pitoisuuslisäykset alimmassa vesikerroksessa vaihtoehdoissa VE1a (Nuasjärvi) ja VE1b (vanha reitti) laskentajakson 3. vuoden (2019) keskiarvona eri laskentapisteissä Oulujoen vesistöissä. Havaintopaikkojen sijainti on esitetty kuvassa (Kuva 6-19 ja Kuva 6-28). µg = mikrogramma, mg = milligramma

Havaintopaikka	Uraani µg/l	Alumiini µg/l	Rauta µg/l	Kupari µg/l	Mangaani µg/l	Nikkeli µg/l	Sinkki µg/l	Elohopea liuk. µg/l	Kadmium liuk. µg/l	Lyijy liuk. µg/l	Natrium mg/l
Tuhkajoki	0,019	2	38	0,06	38	1,8	1,8	0,0004	0,019	0,0015	23
Jormasjärvi syv p3	0,007	1	15	0,02	15	0,7	0,6	0,0001	0,007	0,0006	9
Jormasjärvi 8	0,006	1	13	0,02	13	0,6	0,6	0,0001	0,006	0,0005	8
Jormasjoki	0,007	1	13	0,02	13	0,6	0,6	0,0001	0,007	0,0005	8
Nuasjärvi purkupuutki	0,023	3	46	0,09	46	2,3	0,2	0,0005	0,023	0,0018	23
Nuasjärvi 22	0,003	0,4	7	0,01	7	0,3	0,3	0,0001	0,003	0,0003	4
Nuasjärvi 43	0,003	0,4	6	0,01	6	0,3	0,2	0,0001	0,003	0,0003	3
Nuasjärvi 35	0,002	0,2	4	0,01	4	0,2	0,2	0,0000	0,002	0,0002	2
Nuasjärvi 44	0,002	0,2	4	0,01	4	0,2	0,2	0,0000	0,002	0,0002	2
Rehjanselkä 135	0,002	0,2	3	0,01	3	0,2	0,2	0,0000	0,002	0,0001	2
Kajaaninjoki 40	0,002	0,2	3	0,01	3	0,2	0,2	0,0000	0,002	0,0001	2
Paltaselkä 138	0,001	0,1	1	0,003	1	0,1	0,1	0,0000	0,001	0,0001	1
Ärjänselkä 27	0,001	0,1	1	0,002	1	0,05	0,06	0,0000	0,001	0,0000	0,6

6.8.2.4 Muut vaikutukset

Happamuus

Käsitellyt purkuvedet ovat kalkituksen vaikutuksesta neutraaleja tai lievästi emäksisiä eikä purkuvesistöihin kohdistu merkittävää happamuuskuormitusta.

Ravinteet, typpi ja fosfori

Kaivosvesistä aiheutuu vain vähäisiä ravinne päästöjä, lähinnä vähäisiä typpipäästöjä. Häiriöt vesistöjen kerrostuneisuudessa voivat kuitenkin aiheuttaa ravinteiden sisäistä kuormitusta sedimentistä, mistä on merkkejä lähinnä Kivijärven syvänteissä.

Epäsuorat vaikutukset

Runsaasti sulfaattia ja myös natriumia sisältävät purkuvedet voivat suuremman tiheyden vaikutuksesta kertyä purkuvesistön järvien alusveteen talven ja kesän kerrostuneisuuskausina. Ilmiö voimistuu kerrostuneisuutta ja vaikeuttaa sen purkautumista. Pysyvää kerrostuneisuutta onkin havaittu kaivosalueen lähimmissä pienissä järvissä. Lievempää ja paikallisempaa suolakerrostuneisuutta on esiintynyt myös purkuvesistön suuremmissa järvissä kuten Laakajärvessä, Jormasjärvessä ja Nuasjärvessä. Nuasjärven keskiosan syvänteissä vuoden 2016 kevätkierto jäi vaillinaiseksi, mutta syystäyskierto toteutui kauttaaltaan. Alueen syvänteiden ajoittain vaillinainen kierto on osin luonnollinen ilmiö, mitä kaivoksen purkuvesien kuormitus kuitenkin osaltaan voimistaa. Kerrostuneisuuskauden pitkittyessä happi voi kulua loppuun pohjan läheisessä vesikerroksessa ja vapauttaa pohjasta vesistöä rehevöittävää fosforia. Pysyvän suolakerrostuneisuuden muodostuminen edellyttää kuitenkin suurta sulfaattikuormitusta suhteessa vastaanottavan vesistön kokoon.

Sulfaatin mikrobiologiseen pelkistymiseen vaaditaan hapettomien olosuhteiden lisäksi orgaanista ainetta ja sopiva lämpötila. Reaktiossa muodostuva rikkivety (H_2S) on eliölle myrkyllinen jo erittäin pieninä pitoisuuksina. Sulfaatin pelkistyminen voi aiheuttaa myös raudan kierron tyrehtymisen alusvedessä sen sitoutuessa pelkistävässä olosuhteissa sedimenttiin niukkaliukoisina rautasulfideina. Pidemmällä aikavälillä ilmiö voi lisätä myös järven sisäistä fosforikuormitusta rautaan sitoutuneen fosforin vapautuessa

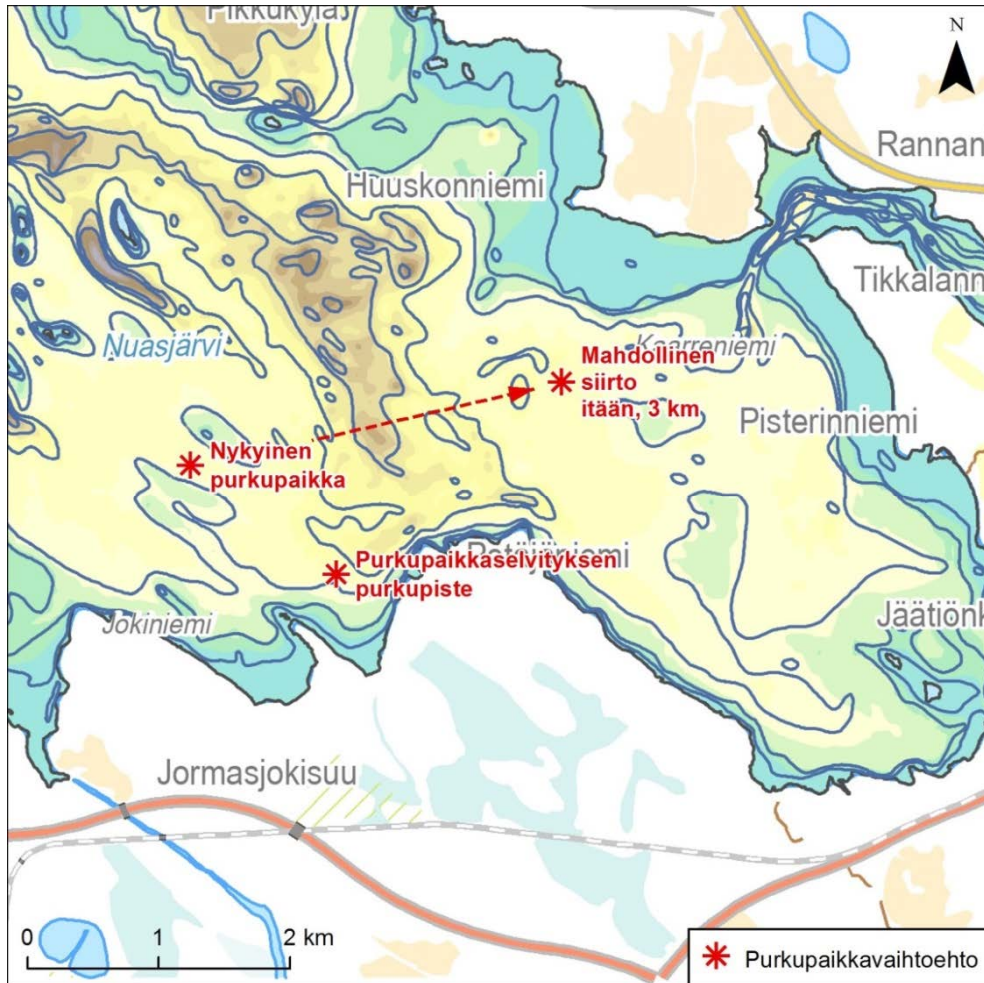
alusveteen (Lehtoranta & Ekholm 2013). Sulfaattikuormitus ei kuitenkaan välttämättä aiheuta rehevöitymistä. Sulfaatin pelkistyminen ja sitä kautta vaikutus rehevöitymiseen edellyttävät sulfaatin pelkistämiseen kykenevien mikrobin läsnäolon, hapettomat olosuhteet ja käyttökelpoista eloperäistä ainesta (Lehtoranta & Ekholm 2013).

Oleellista sulfaatin mikrobiologiseen pelkistymisen mahdollisuutta tarkasteltaessa on syvänteiden alusveden pysyminen hapellisena. Kaivosta lähimpänä sijaitsevilla pienissä järvissä esiintyy nykyisellään happikatoa voimakkaasta kerrostumisesta johtuen. Purkuvesistön suuremmissa järvissä kuten Jormasjärvessä, Laakajärvessä ja Nuasjärvessä esiintyy ajoittain etenkin talven kerrostuneisuuskaudella selvästi alentuneita hapen kyllästystasoja (10–20 %), mutta pitempikestoisia vakavia happiongelmiä tai hapettomuutta ei ole todettu. Hapen alenema järvisyvänteissä kerrostuneisuuskaudella on normaali ilmiö ja esimerkiksi Nuasjärven syvänteessä on esiintynyt happivajasta jo ennen kaivoksen kuormitusta (Kuva 6-46).

Happitilanteen paraneminen myöhemmin voi aiheuttaa sedimenttiin sitoutuneen rautasulfidien hapettumisen aiheuttaen alusveden pH:n alenemisen ja metallien liukenemisen sedimentistä. Samalla humuksen ja ravinteiden saostuminen lisääntyvät johtaen veden kirkastumiseen ja vesistön karuuntumiseen. Esimerkiksi Vuoksen suunnan purkureitillä Kivijärvessä on ollut havaittavissa karuuntumista ravinne- ja klorofyllipitoisuuksien laskuna. Muissakaan kohdealueen vesistöissä ei ole havaittu rehevöitymistä.

6.8.2.5 Purkupisteen vähäinen siirtäminen

Terrafamen nykyinen purkupaikka sijaitsee Juurikkalahden edustalla 2 km:n päässä rannasta 6–7 metrin syvyisellä vesialueella. Vuoden 2014 purkupaikkaselvityksessä (Pöyry Finland Oy 2014c) Nuasjärven purkupaikka sijaitsi Tikkalahdessa noin 1,6 km nykyisestä pisteestä kaakkoon eli lähempänä rantaa. Lupahakemuksessa (Pöyry Finland Oy 2014) purkupistettä siirrettiin ulommas, jotta vaikutukset rantakiinteistöille jäisivät vähäisimmiksi. Purkupaikan ympäristössä on syvänteitä, joihin sulfaattipitoinen käsitelty purkuvesi kertyy aiheuttaen voimakkaampaa kerrostumista. Vesisyvyyksien, virtauskenttien ja tarkkailutulosten tarkastelun perusteella vähäisellä purkupisteen siirtämisellä ei voida estää syvänealueiden kuormittumista eikä saavuteta etua nykyiseen paikkaan verrattuna. Siirtämällä purkupiste noin 3 km itään kohti Tenetinvirtaa (Kuva 6-70) olisi todennäköisesti mahdollista parantaa purkupaikan luoteispuolisten syvänteiden tilannetta. Tämä vaihtoehto on kuitenkin hankala mm. matkailun näkökulmasta. Purkupaikan siirtäminen saman matkan syvänekiehkuran luoteispuolelle ei virtausolojen ja havaintojen perusteella paranna tilannetta.



Kuva 6-70. Purkupaikkavaihtoehtoja.

6.8.3 Vesistövaikutusten yhteenveto ja vaihtoehtojen vertailu

Nuasjärven osalta ensimmäisessä vaiheessa tarkasteltiin mallinnusten avulla nykyisen, Juurikkalahden edustalla sijaitsevan, purkupaikan lisäksi kahta vaihtoehtoista purkupaikkaa, jotka sijaitsivat Rimpilänsalmessa ja Petäisenniskalla. Purkupaikkaa siirrettäessä vaikutusten painopiste siirtyy länteen, mutta Oulujärven ja siitä lähtevän vedenlaadun kannalta siirrolla ei ollut merkittävää vaikutusta eikä sitä todettu kokonaisuuden kannalta hyödylliseksi. Myöskään purkupisteen vähisellä siirtämisellä Nuasjärven alueella ei voida estää syvänealueiden kuormittumista.

YVA-vaihtoehdot poikkeavat toisistaan vesistöön johdettavan sulfaattikuormituksen osalta. Vaihtoehto VE0 vastaa nykyisen lupaehdon mukaista kuormitusta ja VE1a selvästi suurempaa kuormitusta. Vaihtoehdossa VE1a kuormitus pienenee kolmen vuoden jälkeen purkupuutteen osalta ja vaihtoehdossa VE1b kuormitus painottuu kolmena ensimmäisenä vuotena vanhoille purkureiteille. Sulkemisivaihtoehdossa VE2b kuormitus on ensimmäisenä vuotena suurempaa kuin vaihtoehdossa 2a kohdistuen pääosin Nuasjärven purkupuutteen. Vanhoilla purkureiteillä vaihtoehdon VE2 mukainen kuormitus samaa tasoa kuin vaihtoehdossa VE0.

Vesistömallinnus ja -vaikutustarkastelu on tehty pahimman mahdollisen tilanteen periaatteen mukaisesti kuivan vesivuoden tilanteessa siten, että juoksuveden sulfaattipitoisuus on alkuvuosina jatkuvasti tasolla 4 000 mg/l. Todellisuudessa purkupuutteen kautta johdetun veden sulfaattipitoisuus on ollut alhaisempi, keskimäärin 2 100 mg/l.

Vanhoilla purkureiteillä purkuvesien laimentuminen on huomattavasti huonompaa kuin johdettaessa vedet Nuasjärveen purkuputkella. Kaikissa kuormitusvaihtoehdoissa syntyy kohonneita sulfaattipitoisuuksia vanhojen purkureittien latvavesiin eli Oulujoen suunnassa Jormasjärveen Tuhkajoen edustalle saakka sekä Vuoksen suunnassa Laakajärveen Kivijoen edustalle saakka. Vanhoille purkureiteille päätyvä kuormitus kasvaa molemmissa VE1 vaihtoehdoissa vaihtoehtoon VE0 verrattuna. Vedenlaatuun kohdistuvien vaikutusten merkittävyys edellä kuvatulla alueella on arvioitu suureksi vaihtoehdossa VE1a ja erittäin suureksi vaihtoehdossa VE1b (Taulukko 6-25), jossa sulfaatin pitoisuusnousu on satoja milligrammoja litrassa

Pienimmillään vaihtoehdoissa VE0 ja VE2 sulfaattipitoisuudet ovat vanhoilla purkureiteillä Jormasjärven ja Laakajärven alimmissa vesikerroksissa keskimäärin luokkaa 10 mg/l. Vedenlaatuvaikutusten merkittävyys kaivoksen lähialueen vesistöissä on arvioitu kohtalaiseksi näissä vaihtoehdoissa (Taulukko 6-25). Mallinnetut pitoisuudet ovat osin pienempiä kuin vesistöissä mitatut. Käytännössä vaihtoehtojen VE0 ja VE2 mukainen sulfaattikuormitus (1 300–1400 t) on pienempi kuin vuonna 2016 toteutunut kuormitus (3 900 t). Vuosina 2014 ja 2015 vanhoille purkureiteille kohdistunut sulfaattikuormitus oli suurempaa, noin 12 000 t/a. Vaihtoehdossa VE1a vaikutukset ovat vanhoilla purkureiteillä jonkin verran suurempia kuin vaihtoehdoissa VE0 tai VE2 ja vastaavat pääpiirteittäin vesistöissä mitattuja sulfaattipitoisuuksia. Poikkeuksen muodostaa Kivijärvi, jossa etenkin kerrostuneiden syvänteiden mitatut sulfaattipitoisuudet ovat mallinnettuja suurempia.

Vanhoilla purkureiteillä vaikutukset ovat selvästi suurimmat vaihtoehdossa VE1b kolmena ensimmäisenä vuotena, jolloin sulfaattipitoisuus on Jormasjärven eteläosan ja Laakajärven pohjoisosan alimmissa vesikerroksissa keskimäärin luokkaa 100 mg/l ja maksimissaan 200–350 mg/l. Tällöin vesien kerrostuneisuuden purkautuminen keväisin ja syksyisin voi vaikeutua, ja siten myös riski aineiden luontaisen kierron häiriintymisestä kasvaa. Kolmisopen yläpuoliset järvet, kuten Salminen ja Kalliojärvi sekä Kivijärven pohjois- ja eteläosan syvänteet ovat jo nykyisin pysyvästi kerrostuneet. Vaihtoehdossa VE1b vaikutukset lieventyvät tarkastelujakson kuudentena vuotena likimain samalle tasolle kuin vaihtoehdossa VE1a sulfaattikuormituksen pienentyessä ja purkuvesien pitoisuuden laskiessa. Kuormituksen merkittävyyden ajallinen muutos on huomioitu taulukossa (Taulukko 6-25) nuolilla. Vaihtoehdossa VE1 vaikutukset ovat vanhoilla purkureiteillä myöhempinä vuosina edelleen silti suurempia kuin vaihtoehdoissa VE0 tai VE2. Mallinnustuloksissa vanhoilla purkureiteillä vaikuttaa kaikissa vaihtoehdoissa ensimmäisinä vuosina voimakkaasti vesistön pitoisuuksia nostavasti varastoitujen väkevämpien sulfaattipitoisten (4000 mg/l) purkuvesien purkamisen sekä alkutilan korkeat pitoisuudet.

Vaihtoehdoissa Nuasjärven purkuputken sulfaattikuormitus vaihtelee laskentajakson ensimmäisinä vuosina tasosta 15 000–16 000 t/a (VE0, VE1b, VE2a) tasolle 25 000–30 000 t/a (VE1a, VE2b). Kolmen ensimmäisen vuoden jälkeen purkuputken kuormitus on kaikissa vaihtoehdoissa samalla tasolla. Mallinnuksen perusteella VE0-vaihtoehdon mukainen kuormitus aiheuttaa kerrostuneisuuskausina, maksimissaan noin 300 mg/l, sulfaattipitoisuuksia purkupaikan lähialueella, mallin mukaisessa alimmassa vesikerroksessa. Muissa vaihtoehdoissa Nuasjärven mallinnetut pitoisuustasot ovat samaa suuruusluokkaa ja VE1a alkuvuosina jonkin verran suurempia. Vedenlaatuvaikutusten merkittävyys on arvioitu koko Nuasjärveä ajatellen pääosin vähäiseksi, mutta vaihtoehdossa VE1a alkuvuosien suurimman kuormituksen aikana kohtalaiseksi (Taulukko 6-25). Nuasjärven suuremmissa vesimassoissa purkuveden korkeammalla sulfaattipitoisuudella ensimmäisinä vuosina ei ole mallinnustulosten mukaan yhtä suurta merkitystä kuin vanhoilla purkureiteillä. Lisäksi Nuasjärvestä alkutilan pitoisuudet olivat alhaisemmat.

Nuasjärnessäkin maksimipitoisuudet esiintyvät kerrostuneisuuskausina alimmissa vesikerroksissa, jonne sulfaattipitoista vettä kerääntyy etenkin talvella jääkannen estäessä tuulen vaikutuksen sekä myös kesän tuulettomina ajanjaksoina. Purkuvesien suolapitoisuudesta johtuen on kerrostuminen purkualueella kohtalaisen voimakasta, mutta pysyvää kerrostumista ei arvioida tapahtuvan. Nuasjärven keskiosan syvänteiden ajoittain vaillinaisen kierto on osin luonnollinen ilmiö eikä suoraan kaivoksen purkuvesien aiheuttama, mutta osaltaan kaivoksen purkuvedet vahvistavat kerrostuneisuutta ja voivat epäedullisissa sääolosuhteissa estää täyskiertoa. Kerrostuneisuuskauden ajoittaisesta pidentymisestä huolimatta Nuasjärven syvänteet ovat pysyneet hapellisina, mikä on tärkeää sulfaatin pelkistymisreaktioiden vuoksi. Mallinnuksella ei kyetty luotettavasti kuvaamaan Nuasjärven pienipiirteisten syvännealueiden pitoisuustasoja suhteessa toteutuneisiin tarkkailutuloksiin eikä siten myöskään tarkasti ennustamaan syvänteiden kerrosneisuutta. Nuasjärvestä on kuitenkin kertynyt viime vuoden ajalta runsaasti tarkkailuaineistoa, jota on käytetty vaikutustarkastelun tukena. Purkuputken kautta tulevan sulfaattikuormituksen voimakkaimman vaikutuksen alueet ovat luode-itä-kaakko-suunnassa johtuen pohjan topografiasta ja virtauksista. Lisäksi kuormitusta kulkeutuu suoraan pohjoiseen Selkäsaaren syvänteen (Nj35) suuntaan (KAI-ELY tiedote 27.2.2017 ja GTK 2017). Vaikutusalueen suhteen vesistömallinnustulokset ja havainnot ovat jokseenkin yhteneväisiä.

Rehjanselällä ja Kajaaninjoessa eri kuormitusvaihtoehdoilla on enää hyvin vähäinen vaikutus. Hieman muita vaihtoehtoja suurempi vaikutus on vaihtoehdossa VE1a ensimmäisinä vuosina, jolloin sulfaattipitoisuus nousee maksimissaan tasolle 20 mg/l. Vastaavasti Paltajärnessä ja Oulujärven Paltaselällä maksimipitoisuus on noin 15 mg/l. Oulujärvestä lähtevän veden pitoisuus jää kaikissa tapauksissa muutama milligrammaan.

Purkuvesien pitoisuustasoon ja sulfaattimallinnukseen perustuvien laimennusaskelmen perusteella sekoittumisvyöhykkeen alapuolella, Vuoksen suunnalla Kivijärven alapuolella ja Oulujoen suunnalla Kolmisopen alapuolella nikkeli- tai muiden metallien (Cd, Hg, Pb) pitoisuuksien ei pääsääntöisesti arvioida ylittävän ympäristönlaatonormeja. Suurimman kuormituksen tilanteessa (VE1b) nikkelin ympäristölaatonormin ylittyminen on kuitenkin mahdollista Kivijoenjoessa.

Vaihtoehdoissa VE0 ja VE2 kuormitus on vanhoilla purkureiteillä nykyistä pienempää, joten vesistöjen tila elpyisi hitaasti. Vaihtoehdossa VE1a kuormitus vanhoilla purkureiteillä kasvaa hieman vuoden 2016 tasosta, ja tilanne vesistöissä tulee olemaan arviolta nykyisen kaltainen. Nuasjärven menevä kuormitus kasvaa jossain määrin nykyisestä vaihtoehdossa VE1a, jolloin vesien kerrostuminen todennäköisesti voimistuu purkualueella, mutta pysyvää laaja-alaista kerrostumista ei arvioida syntyvän. Nuasjärven veden laadun ja kerrostumisen kehittymistä, voimakkuutta ja laajuutta seurataan. Vaihtoehdossa VE1b kuormituksen kasvun seurauksena vanhoilla purkureiteillä vesistöjen kerrostuminen ja vedenlaadun heikentyminen voimistuisi nykyisestä alkuvuosina. Nuasjärnessä tilanne pysyisi kutakuinkin nykyisenä.

Vesistövaikutusten merkittävyyden arvioinnissa on huomioitu eri vesistöjen erilainen herkkyys kuormitukselle. Jokivedet eivät ole niin herkkiä sulfaattikuormitukselle, koska niissä ei virtauksen takia tapahdu kerrostumista ja sulfaatin kertymistä. Järvivedet ja erityisesti syvännealueet ovat herkimpiä kerrostumiseen liittyvien riskien ja siitä mahdollisesti aiheutuvien välillisten vedenlaatumuutosten vuoksi. Toisaalta lähijokien kohonneet metallipitoisuudet lisäävät vaikutusten merkittävyyttä.

Valuma-alueen ja vesimuodostuman koon kasvaessa ja laimenemisolosuhteiden parantuessa vesistön herkkyys kuormitukselle pienenee. Toisaalta pitkä viipymä järvestä lisää riskiä sulfaatin kertymiselle. Vesistön sulfaattipitoisuuksille ei ole määritelty raja-arvoja vesienhoitolainsäädännössä, eikä se siten vaikuta suoraan vesistöjen tilaluokiteluihin ja -tavoitteisiin. Tietyille metalleille on määritelty ympäristönlaatonormit.

Kalliojoessa ja Lumijoessa kuormituksen aiheuttamat pitoisuusvaikutukset ovat suuria pienen virtaaman takia, mutta virtavesinä ne eivät kerrostu eikä niillä ole erityistä suoje- lu- tai käyttöarvoa. Kalliojoessa kuormitus kohdistuu jatkossa vain joen alaosalle. Kol- misoppi on säännöstelty kaivosyhtiön tarpeisiin. Kivijärvi on herkkä kuormitukselle sen pienen koon ja syvänteiden vuoksi. Laakajärvässä ja Jormasjärvässä pitoisuudet lai- menevat varsin hyvin, eikä pysyvää kerrostumista syvänteissä ole todettu.

Nuasjärvi ei suurena vesistönä ole kokonaisuutena herkkä kuormitukselle, mutta pur- kuputken lähistön syvänealue lisää herkkyyttä kuormitukselle. Kajaaninjoki on keskei- sen sijaintinsa ja vuoksi herkkä vesistö. Suurjärvenä Oulujärvi sietää hyvin kuormitusta, mutta erilaisten käyttöarvojen näkökulmasta sitä voidaan pitää herkkänä vesistönä.

Taulukko 6-25. Vesistöön aiheutuvien vaikutusten kokonaismerkittävyys eri vesistöissä eri kuormitusvaihtoehdoilla. Nuoli → kuvaa vaikutuksen muutosta kuormituksen muuttuessa.

Vuoksen suunta

Vaihtoehto	Lumijoki	Kivijärvi 2)	Kivijoki	Laakajärvi	Kiltuanjärvi	Sälevä	Nurmijoki, Itäkoski
VE0 1)	--	--	-				
VE1a	---	---	--	-			
VE1b (v. 2019, 2022)	---- → ---	----	---- → --	-- → -	- →		
VE2a-b 1)	--	--	-				

- 1) Vaihtoehdoissa VE0 ja VE2 kuormitus pienenee nykytilanteeseen nähden ja tilanne vesistössä paranee.
- 2) Kivijärven pohjois- ja eteläosan syvänteet ovat pysyvästi kerrostuneet, ja kuormitusmuutokset vaikuttavat lähinnä päällysveteen.

Oulujoen suunta, vanha purkureitti

Vaihtoehto	Kalliojokisuus	Kolmisoppi	Tuhkajoki	Jormasjärvi	Jormasjoki
VE0 1)	--	--	--	-	
VE1a	---	--	--	-	
VE1b (v. 2019, 2022)	---- → ---	---- → --	---- → --	-- → -	-
VE2a-b 1)	--	--	--	-	

- 1) Vaihtoehdoissa VE0 ja VE2 kuormitus pienenee nykytilanteeseen nähden ja tilanne vesistössä paranee.

Oulujoen suunta, purkupuutki Nuasjärveen

Vaihtoehto	Nuasjärvi 2)	Rehjanselkä	Kajaaninjoki, Paltajärvi	Oulujärvi
VE0	-			
VE1a (v. 2019, 2022)	-- → -	- →		
VE1b	-			
VE2a-b 1)	-			

- 1) Vaihtoehdoissa VE2a ja 2b kuormitus eroaa vain 1. vuonna, kuormitus vähitellen pienenee ja tilanne vesistössä paranee.
- 2) Purkualueella ja läheisissä syvänteissä korkeimmat pitoisuudet, pysyvää kerrostumista ei arvioida laaja-alaisesti tapahtuvan.

Erittäin suuri	----	Vesistövaikutukset ovat erittäin suuria ja heikentävät vesistön tilaa huomattavasti
Suuri	---	Vesistövaikutukset ovat suuria ja heikentävät vesistön tilaa
Kohtalainen	--	Vesistövaikutukset ovat kohtalaisia ja voivat heikentää vesistön tilaa
Vähäinen	-	Vesistövaikutukset vähäisiä ja voivat hieman heikentää vesistön tilaa
Ei vaikutusta		Ei käytännössä vaikutusta vesistön tilaan

6.9 Epävarmuudet

Vesistövaikutusarvioinnissa suurimmat epävarmuustekijät liittyvät vesistömallinnuksessa käytettyihin tietynlaisiin oletuksiin ja olosuhdetietoihin. Vesistömalli on parhaimmillaan yksinkertaistettu matemaattinen kuvaus vesien liikkeistä ja aineiden kulkeutumisesta. Lähtökohtana on malliin syötetty vesistön morfometria, jokivirtaamat, tuuli- ja muut sää tiedot, tunnetut luonnonvakiot ja yleiset virtausyhtälöt. Malli laskee annettujen lähtötietojen perusteella syntyvät virtauskentät ja suunnat, aineiden laimentumisen ja poistuman. Vesiluonnossa tapahtumat ovat monimutkaisempia, ja siellä tapahtuu prosesseja, joita mallissa ei voida ottaa huomioon. Kaikkia luonnon yksityiskohtia mallinnus ei voi kuvata. Käytetyssä mallissa on myös havaittu tiettyjä puutteita verrattaessa mallinnusten tuloksia olemassa olevaan tarkkailutietoon käsiteltyjen purkuvesien käyttäytymisestä erityisesti syvänealueilla. Mallin laskentaelementtien eli hilan koko aiheuttaa pohjan syvyyssuhteiden keskiarvoistumista, minkä vuoksi pinta-alaltaan pienet ja jyrkkäpiirteiset syvänealueet rajautuvat osittain pois eikä malli anna oikeaa tulosta niiden pohjanläheisen veden laadusta. Mallia tarkennettiin Nuasjärven purkupaikan lähiympäristössä pienentämällä hilakokoa 200:sta 50 metriin ja lisäämällä kerroksia, mikä toi hieman mutta ei riittävästi parannusta asiaan.

Epävarmuustekijöistä huolimatta laskenta kuvaa sulfaatin keskimääräistä kulkeutumista ja leviämistä vesistössä eri kuormitustilanteissa, ja antaa hyvän pohjan tulosten perusteella arvioida pitoisuusmuutoksia vesistössä. Malli kuvaa myös purkupaikkavaihtoehtojen eroja samankaltaisissa hydrologisissa oloissa Mallitulosten tulkinnassa on tärkeitä, että yksittäisiin laskentatuloksiin ei panna liikaa painoarvoa, vaan mallinnuksen tarkoitus on kokonaisuutena auttaa asiantuntijaa johtopäätösten teossa.

Mallinnukseen sisältyy arvio sulfaatin poistumasta eli pitoisuuden pienentymisestä ajan kuluessa mm. sedimentaation kautta. Laskennallisen arvioinnin toteutuksessa metallien on oletettu käyttäytyvän konservatiivisesti, eli niille ei ole oletettu poistumaa. Arviointitapa yliarvioi metallien pitoisuuksia vesistössä.

6.10 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Kaivosalueelta vesistöihin aiheutuvia päästöjä hallitaan ensisijaisesti käsiteltyjen purkuvesien puhdistusprosesseilla. Tehdasalueen hulevedet, tuotantokenttien suoja-pumppausvedet sekä muut kontaminoiduille alueille (esim. Kortelampi) tulevat vedet puhdistetaan ennen johtamista ympäröiviin vesistöihin. Vesienkäsittelyprosessit on kuvattu tarkemmin kappaleessa 4.2. Kaivosalueella muodostuvat puhtaat vedet erotellaan, jotta varastoitavien vesien määrä olisi mahdollisimman pieni ja vesienkäsittelyprosessit hallittuja ja tehokkaita. Käsiteltyjen purkuvesien määrää ja purettavan veden laatua tarkkaillaan viranomaisten hyväksymällä tavalla. Myös puhtaiden vesien laatua seurataan ja tarvittaessa vesiä käsitellään. Terrafame Oy:n toimesta on edelleen selvitetty purkuvesien käsittelyn tehostamista koskien ensisijaisesti erilaisia sulfaatinpoistomenetelmiä kaivosvesistä. Menetelmiä ja selvitysten tilannetta ja aikataulua on kuvattu kohdassa 3.4.2.

Suunnitellulla uraanin talteenottolaitoksella saadaan erotettua yli 90 % uuttoliuoksessa olevasta luonnon uraanista, jolloin kipsisakka-altaalle tai käsiteltyjen purkuvesien mukana vesistöön päätyvän luonnonuraanin määrä on talteenottolaitoksen rakentamisen jälkeen erittäin pieni (Ramboll Finland Oy 2010). Huomattava on, että jo nykyisin purkuveden uraanipitoisuus on erittäin alhainen (Taulukko 6-3).

Kaivoksen lähijärvet, Ylä-Lumijärvi, Kivijärvi, Salmien ja Kalliojärvi ovat pysyvästi kerrostuneet. Ne eivät sinällensä heikennä juurikaan alapuolisten vesistöjen veden laatua, mikäli vedet pysyvät kerrostuneina. Kainuun ELY-keskus on nyt määrännyt konkurssiin menneen Talvivaara Sotkamo Oy:n palauttamaan ennalleen kaksi kaivosalueen lähintä

pilaantunutta järveä eli Salmisen ja Ylä-Lumijärven, eikä Terrafame Oy siis vastaa järvien kunnostamisesta. Järvet pilaantuivat kipsisakka-altaan vuodon seurauksena marraskuussa 2012. Kalliojärven ja Kivijärven kunnostamisesta tehdään päätös kun, Salmisen ja Ylä-Lumijärvi on kunnostettu.

Rambollin (2014) toimesta on laadittu Salmiselle, Kalliojärvelle ja Kivijärvelle kunnostussuunnitelma. Suunnitelman mukaan tutkimisen arvoisia menetelmiä ovat alusveden käsittely käänteisosmoosilla tai veden puhdistaminen kalkkisaostuksella ja johtaminen suurempaan purkuvesistöön. Kunnostus on suunniteltu toteutettavaksi ensin pinta-alaltaan pienimmässä Salmisessa, minkä jälkeen laaditaan tarkemmat suunnitelmat Kalliojärven ja Kivijärven kunnostamiseksi. Kunnostustoimenpiteiden aloittamisen aikataulu riippuu siitä, milloin järviin kohdistuvaa kuormitusta saadaan pienennettyä niin paljon, että pysyvää suolaantumisen aiheuttamaa vesirungon kerrostumista ei enää pääse tapahtumaan.

Purkuputken käyttöönotto on pienentänyt vanhoille purkureiteille päätyvää kuormitusta, kun käsitellyt purkuvedet johdetaan huomattavasti suurempaa vesimassaan Nuasjärveen, jossa vesien laimentuminen on tehokkaampaa kuin vanhoilla purkureiteillä. Nuasjärven purkupaikan sijainti on valittu siten, että käsiteltyjen purkuvesien vaikutukset olisivat mahdollisimman vähäiset sekä alueen rantakiinteistöille että purkualueen viereisiin syvänteisiin. Purkuputken optimaalisinta sijaintipaikkaa on selvitetty putken lupakäsittelyn yhteydessä (Pöyry Finland Oy 2014 ja 2014c). Purkuputkilinjassa on kaksi laimennusejektoria, jotka tehostavat käsiteltyjen purkuvesien alkulaimennusta ja sekoittumista imemällä putkeen kaksinkertaisen määrän järvivettä putkessa kulkevan veden lisäksi.

Mikäli osoittautuu, että purkupaikan läheisissä syvänteissä Nuasjärvässä alkaa tapahtua pysyvämpää kerrostumista ja happitilanne alusvedessä heikkenee, voidaan vesien kiertoa ja happitilannetta parantaa hapettamalla syvänteiden vesiä pumppaamalla pintavettä pohjalle.

Tämän YVA-prosessin yhteydessä tarkasteltiin Nuasjärvässä nykyisen purkupaikan lisäksi kahta vaihtoehtoista purkupaikkaa (Petäisenniska ja Rimpilänsalmi), mutta purkupaikan siirtoa ei arvioitu kokonaisuuden kannalta hyödylliseksi.

YVA:n yhteydessä tutkittiin mallintamalla myös käsitellyn purkuveden juoksutusten jaksoittamista, siten, että talvella juoksutettaisiin 50 % avovesikauden määrästä, Juoksutusten jaksottamisella voidaan luonnollisesti keventää talvelle ajoittuvia vaikutuksia. Vuoden keskiarvoja tarkasteltaessa jaksottamisella saavutetaan kuitenkin vain vähäistä hyötyä.

6.11 Sedimentit

6.11.1 Järvisedimenttien nykytila

Terrafame Oy:n kaivoksen ympäristötarkkailuun kuuluu sedimentin laadun tarkkailu. Tarkkailu on toteutettu ns. vanhoilla purkureiteillä vuosina 2008, 2012, kipsisakka-altaan vuodon jälkeen helmikuussa 2013 ja 2015. Vuonna 2015 tarkkailuun kuului myös Nuasjärven sedimentin laadun tarkkailu, ennen kaivoksen purkuputken käyttöönottoa. Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) toimesta on tehty Nuasjärven geokemiallisen sekä paleolimnologisen tutkimus vuonna 2006 (GTK, 2006).

6.11.1.1 Oulujoen suunta

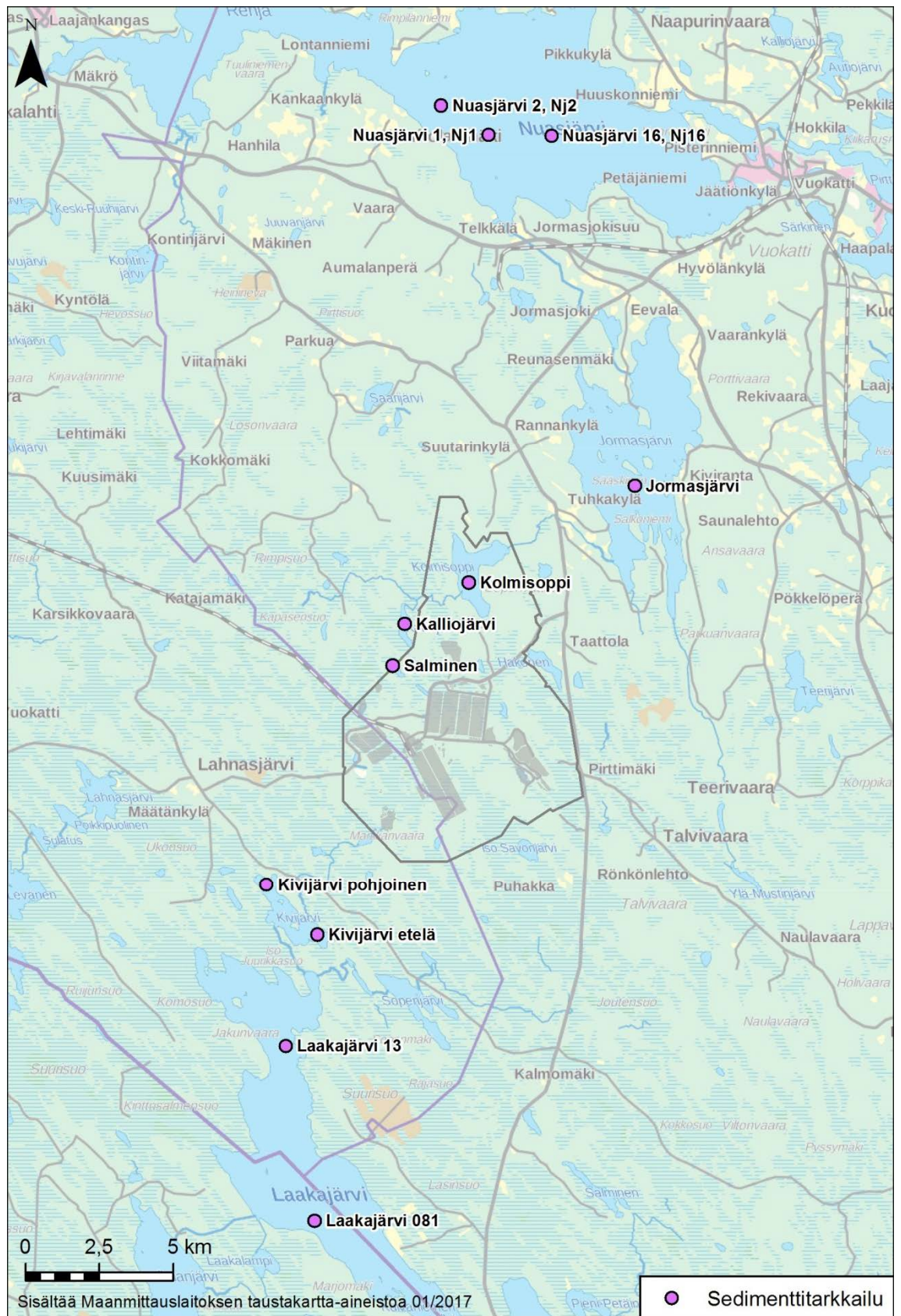
Vanha purkureitti

Oulujoen suunnalla sedimenttitutkimuksia on tehty Viitapurossa (vain v. 2013), Salmisessa, Kalliojärvässä, Kolmisopessa ja Jormasjärvässä. Seuraavassa on tarkasteltu järvisedimenttien laatua (Kuva 6-71).

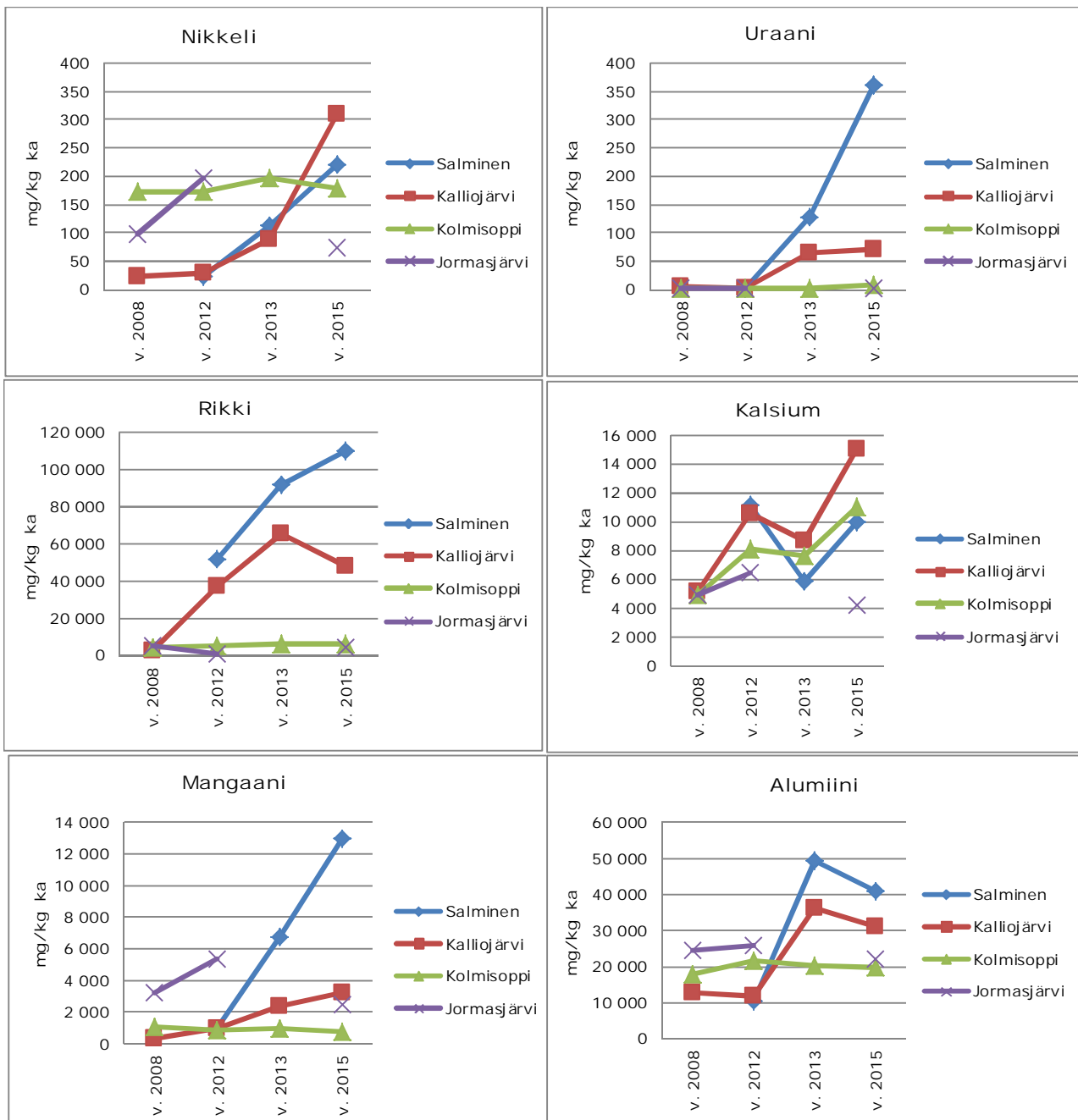
Oulujoen suunnalla kaivoksen vesistökuormituksen vaikutukset näkyvät Salmisen ja Kalliojärven sedimentin laadussa. Kaivoksella marraskuussa 2012 tapahtunut kipsisakka-altaan vuoto näkyi selvimmin Salmisen sedimenttituloksissa vuosina 2013 ja 2015 alhaisena pH:na ja korkeampina metallipitoisuuksina (Ni, Fe, Mn, Al, U, S) syksyn 2012 tuloksiin verrattuna (Pöyry Finland 2013b ja Ramboll Finland Oy 2016). Salmisen pintasedimentin metallipitoisuudet olivat moninkertaisia vuoden 2012 arvoihin nähden. Myös Kalliojärvässä edellä mainittujen metallien pitoisuudet sedimentissä olivat nousseet vuoden 2012 tasosta. Natrium- ja kalsiumpitoisuudet ovat nousseet Salmisessa ja Kalliojärvässä vuodesta 2008. Sedimentin laatu korreloi myös alusveden kemiallisen laadun muutoksien kanssa molemmissa järjissä (Ramboll Finland Oy 2016).

Suurin muutos aiempiin vuosiin verrattuna todettiin vuonna 2015 Salmisessa, jossa rikki-, mangaani-, nikkeli- ja uraanipitoisuudet olivat selvästi nousseet (Kuva 6-72). Myös alumiinipitoisuus oli vuoteen 2012 nähden koholla. Myös Kalliojärvässä nikkeli-, kalsium-, uraani- ja mangaanipitoisuuden trendi on kasvava, ja mm. nikkeli-, kalsium ja rautapitoisuudet olivat vuonna 2015 suurempia kuin Salmisessa.

Kolmisopessa kaivoksen päästöjen vaikutukset sedimentin laatuun ovat olleet selvästi vähäisemmät kuin kaivoksen yläpuolisissa järjissä. Kolmisopessa mm. sedimentin natrium-, rikki- ja kalsiumpitoisuudet ovat nousseet jossain määrin vuoden 2008 tasosta. Jormasjärvässä selviä viitteitä kaivosvesien vaikutuksesta ei ole havaittavissa. Sedimentin kohonnut mangaanipitoisuus ilmentää valuma-alueelta tulevaa muuta kuormitusta (mm. suo- ja turvemailta metsäojituksen ja turvetuotannon seurauksena). Kolmisoppi ja Jormasjärvi sijaitsevat kiilleliusketta ja mustaliusketta käsittävällä kivilajialueella, jossa metallipitoisuudet (esim. Ni, Cd, Co ja Zn) ovat korkeammat kuin graniittigneissialueilla sijaitsevissa Salmisessa ja Kalliojärvässä. Esimerkiksi Nuasjärven pohjoispuolella mustaliuskealueella sijaitsevassa Vääränlammessa on todettu mm. korkeita nikkeli- ja sinkkipitoisuuksia; nikkelpitoisuus on vaihdellut välillä 25–250 mg/kg ja sinkkipitoisuus välillä 130–1880 mg/kg. Suurimmat pitoisuudet on todettu 10–11 cm syvyydessä (Rantataro 2015).



Kuva 6-71. Sedimenttitarkkailun näytteenottopaikat.



Kuva 6-72. Pintasedimentin (0–2 cm) nikkeli-, uraani-, rikki-, kalsium-, mangaani ja alumiinipitoisuudet Oulujoen suunnalla vuosina 2008-2015.

Lisäksi vuoden 2015 tarkkailussa tutkittiin alkuaineita (Mg, K, Sb, Ba, Be, Cr, Li, Mo, Rb, Se, Tl, Ti, Th ja V), joita ei ollut aiemmillä tarkkailukerroilla määritetty. Näiden osalta ei todettu merkittäviä pitoisuuksia. Ainoastaan Salmisessa magnesiumipitoisuus (25 000 mg/kg ka) poikkesi selvästi muista tuloksista (1 400...8 600 mg/kg ka) (Ramboll Finland Oy 2016).

Huokosvesinäytteet määritettiin myös ensimmäistä kertaa vuonna 2015. Kolmisopen huokosveden sulfaattipitoisuus (430 mg/l) oli selvästi Jormasjärveä (71 mg/l) korkeampi. Kolmisopen pohjan läheisen veden sulfaattipitoisuus oli elo- ja lokakuun näytteenotokierroksella 360 mg/l ollen lähellä huokosvesinäytteen tasoja (Ramboll Finland Oy 2016).

Salmisessa ja Kalliojärven sedimentin samoin kuin vesipatsaan haitta-ainepitoisuudet ovat vesieliöstölle haitallisia. Salmisen ja Kalliojärven huono vedenlaatu kuormittaa jatkossakin sedimenttiä, joten vaikutukset ovat pitkäaikaisia (Ramboll Finland 2016).

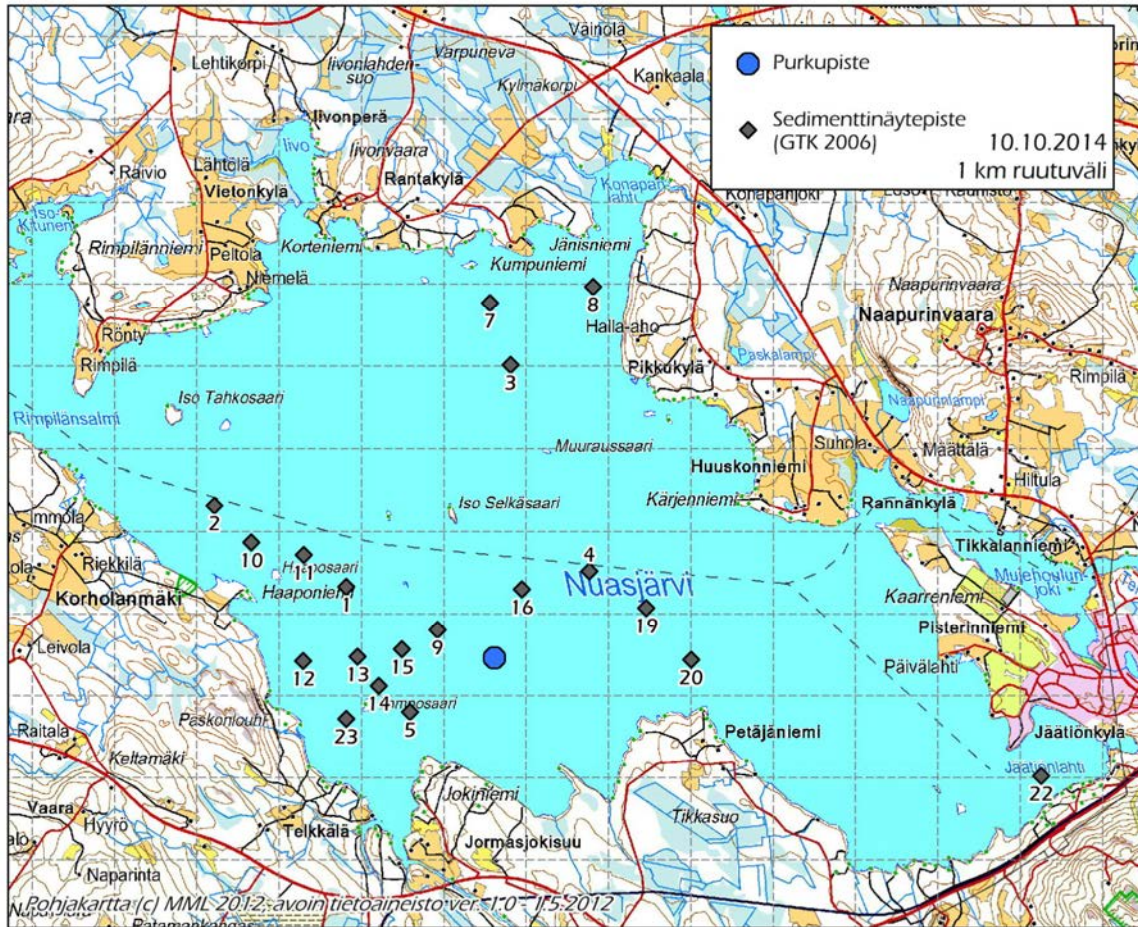
Nuasjärvi 2006

Geologian tutkimuskeskus (GTK) toteutti geokemiallisen sekä paleolimnologisen tutkimuksen Nuasjärvessä vuonna 2006 (GTK, 2006). Tutkimuksessa selvitettiin luontaisen ja ihmisen toiminnan aiheuttavien tekijöiden suhdetta järven kuormitukseen. Tutkimuksessa selvitettiin myös järven trofiatasojen kehitystä aikaisempien vuosien varrella.

Näytteenotto toteutettiin tutkimuksissa eri puolilta järveä (Kuva 6-73). Järvestä otettiin neljä noin metrin mittaista sedimenttiprofiilia putkinäytteenottimella sekä 15 lyhyempää sedimenttiprofiilia Limnos-näytteenottimella). Näytteiden vertailukelpoisuuden varmistamiseksi näytteenotto toteutettiin likimain saman syvyydestä syvänteistä ja painaumista (vesisyvyys 7–17 m) (GTK, 2006). Kuten kuvasta (Kuva 6-73) voidaan havaita, suuri osa tutkimuksen näytepisteistä sijaitsee lähellä suunnitellun purkuputken purkupistettä.

Tutkimuksessa hyödynnetty ajoitusmenetelmä perustuu radioaktiivisen ¹³⁷Cs-isotoopin syvyysjakauman tutkimiseen otetuista sedimenttiprofiileista. Ajoitustulosten perusteella Nuasjärven sedimentin luontainen kerrostumisnopeus on hidasta. Ajoitusten perusteella vuoden 1986 Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuuden aikamerkki sijoittui näytteissä aivan sedimentin pintakerrokseen.

Tutkimustulosten perusteella järven luonnontilaiset sedimenttikerrokset (sedimenttiprofiilien kerrokset 4 ja 5) olivat geokemiallisilta ominaisuuksiltaan keskisuurelle järvelle tyypillisiä (GTK 2006). Kyseisten sedimenttikerrosten analyysitulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 6-26). Havaittu keskimääräinen hiilipitoisuus sekä havaittu hiilityppisuhde (C/N = 12,5) ilmensivät tutkijoiden mukaan allohtonisen hiilen kertymistä soisilta valuma-alueilta. Tulosten perusteella Nuasjärven luonnontilaisten sedimenttikerrosten (syvemmat kerrokset kuin 30 cm) nikkeli-, kromi- ja magnesiumpitoisuudet olivat keskimäärin korkeampia Suomen keskisuuriin muihin järviin verrattuna (GTK, 2006).



Kuva 6-73. Geologian tutkimuskeskuksen toteuttaman tutkimuksen näytepisteiden sijainti Nuasjärvessä suhteessa suunniteltuun purkupaikkaan.

Taulukko 6-26. Keskimääräiset alkuainepitoisuudet (mg/kg) sedimenttiprofiilien syvemmissä (> 30 cm) kerroksissa (kerrokset 4 ja 5) (GTK, 2006).

Alkuaine [mg/kg]	Etelä- ja lounaisosa	Itä- ja pohjoisosa
As	5	3
Ba	95	56
Co	22	13
Cr	70	72
Fe	71083	40383
Mg	8895	9070
Mn	2874	1026
Ni	40	38
S	415	394
Zn	119	101
C (%)	5,7	5,4

Sedimenttitulosten perusteella ihmistoiminnan vaikutus oli nähtävissä erityisesti nikkeli- ja sinkkipitoisuuksien kasvuna ylemmissä sedimenttikerroksissa verrattuna syvempiin kerroksiin (Taulukko 6-27). Kyseisissä pitoisuuksissa näkyi kasvua kaikissa näytepisteissä (GTK, 2006). Vertailun vuoksi sedimentin keskimääräinen nikkelpitoisuus oli Kolmisopen pintasedimentissä (0-2 cm) helmikuun 2013 tutkimustuloksissa 196 mg/kg, sinkkipitoisuus 593 mg/kg ja kadmiumpitoisuus 4,5 mg/kg (Pöyry Finland Oy 2013b). Vastaavasti Kalliojärven, joka on säilynyt suola- ja lämpötilakerrostuneena vuodesta 2011 lähtien vastaavat pitoisuudet olivat nikkelille 90 mg/kg, sinkille 38 mg/kg ja kad-

miumille 0,26 mg/kg. Geologian tutkimuskeskuksen tutkimustulosten perusteella Nuasjärven pintasedimentin nikkeli-, rikki- ja sinkkipitoisuuksien kasvu oli peräisin mitä todennäköisimmin järveen kohdistuvasta ulkoisesta kuormituksesta (GTK, 2006).

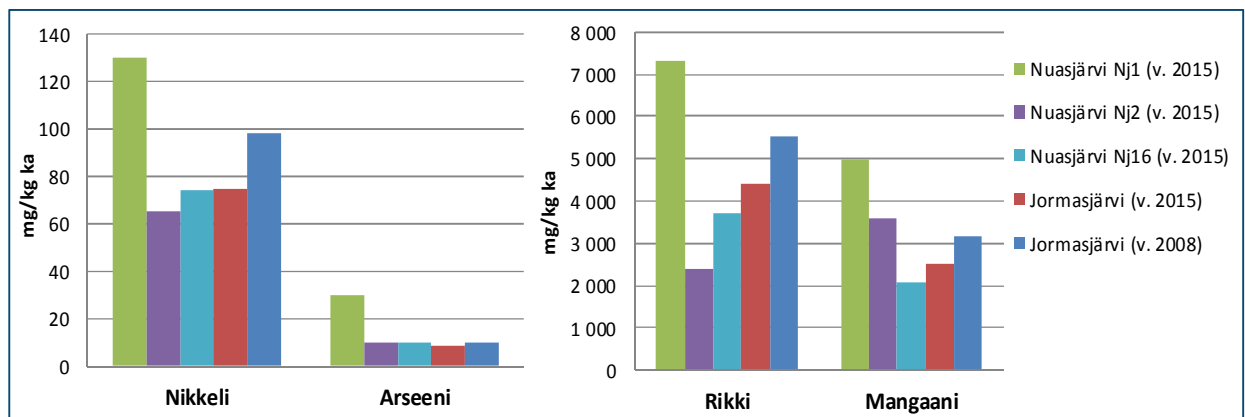
Taulukko 6-27. Nuasjärven sedimenttinäytteiden pintakerrosten (kerros1 0-6 cm ja kerros2 6-20 cm) näytteiden keskimääräiset alkuainepitoisuudet (GTK, 2006).

	Kokonaispitoisuus, alkuaine [mg/kg]										
	As	Cd	Co	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	P	S	Zn
Kerros 1	27	1,2	29	22	64587	8081	13095	102	1399	1872	241
Kerros 2	9	1	18	23	62655	10173	3405	45	932	423	111

Huomioitavaa kuitenkin on, ettei toiminta Terrafamen kaivospiirin alueella ollut käynnistynyt tuolloin. Geologian tutkimuskeskuksen sedimenttitutkimuksessa havaitut pintasedimentin pitoisuustasot eivät myöskään ole hälyttävän korkeita minkään alkuaineen osalta. GTK:n aineiston perusteella merkittävin Nuasjärven tilaan vaikuttava tekijä oli valuma-alueelta järveen kohdistuva ulkoinen ravinnekuormitus. Tutkimusraportissa mainittiin kuitenkin, että sedimentin rikkipitoisuuden nousu voi johtaa järven sisäisen kuormituksen kasvuun tulevaisuudessa, mikäli pintasedimentin rikkipitoisuus lähtee nousemaan (GTK, 2006).

Nuasjärvi 2015

Nuasjärven sedimenttitarkkailunäytteet otettiin vuonna 2015 kolmelta pisteeltä, ennen kaivoksen vesien johtamista purkuputken kautta (Kuva 6-71). Tuloksia verrattiin keskeisimpien parametrien osalta Jormasjärven vuosien 2008 ja 2015 tuloksiin ja tarkkailupisteiden tuloksia verrattiin lisäksi toisiinsa. Merkittäviä eroja ei ollut havaittavissa. Ainoastaan Lahnasjokea ja Jormasjokea lähimpänä sijaitsevan Nuasjärven Nj1 arseeni-, nikkeli-, rikki-, mangaani- ja rautapitoisuudet olivat hiukan muita pisteitä korkeampia (Kuva 6-74). (Ramboll Finland Oy 2016).



Kuva 6-74. Nikkeli-, arseeni-, rikki- ja mangaanipitoisuus Nuasjärven pintasedimentissä (0-2 cm) sekä vertailuna Jormasjärven pitoisuudet vuosina 2008 ja 2015 (Ramboll Finland Oy 2016b).

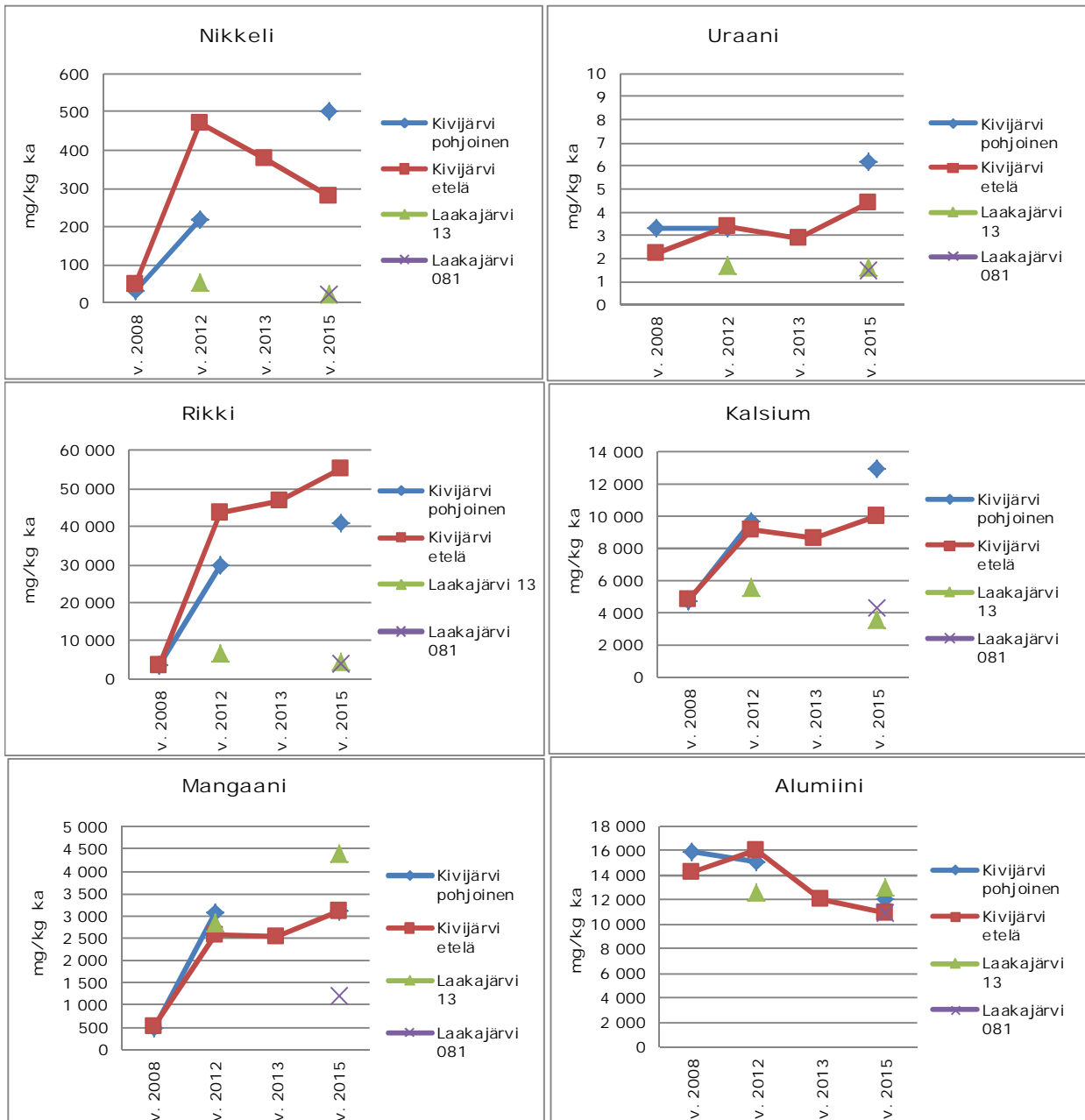
Vuoden 2006 GTK:n tutkimuksessa tältä alueelta todettiin sedimentin pintaosasta kohteita arseeni-, nikkeli ja rikkipitoisuuksia, mikä voidaan suureksi osaksi selittää Lahnaslammen kaivosalueelta (nykyisin Mondon kaivos) tulevalla kuormituksella. Osa nikkelistä on tullut ilmeisesti myös Jormasjoen kautta Jormasjärven luontaisista päästölähteistä (maanmuokkaus, ojitus). (Ramboll Finland Oy 2016)

Nuasjärven huokosvesinäytteissä sulfaattipitoisuudet olivat alhaisia ollen välillä 25 - 32 mg/l. Nuasjärvi Nj1 fosfaattipitoisuus (11 mg/l) oli muita pisteitä (3,6 ja 5,6 mg/l) korkeampi. (Ramboll Finland Oy 2016).

6.11.1.2 Vuoksen suunta

Vuoksen suunnalla sedimenttitutkimuksia on tehty Ylä-Lumijärvessä, Kivijärvessä ja Laakajärvessä sekä Lumijärvessä ja Lumijoessa vuonna 2013 kipsisakka-altaan vuodon jälkeen. Seuraavassa on tarkasteltu sedimentin laatua käsiteltyjen purkuvesien purkureitillä olevissa Kivijärvessä ja Laakajärvessä (Kuva 6-71).

Vuoksen suunnan seurantakohteissa kaivoksen vesistökuormituksen vaikutus vaikutus näkyi Kivijärven sedimenttipitoisuuksissa. Vuodesta 2012 lähtien nikkeli-, rikki-, kalsium-, natrium- ja uraanipitoisuudet ovat olleet Kivijärvessä korkeampia kuin Laakajärvessä (Kuva 6-75). Kivijärven pitoisuudet ovat pääosin kasvaneet vuodesta 2008, mutta alumiinipitoisuus on laskenut.



Kuva 6-75. Pintasedimentin (0–2 cm) nikkeli-, uraani-, rikki-, kalsium-, mangaani ja alumiinipitoisuudet Vuoksen suunnalla Kivijärvessä ja Laakajärvessä vuosina 2008-2015.

Laakajärven osalta ei ole tarkkailutuloksia vuodelta 2008 ja eteläisemmältä pisteeltä (Laakajärvi081) on tuloksia vain vuodelta 2015. Pitoisuudet olivat pääosin alhaisia. Mangaanipitoisuus oli Laakajärven pohjoisosalla pintasedimentissä korkeampi kuin vuonna 2012 ja korkeampi kuin Kivijärvessä (Kuva 6-75).

Vuoksen suunnalla kaivostoiminnan vaikutukset rajoittuivat Kivijärven alueelle. Laakajärvessä kaivoksen vaikutuksia sedimentin laadussa ei ollut enää selkeästi havaittavissa (Ramboll Finland Oy 2016). Aiemmin kaivoksen vesien purkureitillä ollut Ylä-Lumijärven sedimentti on likaantunut kaivoksen purkuvesien vaikutuksesta ja järvelle on laadittu kunnostussuunnitelma edellisen toiminnanharjoittajan aikana.

Muiden vuoden 2015 tarkkailussa mukana olleiden alkuaineiden (Mg, K, Sb, Ba, Be, Cr, Li, Mo, Rb, Se, Tl, Ti, Th ja V) osalta ei todettu merkittäviä pitoisuuksia. Laakajärven huokosvesinäytteiden sulfaatti- (43 ja 81 mg/l) ja fosfaattipitoisuuksissa (0,92 ja 1,5 mg/l) ei todettu myöskään korkeita pitoisuuksia (Ramboll Finland Oy 2016).

6.11.2 Sedimenttivaikutukset

Oulujoen suunnalla Salmisen ja Kalliojärven sekä Vuoksen suunnalla Kivijärven alusveden suolapitoisuus on estänyt järvien normaalin kevät- ja syyskierron, aiheuttaen mm. vesimassan pysyvää kerrostuneisuutta ja siitä johtuvaa happivajetta pohjan läheisessä vedessä. Lisäksi alusveden ja pintasedimentin haitta-ainepitoisuudet ovat huomattavan korkealla tasolla. Edellä mainituille järville on laadittu edellisen toiminnanharjoittajan aikana projektisuunnitelma järvien kunnostamiseksi (Ramboll Finland Oy 2014b). Kunnostuksen tavoitteena on syvänteiden puhdistaminen haitta-aineista ja pysyvän kerrostuneisuuden purkaminen. Tällöin myös happitilanteen oletetaan palautuvan luonnollisemmalle tasolle. Kunnostustoimenpiteiden aloittamisen aikataulu riippuu siitä, milloin järviin kohdistuvaa kuormitusta saadaan pienennettyä niin paljon, että pysyvää suolaantumisen aiheuttamaa vesipatsaan kerrostumista ei enää pääse tapahtumaan.

Vanhoille purkureiteille sulfaattikuormitus tulee pienenevänsä vaihtoehdoissa VE0 ja VE2 ja kasvaa vaihtoehdoissa VE1a-b ollen suurimmillaan vaihtoehdossa VE1b kolmena ensimmäisenä vuotena. Sulfaattikuormitus vanhoille purkureiteille on suurimmillaan noin 60 % vuoden 2013 tasosta. Nikkelikuormitus Oulujoen suunnan vanhalle purkureitille tulee olemaan kaikissa vaihtoehdoissa arviolta pienempi kuin vuosina 2013–2015. Vuoksen suuntaan nikkeli-kuormitus on arviolta pienempi kuin vuonna 2013. Nuasjärveen tuleva sulfaattikuormitus on samaa suuruusluokkaa kuin vuonna 2016 lukuun ottamatta vaihtoehdon VE1a kolmea ensimmäistä vuotta ja vaihtoehdon VE2b ensimmäistä vuotta, jolloin kuormitus on noin kaksinkertainen vuoteen 2016 verrattuna. Nuasjärveen nikkeli-kuormitus tulee olemaan samaa suuruusluokkaa (113–225 kg/a) kuin vuonna 2016 (169 kg/a).

Merkittäviä muutoksia lähijärvien, Salmisen, Kalliojärven ja Kivijärven, sedimentin laadussa ei arvioida tapahtuvan, sillä kuormitus tulee olemaan kaikissa vaihtoehdoissa pienempi kuin järviin aiemmin tullut kuormitus on suurimmillaan ollut. Salmisessa, Kalliojärvessä ja myös Kivijärvessä huono veden laatu kuormittaa jatkossakin sedimenttiä, joten vaikutukset ovat pitkäkestoisia. Järvien sedimentin tila muuttuu vasta järvien kunnostamisen ja järviin päätyvän suolakuormituksen pienentymisen jälkeen. Aiempana vesistöissä vanhoilla purkureiteillä kuormituksen vaikutusten arvioidaan jäävän myös jatkossa sen verran pieniksi, että sedimentin haitta-ainepitoisuudet eivät nouse nykyisestä merkittävästi, ja pitoisuudet saattavat laskea vaihtoehdoissa VE0 ja VE2 kuormituksen pienentyessä nykyisestä.

Nuasjärvessä sedimentin laadun muutokset riippuvat paljolti veden kerrostuneisuuden voimistumisesta järvisyvänteissä kaivokselta tulevan kuormituksen vaikutuksesta. Haitta-ainepitoisuudet sedimentissä voivat kasvaa, mikäli vedet kerrostuvat pysyvämmiin.

Mallitarkastelun perusteella Nuasjärven ei arvioida kerrostuvan merkittävästi muualla kuin korkeintaan purkupaikan lähimmissä syvänteissä. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE2b kuormitus tulee olemaan suurin, mutta suuremman kuormituksen kesto on 1–3 vuotta, joten sen ei arvioida muuttavan pysyvästi ja merkittävästi Nuasjärven sedimentin laatua. Purkuputken, pääosin vuoden 2016 tasolla, pysyvän kuormituksen ei arvioida vaikuttavan laajemmin koko Nuasjärven alusveden ja edelleen sedimentin laadun heikentämiseen.

Vesistösedimenttien ominaisuuksien muuttumisen arvioiminen etukäteen on haastavaa, ja arvio on syytä tehdä varsin karkealla tasolla (GTK 2015). Kaikista Terrafamen kaivoksen purkureitin järvistä on olemassa sedimenttitutkimuksia ennen kaivoksen kuormituksen alkamista. Sedimentin laadun muutoksia tarkkaillaan jatkossakin säännöllisesti painottuen järven pintasedimentin laadun tarkkailuun. Etenkin Nuasjärvässä on hyvä selvittää onko vuodenajalla vaikutusta sedimentin laatuun. Myös huokosveden laadun muutosta on hyvä seurata.

7 VESIEKOLOGIA

7.1 Metallien haitallisuus vesieliöstölle

Käsitellyillä purkuvesillä voi olla haitallisia vaikutuksia vesieliöihin. Vaikutukset voivat olla suoraan toksisia tai lajistossa voi tapahtua muutoksia jo pienemmillä haitta-ainepitoisuuksilla. Tällöin herkemmat lajit voivat vähentyä yhteisöissä ja haitta-aineelle vastustuskykyiset lajit lisääntyvät yhteisöissä.

Metallien haitallisuutta eliöstölle tutkitaan kokeilla, joissa eliö altistetaan metallille laboratorio-olosuhteissa. Kokeiden tuloksena saadaan selville pitoisuustaso, joka vaurioittaa eliötä. EC50-taso on pitoisuus, jossa puolella koe-eliöistä ilmenee koeaikana jokin erikseen määriteltävä vaikutus (esim. kasvun hidastuminen tai lisääntymiskyvyn heikkeneminen). LC50-tasolla puolet tutkittavista koe-eliöistä kuolee tietyssä ajassa. Laboratorio-olosuhteissa tehtävien kokeiden rajoituksiin kuuluu, että ne koskevat yleensä vain tiettyä eliötä, eivätkä tulokset siten ole yleistettävissä käsittämään suurempia eliöyhteisöjä. Laboratorio-olosuhteissa koeolosuhteet ovat usein yksinkertaisia verrattuna luonnonvesissä havaittuihin fysikaalis-kemiallisiin olosuhteisiin, mikä vaikuttaa tuloksiin. Monet metallit eivät myöskään esiinny vesistöissä alkuaikainmuodossa, ja kokeissa käytetään erilaisia yhdisteitä. Tällöin toksisuusvaikutus voi johtua myös esimerkiksi metallin suolan kationiosasta (esim. NaSO_4 , CuSO_4).

Taulukossa (Taulukko 7-1) on esitetty EC50- ja LC50-arvoja eri metalleille. Tiedot ovat peräisin ympäristöhallinnon kemikaalien ympäristötietorekisteristä (3.11.2016) tai Suomen ympäristökeskuksen julkaisemasta ympäristöoppaasta (Nikunen ym. 2000) ellei toisin mainita. Jos testejä on tehty useampia, taulukkoon on kirjattu pienin havaittu pitoisuus. Sarakkeeseen "levät" on koottu kaikkien mikrolevälajien tulokset ja sarakkeeseen "vesikirput" kaikkien *Daphnia*-suvun lajien tulokset.

Taulukko 7-1. EC50- ja LC50-arvoja metalleille. MeHg = metyylielohopea

	EC50 levät	LOEC vesikirput	EC50 vesikirput	LC50 vesikirput	LC50 kirjolohti	LC50 vesisiira	LOEC kalat
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
Al		320	680	1400	560		
As		520	1400	2850	550		
B					70100		
Ba		5800	8900	13500	42700		
Cd	110	0,17	0,7	1320	16		
Co	16	10	12	21	490		
Cu	2	22	35	17	110		
Cr 3+		330	600		4400		
Cr 6+		1,7		20	190		
Fe		4400	5200	5900		81,1	
Hg		3,4	6	6	5		
MeHg*	6				24		
Li					9280		
Mg				190000	1355000		
Mn	3100	4100	5200	5700	2910		
Na				1480000			
Ni	12	30	95	130	50	119	730
Pb	140	30	100	300	220	64,1	0,7
Sb				>530 000	660		
Se	99000			430	5170		
Sn				4200	420		
Tl				2200	180		
U				6			
V			800	2000	170		
Zn	7100	70	100	160	800		

* Nagpal 1989

Kemikaalitietorekisterissä tai ympäristöoppaassa ei ole tietoja sulfaatin toksisuudesta. Meyasin ja Nordinin (2013) kokoomaraportin mukaan sulfaatin EC10-arvot kirjolohelle vaihtelivat välillä 256–433 mg/l. Isoaurinkoahvenen (*Lepomis macrochirus*) osalta LC50-arvo oli 13 500 mg/l. Pohjaeläimistä *Chironomus tentans* -lajin LC50-arvot vaihtelivat välillä 12 123–12 146 mg/l ja *Centroptilum triangulifer* -lajin LC50-arvot välillä 200–534 mg/l. *Sphaerium simile* -simpukan LC50-arvot vaihtelivat välillä 1 901–2 319 mg/l. Sulfaatin vaikutusta mikroleviin on tutkittu hyvin vähän, mutta Elphickin ym. (2011) mukaan *Pseudokirchneriella subcapitata* -viherlevän osalta EC50-arvo oli 1 430–2 742 mg/l.

Kanadan Brittiläisen Kolumbian provinssin ympäristöviranomaisten Meyasin ja Nordinin (2013) selvityksen perusteella laatimat vedenlaadun ohjearvot sulfaatille on esitetty taulukossa (Taulukko 7-2).

Taulukko 7-2. Brittiläisen Kolumbian vedenlaadun ohjearvot makean veden eliöstön suojelemiseksi (British Columbia Ministry of Environment 2016).

Veden kovuus (mg/l CaCO ₃)	Sulfaattipitoisuus (mg/l SO ₄ ²⁻) 30 vuorokauden keskiarvona
Erittäin pehmeä (0–30)	128
Pehmeä–keskikova (31–75)	218
Keskikova–kova (76–180)	309
Erittäin kova 181–250)	429
Kovuus > 250	Paikkakohtainen määrittely

Ohjearvot määrittelevät suurimman vesieliöstölle turvallisen sulfaattipitoisuuden vesistössä 30 päivän keskiarvona, kun vesistöstä on otettu vähintään viisi näytettä tasaisin väliajoin 30 päivän aikana. Veden kovuus vaikuttaa sulfaatin toksisuuteen useimmilla eliölajeilla, mutta eri lajit reagoivat muutokseen yksilöllisesti. Tutkimustulosten (Elphick ym. 2011) perusteella herkimmin sulfaattikuormitukseen reagoiva eliölaji oli kirjolohen ruskuaispussivaiheen poikanen (ikä 21 vrk). Ohjearvot on muodostettu kirjolohen LC20-arvojen (=pitoisuus, joka tappaa 20 % tutkituista eliöistä) perusteella lisäämällä tulokseen epävarmuuskerroin. Ohjeistuksen perustelujen mukaan herkimmän eliön suojelemiseksi säädetyt ohjearvot suojelevat siten myös muita vesieliöitä kattavasti sulfaatin kuormitusvaikutuksilta (Meyas & Nordin 2013).

7.2 Nykytila

7.2.1 Kasviplankton

Kasviplanktonin biomassan määrä on riippuvainen järven rehevyydestä ja myös lajistorakenne valikoituu järven olosuhteita vastaavaksi, joten kasviplanktonitutkimuksen avulla saadaan tietoa sekä järven rehevyydestä ja muista ominaisuuksista että näissä ominaisuuksissa tapahtuneista muutoksista, kun tutkimus toistetaan tietyin väliajoin (Lepistö & Rosenström 1998, Willén 2007, Vuori ym. 2010, Järvinen ym. 2011).

Kasviplanktonitutkimuksen tulosten tulkinnessa käytettiin apuna Mitikan ym. (2001) biomassaperusteista rehevyytasoluokittelua ja ympäristöhallinnon (Aroviita ym. 2012) koostamia ekologisen luokituksen luokkarajoja tarkasteltaessa kasviplanktonin biomassamäärää ja näytteessä esiintyvien haitallisten sinilevien määrää. Haitallisten sinilevien lajistoa tarkasteltiin Vuoren ym. (2010) esittämän listauksen perusteella. Haitallisiksi sinileviksi luokitellaan näkyviä kukintoja muodostavat ja/tai suotuisissa olosuhteissa toksiineja tuottavat sinilevälajit.

Näytteistä on laskettu määrittelytulosten perusteella TPI-indeksitulokset. TPI-indeksi (trofiskt planktonindex, kasviplanktonin trofiaindeksi) on Ruotsissa kehitetty muuttuja, joka kuvaa rehevien ja vähäravinteisten indikaattorilajien suhteellista esiintymistä näytteessä (Naturvårdsverket 2007, Willén 2007, Aroviita ym. 2012). TPI-indeksin laskentaa on täydennetty suomalaisilla indikaattorilajeilla (Aroviita ym. 2012), ja indeksitulokset lasketaan automaattisesti ympäristöhallinnon kasviplanktonrekisterissä, kun näytteen tiedot on sinne tallennettu. Indeksien perusteella määritetty ekologinen luokka perustuu vesistön ravinnemääriin eikä muita vesistön tilaan vaikuttavia muuttujia oteta huomioon indeksitulosten laskennassa.

Terrafamen kaivostoiminnan vaikutusalueen vesistöjen kasviplanktonyhteisöjä on tutkittu vuosina 2008, 2010, 2012, 2013, 2015 ja 2016 osana kaivoksen velvoitetarkkailua (Taulukko 7-3). Kaivoksen alapuolisten vesien kasviplanktonyhteisöjen tilaa on tarkasteltu kaivoksen velvoitetarkkailun raporttien (Pöyry Environment Oy 2009, Pöyry Finland Oy 2011 ja 2014b, Ramboll Finland Oy 2016) perusteella. Vuoden 2016 kasviplanktonnäytteiden tuloksia ei ole vielä raportoitu velvoitetarkkailua hoitavan konsultin

toimesta, mutta näytteiden laskentatulokset ovat saatavilla ympäristöhallinnon avoimen tiedon palvelun kasviplanktonrekisterissä (12.12.2016). Oulujärven osalta tarkastelussa on hyödynnetty vuosien 2014–2015 velvoitetarkkailuraporttien tietoja (Pöyry Finland Oy 2015b ja 2016c). Vuoksen vesistöalueella kasviplanktonnäytteitä on otettu vuonna 2014 Kiltuanjärven alapuolisista Haapajärvestä ja Pääsmäristä turvetuotantoalueiden tarkkailuun liittyen. Näiden näytteiden laskentatulokset ovat saatavilla ympäristöhallinnon kasviplanktonrekisterissä (12.12.2016), ja tuloksia on hyödynnetty nykytilakuvauksessa.

Taulukko 7-3. Terrafamen kaivoksen lähivesistöjen pintavesityyppi, kasviplankton-tutkimusten näytteenottoaikat ja näytteenottojen lukumäärä vuosina 2008–2016. MRh = matala runsashumuksinen järvi, Rh = runsashumuksinen järvi, Kh = keskikokoinen humusjärvi, Sh = suuri humusjärvi

Näytepaikka	Pintavesi- tyyppi	2008			2010			2012			2013			2015			2016		
		VI	VII	VIII	VI	VII	VIII	VI	VII	VIII	VI	VII	VIII	VI	VII	VIII	VI	VII	VIII
Oulujoen suunta																			
Kalliojärvi	MRh	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1			
Kolmisoppi	Rh	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1			
Jormasjärvi 5	Kh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Jormasjärvi syv p3	Kh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Jormasjärvi 8	Kh							1	1	1									
Nuasjärvi 34	Sh													1		1	1	1	1
Nuasjärvi 35	Sh													1		1	1	1	1
Nuasjärvi 44	Sh													1		1	1	1	1
Nuasjärvi 45	Sh															1	1	1	1
Rehjanselkä 135	Sh													1		1	1	1	1
Vuoksen suunta																			
Kivijärvi	Rh		1	1		1	1	1	2	2	1		1	1	1	1	1	1	1
Kivijärvi 1*	Rh		1	2		1	2	2	1	2	2								
Kivijärvi 7*	Rh											1	1	1	1	1	1	1	1
Laakajärvi 13	Rh							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laakajärvi 081	Rh							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laakajärvi 12	Rh							1	1	1		1	1						
Kiltuanjärvi 4	Rh										1	1	1	1	1	1	1	1	1

* vuonna 2013 aiempi näytteenottoaika Kiv1 korvattiin läheisellä näytteenottoaikalla Kiv7

Kasviplanktonyhteisöjen kehitys vuosina 2008–2013

Ensimmäiset Terrafamen kaivoksen velvoitetarkkailuun liittyvät kasviplanktonnäytteet otettiin kesällä 2008, jolloin vesistöihin ei purettu vielä lainkaan kaivoksen vesiä. Kaivoksen rakennustyömaan vesiä johdettiin näytteenottoaikaan pohjoisessa Kuusijoen kautta Kalliojokeen ja edelleen Kolmisoppeen sekä etelässä Ylä-Lumijärven kautta Lumijokeen ja Kivijärveen. Suurin osa rakennustyömaan vesistä johdettiin etelään. Kaivoksen tuotanto käynnistyi 1.10.2008.

Vuoden 2008 tutkimuksen tulosten perusteella kaikki tutkitut järvet olivat tyypillisiä humusjärviä, joissa merkittävä osa ravinteista oli orgaaniseen aineeseen sitoutuneena eli vaikeasti kasviplanktonin käytettävissä Tästä johtuen kasviplanktonin biomassamäärät olivat melko alhaisia. Kaikissa järvissä esiintyi limalevää, mikä on tyypillistä matalille, ruskeavetisille vesistöille. Happamille humusvesille tyypillisesti kasviplanktonilajiston diversiteetti oli suhteellisen alhainen.

Vuonna 2010 Kalliojärven ja Kolmisopen kasviplanktonnäytteiden biomassa oli huomattavasti pienempi kuin vuonna 2008, ja kummankin järven kasviplanktonyhteisön ra-

kenne oli muuttunut merkittävästi. Kivijärvessä kasviplanktonin biomassa oli lähes samaa tasoa kuin vuonna 2008, mutta lajisto oli merkittävästi muuttunut. Havaitut muutokset johtuivat mitä todennäköisimmin kaivoksen kuormituksesta. Jormasjärven biomassamäärissä ja lajistokoostumuksessa ei havaittu merkittäviä muutoksia vuosien 2008 ja 2010 tutkimusten välillä.

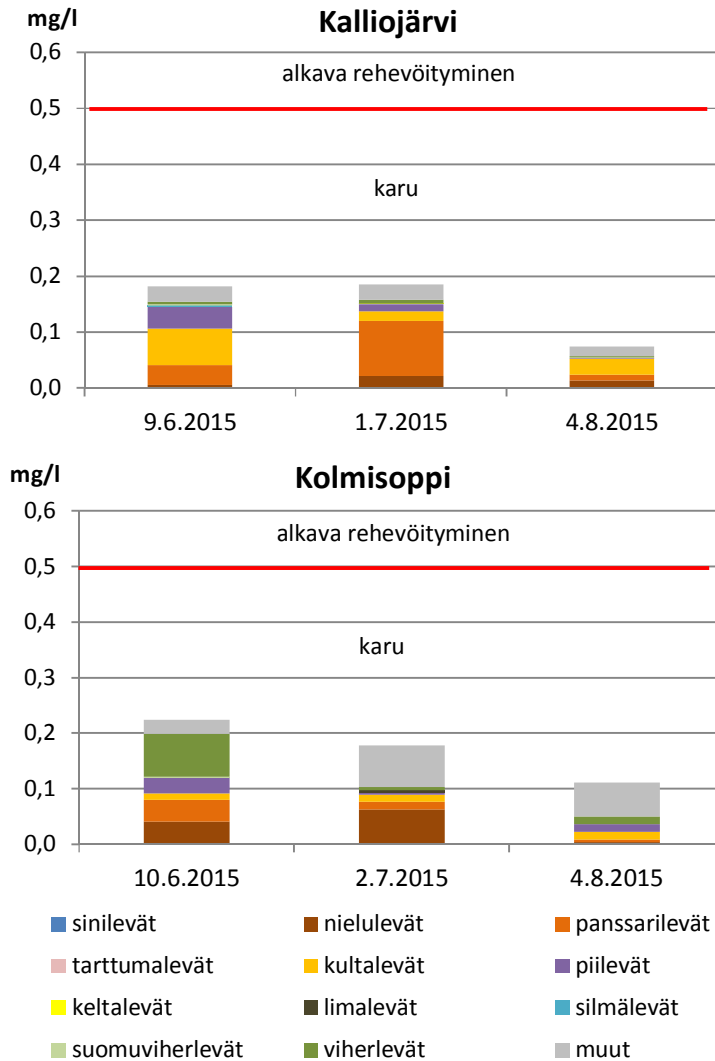
Vuosina 2012–2013 Kalliojärven, Kolmisopen ja Kivijärven kasviplanktonyhteisön lajisto ja biomassan määrä olivat edelleen poikkeavia vuoden 2008 tutkimustuloksiin verrattuna. Näytteen lajisto oli osin hyvin yksipuolinen, niissä esiintyi joidenkin levälajien massaesiintymiä ja biomassamäärät olivat pääosin selvästi pienempiä kuin vuonna 2008 havaitut biomassamäärät. Limalevän esiintyminen oli erittäin vähäistä vuoden 2008 tilanteeseen verrattuna. Jormasjärven kasviplanktonyhteisössä havaittiin viitteitä kuormitusvaikutuksista, mutta yhteisön tila oli kokonaisuutena hyvä. Laakajärvessä tai Kiltuanjärvessä ei ollut havaittavissa kuormitusvaikutusta, sillä kasviplanktonyhteisön koostumus oli humusjärville tyypillinen ja leväsolut olivat normaalin näköisiä.

Kasviplanktonyhteisöjen tila vuosina 2014–2016

Vuosina 2014–2016 kasviplanktonnäytteitä otettiin kaivoksen velvoitetarkkailuun liittyen neljältä järveltä Oulujoen vesistöalueella (Taulukko 7-3). Oulujärven kasviplanktonyhteisön tilaa tarkkaillaan vuosittain vesistön omaan tarkkailuun liittyen (Pöyry Finland Oy 2015, 2016). Vuoksen vesistöalueelta kasviplanktonnäytteitä otettiin kolmelta järveltä Terrafamen kaivoksen velvoitetarkkailuun liittyen. Lisäksi kasviplanktonnäytteitä otetaan määrävuosina Kiltuanjärven alapuolisen Nurmijoen reitin järvistä alueen omaan tarkkailuun liittyen. Seuraavassa kasviplanktonyhteisöjen nykytila on käsitelty erikseen Oulujoen vesistöalueen järvien ja Vuoksen vesistöalueen järvien osalta.

Oulujoen vesistöalue

Kalliojärven ja Kolmisopen kasviplanktonnäytteiden biomassamäärä oli kesällä 2015 pieni (Kuva 7-1). Kasviplanktonyhteisöjen diversiteetti eli lajirunsaus oli pieni, ja suurin osa biomassasta koostui vain muutamasta lajista. Näytteissä esiintyi huonokuntoisia leviä sekä runsaasti pientä, epäorganista ainesta. Limalevää ei esiintynyt lainkaan. Vuosina 2010–2015 Kalliojärven ja Kolmisopen kasviplanktonyhteisöjen tila on ollut selvästi vuoden 2008 luonnontilasta poikkeava sekä havaitun lajiston että biomassamäärien osalta.



Kuva 7-1. Kalliojärven ja Kolmisopen kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus kesä-elokuussa 2015. Kuvaan on lisäksi merkitty Mitikan ym. (2001) määrittelemät rehevyytason luokkarajat.

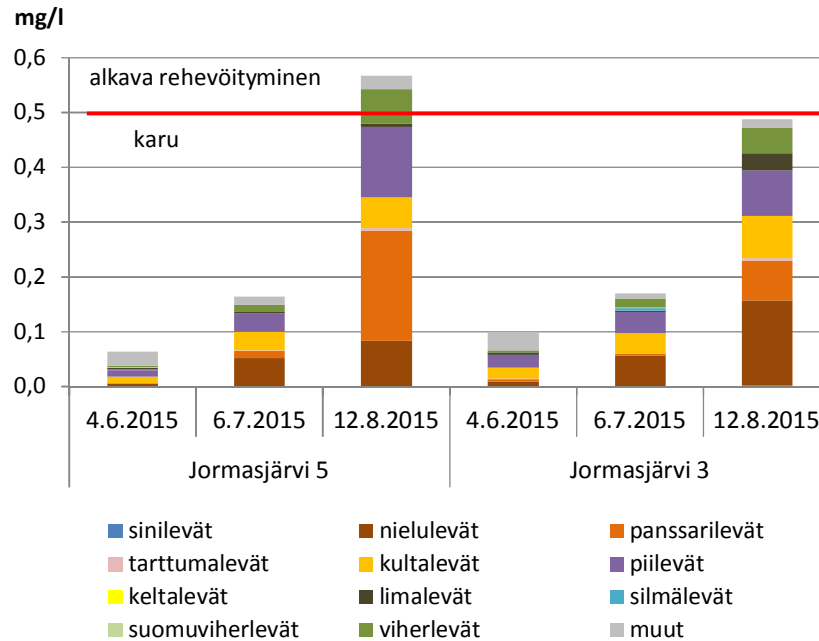
Kalliojärven ja Kolmisopen näytteistä lasketut ekologisen tilan tunnusluvut (Taulukko 7-4) viittaavat vuoden 2015 osalta poikkeuksetta erinomaiseen ekologiseen tilaan. Ekologisen tilaluokan määrittely perustuu kuitenkin vahvasti vesistön rehevyytsoon liittyviin muuttujiin. Kalliojärven ja Kolmisopen tapauksessa vesistöjen tilaan vaikuttavat voimakkaasti myös muut tekijät kuin ravinteisuus, ja tunnuslukujen (Taulukko 7-4) perusteella määritetty ekologinen tilaluokka on siten mitä todennäköisimmin virheellinen.

Taulukko 7-4. Oulujoen vesistöalueen järvien vuosien 2014–2015 kasviplanktonnäytteiden biomassa, TPI-indeksitulokset, näytteissä esiintyvien haitallisten sinilevin osuus ja taksonimäärä sekä tulosten ilmentämä ekologinen tilaluokka. E = erinomainen, HY = hyvä, T = tyydyttävä, V = välttävä

Näytepiste	Näytteen- ottopvm	Pintavesi- tyyppi	Biomassa mg/l	TPI	Haitalliset sinilevät %	Taksonit lkm
Kalliojärvi*	9.6.2015	MRh	0,18 E	-2,61 E	0 –	33
	1.7.2015		0,19 E	-2,63 E	0 E	41
	4.8.2015		0,07 E	-2,77 E	0 E	32
Kolmisoppi*	10.6.2015	Rh	0,22 E	-1,52 E	0 –	28
	2.7.2015		0,18 E	-2,75 E	0 E	5
	4.8.2015		0,11 E	-2,07 E	0 E	6
Jormasjärvi 5	4.6.2015	Kh	0,06 E	-2,72 E	0,2 –	44
	6.7.2015		0,16 E	-2,03 E	0,4 E	46
	12.8.2015		0,57 E	-0,29 HY	0,2 E	47
Jormasjärvi 3	4.6.2015	Kh	0,10 E	-2,71 E	0 –	45
	6.7.2015		0,17 E	-0,92 E	0 E	50
	12.8.2015		0,49 E	-0,79 E	0,1 E	49
Nuasjärvi 34	22.6.2015	Sh	1,44 T	-1,44 E	2,2 –	61
	17.8.2015		0,97 T	-0,30 HY	7 HY	75
Nuasjärvi 35	22.6.2015	Sh	0,70 HY	-1,69 E	0,5 –	63
	17.8.2015		1,37 T	0,73 T	5,6 HY	80
Nuasjärvi 44	22.6.2015	Sh	0,81 HY	0,49 T	0,7 –	62
	17.8.2015		0,92 T	0,48 T	5,6 HY	81
Nuasjärvi 45	18.8.2015	Sh	1,00 T	0,71 T	7 HY	74
Rehjanselkä 135	24.6.2015	Sh	0,66 HY	-0,74 HY	1,2 –	77
	18.8.2015		0,72 HY	0,17 HY	8,7 HY	73
Paltaselkä 138	22.7.2014	Sh	1,01 T	-0,63 HY	5,0 HY	65
Ärjänselkä139	22.7.2014		0,65 HY	-1,33 E	7,2 HY	58
Paltaselkä 138	20.7.2015	Sh	1,14 T	-1,02 E	0 E	46
Ärjänselkä139	20.7.2015		0,73 HY	1,10 V	18,4 HY	65

* Vuodesta 2010 alkaen Kolmisoppeen ja Kivijärveen on kohdistunut kaivostoiminnan kuormitusta. Pääosin rehevyystasoon liittyvien tekijöiden (biomassa, TPI, sinilevien esiintyminen) perusteella arvioituaan ekologiseen tilaluokkaan liittyä näissä vesistöissä suurta epävarmuutta, sillä vesistöjen tilaan vaikuttavat ravinnepitoisuuksien lisäksi voimakkaasti myös muut tekijät.

Jormasjärven kasviplanktonnäytteiden biomassamäärä oli kesä-heinäkuussa 2015 hyvin pieni ja elokuussakin verrattain alhainen (Kuva 7-2). Näytteissä esiintyi huonokuntoisia leviä ja runsaasti pientä epäorgaanista ainesta. Lajiston diversiteetti oli melko pieni. Kesän 2016 keskimääräinen biomassa oli kuudesosa kesällä 2008 havaitusta keskimääräisestä biomassasta. Ero johtuu pääosin *Gonyostomum semen* -limalevän esiintymisen merkittävästä vähentymisestä. Limalevän esiintyminen on säännönmukaisesti vähentynyt vuoden 2008 jälkeen kaikissa Terrafamen kaivoksen kuormittamissa järvissä.

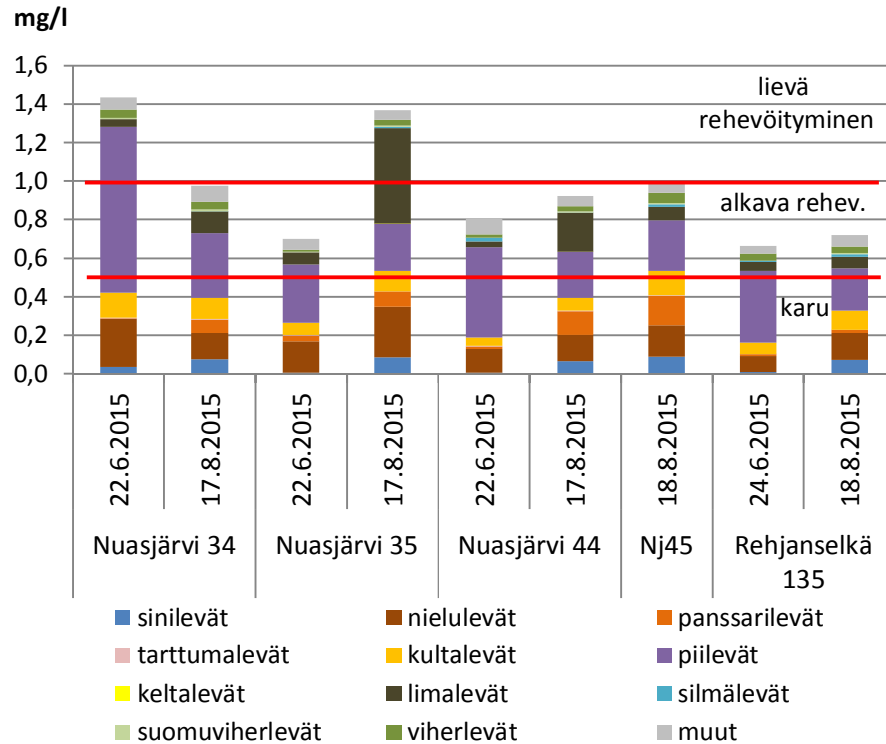


Kuva 7-2. Jormasjärven kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus kesäelokuussa 2015. Kuvaan on lisäksi merkitty Mitikan ym. (2001) määrittelemät rehevyytason luokkarajat.

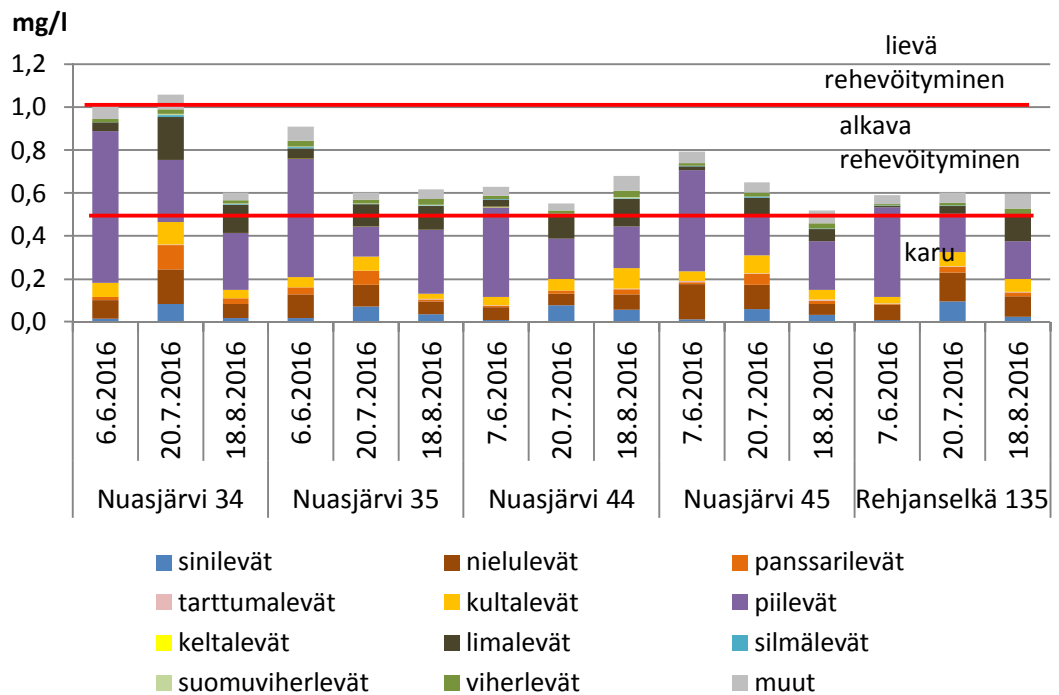
Jormasjärven kesän 2015 kasviplanktonnäytteistä lasketut ekologisen tilan tunnusluvut viittasivat pääosin erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-4). Tilaluokan määrittäystä voidaan pitää luotettavampana kuin arviota Kalliojärven ja Kolmisopen tilasta. Kaivoksen kuormitusvaikutukset ovat kuitenkin havaittavissa myös Jormasjärven veden fysikaalis-kemiallisessa laadussa, joten vahvasti rehevyytsoon nojautuvien ekologisen tilan tunnuslukujen ilmentämää ekologista tilaluokitusta voidaan myös Jormasjärven tapauksessa pitää epävarmana.

Nuasjärven kesän 2015–2016 kasviplanktonnäytteiden biomassamäärä viittaa alka-vaan–lievään rehevöitymiseen (Kuva 7-4). Kasviplanktonin määrään ja lajistokoostumukseen vaikuttavat hyvin monet tekijät (ravinteiden saatavuus, suolapitoisuus, veden lämpötila, virtaukset, eläinplanktonin laidunnus jne.), ja yhteisön koostumuksessa ja biomassan määrässä havaitaan vuosittain vaihtelua (esim. Reynolds 2006). Näytteiden lajisto koostui vuosina 2015–2016 pääosin piilevistä, nielulevistä ja limalevistä. Jonkin verran esiintyi myös kultaleviä, panssarileviä ja sinileviä. Lajistoa voidaan pitää alueen humusvesille tyypillisenä. Kasviplanktoniyhteisön diversiteetti oli suurempi kuin Jormasjärven. Vuonna 2015 kasviplanktonnäytteissä ei ollut havaittavissa selvästi huonokuntoisia leviä, vaikka jonkin verran epäorgaanista ainesta havaittiin.

Nuasjärven näytteistä lasketut ekologisen tilan tunnusluvut viittasivat vuonna 2015 lähinnä tyydyttävään–hyvään ja vuonna 2016 hyvään–erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-4, Taulukko 7-5). Vuosien 2015–2016 tutkimustulosten perusteella Nuasjärven kohdistuu jonkin verran rehevöittävää kuormitusta, mutta järven yleinen tila on hyvä. Kaivostoiminnan kuormitusvaikutuksia ei ollut havaittavissa. Kasviplanktonin biomassassa ja lajistokoostumuksessa esiintyi luontaista vaihtelua vuosien välillä, ja mahdollisten kehityssuuntien havaitseminen edellyttää pitkäaikaista seuranta.



Kuva 7-3. Nuasjärven kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus kesä-elokuussa 2015. Kuvaan on lisäksi merkitty Mitikan ym. (2001) määrittelemät rehevyytason luokkarajat. Nj45 = Nuasjärvi 45

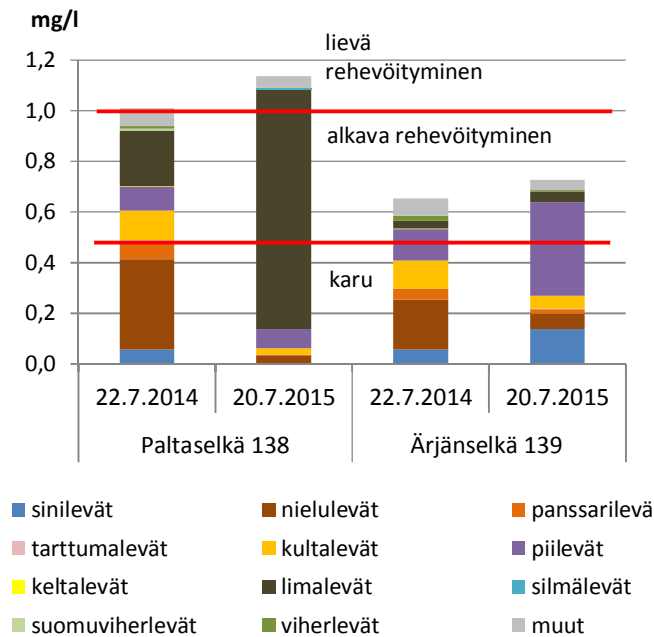


Kuva 7-4. Nuasjärven biomassa ja lajistokoostumus kesä-elokuussa 2016. Kuvaan on lisäksi merkitty Mitikan ym. (2001) määrittelemät rehevyytason luokkarajat.

Taulukko 7-5. Nuasjärven vuoden 2016 kasviplanktonnäytteiden biomassa, TPI-indeksitulokset, näytteissä esiintyvien haitallisten sinilevin osuus ja taksonimäärä sekä tulosten ilmentämä ekologinen tilaluokka. E = erinomainen, HY = hyvä, T = tyydyttävä

Näytepiste	Näytteen- ottopvm	Pintavesi- tyyppi	Biomassa mg/l		TPI		Haitalliset sinilevät %		Taksonit lkm
Nuasjärvi 34	6.6.2016	Sh	1,02	T	-2,06	E	1,3	–	63
	20.7.2016		1,06	T	0,03	HY	7,4	HY	72
	18.8.2016		0,60	HY	-0,78	HY	2,4	E	70
Nuasjärvi 35	6.6.2016	Sh	0,91	T	-0,81	HY	1,8	–	61
	20.7.2016		0,60	HY	-0,11	HY	11,5	HY	70
	18.8.2016		0,62	HY	0,11	HY	5,5	HY	79
Nuasjärvi 44	7.6.2016	Sh	0,63	HY	-2,01	E	1,0	–	68
	20.7.2016		0,55	E	-0,13	HY	13,4	HY	72
	18.8.2016		0,68	HY	-0,97	HY	7,8	HY	75
Nuasjärvi 45	7.6.2016	Sh	0,79	HY	-1,45	E	1,3	E	64
	20.7.2016		0,65	HY	-0,32	HY	8,6	HY	72
	18.8.2016		0,52	E	-1,02	E	5,6	HY	73
Rehjanselkä 135	7.6.2016	Sh	0,59	E	-0,83	HY	1,4	–	60
	20.7.2016		0,60	HY	0,07	HY	15,6	HY	64
	18.8.2016		0,60	E	-1,14	E	3,3	HY	69

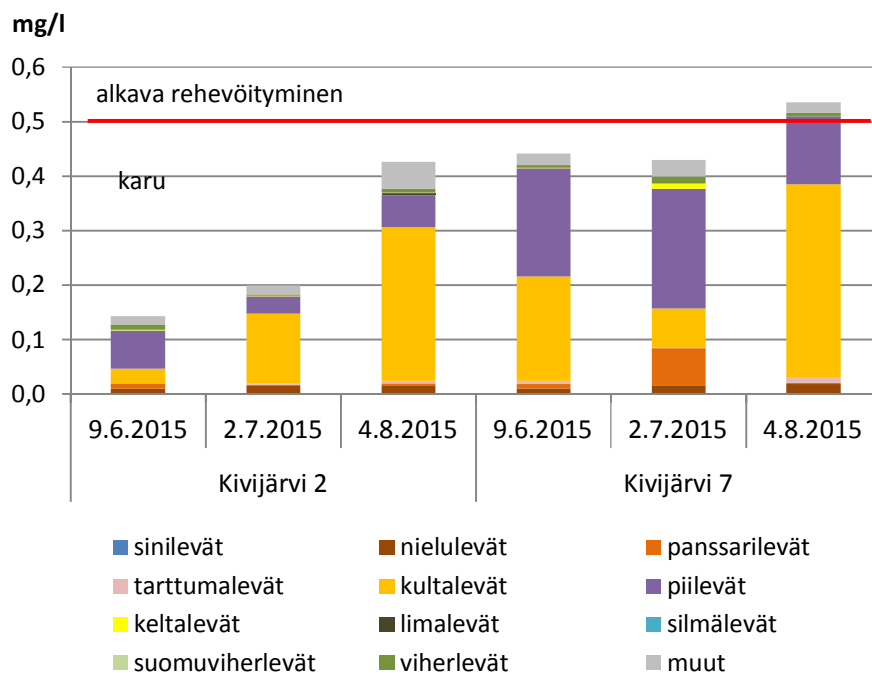
Oulujärven Paltaselällä biomassamäärät viittasivat vuosina 2014–2015 alkavaan tai lievään rehevyyteen (Kuva 7-5). Ärjänselällä rehevöityminen oli alkavaa. Näytteiden biomassa koostui pääosin piilevistä, limalevistä ja nielulevistä. Sinilevien määrässä esiintyi vaihtelua. Kasviplanktonin biomassamäärät ovat olleet kasvussa vuosina 2013–2015. Näytteiden biomassamäärät viittasivat vuosina 2014–2015 tyydyttävään ekologiseen tilaan (Taulukko 7-4). TPI-rehevyysindeksitulokset ja haitallisten sinilevien määrä viittasivat lähinnä tyydyttävään–hyvään tilaan.



Kuva 7-5. Oulujärven kasviplanktonnäytteiden biomassa ja lajistokoostumus heinä-elokuussa 2014–2015. Kuvaan on lisäksi merkitty Mitikan ym. (2001) määrittelemät rehevyytason luokkarajat.

Vuoksen vesistöalue

Kivijärven kasviplanktonnäytteiden biomassat olivat kesällä 2015 melko pieniä (Kuva 7-6). Näytteet koostuivat pääosin piilevistä ja kultalevistä. Sinileviä esiintyi hyvin vähän. Näytteissä esiintyi runsaasti huonokuntoisia leviä. Lajiston diversiteetti oli pieni, ja suurin osa biomassasta koostui vain muutamasta levälajista. Limalevää havaittiin vain Kivijärven pohjoisosassa elokuussa, ja määrä oli hyvin pieni. Vuonna 2015 Kivijärven kasviplanktonin biomassa oli alle kymmenesosa vuoden 2008 biomassan määrästä.



Kuva 7-6. Kivijärven biomassa ja lajistokoostumus kesä-elokuussa 2015. Kuvaan on lisäksi merkitty Mitikan ym. (2001) määrittelemät rehevyytason luokkarajat.

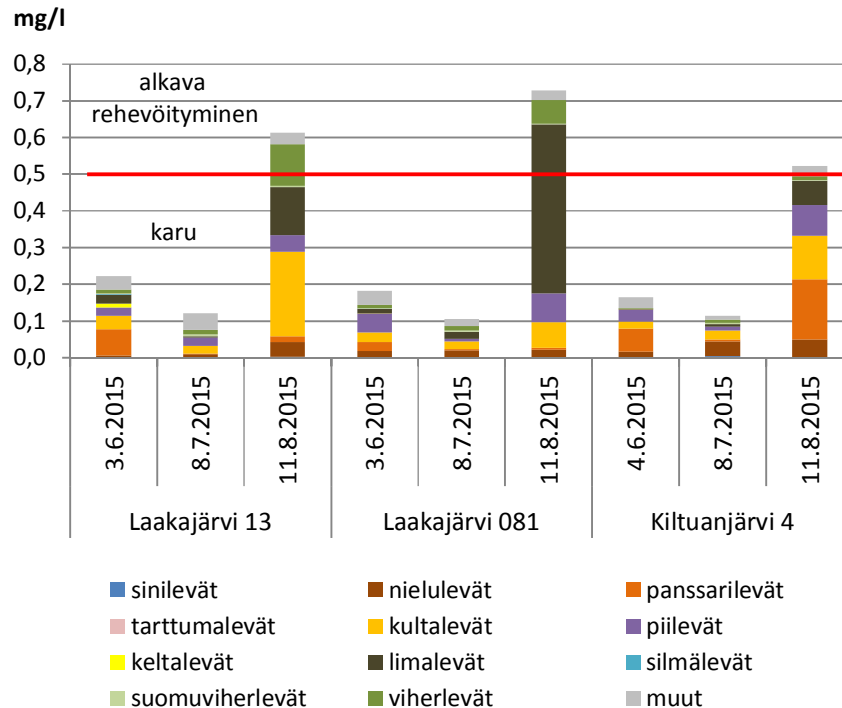
Kivijärven näytteistä lasketut ekologisen tilan tunnusluvut (Taulukko 7-6) viittaavat vuoden 2015 osalta poikkeuksetta erinomaiseen ekologiseen tilaan. Ekologisen tilaluokan määrittely perustuu kuitenkin vahvasti vesistön rehevyytasoon liittyviin muuttujiin. Kivijärven tapauksessa vesistöjen tilaan vaikuttavat voimakkaasti myös muut tekijät kuin ravinteisuus, ja tunnuslukujen (Taulukko 7-6) perusteella määritetty ekologinen tilaluokka on siten mitä todennäköisimmin virheellinen.

Taulukko 7-6. Vuoksen vesistöalueen järvien vuosien 2014–2015 kasviplanktonnäytteiden biomassa, TPI-indeksitulokset, näytteissä esiintyvien haitallisten sini-levin osuus ja taksonimäärä sekä tulosten ilmentämä ekologinen tilaluokka. E = erinomainen, HY = hyvä

Näytepiste	Näytteen- ottopvm	Pintavesi- tyyppi	Biomassa mg/l		TPI		Haitalliset sini-levät %		Taksonit lkm
Kivijärvi 2*	9.6.2015	Rh	0,14	E	-2,84	E	0	–	33
	2.7.2015		0,20	E	-2,59	E	0	E	30
	4.8.2015		0,43	E	-2,75	E	0	E	28
Kivijärvi 7*	9.6.2015	Rh	0,44	E	-1,94	E	0	–	40
	2.7.2015		0,43	E	-2,97	E	0	E	39
	4.8.2015		0,53	E	-2,61	E	0	E	34
Laakajärvi 13	3.6.2015	Rh	0,22	E	-2,76	E	0	–	39
	8.7.2015		0,12	E	-2,75	E	0	E	45
	11.8.2015		0,61	E	-0,27	E	0,2	E	45
Laakajärvi 081	3.6.2015	Rh	0,18	E	-2,27	E	0,1	–	48
	8.7.2015		0,11	E	-2,79	E	0,5	E	33
	11.8.2015		0,73	E	0,48	HY	0,1	E	47
Kiltuanjärvi 4	4.6.2015	Rh	0,16	E	-2,96	E	0	–	37
	8.7.2015		0,11	E	-2,72	E	4,3	E	37
	11.8.2015		0,52	E	-1,56	E	0,2	E	54
Haapajärvi 070	7.8.2014	Rh	1,46	HY	-1,44	E	0,1	E	59
Päsmäri 063	22.8.2014	MRh	0,91	E	-0,54	E	0,3	E	53

* Vuodesta 2010 alkaen Kivijärveen on kohdistunut kaivostoiminnan kuormitusta. Pääosin rehevyytasoon liittyvien tekijöiden (biomassa, TPI, sini-levien esiintyminen) perusteella arvioituun ekologiseen tilaluokkaan liittyy näissä vesistöissä suurta epävarmuutta, sillä vesistöjen tilaan vaikuttavat ravinnepitoisuuksien lisäksi voimakkaasti myös muut tekijät.

Laakajärven kasviplanktonnäytteiden biomassat olivat kesä-heinäkuussa 2015 hyvin pieniä ja elokuussa 2015 kohtalaisia (Kuva 7-7). Lajiston diversiteetti vaihteli pienestä keskimääräiseen. Pääosa biomassasta koostui vain muutamasta levälajista. Limalevää esiintyi runsaasti elokuussa etenkin järven keskiosassa. Näytteissä esiintyi epäorgaanista ainesta, mutta huonokuntoisia leviä ei havaittu. Laakajärven lajisto vastasi kaivostoiminnan kuormittamattomissa järvissä tavattua lajistoa huomattavasti paremmin kuin Kivijärven kasviplanktonlajisto.



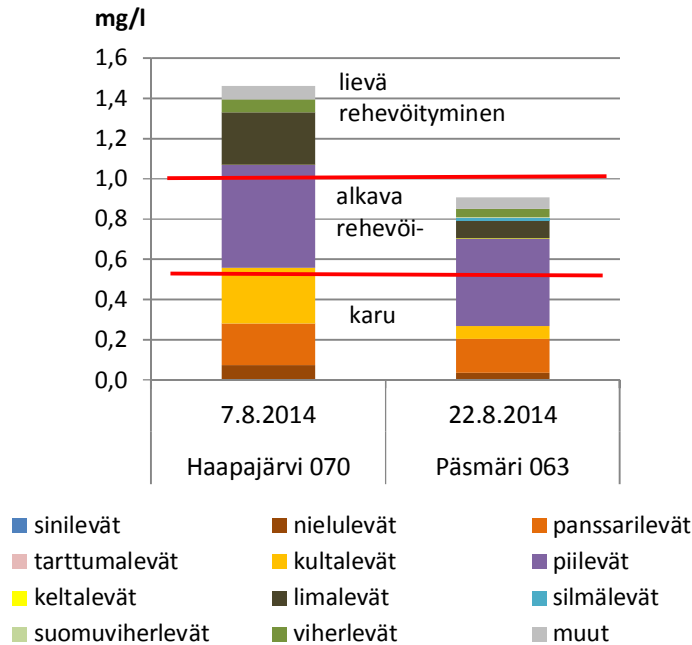
Kuva 7-7. Laakajärven ja Kiltuanjärven biomassa ja lajistokoostumus kesä-elokuussa 2015. Kuvaan on lisäksi merkitty Mitikan ym. (2001) määrittelemät rehevyytason luokkarajat.

Kesän 2015 kasviplanktonnäytteistä lasketut ekologisen tilan tunnusluvut viittasivat pääosin erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-6). Laakajärveen kohdistuva kaivostoiminnan kuormitus on selvästi vähäisempää kuin Kivijärveen kohdistuva kuormitus, joten Laakajärven tilaluokan määrittelyä voidaan pitää luotettavampana kuin Kivijärven luokittelua.

Kiltuanjärven kasviplanktonin biomassa oli kesä-heinäkuussa 2015 erittäin pieni ja elokuussa melko pieni (Kuva 7-7). Lajiston diversiteetti oli pieni, ja suuri osa biomassasta koostui muutamasta levälajista. Limalevää esiintyi vähän. Kesällä 2015 näytteissä ei havaittu merkittävässä määrin huonokuntoisia leviä ja epäorgaanista ainesta esiintyi verrattain vähän.

Kiltuanjärven kasviplanktonnäytteistä lasketut ekologisen tilan tunnusluvut viittasivat erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-6). Kesällä 2015 järveen ei havaittu kohdistuvan merkittävää kuormitusta. Ekologisen tilan arviota voidaan pitää verrattain luotettavana.

Haapajärven ja Päsmärin kasviplanktonnäytteiden biomassat viittasivat kesällä 2014 alkavaan tai lievään rehevyyteen (Kuva 7-8). Näytteiden lajisto koostui pääosin piilevistä, kultalevistä, nielulevistä ja panssarilevistä. Sinileviä esiintyi hyvin vähän. Näytteistä laskevat ekologisen tilan tunnusluvut viittasivat pääosin erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-6). Kaivosvesien kuormitusvaikutusta ei ollut havaittavissa.



Kuva 7-8. Haapajärven ja Pääsmäriin biomassa ja lajistokoostumus elokuussa 2014. Kuvaan on lisäksi merkitty Mitikan ym. (2001) määrittelemät rehevyytason luokkarajat.

7.2.2 Piilevät

Piileviä esiintyy kaikissa vesistöissä, ja ne muodostavat merkittävän osan perustuottajista etenkin pienissä virtavesissä. Virtavesien kivipinnoilla kasvavat piilevät saavat kaiken ravintonsa ympäröivästä vedestä, ja siten leväyhteisön rakenne kuvastaa hyvin vesistön ekologista laatua ja rehevyyttä sekä vesistöön mahdollisesti kohdistuvaa kuormitusta. Voimakkaimmin piileväyhteisön rakenteeseen vaikuttavat vesistön pH-tasoon ja suolapitoisuuteen liittyvät tekijät sekä veden ravinteisuus (esim. Soininen ym. 2004, Andrén & Jarlman 2008).

Piilevätutkimusten tulosten tarkastelussa käytettiin vuoteen 2012 saakka Elorannan ym. (2007) ohjeistuksen mukaisesti vesistön ekologista tilaa ilmentävää IPS-indeksiä. Indeksillä kuvaa vedenlaatua ja erityisesti orgaanisen ravinnekuormituksen määrää (Eloranta ym. 2007). Vuonna 2012 julkaistun ohjeistuksen (Aroviita ym. 2012) myötä ympäristöhallinto siirtyi käyttämään vesistöjen ekologisen tilan tarkastelussa uusia TT40- ja PMA-indeksejä, jotka tutkimusten mukaan kuvaavat jokipaikan päällysväestön tilaa edustavammin kuin aiemmin käytössä ollut IPS-indeksi. TT40-indeksin (tyypille ominaiset taksonit) laskennassa näytteenottoaikalla esiintyvää piileväälajistoa verrataan eri jokityypeille määriteltyyn tyyppilajistoon. PMA-indeksin (Percent Model Affinity, prosenttinen mallinkaltaisuus) laskennassa verrataan näytteenottoaikalla esiintyvän piileväyhteisön lajiston suhteellisia osuuksia vertailuaineistosta laskettuihin lajien keskimääräisiin suhteellisiin osuuksiin (Aroviita ym. 2012). TT40- ja PMA-indeksien lisäksi piilevä-analyysissä käytetään TDI-indeksiä (Trophic Diatom Index, piilevien trofiaindeksi), jonka avulla voidaan tarkastella vesistön rehevyytensä ja erityisesti vesistöön kohdistuvaa ravinnekuormitusta.

Indeksien ohella piilevätulosten tulkinnassa käytetään Omnidia-ohjelmiston näytteen piileväälajiston perusteella laskemia ekologisia jakaumia (perustana van Dam ym. 1994 ilmoittamat ekologiset luokittelut), joista tärkeimpiä ovat levien jakautuminen eri pH-luokkiin sekä suolapitoisuus-, trofiataso- ja saprobialuokittelut. Trofiatasoluokittelu kuvaa levän suosimaa ravinteisuusluokkaa, kun taas saprobialuokittelu ilmentää levien orgaanisen kuormituksen sietokykyä (Eloranta ym. 2007).

Terrafamen kaivoksen alapuolisten vesien piileväyhteisöjen tilaa on tarkasteltu kaivoksen veloitetarkkailun raporttien (Pöyry Environment Oy 2008, Pöyry Finland Oy 2011 ja 2014b, Ramboll Finland Oy 2015a ja 2016) perusteella. Pohjois-Savon ELY-keskus otti lisäksi piilevänäytteitä Nurmijoen reitiltä vuosina 2012 ja 2013 (Ecomonitor Oy 2012 ja 2013). Nykytilakuvaus perustuu syksyllä 2014 ja 2015 otettujen näytteiden tuloksiin. Syksyllä 2016 otettujen piilevänäytteiden raportti ei ollut vielä valmistunut nykytilakuvauksen kirjoittamisen aikaan marraskuussa 2016.

Piileväyhteisöjen tilan kehitys vuosina 2008–2013

Terrafamen kaivoksen alapuolisten jokien piilevistä on otettu ensimmäisen kerran näytteitä syksyllä 2008, jolloin vesistöihin ei purettu vielä lainkaan kaivoksen vesiä. Näytteet otettiin Kalliojoesta, Tuhkajoesta ja Lumijoesta. Kaivoksen rakennustyömaan vesiä johdettiin näytteenottoaikaan pohjoisessa Kuusijoen kautta Kalliojokeen ja edelleen Kolmisoppeen sekä etelässä Ylä-Lumijärven kautta Lumijokeen ja Kivijärveen. Suurin osa rakennustyömaan vesistä johdettiin etelään. Tuotannon käynnistymisen jälkeen piilevänäytteitä on otettu vuosina 2010 ja 2013–16. Veloitetarkkailun eri vuosien näytteenottoaikat on esitetty taulukossa (Taulukko 7-7).

Taulukko 7-7. Terrafamen kaivoksen alapuolisten jokien piilevänäytteenottoaikat vuosina 2008–2016. Pt = pieni turvemaiden joki, Kt = keskisuuri turvemaiden joki, St = suuri turvemaiden joki, n = näytteenottojen määrä

Näytteenottoaika	Pintavesi- tyyppi	Vesistö- alue	ETRS-TM35FIN	Näytteenottovuodet	n	
Kalliojoki	Kt	59.885	7099712	550816	2008, 2010, 2013–2016	6
Tuhkajoki	Kt	59.885	7102407	554089	2008, 2010, 2013–2016	6
Jormasjoki	Kt	59.881	7111572	553312	2013–2016	4
Lumijoki	Pt	04.645	7090131	545335	2008, 2010, 2013–2016	6
Kivijoki, Kivikoski	Pt	04.645	7087909	544872	2013–2016	4
Laakajoki, Multa-Väärä	Kt	04.643	7076309	543610	2013–2016	4
Nurmijoki, Haapakoski	St	04.642	7070193	538007	2014–2016	3
Nurmijoki, Koirakoski	St	04.642	7053334	539904	2013	1

Vuonna 2008 Kalliojoen, Tuhkajoen ja Lumijoen piileväyhteisöt koostuivat vähäravinteisissa, kuormittamattomissa ja runsashappisissa vesissä viihtyvistä lajeista. Valtaosa näytteiden levistä kuului vain muutamaan lajiin eli näytteiden lajirunsaus (diversiteetti) oli varsin pieni (Taulukko 7-8). Todennäköisesti suurin yksittäinen lajistoa muokannut tekijä oli vesien happamuus: kaikki valtalajit olivat tyypillisiä happamien humusvesien lajeja (Taulukko 7-9).

Taulukko 7-8. Kalliojoen, Tuhkajoen, Lumijoen ja Kivijoen piilevänäytteiden yleisesti esiintyneiden levälajien suhteellinen osuus (%) kaikista näytteistä määritetyistä piilevistä vuosina 2008, 2010 ja 2013–2015. 0 = suhteellinen osuus < 0,5 %

laji	Kalliojoki				Tuhkajoki			
	2008	2010	2014	2015	2008	2010	2014	2015
Achnanthydium minutissimum -ryhmä			59	55			21	22
Brachysira neoexilis Lange-Bertalot			3	11			2	2
Diatoma moniliformis Kützing			29	5			15	12
Diatoma problematica Lange-Bertalot								
Diatoma tenuis Agardh								0
Encyonema silesiacum (Bleisch) D. G. Mann						5		
Eunotia bilunaris (Ehr.) Mills var. bilunaris	4	3		3	18	15	3	5
Eunotia incisa Gregory var. incisa	10	29			3	12		
Eunotia meisteri Hustedt	13	4			4		0	
Eunotia minor (Kütz.) Grunow			0	6			4	7
Eunotia rhomboidea Hustedt	56	43	1			20		3
Fragilaria gracilis Østrup			1				2	2
Frustulia erifuga Lange-Bertalot & Krammer					11		1	0
Gomphonema exilissimum (Grun.) L-B. & Reich.				0	7	19		8
Gomphonema parvulum (Kütz.) Kutz. var. parvulum						11		4
Gomphonema varioeduncum Jüttner et al.			3	1			20	1
Nitzschia dissipata -ryhmä		0					3	3
Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing			0		23		2	6
yhteensä (%)	84	80	96	82	66	81	74	74

laji	Lumijoki				Kivijoki		
	2008	2010	2014	2015	2013*	2014	2015
Achnanthydium minutissimum -ryhmä			62		15	0	18
Brachysira neoexilis Lange-Bertalot		26	4	3	13	13	6
Diatoma moniliformis Kützing		56		16			15
Diatoma problematica Lange-Bertalot			1				
Diatoma tenuis Agardh		8	5		45	54	
Encyonema silesiacum (Bleisch) D. G. Mann							
Eunotia bilunaris (Ehr.) Mills var. bilunaris	28		1	4	1		2
Eunotia incisa Gregory var. incisa			1				
Eunotia meisteri Hustedt	19						
Eunotia minor (Kütz.) Grunow				20		0	5
Eunotia rhomboidea Hustedt	27			5			
Fragilaria gracilis Østrup			1	0	1		3
Frustulia erifuga Lange-Bertalot & Krammer							
Gomphonema exilissimum (Grun.) L-B. & Reich.					5		28
Gomphonema parvulum (Kütz.) Kutz. var. parvulum			1		1		9
Gomphonema varioeduncum Jüttner et al.			3	3	2	1	
Nitzschia dissipata -ryhmä			0	7			
Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing	13			0	1	0	1
yhteensä (%)	86	90	79	58	85	69	86

*tarkkailu alkoi v. 2013

Taulukko 7-9. Tutkituissa joissa yleisinä esiintyneiden piilevien suosima pH-luokka, suolapitoisuustaso ja trofiataso (lajitiedot Omnidia 5.5 -ohjelmiston tietokanta 28.11.2016).

laji	pH	suola- pitoisuus	trofiataso
Achnanthydium caledonicum (Lange-Bertalot) L-B.	neutraali	oligohalobi	oligotrofinen
Achnanthydium lineare W. Smith	neutraali	–	–
Achnanthydium minutissimum (Kütz.) Czarnecki	neutraali	oligohalobi	kaikki trofialuokat
Brachysira neoexilis Lange-Bertalot	asidofiili	oligohalobi	oligo-mesotrofinen
Diatoma moniliformis Kützing	alkalibiontti	mesohalobi	eutrofinen
Diatoma tenuis Agardh	alkalifiili	halofiili	eutrofinen
Encyonema silesiacum (Bleisch) D. G. Mann	neutraali	oligohalobi	kaikki trofialuokat
Eunotia bilunaris (Ehr.) Mills var. bilunaris	alkalibiontti	oligohalobi	kaikki trofialuokat
Eunotia incisa Gregory var. incisa	asidofiili	halofobi	oligotrofinen
Eunotia meisteri Hustedt	asidofiili	halofobi	oligotrofinen
Eunotia minor (Kütz.) Grunow	asidofiili	halofobi	–
Eunotia rhomboidea Hustedt	asidofiili	halofobi	oligotrofinen
Fragilaria gracilis Østrup	neutraali	oligohalobi	oligo-mesotrofinen
Frustulia erifuga Lange-Bertalot & Krammer	asidofiili	halofobi	oligotrofinen
Gomphonema exilissimum (Grun.) L-B. & Reich.	neutraali	halofobi	oligotrofinen
Gomphonema parvulum (Kütz.) Kutz. var. parvulum	neutraali	oligohalobi	eutrofinen
Gomphonema varioeduncum Jüttner et al.	asidofiili*	–	–
Nitzschia dissipata (Kützing) Gr-w ssp. dissipata	alkalifiili	oligohalobi	meso-eutrofinen
Nitzschia dissipata (Kütz.) Gr-w var. media (Han.) Gr-w	alkalifiili	oligohalobi	–

halofobi = suolapitoisuus < 0,2 ‰, Cl

oligohalobi = suolapitoisuus < 0,9 ‰

halofiili = suolapitoisuus 0,9–1,8 ‰

mesohalobi = suolapitoisuus 1,8–9,0 ‰

* Jüttner ym. 2013

asidobiontti = pH < 5,5

asidofiili = 5,5, < pH < 7

neutraali = pH noin 7

alkalifiili = pH > 7

alkalibiontti = pH aina > 7

Vuonna 2010 Kalliojoen piilevyyhteisö koostui pääosin karuja, happamia vesiä suosivista lajeista. Tuhkajoen lajistossa havaittiin aikaisempaa enemmän monenlaisissa pH-ympäristöissä viihtyviä leviä samalla, kun pelkästään happamia vesiä suosivien levien osuus oli vähentynyt. Lumijoen lajisto oli vuonna 2010 muuttunut huomattavasti vuoden 2008 lajistoon verrattuna. Happamille vesistöille tyypilliset lajit olivat vähentyneet voimakkaasti, ja suuri osa lajistosta koostui vuonna 2010 *Diatoma moniliformis* -levistä. *Diatoma*-suvun lajit suosivat vesistöjä, joissa suolojen määrä ja siten sähkönjohtavuusarvo ovat kohonneet (Taulukko 7-9). Tyypillisesti näitä leviä esiintyy Suomessa kuormittamattomien sisävesien piilevänäyhteisissä korkeintaan yksittäisiä soluja. *D. moniliformis* -lajin on havaittu yleistyneen Appalakkien alueella Yhdysvalloissa vesistöissä, joihin kohdistuu kaivostoiminnan kuormitusta (Carlisle ym. 2008). Potapovan ja Charlesin (2003) aineistossa *D. moniliformis* esiintyi jokivesistöissä, joiden sähkönjohtavuus oli 168–774 µS/cm (17–77 mS/m). Saman suvun laji *D. tenuis* on yhtä luokkaa vähäsuolaisemman veden laji kuin *D. moniliformis* (Taulukko 7-9), mutta myös se suosii vesistöjä, joissa sähkönjohtavuus ja suolojen määrä on kohonnut (Porter-Goff ym. 2013). Näiden seikkojen perusteella *Diatoma*-suvun levien runsastumista voidaan pitää merkkinä kaivostoiminnan aiheuttamasta suolakuormituksesta vesistöissä.

Seuraavan kerran piilevänäytteet otettiin Kalliojoesta, Tuhkajoesta ja Lumijosta syyskuun alussa 2013. Tällöin näytteitä otettiin lisäksi Jormasjoesta, Kivjoesta, Laakajoesta ja Nurmijoen. Kalliojoen, Tuhkajoen ja Lumijoen piilevälajisto poikkesi huomattavasti vuonna 2008 ennen kaivostoiminnan aloittamista havaitusta lajistosta. *Diatoma*-suvun lajien esiintyminen oli runsasta kaikissa kolmessa joessa. Kivijoen havaittiin niin

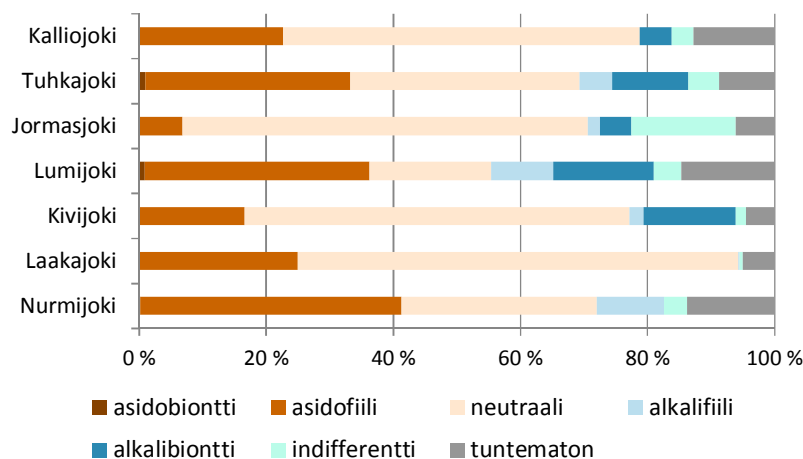
ikään runsaasti *Diatoma*-suvun leviä. Jormasjoessa *Diatoma*-suvun lajien esiintyminen oli vähäistä. Laakajoessa tai Nurmijoessa näitä leviä ei esiintynyt lainkaan. Vuonna 2013 kaivoksen kuormitusvaikutus oli havaittavissa Kalliojoessa, Tuhkajoessa, Lumijoessa ja Kivijoessa.

Piileväyhteisöjen nykytila 2014–2015

Vuosina 2014–2015 piilevänäytteet otettiin kolmesta joesta Oulujoen vesistöalueelta ja neljästä joesta Vuoksen vesistöalueelta (Taulukko 7-7). Seuraavassa piileväyhteisöjen nykytila on käsitelty erikseen Oulujoen vesistöalueen jokien (Kalliojoki, Tuhkajoki ja Jormasjoki) ja Vuoksen vesistöalueen jokien (Lumijoki, Kivijoki, Laakajoki ja Nurmijoki) osalta.

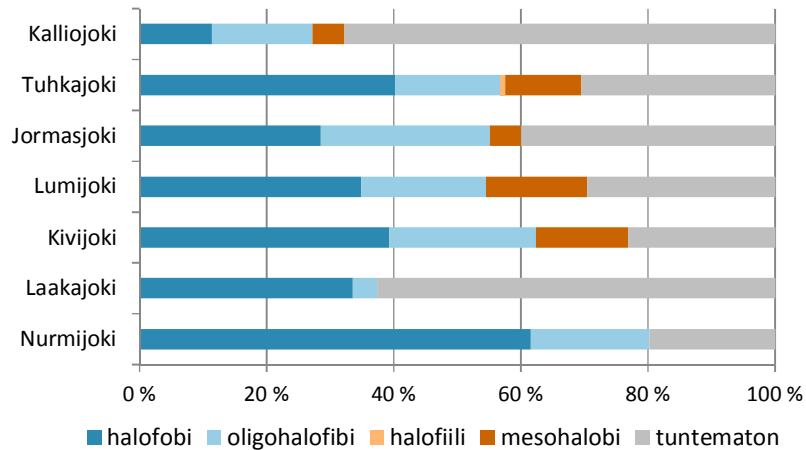
Oulujoen vesistöalue

Vuonna 2014 Kalliojoen piilevälajisto koostui pääosin neutraaleja tai emäksisiä vesiä suosivista levistä. Seuraavan vuonna emäksisiä vesiä suosivien levien määrä oli pieni, ja lajisto koostui pääosin neutraaleja ja happamia vesiä suosivista levistä (Kuva 7-9). Tuhkajoessa esiintyi kumpanakin vuonna jonkin verran emäksisiä olosuhteita suosivia leviä, mutta suurin osa levistä kuului happamia tai emäksisiä vesiä suosiviin lajeihin. Jormasjoessa suurin osa levistä kuului neutraaleja vesiä suosiviin lajeihin, minkä lisäksi esiintyi jonkin verran happamia tai emäksisiä vesiä suosivia leviä. Piileväaineiston perusteella Kalliojoen pH-arvoissa oli tapahtunut muutoksia vuosien 2014 ja 2015 näytteenotokertojen välillä.



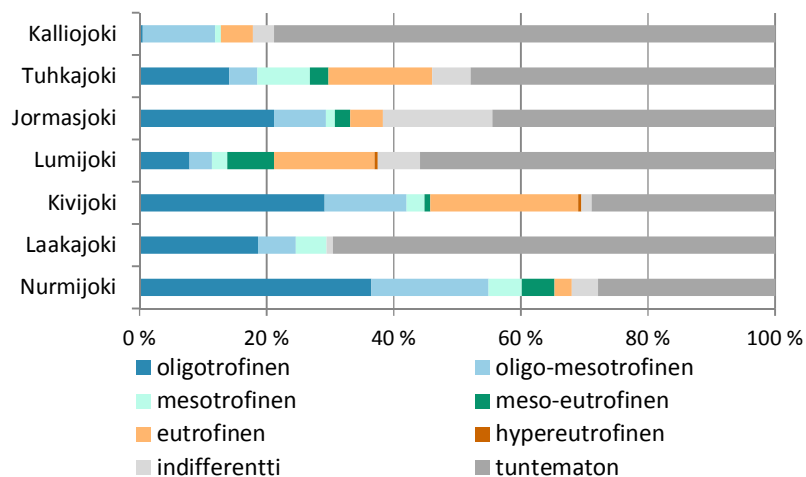
Kuva 7-9. Terrafamen kaivoksen alapuolisista joista syksyllä 2015 otettujen piilevänäytteiden levien jakautuminen pH-tasoluokkiin (aineisto: Ramboll Finland Oy 2016). Tasoluokkien selitykset on esitetty taulukossa (Taulukko 7-9).

Vuosina 2014 ja 2015 sekä Kalliojoessa että Tuhkajoessa esiintyi jonkin verran suolapitoisia vesiä suosivia *Diatoma moniliformis* -leviä (Taulukko 7-8, Kuva 7-10). Jormasjoessa näitä leviä esiintyi vuonna 2014 hyvin vähän, mutta vuonna 2015 levien määrä runsastui. Kalliojoessa ja Tuhkajoessa *D. moniliformis* -levien esiintyminen väheni vuonna 2015 vuoden 2014 tasoon verrattuna, mutta Jormasjoessa esiintyminen kasvoi alle 1,5 prosentista viiteen prosenttiin. Levien esiintyminen viittaa suolapitoisten vesien vaikutukseen Jormasjoessa. *D. moniliformis* -levien lisäksi näytteissä esiintyi runsaasti *Achnantheidium minutissimum* -ryhmän leviä, joita esiintyy yleisesti Suomessa monenlaisissa vesistöissä.



Kuva 7-10. Terrafamen kaivoksen alapuolisista joista syksyllä 2015 otettujen piilevänäytteiden levien jakautuminen tasoluokkiin suolapitoisuuden suhteen (aineisto: Ramboll Finland Oy 2016). Tasoluokkien selitykset on esitetty taulukossa (Taulukko 7-9).

Oulujoen vesistöalueen rehevyydestä on haastavaa tehdä päätelmiä piileväaineiston avulla. Vuosina 2014–2015 levänäytteiden trofiatasoluokittelun tuloksissa on esiintynyt vaihtelua, ja osassa näytteistä suurin osa levistä on kuulunut lajeihin, joiden suosima rehevyystaso ei ole tiedossa (Kuva 7-11). Lähes kaikissa näytteissä on esiintynyt sekä vähäravinteisille että reheville vesille tyypillisiä lajeja. Kalliojoen ja Jormasjoen vuoden 2014 näytteissä esiintyi myös runsaasti leviä, joiden esiintyminen ei ole riippuvainen vesistön rehevyydestä. Voidaan olettaa, että kaivoksen alapuolisissa vesistöissä piileväyhteisön koostumusta ohjaavat ennen kaikkea pH-tasoon ja suolapitoisuuksiin liittyvät tekijät, joten piilevästä kertoo vain rajoitetusti vesistön rehevyydestä.



Kuva 7-11. Terrafamen kaivoksen alapuolisista joista syksyllä 2015 otettujen piilevänäytteiden levien jakautuminen tasoluokkiin vesistön trofiatason suhteen (aineisto: Ramboll Finland Oy 2016).

Piilevänäytteistä on vuosina 2008–2016 laskettu IPS- ja TDI-indeksi-arvot. Vuonna 2013 näytteistä laskettiin myös PMA- ja TT40-tulokset. IPS-tulokset ovat Tuhkajoen vuoden 2014 näytettä lukuun ottamatta ilmentäneet erinomaista ekologista tilaa. PMA- ja TT40-indeksitulosten hajonta oli vuonna 2013 suurta, sillä tulokset viittasivat välttävistä aina erinomaiseen tilaan saakka indeksistä ja näytepisteestä riippuen. IPS-indeksi on alun perin kehitetty vesistöihin kohdistuvan orgaanisen aineen ja ravinte-kuormituksen vaikutusten arviointiin, mihin tarkoitukseen se sopii hyvin (esim. Kelly ym.

1995). Terrafamen kaivoksen kuormitus on kuitenkin näkynyt alapuolisissa vesistöissä pääosin suola- ja metallipitoisuuksien nousuna. Näistä syistä IPS-indeksitulokset eivät luotettavasti kuvaa kaivoksen alapuolisten vesien ekologista tilaa. PMA- ja TT40-indeksien laskennassa piilevänäytteen lajistoa verrataan samankaltaisen, luonnontilaisen vesistön piilevälajistoon. Vuonna 2013 indeksilaskennan tulokset olivat kuitenkin ristiriitaisia, ja on vaikea arvioida, miten hyvin ne kuvaavat kaivoksen alapuolisten vesien ekologista tilaa. Vuosina 2014–2016 PMA- ja TT40-indeksituloksia ei ole velvoitetarkkailun yhteydessä enää laskettu.

Vuosien 2014–2015 TDI-rehevyyksindeksitulosten perusteella Kalliojoki, Tuhkajoki ja Jormasjoki olivat melko vähäravinteisia (oligotrofisia tai oligo-mesotrofisia) vesistöjä. Vedenlaadun tarkkailutietojen perusteella Jormasjoen ravinnepitoisuudet olivat vähäravinteisille vesille tyypillistä tasoa. Kalliojoessa ja Tuhkajoessa ravinnepitoisuudet vaihtelivat. Kokonaistypen keskipitoisuudet viittasivat keskiravinteisuuteen ja fosforin keskipitoisuudet Kalliojoessa keskiravinteisuuteen ja Tuhkajoessa vähäravinteisuuteen. TDI-indeksitulokset kuvaavat pääosin vesistöjen fosforipitoisuuksia (Kelly & Whitton 1995), ja jokien TDI-tulokset ovatkin melko yhdenmukaisia vedenlaadun tarkkailutulosten kanssa.

Vuoksen vesistöalueella useimpien näytteiden lajisto koostui vuosina 2014 ja 2015 happamia tai neutraaleja vesistöjä suosivista levistä (Kuva 7-9). Poikkeuksen muodosti Kivijoesta syksyllä 2014 otettu näyte, jossa lähes 60 prosenttia näytteen levistä kuului emäksisiä vesiä suosiviin lajeihin. Eniten happamia olosuhteita suosivia leviä esiintyi Laakajoen vuoden 2014 näytteessä, jossa noin 70 prosenttia levistä kuului happamia vesiä suosiviin lajeihin. Kaikilla näytepaikoilla oli havaittavissa ainakin jonkin verran muutosta levien jakautumisessa pH-tasoluokkiin eri vuosina.

Diatoma moniliformis -leviä ei havaittu lainkaan Vuoksen vesistöalueen näytteissä vuonna 2014. Vuonna 2015 niitä esiintyi jonkin verran Lumijoessa ja Kivijoessa (Taulukko 7-8, Kuva 7-10). *D. moniliformis* -leviin verrattuna alempia suolapitoisuuksia suosivia *Diatoma tenuis* -leviä havaittiin sen sijaan jonkin verran Lumijoessa ja runsaasti Kivijoessa vuonna 2014. Vuonna 2015 *D. tenuis* -leviä ei havaittu lainkaan Vuoksen suunnalla. Näytteissä havaittu vuosien välinen vaihtelu voi olla sattumaa. Vuosina 2014–2015 Diatoma-suvun levien esiintyminen rajoittui Vuoksen suunnalla Lumijokeen ja Kivijokeen. Laakajoessa ja Nurmijoessa *Diatoma*-leviä ei havaittu lainkaan, mikä viittaa siihen, että kaivoksen suolakuormituksen vaikutukset rajoittuivat piilevien osalta vesistöalueen ylimpiin osiin.

Vuonna 2014–2015 suurin osa Lumijoen piilevänäytteen levistä kuului lajeihin, joiden suosima rehevyytasoluokka ei ole tiedossa (Kuva 7-11). Kivijoessa esiintyi vuosien välillä melko suurta vaihtelua levien jakautumisessa trofiatasoluokkiin. Laakajoessa ja Nurmijoessa esiintyi sekä vähäravinteisuutta että keskiravinteisuutta suosivia leviä. Laakajoen vuoden 2015 näytteessä suurin osa levistä kuului lajeihin, joiden suosima rehevyytasoluokka ei ole tiedossa. Lumijoessa ja Kivijoessa piileväyhteisöjen rakenne todennäköisesti määräytyy ensisijaisesti vesistön pH-tason ja suolapitoisuuden suhteen, joten piileväyhteisön ilmentävästä rehevyytasosta ei voida tehdä luotettavia päätelmiä. Laakajoessa ja Nurmijoessa piileväyhteisön rakenne viittaa korkeintaan keskiravinteisiin olosuhteisiin.

Vuoksen suunnalla IPS-indeksitulokset viittasivat vuosina 2014–2015 hyvään-erinomaiseen ekologiseen tilaan. IPS-indeksi ei kuitenkaan anna vesistöjen tilasta luotettavaa kuvaa, sillä indeksi ilmentää lähinnä vesistöjen rehevyytasoa. PMA- ja TT40-indeksitulokset vuodelta 2013 viittasivat Lumijoessa välttävään–tydyttävään ekologiseen tilaan ja Kivijoessa tyydyttävään ekologiseen tilaan. Laakajoen ja Nurmijoen Koirakosken tuloksissa esiintyi melko suurta hajontaa indeksitulosten välillä (Laakajoki: tyydyttävä tai erinomainen tila, Nurmijoki: välttävä tai hyvä tila). Vuoden 2013 jälkeen

PMA- ja TT40-indeksituloksia ei ole enää laskettu velvoitetarkkailuun liittyvistä näytteistä.

Vuosien 2014–2015 näytteistä laskettujen TDI-rehevyyssindeksitulosten perusteella Lumijoki ja Kivijoki olivat melko vähäravinteisia vesistöjä. Laakajoki oli edellisiä vähäravinteisempi ja Nurmijoki oli indeksitulosten perusteella karu. Vuosien 2014–2015 vesistö tarkkailutuloksissa on esiintynyt Lumijoen ja Kivijoen osalta vaihtelua vähä- ja keskiravinteisuuden välillä. Laakajoen Multa-Väärästä otettujen vesinäytteiden tulosten perusteella joki oli vuosina 2014–2015 karu. Nurmijoen Haapakoskella ravinnepitoisuudet olivat vähä- tai keskiravinteisille vesille tyypillistä tasoa. Vedenlaatutietojen perusteella TDI-indeksitulokset hieman aliarvioivat vesistöjen rehevyytasoa.

7.2.3 Pohjaeläimet

Pohjaeläinanalyytit 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). Pohjaeläinyhteisöissä tapahtuu luontaista vaihtelua, joten pittemmältä aikaväliltä saatavat tulokset antavat tarkemman kuvan jokien ja järvien pohjaeläinlajistosta (mm. Huttunen, Hämäläinen 2003). Haitta-aineilla (esim. sulfaatti, metallit) on suorat toksiset vaikutukset pohjaeläimiin tietyissä pitoisuustasoissa, joita on käsitelty kohdassa 7.1. Pohjaeläinten herkkyys haitta-aineisiin vaihtelee eri lajien välillä. Esimerkiksi päiväkorento- (Ephemeroptera) ja koskikorentolajit (Plecoptera) ovat yleisesti herkkiä suolaisuudelle (Canedo-Arguelles ym. 2013). Suorien toksisten vaikutusten lisäksi pohjaeläinyhteisöt voivat muuttua haitta-aineiden myötä. Tällöin herkemät lajit vähenevät tai häviävät yhteisöissä ja tolerantit lajit lisääntyvät yhteisöissä. Yhteisötason muutoksia voi esiintyä vaikka haitta-ainepitoisuudet eivät ole toksisella tasolla. Lisäksi eri haitta-aineet voivat vaikuttaa lajien ja sitä kautta ekosysteemin toimintaan, vaikka yhteisöissä ei tapahdu muutoksia. Nykyisen ohjeistuksen mukaisesti ekosysteemin toimintaa ei arvioida järvien ja jokien ekologisen tilan luokittelussa. Haitta-aineiden yhteisvaikutukset voivat olla eri aineiden yhteenlaskettuja vaikutuksia (additiivinen). Yhteisvaikutukset voivat olla myös pienempiä kuin yhteenlasketut vaikutukset (antagonistisia), tai yhteisvaikutukset voivat olla suurempia kuin yhteenlasketut vaikutukset (synergistisiä).

Virtavesitutkimuskohteiden pohjaeläimistön ekologista tilaa on arvioitu kolmella eri pohjaeläinmittarilla: TT (tyyppiominaisten taksonien esiintyminen), EPT_h (tyyppiominaisten EPT-heimojen esiintyminen) ja PMA (Prosenttinen mallinkaltaisuus). Käytetyt pohjaeläinmittarit ovat ympäristöviranomaisen nykyohjeistuksen mukaisesti laskettuja (Arovii-ta ym 2012). Selvitysalueiden pohjaeläinlajistoa on verrattu valtakunnalliseen vertailu-aineistoon, jossa jokaiselle jokityypille on määritelty ns. tyyppiominaiset taksonit (TT), tyyppiominainen EPT-heimojen lukumäärä (EPT_h). Tyyppilajeiksi on katsottu ne lajit tai ylemmät taksonit, jotka esiintyvät vähintään 40 %:ssa tyyppin vertailuajoista. Tyyppiominaiset taksonit tarkoittavat siis kullekin jokityypille ominaisten taksonien havaittua lukumäärää. Tällä muuttujalla kuvataan taksonomista monimuotoisuutta (Hämäläinen ym. 2007).

Tyyppiominaisten EPT-heimojen määrällä tarkoitetaan puolestaan kullekin jokityypille ominaisten EPT-heimojen havaittua lukumäärää (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). Tällä muuttujalla kuvataan mm. tärkeiden taksonomisten ryhmien mahdollista puuttumista.

Pohjaeläinyhteisökoostumuksen ja -taksonien runsaussuhteiden kuvaamiseen on käytetty prosenttista mallinkaltaisuutta (PMA; Percent Model Affinity). Menetelmässä verra-

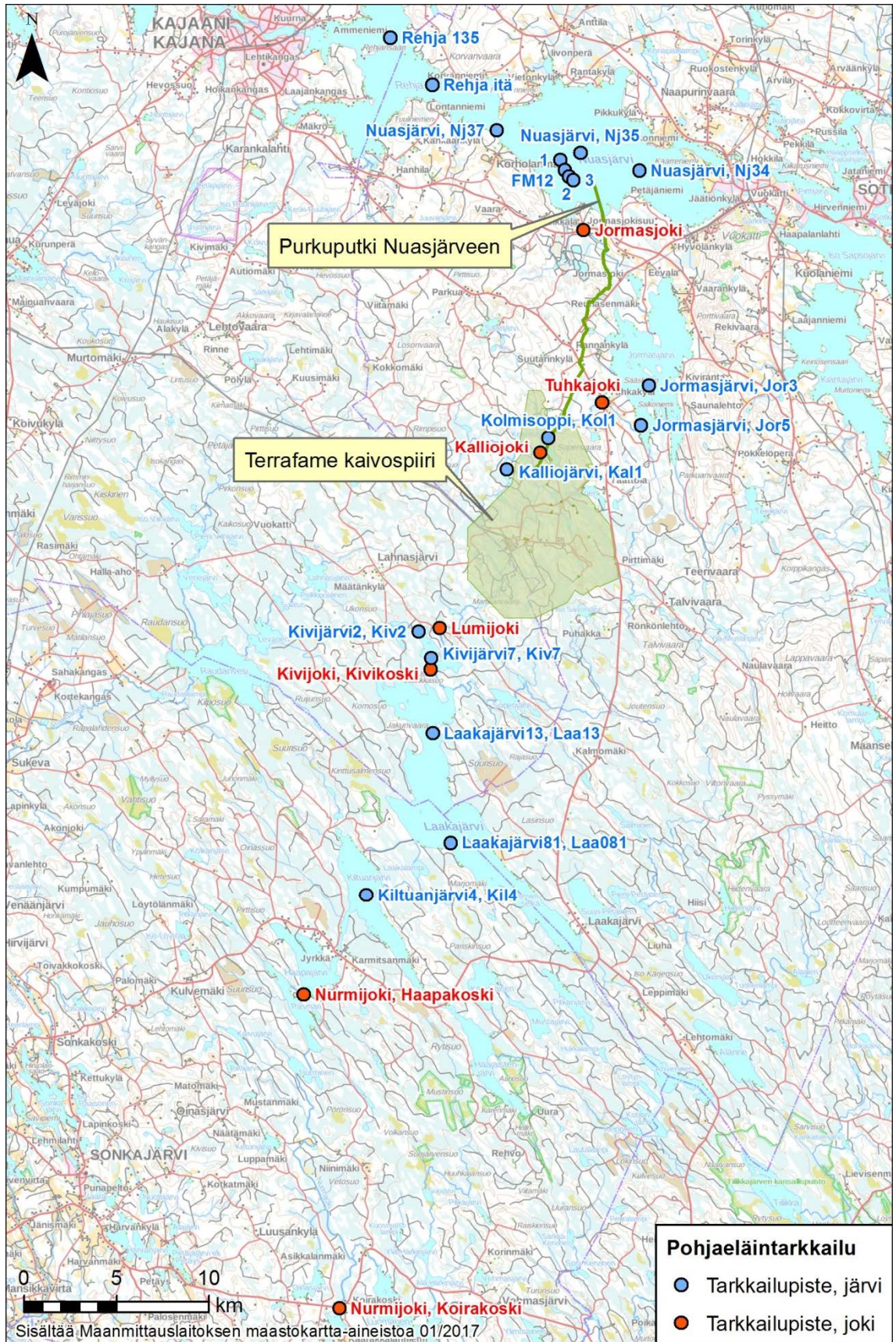
taan arvioitavan kohteen lajiston suhteellisia osuuksia vertailuaineistosta laskettuihin lajien keskimääriin suhteellisiin osuuksiin.

Tyyppiominaiset taksonit ja tyyppiominaisten EPT –heimojen lukumäärä kuvaa esiintyykö jokin taksoni yhteisössä. Prosenttinen mallinkaltaisuus ottaa huomioon myös yksilömäärän, joten se reagoi yhteisötason muutoksiin vaikka jokin laji ei häviä kokonaan yhteisöstä.

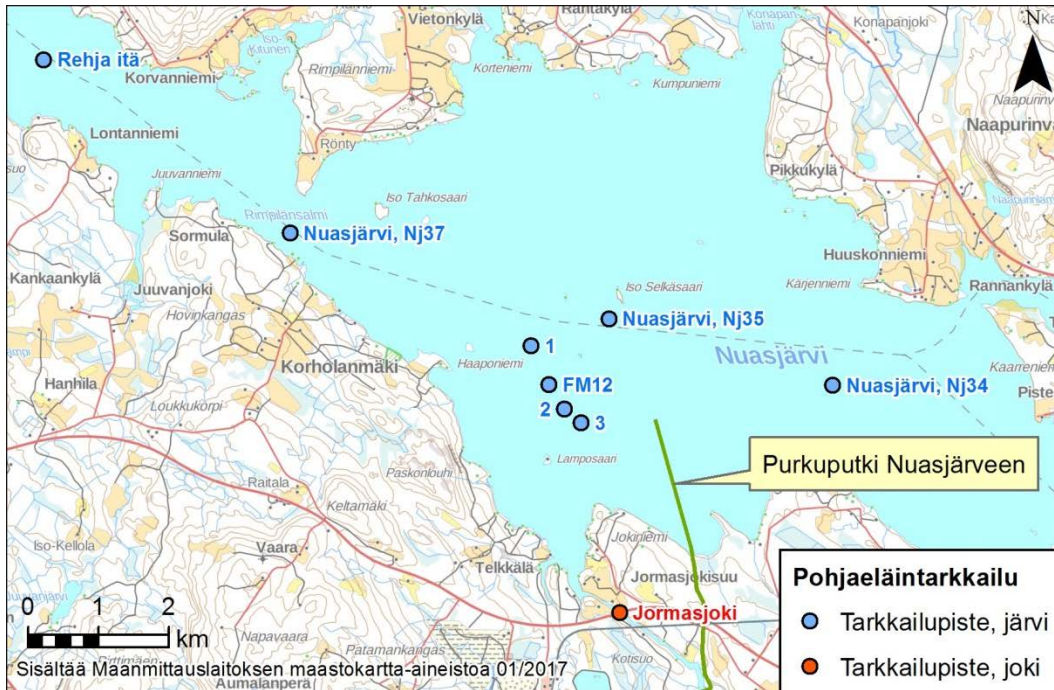
Järvien syvänpohjaeläinten ekologisessa tilaluokittelussa on käytetty PICM-syvänpohjaeläinindeksiä ja PMA-indeksiä (Jyväsjärvi&Hämäläinen 2011, Aroviita ym. 2012).

Lisäksi osasta seuranta- paikkoja on laskettu orgaanista kuormitusta kuvaava ASPT-indeksi. ASPT voi saada arvon väliltä 1-10 ja mitä pienempi indeksi on, sitä suurempaa orgaanista kuormitusta indeksi ilmaisee. ASPT indeksiä on verrattu jokityyppiikohtaisiin vertailuarvoihin, mutta ASPT-indeksi ei kuulu ympäristöhallinnon virallisiin ekologisen tilan luokittelumittareihin.

Arviointiselostuksen lähtötietona on käytetty kaivoksen velvoitetarkkailuaineistoa, joka on kerätty ja analysoitu ympäristöviranomaisen hyväksymällä tavalla. Kaivostoiminnan vaikutusalueen vesistöjen pohjaeläintarkkailututkimuksia on tehty vuosina 2008, 2010, 2012, 2013 ja 2015. Lisäksi Nuasjärveltä on olemassa pohjaeläintarkkailutuloksia vuodelta 2016. Tarkkailua on toteutettu kaivostoiminnan vaikutuspiirissä olevissa joissa ja järvissä. Tutkimusalueilta ei ole havaittu nykyään uhanalaisina pidettyjä lajeja. Tarkkailupisteiden sijainnit on esitetty kuvissa (Kuva 7-12). Vaikutuspiirissä olevista järvistä ei ole olemassa litoraalipohjaeläinnäytteitä. Litoraalipohjaeläinyhteisöissä diversiteetti on syvänpohjaeläinnäytteitä suurempaa ja litoraaliyhteisöissä esiintyy yleisesti enemmän herkkiä lajeja (esim. päiväkörennot). Näin ollen litoraalipohjaeläinnäytteiden puuttuminen tuo epävarmuutta järvien pohjaeläimistön vaikutusarviointiin. Seuraavassa on esitetty velvoitetarkkailujen pohjalta kaivoksen vaikutusalueen pohjaeläimistöjen nykytilaa.



Kuva 7-12. Pohjaelännäytteenottoalueiden sijainnit.



Kuva 7-13. Pohjaeläinnäytteenottoalueiden sijainnit Nuasjärnessä.

7.2.3.1 Oulujoen suunta

Kalliojärvi-Kalliojoki

Kalliojärvi kuuluu matalat runsashumuksiset järvet –tyyppiin (MRh), joten järven ekologista tilaa ei nykyohjeistuksen mukaan määritellä syvännepohjaeläimistön avulla. Otettujen pohjaeläinnäytteiden perusteella Kalliojärven pohjaeläimistön nykytila on heikko, sillä näytteissä esiintyi vain kahta taksonia ja yksilömäärä oli vähäistä vuoden 2015 otetussa näytteessä. Kalliojärven pohjaeläimistön tila onkin heikentynyt selvästi ja Kalliojärvi on ollut pysyvästi kerrostunut vuodesta 2011 lähtien. Kalliojärven nykyistä ekologista tilaa ei ole määritetty ympäristöviranomaisen toimesta.

Kalliojärvi purkaa vetensä Korentojoen kautta Kalliojokeen. Vuonna 2015 otettujen pohjaeläinnäytteiden perusteella Kalliojoki luokitui pohjaeläinmittarista riippuen joko hyvään tai erinomaiseen tilaan (Taulukko 7-10). Vuonna 2013 otettujen pohjaeläinnäytteiden perusteella kalliojoki luokitui hyvään ekologiseen tilaan. Vuonna 2015 Kalliojoen pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuus oli suurempi kuin alueelta on aiemmin keskimäärin havaittu (Taulukko 7-11).

Taulukko 7-10. Pohjaeläinten perusteella laskettu ekologinen luokka kolmella eri indeksillä. Lisäksi orgaanista kuormitusta kuvaava ASPT-2 indeksi. E=erinomainen, Hy=hyvä, T=tydyttävä, V=välttävä, Hu=huono. O=havaittu (Observed), E=ennustettu (Expected). ELS=ekologinen laatusuhde.

Joki	Vuosi	Tyyppi	Tyyppilajit (TT)				Tyyppi EPT (EPT _h)				PMA				ASPT-2	
			O	E	ELS	Stat	O	E	ELS	Stat	O	E	ELS	Stat	O	E
Lumijoki	2008	Pt	10	14,3	0,70	Hy	6	9,5	0,63	Hy/T	0,37	0,43	0,86	E	4,1	4,53
Lumijoki	2010	Pt	10	14,3	0,70	Hy	7	9,5	0,74	Hy	0,23	0,43	0,53	T	4,08	4,53
Lumijoki	2012	Pt	12	14,3	0,84	E/Hy	7	9,5	0,74	Hy	0,25	0,43	0,58	T	3,5	4,53
Lumijoki	2013	Pt	17	14,3	1,19	E	11	9,5	1,16	E	0,23	0,43	0,55	T	4,09	4,53
Lumijoki	2015	Pt	15	14,3	1,05	E	11	9,5	1,16	E	0,25	0,43	0,59	T	4,37	4,53
Kivijoki	2013	Pt	6	14,3	0,42	T/A	6	9,5	0,63	Hy/T	0,12	0,43	0,28	V	3,9	4,53
Kivijoki	2015	Pt	10	14,3	0,70	Hy	6	9,5	0,63	Hy/T	0,19	0,43	0,43	T	3,23	4,53

Nurmijoki, Haapakoski	2015	St	21	26,4	0,80	Hy	14	14,1	0,99	E	0,28	0,45	0,62	T	4,95	4,65
Nurmijoki, Koirakoski	2010	St	22	26,4	0,83	Hy	14	14,1	0,99	E	0,37	0,45	0,82	Hy	4,81	4,65
Nurmijoki, Koirakoski	2013	St	30	26,4	1,14	E	17	14,1	1,21	E	0,48	0,45	1,08	E	4,89	4,65
Nurmijoki, Koirakoski	2015	St	26	26,4	0,99	E	14	14,1	0,99	E	0,46	0,45	1,03	E	4,7	4,65
Kalliojoki	2008	Kt	19	21,3	0,89	E	9	13,1	0,69	Hy/T	0,29	0,42	0,67	Hy/T	4,63	4,68
Kalliojoki	2010	Kt	9	21,3	0,42	T/A	7	13,1	0,53	T	0,23	0,42	0,54	T	4,85	4,68
Kalliojoki	2012	Kt	13	21,3	0,61	T	10	13,1	0,76	Hy	0,24	0,42	0,56	T	4,67	4,68
Kalliojoki	2013	Kt	16	21,3	0,75	Hy	11	13,1	0,84	Hy	0,35	0,42	0,83	Hy	4,68	4,68
Kalliojoki	2015	Kt	22	21,3	1,03	E	11	13,1	0,84	Hy	0,31	0,42	0,74	Hy	4,26	4,68
Tuhkajoki	2008	Kt	25	21,3	1,17	E	12	13,1	0,92	E/Hy	0,44	0,42	1,05	E	4,82	4,68
Tuhkajoki	2010	Kt	22	21,3	1,03	E	12	13,1	0,92	E/Hy	0,51	0,42	1,20	E	4,78	4,68
Tuhkajoki	2012	Kt	21	21,3	0,99	E	12	13,1	0,92	E/Hy	0,44	0,42	1,05	E	4,45	4,68
Tuhkajoki	2013	Kt	25	21,3	1,17	E	14	13,1	1,07	E	0,33	0,42	0,78	Hy	5,04	4,68
Tuhkajoki	2015	Kt	23	21,3	1,08	E	12	13,1	0,92	E/Hy	0,41	0,42	0,98	E	4,6	4,68
Jormasjoki	2013	Kt	25	21,3	1,17	E	15	13,1	1,15	E	0,43	0,42	1,02	E	4,32	4,68
Jormasjoki	2015	Kt	26	21,3	1,22	E	17	13,1	1,30	E	0,52	0,42	1,23	E	4,56	4,68

Taulukko 7-11. Tarkkailupisteiden pohjaeläinyhteisöjen tunnuslukuja. Pt=Pienet turvemaiden joet, Kt=Keskisuuret turvemaiden joet, St=Suuret turvemaiden joet, n=näytemäärä, H'=Shannon Wiener-diversiteetti-indeksi, ASPT=ASPT-indeksi.

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

Kolmisoppi

Kalliojoki laskee Kolmisoppeen. Vuonna 2015 otettujen pohjaeläinnäytteiden perusteella Kolmisopen pohjaeläimistön ekologinen tila on tyydyttävä kun se edellisvuosina on ollut erinomainen tai hyvä (Taulukko 7-12). Kolmisopen pohjaeläimistöyhteisön ekolo-

gista tilaa on todennäköisesti heikentänyt hapettomuus, happamuus ja sulfaattipitoisuudet.

Taulukko 7-12. Pohjaeläinten perusteella laskettu ekologinen luokka kahdella eri indeksillä. E=erinomainen, Hy= hyvä, T=tydyttävä, V=välttävä, Hu=huono. O=havaittu(Observed), E=ennustettu(Expected). ELS=ekologinen laatusuhde.

Näytteenottoalue VPD (tyyppi)	Kolmisoppi (Kol 1) Rh					Jormasjärvi (JOR 5) Kh					Jormasjärvi (Jor 3)				
	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015
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	0,6	1,47	1,258	1,731	1,31	0,6	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	0,96	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	1,5
PICM Hy/T	0,72	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	0,48	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	0,75
PICM V/Hu	0,24	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	-	-	-	-	-	1,65	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

Tuhkajoki

Kolmisoppi laskee vetensä Tuhkajokeen. Tuhkajoen pohjaeläimistön ekologinen tila on ollut tarkkailuvuosina erinomainen tai hyvä (Taulukko 7-10), vaikkakin nikkelin, sinkin ja sulfaatin pitoisuudet ovat olleet joinakin vuosina korkeita. Vuonna 2015 Tuhkajoen taksonimäärä oli pienempi kuin edellisvuosina keskimäärin. Taksonimäärän laskua selittää osaltaan edellisvuosia pienempi yksilömäärä (Taulukko 7-11).

Jormasjärvi

Tuhkajoki laskee vetensä Jormasjärveen. Jormasjärveltä näytteitä on otettu näytenäytteistä Jor 5 ja Jor 3. Jormasjärven Jor 5 -alue on luokitunut pohjaeläinmittareiden perusteella joko hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-12). Pohjaeläinten yksilömäärät Jor 5 -alueella ovat kuitenkin vähentyneet kaivosta edeltäneestä ajasta. Tarkkailutulosten perusteella Jor 3 -alue on luokitunut pohjaeläinten perusteella erinomaiseen/hyvään ekologiseen tilaan. Ympäristöviranomaiset ovat arvioineet Jormasjärven ekologisen tilan hyvään luokkaan.

Jormasjoki - Rehja-Nuasjärvi

Jormasjärvi purkaa vetensä Jormasjokeen. Jormasjoesta on otettu pohjaeläinnäytteet vuosina 2013 ja 2015 (Taulukko 7-10). Jormasjoki luokitui vuosina 2013 ja 2015 kaikkien pohjaeläinmittareiden perusteella erinomaiseen tilaluokkaan. Ympäristöviranomaiset ovat arvioineet Jormasjoen hyvään ekologiseen tilaluokkaan.

Jormasjoki laskee Rehja Nuasjärvi vesimuodostumaan. Vuonna 2015 Rehja-Nuasjärveltä on otettu ensimmäistä kertaa syvänpohjaeläinnäytteitä liittyen Terrafame Oy:n tarkkailuun. Lisäksi Nuasjärveltä on otettu syvänpohjaeläinnäytteitä muiden toimijoiden tarkkailujen yhteydessä. Vuonna 2015 otettujen pohjaeläinnäytteiden perusteella Rehja-Nuasjärvi luokitui joko tyydyttävään, hyvään tai erinomaiseen ekologiseen

tilaan (Taulukko 7-13). Näytenpiste Nj 35 luokitui molempien pohjaeläinmittareiden perusteella tyydyttävään ekologiseen tilaan. Vuonna 2016 otettujen syvänpohjaeläinten perusteella näytenpisteet: Nj1, Nj2, Nj3 ja Nj FM12 Nuasjärvellä luokittoivat pääosin erinomaiseen tilaan. Ainostaan pisteellä Nj1 ekologinen tila oli PICM-indeksin perusteella tyydyttävä. Pisteellä Nj1 yksilömäärät ovat kasvaneet edellisvuosista ja pohjaeläinyhteisön valtalajina oli hapettomuutta sietävä *Chaoborus flavicans*. Myös Rehjan selän itä –pisteellä *Chaoborus flavicans* on esiintynyt runsaana jo vuonna 2015 ennen purkupuutken vaikutusta alueella. Nuasjärveltä on otettu syvänpohjaeläinnäytteitä syksyllä 2016 pisteistä Nuasjärvi1, Nuasjärvi2, Nuasjärvi3 ja Nuasjärvi FM12. Vuoden 2016 tarkkailutulosten perusteella pohjaeläinlajisto on pysynyt samanlaisina tarkkailupisteillä Nuasjärvi2, Nuasjärvi3 ja Nuasjärvi FM12. Ainoastaan Nuasjärvi 1 pisteellä PICM-luokka on ollut aikaisempina tarkkailuvuosina hyvä, kun se vuonna 2016 oli tyydyttävä (Taulukko 7-14).

Taulukko 7-13. Pohjaeläinten perusteella laskettu ekologinen luokka kahdella eri indeksillä. E=erinomainen, Hy= hyvä, T=tyydyttävä, V=välttävä, Hu=huono. O=havaittu (Observed), E=ennustettu (Expected). ELS=ekologinen laatusuhde.

Näytteenottoalue VPD tyyppi		Nj 34 Sh	Nj 35 Sh	Nj 37 Sh	Rehja Itä Sh	Rehja 135 Sh
Näytteenottovuosi		2015	2015	2015	2015	2015
Näytesyvyys (m)		11	29,8	22,5	25	40
Näytemäärä		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	0,59	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/A	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

Taulukko 7-14. Pohjaeläinten perusteella laskettu ekologinen luokka kahdella eri indeksillä. E=erinomainen, Hy=hyvä, T=tyydyttävä, V=välttävä, Hu=huono. O=havaittu (Observed), E=ennustettu (Expected). ELS=ekologinen laatusuhde.

Näytteenottoalue Näytteenottovuosi Näytteenottosyvyys [m]	Nuasjärvi 1			Nuasjärvi 2			Nuasjärvi 3			Nuasjärvi FM12		
	2009	2013	2016	2009	2013	2016	2009	2013	2016	2009	2013	2016
	28	31	30	18	15	15	11	10	10	25	25	26
PICM (O)	1,57	1,59	1,23	1,924	1,667	1,82	1,589	1,774	2,03	1,512	1,504	1,477
PICM (E)	2,321	2,402	2,375	2,015	1,907	1,907	1,744	1,699	1,699	2,236	2,236	2,265
PICM Luokkaraja E/Hy	1,857	1,921	1,9	1,612	1,526	1,526	1,396	1,36	1,36	1,789	1,789	1,812
PICM Luokkaraja Hy/T	1,393	1,441	1,425	1,209	1,144	1,114	1,047	1,02	1,02	1,342	1,342	1,359
PICM luokka	Hy	Hy	T	E	E	E	E	E	E	Hy	Hy	Hy
PMA (O)	0,317	0,477	0,408	0,331	0,325	0,301	0,297	0,311	0,294	0,339	0,481	0,465
PMA (E)	0,447	0,447	0,447	0,447	0,447	0,447	0,447	0,447	0,447	0,447	0,447	0,447
PMA luokka	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

Näytteenottoalue Vuosi	Nuasjärvi 1			Nuasjärvi 2			Nuasjärvi 3			Nuasjärvi FM12		
	2009	2013	2016	2009	2013	2016	2009	2013	2016	2009	2013	2016
Yksilöä / m2	1439	1073	3439	1266	588	1529	318	436	976	1571	1121	2830
Taksonimäärä	11	9	9	16	10	14	9	9	12	12	11	11

7.2.3.2 Vuoksen suunta

Lumijoki

Vuosina 2013 ja 2015 Lumijoki luokittui tyyppilajien tyyppille ominaisen EPT-heimomäärän perusteella erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-10). Pohjaeläincoostumukseen perustuvan PMA-mittari luokitteli Lumijoen vuosina 2013 ja 2015 tyydyttävään tilaluokkaan, kun se kaivostoiminnan alkuvuosina oli ollut erinomainen. Kuitenkin herkkänä pidettyjen EPT-taksonien määrä vuonna 2015 on ollut suurempi kuin vuonna 2008. Myös taksonimäärä on ollut vuonna 2015 suurempi kuin vuonna 2008. Vuonna 2015 Lumijoen pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuus oli tarkkailuaika-sarjan toiseksi pienin.

Kivijärvi

Kivijärvi luokittui vuoden 2015 PICM-perusteella joko hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-15). Huomioitavaa on että Kivijärvestä puuttuu varsinainen syväne, joten syvännenäytteille kehitetty PICM-indeksi ei välttämättä kuvaa pohjaeläimistön todellista ekologista tilaa. Kiv1 pisteessä pohjaeläinten laji- ja yksilömäärät ovat laskeneet ennen kaivostoimintaa vallinneesta tilasta ja vuonna 2015 näytepisteestä havaittiin vain 2 pohjaeläintaksonia. Vuonna 2013 Kiv1 näytepisteestä ei havaittu yhtään pohjaeläinyksilöä. Tämän perusteella Kivijärven pohjaeläimistön ekologinen tila on heikko. Pohjaeläimistön heikko tila johtuu luultavimmin alusveden heikosta happitilan-teesta. Ympäristöviranomaiset ovat arvioineet Kivijärven ekologisen tilan huonoksi.

Taulukko 7-15. Pohjaeläinten perusteella laskettu ekologinen luokka PICM-indeksillä. E=erinomainen, Hy= hyvä, T=tyydyttävä, V=välttävä, Hu=huono. O=havaittu (Observed), E=ennustettu (Expected). ELS=ekologinen laatusuhde.

Näytteenottoalue VPD (tyyppi)	Kiv 1	Kiv 2	Laakajärvi (Laa 081)			Laakajärvi (Laa 13)			Kilttua (Kil 4)		
	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)	0,6	0,6	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	0,68	1,153	0,986	1,094	0,969	1,324	1,908	0,57	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	0,41	0,53	0,958	0,895	0,914	0,552	0,596	0,559	1,383	1,354	1,39
PICM T/A	0,274	0,353	0,639	0,598	0,61	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

Kivijoki

Kivijärvi purkaa vetensä Kivijokeen. Vuonna 2015 tyyppiominaisten lajien mukaan Kivijoki oli hyvässä ekologisessa tilassa, kun se saman mittarin perusteella oli tyydyttävä/välttävä vuonna 2013 (Taulukko joet1). EPT heimomäärän perusteella Kivijoki on luokitunut vuosina 2013 ja 2015 hyvään ja tyydyttävän tilaluokan rajalle. Vuonna 2015 pohjaeläincoostumukseen perustuvan PMA:n perusteella Kivijoki luokittui tyydyttävään

tilaan. Kivijoki lähtee Kivijärvestä ja lajistossa esiintyykin runsaana luusuoille tyypillistä lajistoa kuten *Neureclipsis bimaculata* (60 % lajistosta), joka saattaa osaltaan alentaa PMA-indeksiä. Kivijoessa ei juurikaan esiinny herkkinä pidettyjä päiväkorentoja (Ephemeroptera), joka voi indikoida kaivoksen vesipäästöjen vaikutuksesta. Huomioitavaa on että lähempänä kaivosta olevassa Lumijoessa, päiväkorentoyksilöitä ja –lajeja on havaittu, tosin vähäisessä määrin.

Laakajärvi-Kiltua

Kivijoki laskee Laakajärveen. Laakajärvi on luokitunut tarkkailuvuosina erinomaiseen ekologiseen tilaan ja ympäristöviranomaiset ovat luokitelleet Laakajärven ekologisen tilan hyväksi. Vuonna 2015 Laakajärven pohjaeläinyksilötiheydet olivat Laakajärven näyteenottoalueiden tarkkailuaikasarjojen pienimmät.

Laakajärvi laskee vetensä Laakajoen kautta Kiltuaan. Kiltua on luokitunut pohjaeläinmittareiden perusteella hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-15).

Nurmijoki

Kiltuanjärvi laskee Nurmijokeen. Nurmijoen Koirakosken alue on luokitunut pohjaeläinmittareiden perusteella hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-10). Nurmijoen Haapakoskelta on otettu pohjaeläinnäytteitä vain vuonna 2015. Tällöin Haapakosken pohjaeläinmittaaminen luokitui tyyppiominaisten lajien ja tyyppille ominaisten EPT-heimojen perusteella erinomaiseen tilaan. PMA-indeksi luokitteli Haapakosken tyydyttävään tilaan. Haapakoskessa esiintyy runsaana luusuoille tyypillistä lajistoa kuten *Neureclipsis bimaculata* (54 % lajistosta) ja *Hydropsyche pelludicula* (17 %), jotka osaltaan saattavat alentaa PMA-indeksiä.

7.2.4 Vesikasvit ja –sammalet

Vesikasvit

Vesikasvillisuutta seurataan kolmessa järvessä: Kalliojärvi, Kivijärvi ja Jormasjärvi. Vesikasvillisuuden tilaa selvitetään ilmakehävastusten ja maastossa tehtävien kasvillisuuden linjalaskentojen avulla. Aikaisemmin tarkkailussa on ollut mukana myös Kolmisoppi, mutta se on jätetty pois tarkkailusta.

Vesikasvillisuus ilmakehävataan kymmenen vuoden välein. Lähtötilanne on määritetty vuonna 2008 ennen ensimmäistä linjalaskentaa. Ilmakehävastusten tarkoituksena on luoda yleiskuva vesikasvillisuudesta sekä antaa tietoa kasvustojen sijoittumisesta ja määrästään. Tarkempi vesikasvillisuuden määrittäminen suoritetaan linjalaskentojen avulla. Linjalaskentoina kerätään tietoa kasvillisuusvyöhykkeistä, kasvilajistosta, lajien yleisyydestä ja runsaudesta sekä kasvusyvyyksistä. Kasvillisuuslinjat on perustettu rannasta kohtisuoraan avoveteen. Linjat ulottuvat ylimmästä vesirajasta niin syväälle kuin makrofytyt-
tejä esiintyy. Linjan leveys on 5 metriä.

Kalliojärvi on humuspitoinen pieni ja erämainen järvi. Rantoja luonnehtivat soistumat ja tyyppilajistoon kuuluivat vuoden 2015 tarkkailussa aiempaan tapaan kurjenjalka, korpi-kastikka, raate ja kiiltopaju. Vesialueen kasvillisuutta hallitsevat kelluslehtiset, pääosin ulpukka. Upos- tai pohjalehtisiä ei havaittu lainkaan. Vesi oli hyvin tummaa ja näkösyvyys alhainen. Linjojen pituudessa ei havaittu merkittäviä muutoksia yhtä pidentynyttä linjaa lukuun ottamatta. Jo edellisellä kerralla havaittu rantasaraikkojen taantuminen oli jatkunut voimakkaana ja kartoituksessa havaittiin enää hyvin vähän saroja.

Jormasjärvi on humuspitoinen suurehko järvi. Talvilahden alue on pituudeltaan noin 2,8 km ja leveydeltään 1,2 km. Talvilahdella rannat olivat hyvin vaihtelevia. Pääosin Talvilahden kasvillisuuslinjat olivat vuonna 2015 samanmittaisia kuin vuoden 2010 tarkkailussa, joskin joidenkin metrien pituuseroja havaittiin molempiin suuntiin. Linjoilla havaittiin aiempien seurantakertojen tapaan varsin runsaasti pohjalehtistä kasvillisuutta

(nuottaruoho, vaalealahnaruoho), ilmaversoisten tyyppilajeja olivat järvikorte, terttualpi ja järviruoko ja kelluslehtisistä vallitsevana oli ulpukka.

Kivijärvi on runsashumuksinen saarten ja karikkojen täplittämä erämainen järvi. Kivijärven rannat olivat lähes kauttaaltaan kuivaa tai kuivahkoa kangasta ja järven pohja hyvin kivikkoista. Kasvillisuuden vyöhykkeisyydessä tai linjojen pituudessa ei havaittu merkittäviä eroja aikaisempaan tarkkailuun verrattuna.

Kasvillisuuden linjaseurannan perusteella havaittiin Kalliojärven rantasaraikkojen taantumista, mutta muutoin vesikasvillisuus vastasi vuonna 2015 aiemmin havaittua. (Ramboll Finland Oy 2016).

Vesisammalet

Vesisammalia (*Fontinalis dalecarlica*) kerättiin metallipitoisuuksien määrittystä varten ensimmäisen kerran vuonna 2013 ja toisen kerran vuonna 2015. Seuraavan kerran näytteet kerätään vuonna 2018 ja sen jälkeen kolmen vuoden välein (v. 2021 jne.). Näytteet kerätään samoilta paikoilta kuin piilevänäytteet Kalliojoesta, Tuhkajoesta, Jormasjoesta, Lumijoesta, Kivijoesta ja Laakajoen Multa-Väärästä. Mahdollisen Laakajoen kunnostushankkeen jälkeen havaintopaikkana on Nurmijoen Haapakoski, mikäli kunnostuksen jälkeen Multa-Väärältä ei ole löydettävissä häiriintymättömiä, näytteenottoon soveltuvia vesisammalkasvustoja.

Näytteet kerätään virtanäkingsammaleesta (*Fontinalis dalecarlica*). Näytteistä analysoidaan Ni-, As-, Hg-, Zn-, Cu-, Cd-, Pb-, Co-, Ba- ja U-pitoisuus.

Vuoden 2015 tarkkailussa, verrattaessa tarkkailutuloksia kirjallisuudesta saataviin viitearvoihin voidaan todeta, että arseeni- ja kuparipitoisuudet olivat Kalliojoen kohonnuttua arseenipitoisuutta lukuun ottamatta alhaiset. Nikkelipitoisuus puolestaan oli Jormasjoessa korkea ja muillakin havaintopaikoilla koholla. Lyijypitoisuudet olivat korkeat lähinnä kaivospiiriä sijaitsevilla havaintopaikoilla Kalliojoessa ja Lumijoessa. Kobolttipitoisuudet olivat korkeita kaivospiirin eteläpuoleisessa vesistössä.

Oulujoen suunnalla metallipitoisuudet olivat pääosin korkeimmat alimmalla, kaivospiiristä kauimpana sijaitsevalla havaintopaikalla Jormasjoessa. Vuoksen suunnalla puolestaan metallipitoisuudet olivat pääosin korkeimmat kaivospiiriä lähinnä sijaitsevalla havaintopaikalla Lumijoessa. Vuoksen suunnalla muita havaintopisteitä korkeampia arseeni-, kadmium- ja sinkkipitoisuuksia todettiin myös alimmalla havaintopaikalla Nurmijoessa.

Seudun mustaliuskealueilla on useissa tutkimuksissa, todettu olevan mm. turpeessa, puro- ja järvisedimenteissä, kaloissa ja purovesissä muuta aluetta korkeampia raskasmetallipitoisuuksia. Vesisammalien kohonneissa pitoisuuksissa on nähtävissä kallio- ja maaperän sekä alueellisen maankäytön yhteisvaikutus. Terrafamen kaivostoiminnan vaikutuksen osuutta ei voida yksilöidä. Vesisammalien tarkkailupisteiden seurantahistoria on lyhyt luotettavien johtopäätösten tekemiseksi. (Ramboll Finland Oy 2016)

7.3 Vaikutukset vesiekologiaan

7.3.1 Arviointimenetelmät

Kaivostoiminnan kuormitteista lähinnä sulfaatti-, metalli- ja ravinnekuormituksella voi olla vaikutuksia purkuvesistöjen pohjaeläimien, piilevien ja kasviplanktonyhteisöjen tilaan. Hankkeen vaikutuksia yhteisöihin on tarkasteltu asiantuntija-arviona perustuen olemassa olevaan tarkkailutietoon sekä hankkeesta laadittuun vesistövaikutusarvioon. Vaikutusarviossa ei ole arvioitu eri vaihtoehtojen muutoksen suuruutta lajitojen tämän hetkisen tilaan, vaan kokonaisvaikutusta lajistoihin. Arviointiselostuksen lähtötietona on käytetty kaivoksen velvoitetarkkailuaineistoa, joka on kerätty ja analysoitu ympäristövi-

ranomaisen hyväksymällä tavalla. Terrafamen kaivoksen vaikutusalueen pohjaeläimien, piilevien ja kasviplanktonyhteisöjen koostumuksesta ja tilasta on käytettävissä riittävä aineisto arvioinnin tekemiseen.

7.3.2 Kasviplankton ja piilevät

Arvion tekemisessä on sovellettu osin Imperia-hankkeessa kehitettyjä ympäristövaikutusten merkittävyyden arviointikriteerejä. Levästön herkkyys muutokselle on tässä arvioissa määritelty melko suureksi tai suureksi. Perusteena tähän on levästön, etenkin piilevien, alhainen sulfaattikuormituksen sietokyky. Piilevien on lisäksi arveltu olevan herkin biologinen indikaattori kuvaamaan Terrafamen kaivoksen purkuvesien vaikutuksia (vrt. Kainuun ELY-keskus, päätös 24.2.2014, dnro KAIELY/1/07.00/2013). Piilevät ja kasviplankton ovat myös valtioneuvoston asetuksessa 1040/2006 määritelty vesistöjen ekologisen tilan luokitteluun käytettäviksi tekijöiksi. Kaivoksen alapuolisissa vesistöissä levästä tapahtuvan muutoksen suuruus on tässä arvioissa määritelty suureksi. Muutos on havaittavissa laajalla alueella ja se on pitkäkestoista. Levät ovat vesistön perustuottajia, jotka mahdollistavat muiden ryhmien (esim. pohjaeläimet, kalat) esiintymisen vesistöissä.

Tutkimustiedon perusteella sulfaatti- ja metallikuormitus aiheuttavat leville samantapaisia vaurioita. Leväsolujen aineenvaihdunta ja solujen elintoiminnot häiriintyvät, mistä on seurauksena solujen epämuodostuminen tai kuolema. Yhteisötasolla kuormitus muuttaa yhteisöjen koostumusta, kun kuormitusta huonosti sietävät lajit karsiutuvat yhteisöstä. Tällöin muutosta paremmin sietävät lajit saavat usein kilpailuedun, ja näiden lajien suhteellinen osuus lisääntyy. Diversiteetin vähentyminen heikentää eliöyhteisöjen ekologista joustokykyä, ja leväyhteisön muutos altistaa myös ravintoverkon seuraavat tasot (eläinplankton, pohjaeläimet, kalat) muutokselle, jos esimerkiksi ravintona käytetyt kasviplanktonilajit vähentyvät nopeasti. Yhteisöjen tasolla kuormituksen vaikutukset ovat kuitenkin hyvin monimutkaisia ja vaikeasti ennustettavia (Silva & Davies 1999, Silva ym. 2000, Vinebrooke ym. 2003, Vinebrooke ym. 2004, Bernhard & Palmer 2011, Cañedo-Argüelles ym. 2013).

Tietoa sulfaatti- ja metallikuormituksen akuutista toksisuudesta leville on saatavilla vähemmän kuin monille muille eliöryhmille (Taulukko 7-1, Taulukko 7-16). Lisäksi toksisuuteen vaikuttavat monet vesistön fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, ja toksisuuden sietokyky vaihtelee jokaisella levälajilla (mm. Kelly 1988, Reynolds 2006). Vaikutus riippuu osaltaan myös siitä, esiintyvätkö kohonneet sulfaattipitoisuudet levien kasvukaudella touko-lokakuussa vai sen ulkopuolella. Laboratorio-olosuhteissa tehtyjen altistuskokeiden olosuhteet eivät täysin vastaa luonnonvesistöjen monimutkaisia fysikaalis-kemiallisia ja biologisia olosuhteita. Yksittäisillä lajeilla tehtyjen kokeiden tuloksia ei voi myöskään laajentaa koskemaan kokonaisia leväryhmiä. Niin kauan kuin tietämys metallien ja sulfaatin toksisuudesta leville on merkittäväällä tavalla puutteellista, ei ole mahdollista luotettavalla tavalla määritellä leville täysin turvallisia ainepitoisuuksia vesistöissä. Vesistöille asetettuja ympäristölaatumormeja ja ohjearvoja (Taulukko 6-4, Taulukko 6-5, Taulukko 6-6) voidaan kuitenkin pitää suuntaa-antavina myös levien osalta, sillä usein ohjeistukset on pyritty laatimaan niin, että ne suojelevat herkimpien koe-eliöiden lisäksi myös muita vesieliöitä kuormitusvaikutuksilta (vrt. Meyas & Nordin 2013).

Taulukko 7-16 Levälajien EC50-arvoja eri metalleille ja sulfaatile (Elphick ym. 2011, Kemikaalien ympäristötietorekisteri 3.2.2017).

Laji	Cd µg/l	Co µg/l	Cu µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	NaSO ₄ mg/l
<i>Chlorella saccharophila</i>	110						7 100	
<i>Navicula incerta</i>	3 000					11 000		
<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>								1 430–2 742
<i>Selenastrum capricornutum</i>		16–18	85	3 100	12–13	140		

7.3.3 Pohjaeläimet

Kaivostoiminnan vaikutusalueen vesistöjen pohjaeläintarkkailututkimuksia on tehty vuosina 2008, 2010, 2012, 2013 ja 2015. Lisäksi Nuasjärveltä on olemassa pohjaeläintarkkailutuloksia vuodelta 2016. Tarkkailua on toteutettu kaivostoiminnan vaikutuspiirissä olevissa joissa ja järvissä. Tarkkailupisteiden sijainnit on esitetty kuvissa (Kuva 7-12). Vaikutuspiirissä olevista järvistä ei ole olemassa litoraali-pohjaeläinnäytteitä. Litoraali-pohjaeläinyhteisöissä diversiteetti on syvänpohjaeläinnäytteitä suurempaa ja litoraaliyhteisöissä esiintyy yleisesti enemmän herkkiä lajeja (esim. päiväkorennot). Näin ollen litoraali-pohjaeläinnäytteiden puuttuminen tuo epävarmuutta järvien pohjaeläimistön vaikutusarviointiin. Lisäksi kaivostoiminnan edeltävältä ajalta ei ole olemassa pohjaeläinaineistoa, johon nykyisiä pohjaeläinaineistoja voisi verrata. Pohjaeläinten vaikutusarvioinnin epävarmuus liittyy myös kuormitusennusteeseen ja vesistövaikutusten arviointiin, jonka pohjalta pohjaeläin-arviointi on tehty. Vaikutusarviointi on tehty käyttäen hyväksi mallinnuskuvissa esitettyjä pitoisuuksia. Huomioitavaa on että vaihtoehdoissa VE2a-b (kaivostoiminnan ajaminen alas) vaikutukset on arvioitu 6 vuoden kuormituksilla. Vaikutusarvioinnissa ei ole otettu huomioon pitkäaikaisvaikutuksia kaivostoiminnan alas ajamisen ja sulkemistoimenpiteiden jälkeen, jolloin pitkän ajan kuluessa vaikutukset ovat todennäköisesti esitettyä pienemmät.

Kaivostoiminta aiheuttaa sulfaatti-, metalli- ja ravinnekuormitusta, joilla saattaa olla vaikutuksia pohjaeläimistöön. Sulfaatin suorista vesistövaikutuksista merkittävin on vesien suolaantuminen, mikä voimistaa vesistön kerrostuneisuutta ja voi sitä kautta heikentää alusveden happitilannetta järvissä. Sulfaatti ei sellaisenaan ole toksinen yhdiste, mutta suurissa pitoisuuksissa sen on todettu olevan toksinen myös pohjaeläimille (Taulukko 7-17). Pohjaeläinlajistossa voi kuitenkin tapahtua muutoksia jo pienemmillä haitta-ainepitoisuuksilla. Tällöin herkemmat lajit vähenevät yhteisöissä ja haitta-aineelle vastustuskykyiset lajit lisääntyvät yhteisöissä. Monesti lajiston runsaussuhteiden muuttuminen, haitta-aineen vaikutuksesta, tapahtuu ensin vaikka jokin laji ei häviäisikään yhteisöstä (Hillebrand ym. 2008). Esimerkiksi eri tutkimuksissa on saatu selville, että lajisto voi muuttua herkimpien lajien osalta sulfaattipitoisuuksissa jotka ylittävät n. 400 mg/l. Kuitenkin eri pohjaeläintaksoneilla saatuja tuloksia on vaikea verrata suoraan Suomen olosuhteisiin sillä Suomessa ei välttämättä esiinny niitä lajeja joilla kokeita on tehty.

Vesistövaikutusarvion mukaan käsitellyistä purkuvesistä aiheutuvat eri metallien pitoisuuslisäykset ovat pieniä. Eri metalleilla voi kuitenkin olla yhdysvaikutuksia, jolloin metallien vaikutus on suurempaa kuin yksittäisistä metalleista arvioitu vaikutus. Suurimmat pitoisuuslisäykset ovat purkualueen pienissä lähijärvissä, joissa pohjaeläinten ekologinen tila on jo nyt heikko. Metallit voivat kertyä ravinnon myötä pohjaeläimistöön, mutta metallien kertymistä vaikutusalueen pohjaeläimiin ei ole tutkittu. Huomioitavaa on että vaikka metallit ja sulfaatti eivät olisi pohjaeläimille toksisella tasolla, voi ekosysteemin toiminta häiriintyä haitta-aineiden takia. Ekosysteemin toiminnallista tasoa ei ole tutkittu vaikutusalueen ekosysteemeissä, eikä ekosysteemin toimintaa arvioida vesipuitedirektiivin mukaisessa ekologisen tilan arvioinnissa.

Pohjaeläimillä metyylielohopea ei kerry elimistöön niin helposti kuin kaloilla ja metyylielohopean osuus pohjaeläinten elohopeapitoisuuksista vaihtelee eri lajien välillä (Luoma & Rainbow 2008). Aikaisemmassa tutkimuksessa on tullut ilmi että metyylielohopean osuus pohjaeläinten elohopeapitoisuuksista vaihteli 35-57 % välillä. Poikkeuksena olivat äyriäiset, joilla metyylielohopean osuus kokonaiselohopeasta oli 75 % (Francesconi & Lenanton 1992).

Taulukko 7-17. Suolaisuuden vaikutuksia pohjaeläinlajeihin.

	Sähkönjohtavuus (mS/cm)	SO ₄ * (mg/l)
<u>Kefford et al. 2012 (72h LC50)</u>		
Coleoptera & Odonata	24	15512*
Crustaceans	20	12917*
Diptera & Hemiptera	15	9673*
Ephemeroptera	4	2537*
Hydracarina	20	12917*
Trichoptera & Plecoptera	3	1888*
Baetis	6	3964*
Hydropsyche	12	7921*
Leptoceridae	20	12657*
<u>Kefford et al. 2016</u>		
EPT-lajimäärä voi vähentyä	1,5	915*
<u>Canedo-Arguelles et al. 2012</u>		
pohjaeläinlajisto muuttuu	5	3185*
<u>Hart et al. 1991, Dunlop et al. 2005, Horrigan et al. 2005</u>		
pohjaeläinlajisto muuttuu herkimpien lajien osalta	0,8-1,5	461-915*
<u>Canedo-Arguelles et al. 2013.</u>		
Ephemeroptera & Plecoptera (46h-72h LC50)	5-20	3186-12917*
<u>Conley & Buchwalter 2011 ei julkaistu</u>		
<i>Centroptilum triangulifer</i> (10d LC50)		327
<u>Soucek & Kennedy 2005</u>		
<i>Chironomus tentans</i> (48h LC50)		14134
<i>Sphaerium simile</i> (96h LC50)		2078

*SO₄ on arvioitu vesistöistä mitatuista sähkönjohtavuuksista ja SO₄-pitoisuuksista tehdyn regression avulla.

7.3.4 Vesikasvit ja –sammalet

Vesistövaikutusarvion mukaan vertailluista vaihtoehtoista pienin jatkuva kuormitus vesistöön kohdistuu vaihtoehdossa VE0, joten haitalliset vaikutuksen vesikasveihin ja -sammaliin ovat siinä lievimmät. Myös vaihtoehdossa VE2 vanhoille purkureiteille kohdistuvat kuormitukset ovat samankaltaisia kuin VE0-vaihtoehdossa. Vaihtoehdot VE1a

ja VEB ovat kuormitukseltaan nykyistä suurempia, joten vaikutukset vesikasvillisuuteen ja – sammaliin kasvavat nykyisestä. Lisääntynyt kuormitus saattaa aiheuttaa muutoksia kasvillisuuteen. Kaikissa vaihtoehdoissa käsiteltyjen purkuvesien vaikutus vesikasvillisuuteen on suurimmillaan vanhoilla purkureiteillä lähellä kaivosta sijaitsevilla vesistöissä ja purkupuutken lähialueella.

Tärkeimpiä vesikasvillisuuden esiintymiseen vaikuttavia paikallisia tekijöitä ovat mm. valon määrä, virtausnopeus, ravinteet ja veden lämpötila. Koska kasvit ovat paikallaan pysyviä, ne ovat hyvin riippuvaisia paikallisista ympäristötekijöistä ja siten ne saattavat olla esimerkiksi pohjaeläimiä haavoittuvampia lähelinympäristön muutoksille. Kuitenkin eri kasvilajien vaste elinympäristön muutoksiin voi poiketa paljon toisistaan.

7.4 Vaihtoehtojen vertailu

7.4.1 Kasviplankton ja piilevät

Vaihtoehdossa VE0 sulfaattikuormitus on voimassaolevien lupaehtojen mukaista. Nuasjärveen purkupuutken kautta kohdistuva kuormitus on 15 000 t/a ja vanhoille purkureiteille kohdistuva kuormitus 1 300 t/a. Vaihtoehdossa VE1a Nuasjärveen kohdistuva sulfaattikuormitus kasvaa selvästi VE0-tilanteeseen verrattuna kolmena ensimmäisenä vuonna. Neljännessä vuodesta eteenpäin kuormitus tulee olemaan samaa tasoa kuin VE0-tilanteessa. Vanhoille purkureiteille kohdistuva kuormitus kasvaa selvästi. Kuormituksesta jakautuu sekä VE1- että VE2-vaihtoehdoissa 60 % Oulujoen vesistöalueelle ja 40 % Vuoksen vesistöalueelle kaikissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehdossa VE1b Nuasjärveen kohdistuva sulfaattikuormitus pysyy VE0-tasolla. Vanhoille purkureiteille kohdistuva kuormitus kasvaa selvästi vuosina 1–3, minkä jälkeen kuormitus laskee tasolle 5000 t/a. Sulkemisivaihtoehdoissa VE2a ja VE2b vanhoille purkureiteille kohdistuva kuormitus pysyy lähes VE0-tasolla. Nuasjärveen kohdistuva kuormitus on ensimmäisenä vuonna selvästi suurempi vaihtoehdossa 2b kuin vaihtoehdossa 2a, jossa se on aluksi samaa tasoa kuin vaihtoehdoissa VE0 ja VE1b.

Vesistövaikutusarvion mukaan kadmiumin, lyijyn ja elohopean pitoisuudet jäävät kaikissa vaihtoehdoissa ympäristölaatu normin tasoa pienemmiksi. Nikkelin ympäristölaatu normin taso saattaa ylittyä Kivijärvessä ja Kivijoessa. Lupapäätöksen mukaisesti Kivijärvi kuuluu kuitenkin sekoittumisvyöhykkeeseen, jossa taso voi ylittyä. Muiden metallien pitoisuuksien arvioidaan jäävän pieniksi. Terrafamen kaivoksen alapuolisten vesien leväyhteisöissä metallikuormituksen vaikutusta ei voida käytännössä erottaa sulfaatin vaikutuksista, mutta oletettavasti suurin osa nykyisin havaituista muutoksista johtuu sulfaatin vaikutuksesta sekä mahdollisesti kaikkien haitta-aineiden yhteisvaikutuksesta.

Nykyisessä tilanteessa leväyhteisöissä on havaittavissa kaivoksen kuormituksesta johtuvia suuria tai melko suuria vaikutuksia Oulujoen vesistöalueen puolella Kalliojärvesä, Kalliojoessa, Kolmisopessa ja Tuhkajoessa. Lisäksi vaikutuksia on havaittu lievempänä ainakin ajoittain Jormasjärvesä ja Jormasjoessa. Nuasjärvesä vaikutuksia ei ole havaittu. Vuoksen suunnalla suuria kuormituksen aiheuttamia muutoksia on havaittu Lumijoessa ja Kivijärvessä sekä osin Kivijoessa. Laakajärvessä ei ole nykyisin havaittu merkittävää kuormitusvaikutusta.

YVA-selostuksessa vertailuista vaihtoehdoista pienin jatkuva kuormitus vesistöön kohdistuu kuormitustilanteessa VE0, joten haitalliset vaikutuksen leväyhteisöihin ovat siinä lievimmät. Vaihtoehdon VE0 mukainen sulfaattikuormitus on pienempi kuin vuonna 2016 vanhoille purkureiteille kohdistunut kuormitus. On siten mahdollista, että VE0-tilanteessa kaivoksen lähivesien leväyhteisöjen tilassa havaitaan parantumista vuosien 2015–2016 tilanteeseen verrattuna. Nuasjärven kasviplanktonyhteisössä ei vuonna 2016 havaittu merkkejä kaivoksen kuormituksesta. Kasviplanktonlevät esiintyvät lähes

yksinomaan järven valaistussa päällyskerroksessa. Tästä syystä pohjanläheisessä vesikerroksessa tapahtuvat muutokset eivät ainakaan heti näy kasviplanktonyhteisön tilassa. Vaihtoehdon VE0 mukainen Nuasjärven kohdistuva sulfaattikuormitus vastaa pitkälti vuoden 2016 kuormitusta. Havaitun perusteella Nuasjärven kasviplanktonyhteisöjen tilassa ei todennäköisesti tapahdu merkittäviä muutoksia vaihtoehdon VE0 mukaisessa kuormitustilanteessa.

Vaihtoehdoissa VE1a-b kaivoksen lähivesiin tulee vanhoilla purkureiteillä kohdistu-
maan enemmän kuormitusta kuin nykyisin. Piilevien osalta tämä mahdollisesti merkitsee suuria suolapitoisuuksia suosivien lajien esiintymisen lisääntymistä myös niissä kaivoksen alapuolisissa vesistöissä, joissa näitä lajeja ei ole vuosina 2015–2016 juuri tavattu. Kasviplanktonyhteisöjen osalta kuormitus saattaa vähentää järvien kasviplanktonin biomassamääriä sekä yksipuolistaa lajistoa. Sulfaattikuormituksen määrä ei kuitenkaan vaihtoehdon VE1b vuosina 1–3 ylitä esimerkiksi vuoden 2013 kuormituksen määrää. Tarkasteltujen vaihtoehtojen mukaisen kuormituksen vaikutuksia ei siten todennäköisesti tulla havaitsemaan alueilla, jossa leväyhteisöjen tila ei viitannut kuormitukseen vuosina 2013–2014.

Vaihtoehdossa VE1a Nuasjärven purkupuutken kautta kohdistuva kuormitus on vuosina 1–3 kaksinkertainen VE0-tilanteeseen verrattuna. Lisääntynyt kuormitus saattaa aiheuttaa muutoksia järven kasviplanktonyhteisöjen tilassa etenkin purkupuutken lähialueella. Vuosien 2015–2016 tarkkailutietojen perusteella Nuasjärven kasviplanktonyhteisöissä ei havaittu merkittäviä kuormitusvaikutuksia. Näiden tietojen perusteella VE0-tasolla oleva kuormitus (vaihtoehdot VE1b ja VE1a v. 4→) ei todennäköisesti aiheuta merkittäviä muutoksia Nuasjärven kasviplanktonyhteisöissä, mutta biologisten elinympäristöjen monimutkaisuuden takia tätä vaihtoehtoa ei voida täysin poissulkea.

Vaihtoehdossa VE2 vanhojen purkureittien sulfaattikuormitus on lähellä VE0-tasoa. Vanhoille purkureiteille kohdistuvat vaikutukset ovat leväyhteisöissä siten samankaltaisia kuin VE0-vaihtoehdon mukaisessa kuormitustilanteessa. Nuasjärven kohdistuva sulfaattikuormitus on suurimmillaan VE2a-b-vaihtoehtojen ensimmäisenä vuonna, minkä jälkeen kuormitus vähenee. Tällöin voidaan havaita muutoksia Nuasjärven kasviplanktonyhteisöissä etenkin purkupuutken läheisellä alueella. Kuormituksen vähentyessä vaikutusten ilmaantumisen todennäköisyys pienenee.

Taulukko 7-18 Leväyhteisöihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri kuormitusvaihtoehdoissa. Nuoli → kuvaa vaikutuksen muutosta kuormituksen muuttuessa.

Vuoksen suunta

Vaihtoehto	Lumijoki	Kivijärvi	Kivijoki	Laakajärvi	Kiltuanjärvi	Sälevä	Nurmijoki, Itäkoski
VE0	---	---	--	-			
VE1a	----	---	---	-			
VE1b (v. 2019, 2022)	----	----	---	-- → -	-		
VE2a-b	---	---	--	-			

Oulujoen suunta, vanha purkureitti

Vaihtoehto	Kalliojokisuu	Kolmisoppi	Tuhkajoki	Jormasjärvi	Jormasjoki
VE0	---	--	--	--	-
VE1a	---	--	---	--	-
VE1b (v. 2019, 2022)	---	--- → --	---	--- → --	--
VE2a-b	---	--	--	--	-

Oulujoen suunta, purkupuutki

Vaihtoehto	Nuasjärvi	Rehjanselkä	Kajaaninjoki Paltajärvi	Oulujärvi
VE0	-			
VE1a (v. 2019, 2022)	-- → -	- →		
VE1b	-			
VE2a-b	-			

Erittäin suuri	----	Erittäin suuri riski leväyhteisöjen tilan huononemiseen.
Suuri	---	Suuri riski leväyhteisöjen tilan huononemiseen.
Kohtalainen	--	Kohtalainen riski leväyhteisöjen tilan huononemiseen.
Vähäinen	-	Vähäinen riski leväyhteisöjen tilan huononemiseen.
Ei vaikutusta		Ei vaikutusta leväyhteisöjen tilaan.

7.4.2 Pohjaeläimet

7.4.2.1 Vuoksen suunta

Lumijoki

Vuosina 2013 ja 2015 Lumijoki luokitui tyyppilajien tyyppille ominaisen EPT-heimomäärän perusteella erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-10). Pohjaeläinluokituksen perustuvan PMA-mittari luokitteli Lumijoen vuosina 2013 ja 2015 tyydyttävään tilaluokkaan, kun se vuonna 2008 on ollut erinomainen. Kuitenkin herkkänä pidettyjen EPT-taksonien määrä vuonna 2015 on ollut suurempi kuin vuonna 2008. Myös taksonimäärä on ollut vuonna 2015 suurempi kuin vuonna 2008. Vuoden 2008 alhaisemmat määrät EPT-lajistossa saattavat johtua vuoden 2008 korkeista metallipitoisuuksista Lumijoessa. Tämän jälkeen esimerkiksi kuparipitoisuudet eivät ole olleet niin korkealla tasolla ja pohjaeläinlajisto on saattanut elpyä. Taksonimäärä ja herkkänä pidettyjen EPT-taksonien määrä on lisääntynyt vaikkakin Lumijoella on ollut korkeita sulfaattipitoisuuksia. Vuonna 2015 Lumijoen pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuutta kuvaava Shannon diversiteetti oli tarkkailuajasarjan toiseksi pienin.

Kaikissa vaihtoehdoissa sulfaattipitoisuus tulee olemaan suurta Lumijoessa. Myös metallien pitoisuuslisät ovat suurimpia Lumijoella. Vaihtoehdoissa Lumijoen maksimi sulfaattipitoisuus tulee olemaan n. 500-4000 mg/l. Kyseisillä pitoisuuksilla on riski että pohjaeläinlajisto heikkenee nykyisestään. VE0- vaihtoehdossa maksimi sulfaattipitoisuus on n. 500 mg/l ja tällä on kohtalainen riski että pohjaeläinlajiston ekologisessa tilassa tapahtuu muutoksia.

Kivijärvi

Kivijärvi luokittui vuoden 2015 PICM-perusteella joko hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan (Taulukko 7-15). Huomioitavaa on että Kivijärvestä puuttuu varsinainen syväne, joten syvännenäytteille kehitetty PICM-indeksi ei välttämättä kuvaa pohjaeläimistön todellista ekologista tilaa. Kiv1 pisteessä pohjaeläinten laji- ja yksilömäärät ovat laskeneet ennen varsinaista kaivostoimintaa vallinneesta tilasta ja vuonna 2015 näytepisteestä havaittiin vain 2 pohjaeläintaksonia. Vuonna 2013 Kiv1 näytepisteestä ei havaittu yhtään pohjaeläinyksilöä. Tämän perusteella Kivijärven pohjaeläimistön ekologinen tila on heikko. Pohjaeläimistön heikko tila johtuu luultavimmin alusveden heikosta happitilanteesta. Ympäristöviranomaiset ovat arvioineet Kivijärven ekologisen tilan huonoksi.

Kivijärveen tulevat kuormitukset vaihtelevat eri YVA vaihtoehdoissa. Kaikissa vaihtoehdoissa Kivijärven pohjaeläimistön ekologinen tila säilyy kuitenkin huonona, sillä Kivijärven alusvesi on pysyvän kerrostuneisuuden johdosta vähähappista. Myös Kivijärven haitta-ainepitoisuudet vaikuttavat heikentävästi pohjaeläinyhteisöön, eikä pohjaeläinlajistossa ole odotettavissa elpymistä ilman järven kunnostustoimenpiteitä.

Kivijoki

Kivijärvi purkaa vetensä Kivijokeen. Vuonna 2015 tyyppiominaisten lajien mukaan Kivijoki oli hyvässä ekologisessa tilassa, kun se saman mittarin perusteella oli tyydyttävä/välttävä vuonna 2013 (Taulukko 7-10). EPT heimomäärän perusteella Kivijoki on luokitunut vuosina 2013 ja 2015 hyvän ja tyydyttävän tilaluokan rajalle. Vuonna 2015 pohjaeläinluokituksen perustuvan PMA:n perusteella Kivijoki luokitui tyydyttävään tilaan. Kivijoki lähtee Kivijärvestä ja lajistossa esiintyykin runsaana luusuoille tyypillistä lajistoa kuten *Neureclipsis bimaculata* (60 % lajistosta), joka saattaa osaltaan alentaa PMA-indeksiä. Kivijoessa ei juurikaan esiinny herkinä pidettyjä päiväkorentoja (Ephemeroptera), joka todennäköisesti indikoida kaivoksen vesipäästöjen vaikutuksesta. Huomioitavaa on että lähempänä kaivosta olevassa Lumijoessa, päiväkorentoyksilöitä on havaittu, tosin vähäisessä määrin.

Eri vaihtoehdoissa mallinnettu maksimi sulfaattikuormitus vaihtelee Kivijoessa. VE0- vaihtoehdossa maksimi sulfaattikuormitus on n. 50 mg/l, kun se VE1b vaihtoehdossa on n. 400 mg/l. Vaihtoehdoissa VE0 ja VE2a-b Maksimi sulfaattipitoisuus tulee olemaan alle 100 mg/l, joka ei todennäköisesti heikennä pohjaeläinten ekologista tilaa. Kuitenkin kuormitus saattaa muuttaa pohjaeläinyhteisöjä herkempien lajien osalta. Muissa vaihtoehdoissa on suuri tai kohtalainen riski että Kivijoen ekologinen tila heikentyy.

Laakajärvi

Kivijoki laskee Laakajärveen. Laakajärvi on luokitunut tarkkailuvuosina erinomaiseen ekologiseen tilaan ja ympäristöviranomaiset ovat luokitelleet Laakajärven ekologisen tilan hyväksi. Vuonna 2015 Laakajärven pohjaeläinyksilötiheydet olivat Laakajärven näyteenottoalueiden tarkkailuajaksarjojen pienimmät.

Eri vaihtoehdoissa Laakajärven alusveden mallinnettu maksimi sulfaattipitoisuus vaihtelee 30–350 mg/l välillä. Vaihtoehdossa VE1b laakajärven maksimi sulfaattipitoisuus on mallinnettu Laakajärven pohjoisosassa 350 mg/l, jolla on kohtalainen riski että pohjaeläinten ekologinen tila heikkenee luonnontilaisesta. Sulfaatin vaikutus pohja-

eläimistölle riippuu paljon siitä aiheuttaako kerrostuva vesi hapettomia olosuhteita syvänteissä ja kuinka eri haitta-aineet kerrostuvat syvänteisiin. Muissa vaihtoehdoissa (VE0, VE1a ja VE2a-b) sulfaattipitoisuus voi aiheuttaa muutoksia pohjaeläinyhteisöihin herkkien lajien osalta, mutta ekologinen tila ei todennäköisesti heikkene. Huomioitavaa on että litoraalipohjaeläinyhteisöissä on yleisesti herkkiä EPT-lajeja, jotka saattavat heikentyä sulfaattikuormituksen myötä. Vaihtoehdon VE1b sulfaattikuormituksella on suuri riski että litoraalipohjaeläinten ekologinen tila heikkenee järven pohjoisosissa, mikäli lajistossa on herkkiä lajeja. Vaikutusarvioinnissa ei kuitenkaan ole tietoa järvien litoraalipohjaeläinyhteisöistä.

7.4.2.2 Oulujoen suunta

Kalliojärvi

Kalliojärvi kuuluu matalat runsashumuksiset järvet –tyyppiin (MRh), joten järven ekologista tilaa ei nykyohjeistuksen mukaan määritellä syvänpohjaeläimistön avulla. Otettujen syvänpohjaeläinnäytteiden perusteella Kalliojärven pohjaeläimistön nykytila on heikko, sillä näytteissä esiintyi vain kahta taksonia ja yksilömäärä oli vähäistä vuonna 2015 otetussa näytteessä. Kalliojärven pohjaeläimistön tila onkin heikentynyt selvästi kaivostoiminnan myötä ja Kalliojärvi on ollut pysyvästi kerrostunut vuodesta 2011 lähtien. Kalliojärveltä on otettu litoraalipohjaeläinnäytteitä vuosina 2012 ja 2013. Vuonna 2013 litoraalin pohjaeläinyhteisöjen ekologinen tila oli välttävä/huono. Kalliojärven nykyistä ekologista tilaa ei ole määritetty ympäristöviranomaisen toimesta.

Kalliojärven pohjaeläinten ekologinen tila vaatii todennäköisesti kunnostustoimia parantukseen. Purkuvesiä ei enää johdeta Kalliojärven kautta vaan Kalliojokisuulle.

Kalliojokisuu

Kalliojärvi purkaa vetensä Korentojoen kautta Kalliojokeen. Vuonna 2015 otettujen pohjaeläinnäytteiden perusteella Kalliojoki luokitui pohjaeläinmittarista riippuen joko hyvään tai erinomaiseen tilaan. Kalliojoen pohjaeläinten ekologinen tila vuonna 2015 on ollut hyvä huolimatta siitä että vuosien 2014 ja 2015 keskimääräinen sulfaattipitoisuus Kalliojoessa on ollut yli 300 mg/l. Kalliojoessa vaihtoehto VE0:ssa mallinnettu neljän vuoden maksimisulfaattipitoisuus on 50 mg/l. Kuitenkin vaihtoehto VE0:ssa kolmen ensimmäisen vuoden sulfaattipitoisuus on suurempi kuin mitä on mallinnettu. VE1a vaihtoehdossa sulfaattipitoisuus on mallinnettu olevan maksimissaan 160 mg/l, joka voi aiheuttaa muutoksia pohjaeläinyhteisöihin. Vaihtoehdoissa VE0, VE1b ja VE2a-b vaihtoehdoissa on kohtalainen/suuri riski että pohjaeläinten ekologinen tila heikkenee.

Kolmisoppi

Kalliojoki laskee Kolmisoppeen. Vuonna 2015 otettujen pohjaeläinnäytteiden perusteella Kolmisopen pohjaeläimistön ekologinen tila on tyydyttävä kun se edellisvuosina on ollut erinomainen tai hyvä. Kolmisopen pohjaeläimistöyhteisön ekologista tilaa on todennäköisesti heikentänyt hapettomuus, happamuus ja sulfaattipitoisuudet.

VE0 mukainen sulfaattikuormitus on pienin Kolmisoppeen mallinnetuista kuormitusvaihtoehdoista. Silti pohjaeläimistön tila VE0 vaihtoehdossa pysyy todennäköisesti tyydyttävällä tasolla. Myös muilla vaihtoehdoilla on kohtalainen riski että pohjaeläinyhteisöt eivät ole hyvässä/erinomaisessa luokassa tulevaisuudessa.

Tuhkajoki

Kolmisoppi laskee vetensä Tuhkajokeen. Tuhkajoen pohjaeläimistön ekologinen tila on ollut tarkkailuvuosina erinomainen tai hyvä, vaikkakin nikkelin, sinkin ja sulfaatin pitoisuudet ovat olleet joinakin vuosina korkeita. Vuonna 2015 Tuhkajoen taksonimäärä oli pienempi kuin edellisvuosina keskimäärin. Taksonimäärän laskua selittänee osaltaan edellisvuosia pienempi yksilömäärä.

VE0 vaihtoehdossa Tuhkajoen sulfaattipitoisuudet ovat mallilaskelmien perusteella alle 30 mg/l. Kyseinen Sulfaattipitoisuus ei ole toksinen pohjaeläimistöille ja Tuhkajoen pohjaeläimistön ekologinen tila on ollut hyvää/erinomaista vaikkakin sulfaattikuormitus on ollut yli 200 mg/l edellisvuosina. Näin ollen VE0 –mukaisilla pitoisuuksilla (30 mg/l) on vähäinen vaikutus pohjaeläinyhteisöihin. Muissa vaihtoehdoissa sulfaattikuormitus on selvästi VE0 –vaihtoehtoa suurempaa. VE1a –vaihtoehdossa mallinnettu sulfaattikuormitus on alle 100 mg/l, jolla voi olla vaikutuksia pohjaeläinyhteisöihin herkimprien lajien osalta. Vaihtoehdoissa VE1b ja VE2a-b on kohtalainen riski että pohjaeläimistön ekologinen tila ei ole hyvällä tasolla tulevaisuudessa.

Jormasjärvi

Tuhkajoki laskee vetensä Jormasjärveen. Jormasjärvi on luokitunut pohjaeläinmittareiden perusteella joko hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan. Ympäristöviranomaiset ovat arvioineet Jormasjärven ekologisen tilan hyvään luokkaan.

Mallilaskelmien mukaan VE0 -vaihtoehdossa Jormasjärven alusveden sulfaattipitoisuudet eivät ylitä 30 mg/l. Näin ollen sulfaatilla ei ole suoria toksisia vaikutuksia pohjaeläimistöön. Jormasjärven sulfaattipitoisuudet alusvedessä ovat viime vuosina olleet yli 100 mg/l ja pohjaeläimistön tila on säilynyt hyvänä/erinomaisena. Näin ollen VE0 mukaisilla sulfaattikuormituksilla Jormasjärven pohjaeläimistössä ei arvioida tapahtuvan heikkenemistä, mikäli Jormasjärven vesi ei kerrostu pitkäksi aikaa. Mikäli happiolosuhteet syvänteissä heikkenevät pysyvästi, voi pohjaeläinlajistossa näkyä muutoksia VE0 mukaisillakin kuormituksilla. Muissa vaihtoehdoissa sulfaattikuormitus on selvästi VE0 –vaihtoehtoa suurempaa. VE1a –vaihtoehdossa mallinnettu sulfaattikuormitus on alle 100 mg/l, jolla voi olla vaikutuksia pohjaeläinyhteisöihin herkimprien lajien osalta. Vaihtoehdossa VE1b on kohtalainen riski että pohjaeläimistön ekologinen tila ei ole hyvällä tasolla tulevaisuudessa.

Jormasjoki

Jormasjoki luokitui vuosina 2013 ja 2015 kaikkien pohjaeläinmittareiden perusteella erinomaiseen tilaluokkaan. Ympäristöviranomaiset ovat arvioineet Jormasjoen hyvään ekologiseen tilaluokkaan.

Jormasjoen sulfaattipitoisuuden on mallinnettu olevan alle 20 mg/l VE0 vaihtoehdossa ja alle 30 mg/l VE1a vaihtoehdossa. Jormasjoen keskimääräiset sulfaattipitoisuudet ovat vuosina 2014-2015 olleet 93-101 mg/l. VE0 mukaisilla sulfaattikuormituksilla Jormasjoen pohjaeläinlajisto säilyy todennäköisesti nykyisellään. VE1a, VE1b ja VE2a-b vaihtoehdoissa sulfaattikuormituksella voi olla vaikutuksia pohjaeläinyhteisöihin herkimprien lajien kohdalla.

Nuasjärvi etelä/keski

Nuasjärven purkupaikan alusvedessä sulfaattipitoisuudet nousevat jokaisessa vaihtoehdossa tasolle jolla on todennäköisesti vaikutuksia pohjaeläinlajistoon purkupaikan läheisyydessä olevissa syvänteissä. Vedet laimenevat nopeasti, mutta Nuasjärven etelä- ja keskiosissa on riski että syvänpohjaeläinlajisto heikkenee kaikissa vaihtoehdoissa. Huomioitavaa on että litoraalipohjaeläinyhteisöissä on yleensä herkkiä EPT-lajeja, jotka saattavat heikentyä Nuasjärven etelä- ja keskiosissa sulfaattikuormituksen myötä. Nuasjärveltä ei ole olemassa litoraalipohjaeläinainestoa. Nuasjärven itä- ja länsiosissa Rehjalla vedet laimenevat nopeasti eikä kuormituksella todennäköisesti ole vaikutuksia pohjaeläinyhteisöihin.

Vertailutaulukko

Taulukko 7-19. Pohjaeläimiin kohdistuvien vaikutusten kokonaismerkittävyys eri vaihtoehdoissa. Nuoli → kuvaa vaikutuksen muutosta kuormituksen muuttuessa.

Vuoksen suunta

Vaihtoehto	Lumijoki	Kivijärvi1)	Kivijoki	Laakajärvi 2)	Kiltuanjärvi	Sälevä	Nurmijoki, itäkoski
VE0	--	---	-				
VE1a	----	---	--	-			
VE1b	----	---	---	-			
VE2a-b	--	---	-				

1) Kivijärven pohjaeläinten ekologinen tila on heikko kaikissa vaihtoehdoissa, johtuen pysyvistä kerrostuneisuudesta

2) Vaikutukset todennäköisesti suuremmat Laakajärven pohjoisosassa

Oulujoen suunta

Vanha reitti

Vaihtoehto	Kalliojokisuus	Kolmisoppi	Tuhkajoki	Jormasjärvi	Jormasjoki
VE0	--	--	-		
VE1a	--	--	-	-	-
VE1b	---	--	--	--	-
VE2a-b	--	--	--	-	-

Oulujoen suunta

Uusi reitti

Vaihtoehto	Nuasjärvi 1)	Rehjanselkä	Kajaaninjoki/P altajärvi	Oulujärvi
VE0	-			
VE1a	-- → -			
VE1b	-			
VE2a-b	-			

1) Vaikutus todennäköisesti suurempi purkupaikan lähellä olevissa syvänteissä.

Erittäin suuri	----	Erittäin suuri riski että tapahtuu muutoksia pohjaeläinten ekologiseen tilaan
Suuri	---	Suuri riski että tapahtuu muutoksia pohjaeläinten ekologiseen tilaan
Kohtalainen	--	Kohtalainen riski että tapahtuu muutoksia pohjaeläinten ekologiseen tilaan
Vähäinen	-	Voi aiheutua muutoksia pohjaeläinyhteisöihin, mutta ekologinen tila ei todennäköisesti heikkene
Ei vaikutusta		Ei vaikutusta pohjaeläinyhteisöihin

7.5 Epävarmuudet

Leväyhteisöihin ja pohjaeläimiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin epävarmuudet liittyvät lähinnä kuormitusennusteeseen ja vesistövaikutusten arviointiin, jonka pohjalta vaikutusarvioita on pääosin tehty.

7.6 Haittojen ehkäiseminen ja lieventäminen

Kaivosvesien purkualueiden vesistöhaittoja ja sitä kautta myös leväyhteisöihin ja pohjaeläimiin kohdistuvia haittoja voidaan ehkäistä ja lieventää mahdollisimman tehokkaalla purkuvesien puhdistuksella sekä johtamalla kaivosvesiä vesistöihin, joissa on mahdollisimman hyvät laimentumisolosuhteet.

8 KALASTO JA KALATALOUS

8.1 Nykytila

8.1.1 Kalastustiedustelut ja kalastuskirjanpito

8.1.1.1 Pohjoinen purkureitti

Kolmisoppi, Tuhkajoki, Jormasjärvi, Jormasjoki

Kolmisopella on ollut 2010-luvulla 1-2 kirjanpitokalastajaa, jotka ovat kalastaneet vähän muutamalla katiskalla (Pöyry Finland Oy 2014b, Ramboll Finland Oy 2016). Muita kalastajia ei järvellä ole ollut. Kokonaissaalis on ollut tasoa 20-120 kg vuodessa koostuen hauesta, ahvenesta ja särjestä. Niiden lisäksi on saatu satunnaisesti madetta.

Tuhkajoella harjoitetaan pienimuotoista vapakalastusta. Saalis on ollut v. 2008 ja 2013 pääasiassa kirjolohta ja haukea (Taulukko 8-1). Kalastus Tuhkajoella on voimakkaasti riippuvainen kunakin vuonna siihen tehtyjen kirjolohi-istutusten määrästä. Ainakin osa taimensaaliista on Tuhkajoen omaa luontaista kantaa.

Jormasjärvellä kirjanpitokalastajien saalis harvoilla verkoilla on ollut 2010-luvulla pääasiassa kuhaa ja haukea (Pöyry Finland Oy 2014b, Ramboll Finland Oy 2016). Niiden lisäksi on saatu vähän siikaa ja madetta sekä satunnaisesti ahventa ja lahnaa. Kuhan yksikkösaalis on ollut kohtalainen eli tasoa 0,7-0,8 kg verkon kokukertaa kohden ja hauen yksikkösaalis pieni eli yleensä alle 0,3 kg kokukertaa kohden.

Jormasjärvellä oli v. 2008 ja 2013 noin 60 kotitarvekalastajaa, jotka kalastivat pääasiassa harvoilla verkoilla, katiskoilla ja erilaisilla vapavälineillä (Taulukko 8-1). Kalastus keskittyi kesään kesä-elokuulle. Talviverkkokalastusta harjoitti vajaa kolmannes verkkokalastajista. Kokonaissaalis oli sekä v. 2008 että 2013 noin 3,1 t, josta v. 2013 kuhaa oli 42 %, haukea 26 % ja ahventa 22 %. Siikaa ja muikkua saatiin vain vähän. Kalastajien mukaan kalastusta eniten haittaavia tekijöitä olivat Jormasjärvellä kaivoksen kuormitus, pyydysten likaantuminen, veden heikko laatu, metsäojitusten kuormitus ja heikko saalis. Kalojen makuvirheitä kommentoitiin vain satunnaisesti.

Jormasjärvellä harjoitti v. 2013 osin ammattimaista kuhan kalastusta 2 kalastajaa, toinen 3 rysällä ja toinen 120 verkolla. Heidän kuhasaalis, 1235 kg, oli lähes yhtä paljon kuin kotitarvekalastajien yhteissaalis. Ammattikalastajien saalis mukaan lukien Jormasjärven kokonaissaalis v. 2013 oli 4,5 t.

Jormasjoki on suosittu koskikalastuskohde, johon istutetaan vuosittain pyyntikokoista kirjolohta ja taimenta. Niiden ohella saaliiksi saadaan merkittävästi myös haukea, ahventa ja harjusta (Taulukko 8-1). Jormasjoella kalasti vavoilla v. 2008 ja 2013 260-270 kalastajaa. Kokonaissaalis oli tasoa 800-900 kg, josta kirjolohta oli 60-70 %. Ainakin osa harjussaaliista on joen omaa luontaista kantaa.

Taulukko 8-1 Kotitarve- ja virkistyskalastajien määrä ja kokonaissaalis (kg) Jormaskylän osakaskunnan alueella v. 2008 ja 2013 (Pöyry Finland Oy 2014b).

	Kolmisoppi		Jormasjärvi		Tuhkajoki		Jormasjoki	
	2008	2013	2008	2013	2008	2013	2008	2013
Kalastajia	2	2	60	62	52	41	269	262
Taimen	-	-	3	-	16	3	22	60
Kirjolohi	-	-	7	20	63	12	618	510
Siika	-	-	98	121	-	-	3	-
Muikku	-	-	33	24	-	-	-	-
Harjus	-	-	-	-	-	1	42	61
Hauki	29	27	1080	778	46	9	108	132
Ahven	34	23	384	665	6	2	40	69
Kuha	-	-	1147	1316	-	-	26	-
Made	28	4	272	129	-	-	9	-
Lahna	-	-	4	11	-	-	-	-
Särki	14	8	129	32	-	-	8	12
Yhteensä kg	105	62	3157	3096	131	27	876	844

Nuasjärvi

Kalastuskirjanpidon mukaan tärkeimmät saalislajit Nuasjärvellä ovat kuha ja hauki (Pöyry Finland Oy 2016a). Kuhakanta on vahvistunut istutusten myötä, ja verkkoyksikösaalit ovat olleet 2010-luvulla kohtalaisia. Kuha lisääntyy Oulujärvellä nykyisin luontaisesti, ja todennäköisesti se tekee samoin myös Nuasjärvellä. Haukikanta on ollut Nuasjärvellä vuosittain varsin tasainen; sen yksikkösaaliit ovat olleet pieniä. Siikakannat ovat heikentyneet Oulujärvellä ja sen reiteillä 1990-luvulta lähtien, ja ne ovat nykyisin heikkoja. Nuasjärvellä siikakanta on pääosin istutusten varassa, mutta istutustulokset ovat olleet heikkoja. Nuasjärven muikkukanta on ollut heikko jo useita vuosia. Nuasjärven taimenkanta on istutusten varassa, mutta istutustulokset ovat olleet heikkoja.

Nuasjärvellä (sisältää myös Rehjan) kalasti v. 2015 noin 570 kotitarvekalastajaa (Pöyry Finland Oy 2016a). Kalastus oli pääasiassa verkko- ja katiskakalastusta sekä vetouistelua. Kokonaissaalis oli noin 33 t, josta kuhaa oli 35 %, haukea 29 % ja ahventa 20 % (Taulukko 8-2). Muita merkittäviä saalislajeja olivat made, lahna ja särki. Muikku-, siika- ja taimensaaliit olivat pieniä; kunkin osuus kokonaissaaliista oli 1-2 %. Kalastajien mukaan kalastusta eniten haittaavia tekijöitä olivat Nuasjärvellä heikko saalis, vesistön säännöstely, pyydysten likaantuminen ja Terrafamen kuormitus.

Taulukko 8-2. Kotitarve- ja virkistyskalastajien kokonaissaalis (kg/%) Nuasjärvellä v. 2015.

	Muikku	Siika	Taimen	Hauki	Ahven	Kuha	Made	Lahna	Särki	Muut	Yhteensä
kg	381	422	523	9468	6626	11621	1366	1404	1147	53	33011
%	1,2	1,3	1,6	28,7	20,1	35,2	4,1	4,3	3,5	0,2	100,0

Kuhakannat ovat vahvistuneet 2000-luvulla Oulujärvellä ja sen yläpuolisilla reiteillä. Nuasjärvellä on kalastanut viime vuosina muutamia ammattikalastajia, jotka ovat keskittyneet kuhan verkkopyyntiin. Lisäksi käytössä on ollut 1-2 isorysää. Nuasjärvellä tehtiin keväällä 2016 ammattikalastajien kalastustiedustelu vuosilta 2014 ja 2015 liittyen Terrafamen kalataloustarkkailuun (Ramboll Finland Oy 2016). Nuasjärven osalta tiedot koskevat kolmen kalastajan tietoja, sillä yksi kalastaja ei antanut tietoja. Kokonaissaalis kolmen kalastajan osalta oli v. 2014 noin 29 t ja v. 2015 vastaavasti 13 t (Taulukko 8-3). Kuhan osuus ammattikalastajien kokonaissaaliista oli noin 70 % ja hauen osuus

vastaavasti noin viidenneksen. Kuhan ja hauen lisäksi saatiin merkittävästi lahnaa ja madetta, vähän ahventa, siikaa ja muikkua sekä satunnaisesti taimenta. Neljän ammattikalastajan kokonaissaalis v. 2013 oli 39 t, josta kuhaa oli 62 %, lahnaa 20 % ja haukea 11 % (Pöyry Finland Oy 2014).

Kuhan hehtaarisaalessa oli v. 2013 huomattavan suuri. Ammattikalastajien saaman kuhan hehtaarisaalessa v. 2013 oli 2,5 kg/ha. Jos vuoden 2013 ammattikalastajien saaliiseen lisätään kotitarvekalastajien saalistaso (11,6 t v. 2015), kuhan laskennalliseksi kokonaissaaliiksi v. 2013 saadaan 3,7 kg/ha.

Taulukko 8-3. Ammattikalastajien kokonaissaalis (kg) Nuasjärvellä v. 2013-2015. V. 2013 neljän kalastajan tiedot ja v. 2014-2015 kolmen kalastajan tiedot (ks. teksti).

	2013	2014	2015
Taimen	15	12	4
Siika	700	289	271
Muikku	-	48	10
Hauki	4400	5346	2388
Ahven	670	186	58
Kuha	23963	20769	9098
Made	1300	641	402
Lahna	7600	1584	1046
Yhteensä kg	38648	28875	13277
kg/kalastaja	9662	9625	4426
Kuhan osuus %	62	72	69

Kajaaninjoki

Kajaanin keskustassa, Koivukosken ja Ämmäkosken voimalaitosten välissä on Kajaanin Perhokerhon ylläpitämä Linnanvirran erityiskalastuskohde, jossa voi kalastaa heitettävällä ilmaisella kalastusluvalla. Kohteeseen istutetaan taimenta ja harjusta.

Voimalaitosten alapuolisella Kajaaninjoen alaosalla harjoitetaan lähinnä vapakalastusta, ja saalis on siellä pääasiassa haukea, kuhaa ja ahventa. Kajaaninjoen alaosan järvi- ja laajentumalla, Paltajärvellä, kalastus on tyypillistä kotitarvekalastusta ja pyyntitoimet sekä saalislajisto ovat siellä paljolti samanlaisia kuin Oulujärven Paltaselällä.

Oulujärvi

Kalastuskirjanpidon mukaan tärkeimmät saalislajit Oulujärven Paltta- ja Ärjänselällä ovat kuha ja hauki (Pöyry Finland Oy 2016b). Kuhakanta on vahvistunut istutusten ja nykyisin myös luontaisen lisääntymisen myötä voimakkaasti 2000-luvulla, ja verkkoyksikkösaaliset ovat olleet 2010-luvulla pääosin kohtalaisia. Luontaisen lisääntymisen merkitys kuhan poikastuotannolle on Oulujärvellä nykyisin jo selvästi suurempi kuin istutusten merkitys. Haukikanta on ollut Paltaselällä tasaisen vahva. Siikakannat ovat heikentyneet koko Oulujärvellä 1990-luvulta lähtien, ja ne ovat nykyisin heikkoja kaikilla selillä. Siikakanta on pääosin istutusten varassa, mutta istutustulokset ovat olleet heikkoja. Oulujärven muikkukanta on ollut varsin vahva koko 2000-luvun. Muikun koko on ollut kuitenkin jo pitkään pieni, mikä on vaikeuttanut sen menekkiä, joten muikun pyynti on vähentynyt merkittävästi. Taimenkanta on istutusten varassa, mutta istutustulokset ovat olleet heikkoja.

Vuoden 2015 kalastustiedustelun mukaan (Pöyry Finland Oy 2016b) Paltaselällä oli noin 770 kotitarvekalastajaa sekä 14 ansiokalastajaa ja Ärjänselällä vastaavasti 600 kotitarvekalastajaa sekä 25 ansiokalastajaa. Ansiokalastajista osa oli käytännössä kui-

tenkin kotitarvekalastajia, jotka käyttivät ammattimaisia pyyntivälineitä eli isorysää. Kotitarvekalastajien kalastus oli pääasiassa verkko-, katiska- ja vapakalastusta ja ammattikalastajilla vastaavasti verkko- ja rysäkalastusta. Ärjänselällä harjoitettiin myös ammattimaista troolausta. Troolausta harjoitettiin vähäisessä määrin myös Paltaselän puolella. Kotitarvekalastus painottui selvästi kesään touko-syyskuulle. Ammattimaisessa kalastuksessa myös talviaikaisella verkkokalastuksella oli tärkeä merkitys.

Kokonaissaalis Palta- ja Ärjänselällä oli v. 2015 noin 208 t, josta kuhaa ja haukea oli molempia neljännes ja ahventa sekä muikkua noin 15 % (Taulukko 8-4). Muikkusaalis oli todellisuudessa jonkin verran suurempi, sillä saalisarviosta puuttuu Paltaselältä troolattu pienehkö muikkusaalis. Muita merkittäviä saalislajeja olivat särki, made ja lahna, joiden saalisosuus oli 4-6 %. Siikaa ja taimenta saatiin vähän eli 0,5-2,1 t. Kokonaissaaliista saatiin Paltaselältä 36 % ja Ärjänselältä vastaavasti 64 %. Paltaselällä tärkeimmät saalislajit olivat hauki, kuha ja ahven ja Ärjänselällä näiden lisäksi muikku. Kotitarvekalastajien osuus Palta- ja Ärjänselän kokonaissaaliista oli vajaa puolet. Paltaselällä kokonaissaaliista kaksi kolmannesta oli kotitarvekalastajien saalista. Ammattikalastus painottui Ärjänselälle, ja siellä ammattikalastuksen osuus kokonaissaaliista oli kaksi kolmannesta. Ammattikalastajat keskittyivät selvästi kuhan kaupalliseen pyyntiin.

Kalastusta eniten haittaavina tekijöinä kalastajat pitivät molemmilla selillä pyydysten likaantumista, vesistön säännöstelyä, heikkoa saalista ja särkikalojen runsautta.

Taulukko 8-4. Kotitarve- ja ammattikalastajien kokonaissaalis (kg/%) Palta- ja Ärjänselällä v. 2015.

	Paltaselkä				Ärjänselkä				Yhteensä	
	Kotit. kal.	Amm. kal.	Yhteensä	%	Kotit. kal.	Amm. kal.	Yhteensä	%	kg	%
Muikku	2824	15	2839	3,8	2385	23923	26308	19,8	29147	14,0
Siika	320	265	585	0,8	530	963	1493	1,1	2078	1,0
Taimen	211	49	260	0,3	204	46	250	0,2	511	0,2
Järvilohi	59	-	59	0,1	69	3	72	0,1	131	0,1
Hauki	19328	4781	24109	31,9	14996	11068	26064	19,7	50172	24,1
Ahven	13902	1354	15256	20,2	13210	2828	16038	12,1	31294	15,0
Kuha	9638	12400	22038	29,1	5841	25096	30937	23,3	52975	25,4
Made	2419	1321	3740	4,9	3231	3361	6592	5,0	10332	5,0
Lahna	802	3561	4363	5,8	979	2049	3028	2,3	7391	3,5
Särki	1596	697	2293	3,0	2876	7624	10500	7,9	12793	6,1
Muut	121	4	125	0,2	150	11134	11284	8,5	11409	5,5
Yhteensä	51220	24447	75667	100,0	44470	88095	132565	100,0	208232	100,0

8.1.1.2 Eteläinen purkureitti

Kivijärvellä harjoitettu pienimuotoinen kalastus on käytännössä loppunut, sillä Lumijoen kautta Kivijärveen purkautuvat kaivoksen käsitellyt purkuvedet ovat vaikuttaneet merkittävästi Kivijärven vedenlaatuun ja myös kalastushalukkuuteen järvellä.

Laakajärvellä harjoitetaan aktiivista kotitarvekalastusta ja käytetyimpiä pyyntimuotoja ovat verkkokalastus ja vetouistelu (Hartikainen 2013). Vuosilta 2009 ja 2012 tehtyjen kalastustiedustelujen mukaan järvellä kalasti noin 160-220 taloutta (Taulukko 8-5). Kotitarvekalastajien kokonaissaalis oli tasoa 8-15 t, josta hauen, kuhan ja ahvenen yhteisosuus oli noin 70-80 %. Niiden lisäksi saatiin merkittävästi muikkua, madetta, taimenta, siikaa ja särkeä. Kalastajamäärä ja kokonaissaalis olivat v. 2012 selvästi pienempiä kuin edellisellä tiedustelukerralla v. 2009. Pyyntiponnistus ja sitä myöten myös kokonaissaalis on vähentynyt Laakajärvellä jo pidempään; v. 2003-2006 kokonaissaalis oli tasoa 20-24 t.

Laakajärvellä on harjoittanut pari kalastajaa myös ammattimaista kalastusta. Kokonaissaalis 2010-luvun alkuvuosina oli tasoa 11-15 t, josta pääosa oli katiskoilla pyydettyä

ahventa ja verkoilla pyydettyä kuhaa. Katiskapyynti loppui kesällä 2012 ja saalistaso laski jyrkästi v. 2013, jolloin kalastajien kokonaissaalis oli 3,6 t.

Taulukko 8-5. Kotitarve- ja virkistyskalastajien määrä ja kokonaissaalis (kg) Laakajärvellä v. 2009 ja 2012.

	2009	2012
Kalastavat taloudet	223	159
Taimen	465	379
Siika	429	97
Muikku	924	926
Hauki	5065	2275
Ahven	2929	1182
Kuha	4671	1975
Made	765	326
Särki	300	811
Muut	6	-
Yhteensä kg	15554	7971

Kiltuanjärvellä harjoitetaan aktiivista kotitarvekalastusta ja käytetyimpiä pyyntimuotoja ovat verkkokalastus ja vetouistelu (Hartikainen 2013). Vuosilta 2009 ja 2012 tehtyjen kalastustiedustelujen mukaan järvellä kalasti noin 100-120 taloutta (Taulukko 8-6). Kotitarvekalastajien kokonaissaalis oli tasoa 7-8 t, josta hauen, kuhan ja ahvenen yhteis-osuus oli noin 70 %. Muikun osuus kokonaissaaliista oli 15-20 %. Niiden lisäksi saatiin merkittävästi madetta, taimenta, siikaa ja särkeä. Kalastajamäärä ja kokonaissaalis olivat v. 2009 ja 2012 samaa tasoa. Kokonaissaalis Kiltuanjärvellä on ollut varsin vakaa koko 2000-luvun alun ajan eli tasoa 5-8 t vuodessa.

Taulukko 8-6. Kotitarve- ja virkistyskalastajien määrä ja kokonaissaalis (kg) Kiltuanjärvellä v. 2009 ja 2012.

	2009	2012
Kalastavat taloudet	119	103
Taimen	151	19
Siika	79	103
Muikku	1131	1548
Kirjolohi	202	-
Hauki	2298	1660
Ahven	599	1426
Kuha	1996	2504
Made	774	272
Särki	79	272
Lahna	4	-
Yhteensä kg	7313	7804

8.1.2 Verkkokoekalastukset

8.1.2.1 Pohjoinen purkureitti

Kalliojärvi, Kolmisoppi, Jormasjärvi

Kalliojärven ja Kolmisopen kalasto on ollut niukka koko tarkkailujakson ajan koostuen pääasiassa ahvenesta ja särjestä (Taulukko 8-7). Kalliojärvellä kaivoksen kuormitus ja Kolmisopella lisäksi säännöstely ovat heikentäneet kalojen elinolosuhteita, mikä näkyy etenkin ahvenen yksikkösaaliin alenemisena. Kolmisopella yksikkösaalis on vaihdellut huomattavasti eri vuosina. Myös Jormasjärvellä yksikkösaalis on ollut pieni eli tasoa

0,3-0,6 kg/verkko (Taulukko 8-7). Jormasjärven kalasto on ollut pääasiassa ahventa, kuhaa ja särkeä. Yksikkösaalis v. 2015 oli tarkkailujakson pienin johtuen lähinnä pienestä ahvensaaliista. Siikaa ja muikkua on Jormasjärvestä saatu vain satunnaisesti.

Taulukko 8-7. Verkkokoekalastusten tulokset (g/verkko) Kalliojärvellä, Kolmisopella ja Jormasjärvellä v. 2008-2015 (Pöyry Finland Oy 2014b, Ramboll Finland Oy 2016).

	Kalliojärvi					Kolmisoppi					Jormasjärvi		
	2008	2010	2012	2013	2015	2008	2010	2012	2013	2015	2012	2013	2015
Hauki	85	177	60	-	74	-	154	-	120	-	35	21	6
Ahven	599	505	-	132	4	263	872	-	1062	19	491	408	160
Särki	96	226	24	282	174	129	94	8	-	27	41	66	33
Kuha	-	-	-	-	-	-	-	-	170	-	86	26	37
Made	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Siika	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6
Muikku	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	1
Kiiski	24	-	-	-	-	9	20	1	24	3	2	4	3
Yhteensä	804	908	84	414	252	401	1140	9	1376	49	666	527	257

Nuasjärvi

Nuasjärvellä on tehty verkkokoekalastuksia v. 2011 (Määttänen 2015) ja v. 2015 (Ramboll Finland Oy 2016). Koekalastukset tehtiin eri vuosina eri alueilla ja erilaisilla verkkomäärillä, joten tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia. Yksikkösaalis oli molemmilla kerroilla pieni eli 0,4-0,8 kg/verkko (Taulukko 8-8). Kalasto koostui molemmilla kerroilla pääasiassa ahvenesta ja särjestä, joiden yhteisosuus oli noin 80-90 %. Siikaa ja muikkua saatiin vain satunnaisesti.

Taulukko 8-8. Verkkokoekalastusten tulokset (g/verkko) Nuasjärvellä v. 2011 ja Nuasjärvi-Rehjalla v. 2015.

	Nuasjärvi 2011	Nuasjärvi- Rehja 2015
Hauki	19	-
Ahven	281	237
Särki	346	81
Kuha	67	9
Siika	1	-
Muikku	2	7
Lahna	-	6
Seipi	18	-
Salakka	12	-
Kuore	7	1
Kiiski	13	12
Yhteensä	766	353

8.1.2.2 Eteläinen purkureitti

Kivijärven kalasto on ollut koko tarkkailujakson ajan lähes täysin ahventa ja särkeä (Taulukko 8-9). Kuormituksesta ja vedenlaadun voimakkaasta muuttumisesta huolimatta yksikkösaalis on ollut Kivijärvellä joinakin vuosina korkeampi kuin muilla vaikutusalueen järvillä (Taulukko 8-7-Taulukko 8-9). Kivijärvellä yksikkösaalista ovat nostaneet järvelle tyypilliset isokokoiset ahvenet.

Laakajärvellä verkkokoekalastusten yksikkösaalis on ollut v. 2012-2015 pieni eli tasoa 0,3-0,6 kg/verkko (Taulukko 8-9). Yksikkösaalis oli alhaisin v. 2012. Saalis oli kaikkina

vuosina pääasiassa ahventa, kuhaa ja särkeä, joiden yhteisosuus biomassasta oli yli 95 %.

Kiltuanjärvellä verkkokoekalastusten yksikkösaalis on ollut v. 2013 ja 2015 pieni eli tasoa 0,2-0,3 kg/verkko (Taulukko 8-9). Saalis oli pääasiassa ahventa ja kuhaa, joiden osuus biomassasta oli noin 75–90 %.

Taulukko 8-9. Verkkokoekalastusten tulokset (g/verkko) Kivijärvellä ja Laakajärvellä v. 2008-2015 (Pöyry Finland Oy 2014b, Ramboll Finland Oy 2016).

	Kivijärvi				Laakajärvi			Kiltuanjärvi		
	2008	2010	2012	2013	2015	2012	2013	2015	2013	2015
Hauki	-	154	-	-	-	-	-	-	-	14
Ahven	366	890	598	878	230	123	393	465	152	166
Särki	36	348	97	147	38	53	99	80	21	-
Kuha	-	-	-	-	-	110	128	60	64	51
Made	-	-	-	-	-	-	-	-	46	-
Siika	-	-	-	-	-	-	2	17	-	-
Muikku	3	2	10	-	-	6	3	1	4	1
Kiiski	32	14	0,2	-	1	4	4	6	2	3
Yhteensä	437	1408	705	1025	269	296	629	629	289	235

8.1.3 Sähkökoekalastukset

Sähkökoekalastuksia kaivoksen vaikutusalueen pienvesissä on tehty jo v. 2004 alkaen (Lapin Vesitutkimus Oy 2005 ja 2006, Pöyry Finland Oy 2014b, Ramboll Finland Oy 2016).

Kalliojoen ja **Lumijoen** koskikalasto on ollut niukka koko tarkkailujakson ajan koostuen pienin tiheyksin lähinnä ahvenesta ja särjestä (Taulukko 8-10). Niiden lisäksi on saatu satunnaisesti haukea ja madetta. Yksilötiheydet ovat vaihdelleet vuosittain, eikä tuloksista ole nähtävissä kaivoksen kuormituksen vaikutusta.

Tuhkajoella on kalastettu vuodesta riippuen 2-5 erityyppistä koelaa, joten tulokset vaihtelevat vuosittain (Taulukko 8-10). Tuhkajoen kalasto on ollut pääasiassa taimenta ja ahventa, joiden tiheydet ovat olleet yleensä pieniä. Joinakin vuosina joen alaosan kohteilla on ollut kuitenkin varsin runsaasti kesänvanhaa ahventa. Tuhkajoelta on saatu lisäksi pienin tiheyksin/satunnaisesti mm. harjusta, haukea, madetta ja särkeä. Harjus lisääntyy joen alaosalla vähäisessä määrin luontaisesti.

Tuhkajoen taimenet ovat luonnonkantaa. Taimenen geneettisen selvityksen mukaan Tuhkajoen taimenkanta on selvästi oma erillinen kantansa (Koskiniemi 2009). Taimenta on esiintynyt Tuhkajoessa kaikkina tarkkailuvuosina, eikä tuloksista ole nähtävissä selvää kaivoksen kuormituksen vaikutusta (Taulukko 8-10). Taimentiheydet ovat olleet kuitenkin v. 2015-2016 pienempiä kuin keskimäärin sitä ennen 2010-luvulla.

Taimenen hyvää lisääntymishabitaattia on enemmälti vain joen alaosalla, jossa on kalastettu vuosittain kaksi kohdetta tarkoituksena selvittää taimenen luontaisen lisääntymisen onnistumista. Taimenen kutu on onnistunut joen alaosalla, sillä kesänvanhoja poikasia on saatu vuotta 2015 lukuun ottamatta kaikkina vuosina (Taulukko 8-11). Kesänvanhojen poikasten määrä on vaihdellut vuosittain ilman yksisuuntaista kehitystä kuitenkin siten, että v. 2015 ja 2016 lisääntymistulos on ollut heikko. Tilanne on sikäli ristiriitainen, että vedenlaatu oli Tuhkajoessa heikoimmillaan v. 2013-2014, jolloin mm. sulfaattipitoisuus oli pitkiä aikoja tasoa 150-450 mg/l. Taimenen lisääntyminen oli tuollain kuitenkin samanlaista kuin edellisvuosina. V. 2015-2016 vedenlaatu parani huomattavasti, mutta taimenen lisääntymistulos oli aiempaa heikompaa. Tuhkajoen taimenkannan populaatiokoko on kokonaisuudessaan varsin pieni ja kutuparien määrä

lienee alhainen, joten kesänvanhojen poikasten puuttuminen tietyltä kohteelta jonakin vuonna voi olla myös sattuman seurausta. Tuhkajoen taimenpopulaatiota on pienentänyt osaltaan myös se, että v. 2013 Tuhkajoesta pyydettiin taimenkannan turvaamiseksi 105 taimenenpoikasta, jotka siirrettiin säilytettäväksi Paltamon kalanviljelylaitokselle.

Kivijoella on kalastettu vain v. 2013 ja 2015, ja saalis on ollut käytännössä täysin ahventa ja särkeä, joiden yksilötiheydet ovat olleet kohtalaisia–suuria (Taulukko 8-10). Kivijoen kohde on lyhyt suvantojen välinen koski, johon ahventa ja särkeä tulee suvannoista ja läheisistä järivistä, eikä tuloksista ole nähtävissä kaivoksen kuormituksen vaikutusta.

Laakajoella on kalastettu v. 2015, ja sieltä saatiin saaliiksi vain yksittäinen hauki, ahven, made ja kivisimppu (Taulukko 8-10).

Taulukko 8-10. Sähkökoekalastusten keskimääräiset tulokset (yks./aari) Kallio-, Tuhka-, Lumi-, Kivi- ja Laakajoella v. 2004-2016. Tuhkajoen tulokset vuodelta 2016 Ramboll Finland Oy, kirjall. tiedote.

Alue		Taimen	Harjus	Hauki	Ahven	Made	Särki	Kivisimppu	Kiiski
Kalliojoki	2004	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	0,5	-	-	-	-
	2010	-	-	-	0,8	-	0,8	-	-
	2013	-	-	0,3	1,0	0,3	-	-	-
	2015	-	-	1,0	1,5	0,5	0,5	-	-
Tuhkajoki	2004	1,5	0,2	-	2,7	0,9	-	16,4	-
	2008	0,8	-	-	0,3	0,3	0,2	-	-
	2009	4,7	1,5	-	-	1,7	-	-	-
	2010	4,0	0,5	0,7	33,3	0,3	0,1	-	-
	2011	11,8	0,5	1,5	3,6	-	-	-	-
	2012	5,5	0,3	0,3	-	-	-	-	-
	2013	3,6	-	0,8	15,0	0,4	2,1	-	0,1
	2014	10,5	1,2	1,5	1,5	-	4,5	-	-
	2015	1,3	0,1	0,3	0,6	0,3	0,2	-	-
2016	0,9	-	0,3	1,3	0,1	0,6	0,1	-	
Lumijoki	2004	-	-	-	-	-	-	-	-
	2005	-	-	0,7	15,6	0,8	-	-	-
	2008	-	-	-	1,1	-	0,4	-	-
	2010	-	-	0,7	3,9	-	7,2	-	-
	2013	-	-	-	1,0	-	2,3	-	-
	2015	-	-	-	0,5	-	2,1	-	-
Kivijoki	2013	-	-	-	17,9	-	14,3	-	-
	2015	-	-	-	10,0	1,0	29,0	-	-
Laakajoki	2015	-	-	0,4	0,4	0,4	-	0,4	-

Taulukko 8-11. Sähkökoekalastusten keskimääräiset tulokset (yks./aari) Tuhkajoen vuosittain kalastettavilla kohteilla v. 2009-2016. Tuhkajoen tulokset vuodelta 2016 Ramboll Finland Oy, kirjall. tiedote.

	Taimen 0-v.	Taimen 1-4-v.	Taimen yht.
2009	1,5	3,2	4,7
2010	2,3	4,7	7,0
2011	10,0	1,8	11,8
2012	2,5	3,0	5,5
2013	4,7	3,5	8,2
2014	6,7	3,8	10,5
2015	-	1,8	1,8
2016	0,5	0,4	0,9

8.1.4 Kalojen metallipitoisuudet

Kalojen metallipitoisuuksia on tutkittu kaivoksen velvoitetarkkailuun liittyen vaikutusalueen järvistä v. 2008–2013 vaihtelevasti hausta ja ahvenesta (Pöyry Finland Oy 2014b). Sen jälkeen metallimäärityksiä on tehty vuosittain hausta, kuhasta ja ahvenesta ja määrityksiä on tehty myös vertailujärvistä, Teeri- ja Ukonjärvestä (Ramboll Finland Oy 2015a ja 2016).

Kalojen metallipitoisuuksien perustaso on määritetty v. 2008. Vuosina 2008-2013 tulokset olivat hyvin samankaltaisia ja metallipitoisuudet olivat pääosin pieniä ollen yleisesti samaa tasoa kaikilla järvillä (Taulukko 8-12). Kadmium- ja lyijypitoisuudet olivat kaikkina vuosina selvästi alle elintarvikkeeksi käytetyn kalan lihakselle sallittujen enimmäispitoisuuksien. Kalojen elohopeapitoisuus ylitti vähän kalan lihakselle sallitun enimmäispitoisuuden Kolmisopella v. 2008 ja 2013, Kivijärvellä v. 2012 ja Kiltuanjärvellä v. 2013.

Taulukko 8-12. Hauen ja ahvenen lihaksen keskimääräinen metallipitoisuus (mg/kg tuorepainoa) kaivoksen lähialueen järvillä v. 2008-2013 sekä EU:n hyväksymät enimmäispitoisuudet kalalle (asetus 1881/2006). g = keskipaino, varjostetut arvot ylittävät enimmäispitoisuuden elintarvikkeeksi. Keskiarvon laskennassa määrittäjärajaa pienemmät arvot huomioitu määrittäjärajana. (Pöyry Finland Oy 2014b)

Alue	Kalalaji	g	Hg	As	Ba	Cd	Co	Cu	Ni	Pb	Zn	U
Kalliojärvi	2008 Hauki	816	0,84	0,03	0,14	<0,01	<0,02	0,09	<0,02	<0,01	5,4	-
	2010 Hauki	832	0,67	0,03	0,36	<0,01	<0,02	0,11	<0,02	<0,01	6,5	-
	2012 Hauki	330	0,82	0,018	<0,2	<0,005	<0,01	0,09	<0,01	<0,01	4,9	-
	2013 Ahven	79	0,28	0,009	0,038	0,003	0,005	0,14	0,025	0,005	4,2	<0,001
Kolmisoppi	2008 Hauki	1727	1,02	0,07	0,13	<0,01	<0,02	0,1	<0,02	<0,01	6,4	-
	2010 Hauki	997	0,74	0,07	0,2	<0,01	<0,02	0,13	<0,02	<0,01	6,5	-
	2013 Ahven	130	0,57	0,027	0,034	0,007	0,004	0,13	0,034	0,004	3,2	<0,001
Jormasjärvi	2008 Hauki	983	0,66	0,05	0,09	<0,01	<0,02	0,13	<0,02	<0,01	6,2	-
	2010 Hauki	1818	0,58	0,06	0,3	<0,01	<0,02	0,11	<0,02	<0,01	4,2	-
	2012 Hauki	1020	0,75	0,048	<0,2	0,011	<0,01	0,14	<0,01	<0,01	6,5	-
	2012 Ahven	190	0,34	0,018	<0,2	0,005	<0,01	0,17	<0,01	<0,01	4,0	-
	2013 Ahven	106	0,42	0,038	0,042	0,006	0,004	0,15	<0,02	0,005	4,1	<0,001
Kivijärvi	2008 Hauki	598	0,61	0,04	0,1	<0,01	<0,02	0,13	<0,02	<0,01	5,4	-
	2010 Hauki	1516	0,62	0,04	0,22	<0,01	<0,02	0,08	<0,02	<0,01	5,0	-
	2012 Ahven	183	0,63	<0,01	<0,2	<0,005	<0,01	0,13	<0,01	<0,01	3,3	-
	2013 Ahven	110	0,48	0,008	0,035	0,002	0,004	0,14	0,053	0,004	3,2	<0,001
Laakajärvi	2012 Ahven	125	0,42	0,023	<0,2	<0,005	<0,01	0,14	0,013	<0,01	3,5	-
	2013 Ahven	130	0,48	0,049	0,046	0,002	<0,004	0,13	0,03	0,004	3,5	<0,001
Kiltuanjärvi	2013 Ahven	102	0,61	0,034	0,088	0,002	<0,004	0,12	0,023	0,012	3,7	<0,001
EU-asetus	Hauki		1,0	-	-	0,05	-	-	-	0,3	-	-
	Muu kala		0,5	-	-	0,05	-	-	-	0,3	-	-

Vuosina 2014–2016 kalojen metallipitoisuudet olivat elohopeaa lukuun ottamatta pieniä ollen edellisvuosien tasoa (Taulukko 8-13). Elohopeaa ja sinkkiä lukuun ottamatta pitoisuudet olivat pääosin alle määrittäjärajaa tai sen lähellä. Kadmium- ja lyijypitoisuudet olivat selvästi alle elintarvikkeeksi käytetyn kalan lihakselle sallittujen enimmäispitoisuuksien.

Kalojen elohopeapitoisuus ylitti kalan lihakselle sallitun enimmäispitoisuuden v. 2014–2015 Kalliojärvellä, Kolmisopella ja Kiltuanjärvellä sekä v. 2014 Jormasjärven ja Kivijärven ahvenilla. Enimmäispitoisuus ylittyi myös vertailualueena toimivalla Ukonjärvellä v. 2015. Kaivoksen käsitellyissä purkuvesissä on elohopeaa vain vähän, keskimäärin alle laboratorion määrittäjärajaa (Ramboll Finland Oy 2016), joten kohonneet pitoisuudet eivät ole suora viite kuormituksen vaikutuksesta. Kohonneita pitoisuuksia oli Kol-

misopella jo v. 2008. Kiltuanjärvellä pitoisuudet ovat olleet korkeampia kuin Laakajärvellä, vaikka se on Laakajärven alapuolinen järvi. Korkeimmat elohopeapitoisuudet mitattiin v. 2015 vertailualueena toimivalta Ukonjärveltä. Kolmisopella myös järven säännöstely voi osaltaan kohottaa kalojen elohopeapitoisuutta säännöstelyn alkuvaiheessa. Tummissa, humuspitoisissa järvissä petokalojen elohopeapitoisuudet ovat luontaisesti korkeampia kuin kirkkaissa vesissä. Ahvenella tehdyissä tutkimuksissa korkeimmat elohopeapitoisuudet todettiin humuspitoisissa järvissä, joiden valuma-alueesta turvemaiden osuus oli 30-50 % (Strandberg ym. 2016). Humuspitoisissa järvissä ahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus oli varsin korkea eli 0,89 mg/kg ja kirkkaissa vertailujärvissä vastaavasti 0,22 mg/kg.

Taulukko 8-13. Hauen, ahvenen ja kuhan lihaksen keskimääräinen metallipitoisuus (mg/kg tuorepainoa) kaivoksen lähialueen järvillä ja vertailujärvillä (Teerijärvi, Ukonjärvi) v. 2014-2015. g = keskipaino, varjostetut arvot ylittävät enimmäispitoisuuden elintarvikkeeksi. Keskiarvon laskennassa määrittärajaa pienemmät arvot huomioitu määrittärajana. (Ramboll Finland Oy 2015a ja 2016, Rambol Finland Oy 2017 julkaisematon)

Alue	Kalalaji	g	Hg	As	Ba	Cd	Co	Cu	Ni	Pb	Zn	U
Kalliojärvi	2014	Ahven	156	0,66	*	0,21	*	*	*	*	4,2	*
	2015	Ahven	139	0,57	0,05	*	0,01	*	0,20	*	2,8	*
Kolmisoppi	2014	Ahven	208	0,55	*	0,22	*	*	*	*	3,9	*
	2015	Ahven	207	0,93	0,06	0,10	0,01	*	0,21	*	3,0	*
Jormasjärvi	2014	Hauki	1191	0,70	*	*	*	*	*	*	4,4	*
	2014	Ahven	168	0,51	*	*	*	*	*	*	2,8	*
	2014	Kuha	986	0,36	*	*	*	*	*	*	2,6	*
	2015	Hauki	962	0,69	0,09	0,11	0,01	*	*	*	4,1	*
	2015	Ahven	108	0,37	*	*	*	*	*	*	3,2	*
	2015	Kuha	783	0,33	0,05	*	*	*	*	*	2,5	*
Nuasjärvi	2015	Hauki	1135	0,46	0,09	*	*	*	*	*	5,1	*
	2015	Ahven	143	0,28	0,05	0,20	*	*	*	*	3,3	*
	2015	Kuha	750	0,36	*	*	*	*	*	*	3,3	*
	2016	Hauki	1115	0,33	*	*	*	*	*	*	5,7	*
	2016	Ahven	128	0,37	*	0,14	*	*	*	*	3,9	*
	2016	Kuha	805	0,41	*	*	*	*	*	*	2,7	*
Rehja	2015	Ahven	156	0,30	*	0,11	*	*	*	*	3,8	*
	2015	Kuha	841	0,35	*	*	*	*	*	*	3,2	*
	2016	Hauki	957	0,44	*	*	*	*	*	*	6,8	*
	2016	Ahven	82	0,24	*	0,10	*	*	*	*	3,2	*
	2016	Kuha	794	0,39	*	*	*	*	*	*	2,9	*
Kivijärvi	2014	Ahven	181	0,63	*	*	*	*	*	*	3,6	*
	2015	Ahven	72	0,44	*	*	*	*	*	*	3,4	*
Laakajärvi	2014	Hauki	1452	0,58	0,16	*	*	*	*	*	4,1	*
	2014	Ahven	226	0,50	*	0,21	*	*	*	*	2,6	*
	2014	Kuha	1620	0,34	*	*	*	*	*	*	2,8	*
	2015	Hauki	1616	0,54	0,20	*	*	*	*	*	4,2	*
	2015	Ahven	70	0,39	0,05	*	*	*	*	*	3,4	*
	2015	Kuha	649	0,36	0,05	*	*	*	*	*	3,0	*
Kiltuanjärvi	2014	Ahven	173	0,56	*	0,22	*	*	*	*	3,9	*
	2015	Ahven	87	0,60	*	*	*	0,23	*	*	3,8	*
Teerijärvi	2015	Hauki	852	0,70	0,05	*	*	*	*	*	4,9	*
Ukonjärvi	2015	Hauki	858	1,14	0,06	0,20	*	*	*	*	3,2	*
Kiantajärvi	2016	Hauki	762	0,35	*	0,11	*	*	*	*	6,6	*
	2016	Kuha	602	0,26	*	*	*	*	*	*	2,7	*

Marraskuussa 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon vaikutusten arviointiin liittyen Luke ja Evira toteuttivat selvityksen, jossa kalanäytteitä kerättiin viisi eri kierrosta v.

2012-2015 välisenä aikana (Korhonen ym. 2016). Kaloista määritettiin metallipitoisuuksia ja tehtiin histologisia tutkimuksia. Näytteitä kerättiin Kivi- ja Laakajärveltä sekä Kallio-, Kolmisoppi- ja Jormasjärveltä ja lisäksi vertailujärviltä. Kaivoksen vaikutus kalojen metallipitoisuuksiin näkyi pääosin yksittäisinä kohonneina arvoina. Mitatut arseenin, kromin, lyijyn, nikkelin, uraanin, kuparin, raudan, seleenin ja sinkin pitoisuudet olivat pieniä, usein alle määrittämissä rajojen. Kohonneita, sallitun enimmäispitoisuusrajan ylittäviä yksittäisiä kadmiumpitoisuuksia esiintyi kuormitusalueella etenkin ensimmäisillä näytteenottokierroksilla. Näitä ylityksiä oli Kolmisopen ja Jormasjärven särkinäytteissä vielä kolmannella kierroksella alkukesällä 2013, jolloin todettiin kohonnut kadmiumpitoisuus myös vertailualueena toimineen Kiantajärven yhdessä siivessä. Seurannan jatkuessa kadmium- ja myös mangaanipitoisuudet alenivat, mutta elohopean osalta raja-arvojen ylityksiä esiintyi kaikilla tutkimuskierroksilla. Ahvenen elohopeapitoisuudet ylittivät kuormitusalueella yleisesti sallitun enimmäispitoisuusrajan ja olivat korkeampia kuin vertailujärvillä. Vertailujärvet eivät sijoitu Terrafamen mustaliuskealueelle, millä voi olla vaikutusta kalojen metallipitoisuuksien luontaiseen tasoon. Terrafamen alueella mustaliuske on voinut suurentaa elohopeatasoa lähivesistöissä ja kaloissa jo historiallisesti, ja tätä kehitystä ovat olleet edistämässä kaivostoimintaan liittyvä valuma-alueen maankäsittely ja allasvuodon yhteydessä myös happamat purkuvedet (Korhonen ym. 2016). Valtioneuvoston asetuksessa (VNA 1308/2015) ahvenelle asetettu elohopean ympäristölaatu normi 0,22–0,25 mg/kg ylittyy kaikissa järvissä. Ympäristölaatu normi ylittyy monin paikoin myös muualla Suomessa.

Kipsisakka-altaan vuodon jälkeen kaloista tehtiin metallimäärittysten ohella myös histologisia tutkimuksia (Korhonen ym. 2016). Voimakkaita akuutin kudostuhoon merkkejä, jotka kertoisivat esimerkiksi happaman veden tai raskasmetallien aiheuttamista vaurioista, ei todettu näytteenottoajankohtina. Voimakkaampaan kudosärsytykseen viittaavia muutoksia todettiin vain harvoilla kaloilla, ja niitä oli sekä kohde- että verrokkijärvissä. Akuuttiin munuaistoksisuuteen viittaavia muutoksia tai voimakasta maksakuoliota merkinä maksa- tai munuaisvaurioista ei todettu missään ryhmässä. Maksa- ja munuaismuutokset olivat yleisesti ottaen lieviä ja painoutuivat usein niihin kaloihin, joilla oli kyseisissä elimissä loistartuntaa.

8.1.5 Muutokset kalastuksen määrässä

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin yhteydessä tehtiin Jormasjärven-Jormasjoen-Nuasjärven ja Kivijärven-Laakajärven rakennetuille rantatiloille asukaskysely, jossa kysyttiin mm. kaivostoiminnan vaikutuksia kalastuksen määrään erikseen toiminnan alusta lukien ja toisaalta purkupuolen rakentamisen jälkeen v. 2015 lähtien. Vastaajista (noin 280 tilallista) kaksi kolmannesta ilmoitti, että kaivostoiminnalla on ollut kielteinen tai melko kielteinen vaikutus kalastuksen määrään toiminnan alusta lukien. Kolme neljännestä vastaajista ilmoitti, että kaivostoiminnalla on ollut kielteinen tai melko kielteinen vaikutus kalastuksen määrään purkupuolen rakentamisen jälkeen. Yleisimpänä syynä kalastuksen vähenemiseen oli pelko vedenlaadun heikentymisestä ja kalojen käyttökelpoisuudesta. Tuloksia on tarkasteltu tarkemmin, mm. järviakohtaisesti, tämän arviointiselostuksen asukaskyselykohdassa (kohta 11.3).

Kaupallisen kalastuksen toimintaedellytysten heikkenemistä kalan myyntivaikeuksien vuoksi selvitettiin haastattelemalla 13.12.2016 Nuas- ja Jormasjärveltä kalaa ostaneen tukkuliikkeen edustajaa sekä kahta Nuasjärvellä ja Jormasjärvellä kalastanutta ja yhtä Laakajärvellä kalastanutta kaupallista kalastajaa.

Nuasjärven/Jormasjärven kalastajien mukaan yksityinen suora kalanmyynti kauppoihin, ravintoloihin ja yksityisille ihmisille on estynyt, koska paikalliset liikkeet tai yksityiset henkilöt eivät enää osta Nuasjärvestä tai Jormasjärvestä pyydettyä kalaa. Alueelta kalaa jo pitkään ostanut tukkuliike lopetti kalan oston vuoden 2016 lopussa perustellen sitä purkupuolen rakentamisen jälkeen tapahtuneella kalan oston/myynnin vaikeutumi-

sella kalan imagohaitan vuoksi. Vuoden 2017 alussa useille tukkuliikkeille tehdyn selvityksen mukaan (Ramboll Finland Oy, kirjall. tiedontanto 22.2.2017) Nuasjärven kalan ostajaksi on löytynyt uusi tukkuliike. Kaksi muutakin tukkuliikettä ilmoitti, että he voisivat ostaa Nuasjärven kalaa, jos tarjontaa olisi.

Laakajärvellä kalastaneella kalastajalla oli verkkopyynnin ohella ammattimaista ahvenen katiskakalastusta vuoteen 2012 asti, jolloin tukkuliike irtisanoi ahvenen ostosopimuksen kaivoksen aiheuttaman maineen menetyksen vuoksi. Ammattimainen katiskapyynti loppui tuolloin, eikä tukkuliike osta edelleenkään Laakajärven ahventa. Kuhan verkkopyynti Laakajärvellä on ollut viime vuosina vähäistä, koska kuhakanta on ollut järvellä kalastajan mukaan heikko. Kuhan talvikalastuksen painopiste on siirretty Oulujärvelle. Tukkuliike on kuitenkin ostanut toistaiseksi Laakajärvestä verkoilla pyydetyn kalan.

8.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivostoiminnan kuormituksesta lähinnä sulfaatti-, metalli- ja ravinnekuormituksella voi olla vaikutuksia purkuvesistöjen kalastoon ja kalastukseen. Käsiteltyjen purkuvesien johtamisella saattaa olla myös merkittäviä mielikuvavaikutuksia sekä kotitarve- että ammattikalastuksen osalta, mikä voi vähentää kalastushalukkuutta ja kalan käyttöä.

Hankkeen vaikutuksia kalastoon ja kalastukseen on tarkasteltu asiantuntija-arviona perustuen olemassa olevaan kalataloudelliseen aineistoon ja hankkeesta laadittuun vesistövaikutusarvioon. Kaivoksen vaikutusalueen kalastosta ja kalastuksesta on käytettävissä riittävästi tietoja arvioinnin tekemiseen.

8.3 Vaikutukset kalastoon ja kalastukseen

Sulfaatti

Vesistövaikutusarvion vesistömallilaskelmien mukaan **Nuasjärven purkualueella** pintaveden sulfaattipitoisuudet ovat talviaikaan alivirtaamakautena maksimikuormituksen aikana (**30000 t/a**, VE1a:n ensimmäiset vuodet) keskimäärin noin 20 mg/l ja alusvedessä selvästi kohonneita–korkeita eli tasoa 100–200 mg/l. Pintakerroksessa maksimipitoisuudet ovat kohonneita eli tasoa 40–50 mg/l ja alusvedessä korkeita eli tasoa 200–400 mg/l. Etäännyttäessä purkupaikalta alueelliset pitoisuudet pienenevät suhteellisen nopeasti. Purkupaikan lähisyvänteissä esiintyy tarkkailutulosten mukaan kuitenkin todennäköisesti edelleen korkeita pitoisuuksia, muutamia satoja mg/l, talvikerrostuneisuuden aikana. Nuasjärven länsiosassa Rehjanselällä pitoisuus on tasoa 15–20 mg/l, eikä pinnan ja pohjan välisissä pitoisuuksissa ole enää juuri eroja. Oulujärven suureen vesimassaan laimentuessaan sulfaatin pitoisuus pienenee ollen Paltaselällä 5–6 mg/l.

Sulfaattikuormituksen ollessa selvästi pienempi (**15000 t/a**, VE0 ja VE1b) Nuasjärven purkualueella pintaveden sulfaattipitoisuudet ovat keskimäärin tasoa 10 mg/l ja alusvedessä pitoisuus on tasoa 100–150 mg/l. Pintakerroksessa maksimipitoisuudet ovat tasoa 20–40 mg/l ja alusvedessä tasoa 200–300 mg/l. Etäännyttäessä purkupaikalta alueelliset pitoisuudet pienenevät suhteellisen nopeasti. Purkupaikan lähisyvänteissä esiintyy tarkkailutulosten mukaan kuitenkin todennäköisesti edelleen korkeita pitoisuuksia talvikerrostuneisuuden aikana. Nuasjärven länsiosassa Rehjanselällä pitoisuus on tasoa 8 mg/l ja Paltaselällä 3–4 mg/l.

Vanhoilla purkureiteillä vaihtoehdossa VE0 sulfaattikuormituksen (**1300 t/a**) aiheuttamat merkittävät talviaikaiset pitoisuusnousut alusvedessä rajoittuvat Oulujoen suunnassa Kolmisoppeen, Tuhkajokeen ja Jormasjärvestä Tuhkajokisuun edustalle ajoitusten maksimipitoisuuksien ollessa tasoa 50–100 mg/l. Vuoksen suunnalla Kivijärves-

sä maksimipitoisuudet voivat olla tasoa 100–200 mg/l. Pitoisuudet laimenevat nopeasti kauempana purkupaikoista ollen Jormas- ja Laakajärvessä tasoa 10–30 mg/l.

Sulfaattikuormituksen ollessa selvästi suurempi (**5000 t/a**, VE1a) alusveden pitoisuus voi olla enimmillään Kolmisopessa tasoa 200 mg/l, Jormasjärven eteläosassa tasoa 100 mg/l ja pohjoisosassa tasoa 30 mg/l. Kivijärvessä alusveden maksimipitoisuudet ovat tasoa 100–500 mg/l, Laakajärven pohjoisosassa tasoa 50–100 mg/l ja keskiosassa tasoa 15–30 mg/l.

Suurimmalla sulfaattikuormituksella (**15000 t/a**, VE1b) järvien alusvesien pitoisuudet ovat maksimissaan huomattavan suuria, Kolmisopella noin 400 mg/l, Jormasjärven eteläosassa tasoa 200 mg/l ja pohjoisosassa tasoa 60 mg/l. Kivijärvessä Lumijokisuun edustalla pitoisuus voi olla enimmillään lähes 1000 mg/l ja syvänteissä tarkkailutulosten mukaan tätäkin suurempia. Laakajärven pohjoisosassa pitoisuus voi olla enimmillään tasoa 100–350 mg/l ja keskiosassa tasoa 30–50 mg/l.

Sulfaatin suorista vesistövaikutuksista merkittävin on vesien suolaantuminen, mikä voimistaa vesistön kerrostuneisuutta ja voi sitä kautta heikentää alusveden happitilannetta. Sulfaatti ei sellaisenaan ole toksinen yhdiste, mutta suurissa pitoisuuksissa (useita tuhansia mg/l) sen on todettu olevan toksinen myös kaloille (Singleton 2000). Kirjolohella tehtyjen altistuskokeiden mukaan neljän vuorokauden LC50-arvo (pitoisuus, jossa puolet koeyksilöistä menehtyy) oli pehmeässä vedessä 5000 mg/l, ja hopealohien mätimunien kuolleisuus kasvoi pehmeässä vedessä, jossa sulfaattipitoisuus oli 280 mg/l (Singleton 2000). Vedenlaadun ohjearvot (British Columbia Ministry of Environment 2016) määrittelevät suurimman vesieliöstölle turvallisen sulfaattipitoisuuden vesistöissä 30 vuorokauden keskiarvona. Ohjeiden mukaan suurin vesieliöstölle turvallinen sulfaattipitoisuus on erittäin pehmeissä vesissä 128 mg/l. Luonnossa myös kalojen varhaisvaiheet näyttävät kuitenkin kestävän varsin korkeita sulfaattipitoisuuksia. Esimerkiksi Tuhkajoessa sulfaattipitoisuudet olivat v. 2013–2014 tasoa 150–450 mg/l, mutta veden laadun suhteen vaateliias taimen lisääntyi tuona aikana joessa silti normaalisti (Pöyry Finland Oy 2014b ja Ramboll Finland Oy 2015a). Etelä-Suomen rannikovesissä tavanomaiset kevätkutuiset kalalajit lisääntyvät olosuhteissa, joissa veden sulfaattipitoisuus voi olla useita satoja mg/l.

Voimakkaasti kuormitetuilla pienillä lähijärvillä, Kivijärvi, Salminen ja Kalliojärvi, sulfaattikuormitus on aiheuttanut pysyvää kerrostuneisuutta, ja kalaston elinolosuhteet ovat niillä heikentyneet merkittävästi jo nykyisellään. Myös suuremmilla järvillä, Jormasjärvi, Nuasjärvi ja Laakajärvi, kerrostuneisuus voimistuu etenkin talviaikana purkuvesien kertyessä syvänteisiin. Tämä osaltaan heikentää alusveden happitilannetta kerrostuneisuuskausina, mikä heikentää lähinnä syyskutuisten kalalajien eli siian ja muikun elinolosuhteita. Kevätkutuiset kalalajit ovat vedenlaadun muutoksia melko hyvin kestäviä kalalajeja, joiden kantoihin sulfaattikuormituksella ei arvioida olevan laajamittaista vaikutusta suuremmilla järvillä; merkittävät vaikutukset rajoittuvat purkualueiden lähelle. Suurimmalla sulfaattikuormituksella vanhoille purkureiteille (15 000 t/a, VE1b) sulfaatin pitoisuustasot, muutamia satoja mg/l, voivat kuitenkin olla kalastolle jo haitallisia myös osassa Jormas- ja Laakajärveä. Voimakkaasti kuormitetuilla pienillä lähijärvillä kevätkutuisen kalalajien elinolosuhteet pysyvät heikentyneinä myös jatkossa.

Ammattikalastajien mielestä ainakin Jormas- ja Laakajärvellä on tapahtunut kuhan karkottamista syvänteiden pyyntipaikoilta matalampaan veteen. Kerrostuneisuuskausina käsiteltyjä purkuvesiä kertyy järvien syvänteisiin, eikä voida kokonaan sulkea pois mahdollisuutta, että sillä olisi vaikutusta kuhan elinpiiriin valintaan kuormittuneilla syvänealueilla etenkin talvella, mikä voisi heikentää kalastusmahdollisuuksia alueella.

Sulfaattikuormituksen ei arvioida heikentävän taimenen elinolosuhteita Tuhkajoessa, kun sulfaattipitoisuus joessa on enintään noin 100 mg/l. V. 2014–2015 sulfaattikuormitus Oulujoen suuntaan pitkin vanhaa reittiä oli tasoa 7000–8000 t/a ja sulfaattipitoisuus

Tuhkajoessa oli yleisesti tasoa 150–300 mg/l. Johdettaessa sulfaattia Tuhkajoen suuntaan 800–3000 t/a (VE0 ja VE1a) Tuhkajoen sulfaattipitoisuus pysynee alle edellä mainitun vesieliöstölle turvallisena pidetyn rajan 128 mg/l. Suurimmalla kuormituksella (VE1b) sulfaattipitoisuus on Tuhkajoessa useita satoja mg/l, mikä on riski taimenen menestymiselle joessa. Jormasjärven pohjoisosassa alusveden sulfaattipitoisuus jää suurimmalla kuormituksella maksimissaankin tasolle 60 mg/l, joten kuormituksen vaikutukset Jormasjoen kalastoon ja kalastukseen jäävät vähäisiksi.

Pienistä purkuvesistöistä Kalliojoen ja Lumijoen kalasto on ollut niukka ja niiden kalataloudellinen arvo on ollut varsin vähäinen jo ennen kaivostoimintaa. Käsiteltyjen purkuvesien johtaminen niihin heikentää edelleen merkittävästi kalojen elinolosuhteita jokialueilla.

Metallit ja ravinteet

Vesistövaikutusarvion mukaan käsitellyistä purkuvesistä aiheutuvat eri metallien pitoisuuslisäykset ovat pieniä, eivätkä ne siten heikennä kalojen elinolosuhteita tai käyttökelpoisuutta. Suurimmat pitoisuuslisäykset ovat purkualueen pienissä lähijärvissä, Salmisessa, Kalliojärvessä, Kolmisopessa ja Kivijärvessä. Tarkkailutulosten mukaan ahvenen ja/tai hauen elohopeapitoisuus on ylittänyt kalan lihakselle sallitun enimmäispitoisuuden joinakin vuosina Kalliojärvellä, Kolmisopella, Jormasjärvellä ja Kivijärvellä. Ylityksiä oli Kolmisopella jo ennen kaivostoiminnan alkamista, ja niitä on ollut myös Kiltuanjärvellä ja vertailualueella Ukonjärvellä. Tummissa, humuspitoisissa järvissä petokalojen elohopeapitoisuudet ovat luontaisesti korkeampia kuin kirkkaissa vesissä.

Metalleista kaloihin kertyy tehokkaasti ainoastaan metyylielohopea, jota kalan kokonaiselohopeasta on noin 95 % (GTK 2015). Metyylielohopea on ihmiselle huomattavasti toksisempaa kuin epäorgaaninen elohopea. Kaloista on määritetty kokonaiselohopea, joka sisältää sekä epäorgaanisen elohopean että metyylielohopean.

Kaivoksen käsiteltyjen purkuvesien ravinnepäästöt ovat varsin vähäisiä. Typeä käsitellyissä purkuvesissä on kuitenkin hieman, mutta se ei yksistään lisää merkittävästi purkuvesistöjen rehevyyttä eikä siten lisää pyydysten limoittumista.

Kalastukseen liittyvät mielikuvat

Asukaskyselyn mukaan käsiteltyjen purkuvesien johtaminen on vähentänyt kalastushalukkuutta purkuvesistöissä. Yleisimpänä syynä kalastuksen vähenemiseen oli pelko vedenlaadun heikentymisestä ja kalojen käyttökelpoisuudesta. Kaupallisen kalastuksen toimintaedellytykset Jormas-, Nuas- ja Laakajärvellä ovat heikentyneet, sillä kaikki tukkuliikkeet eivät ole ostantaneet imagohaitan vuoksi Jormas- ja Nuasjärven kalaa enää v. 2017 alusta lukien. Kaupallisten kalastajien paikallinen kalanmyynti on käytännössä loppunut kalan imagohaitan vuoksi. Laakajärvellä ammattimainen ahvenen katiskapyynti loppui jo v. 2012 tukkuliikkeen lopetettua kalan oston kalan imagohaitan vuoksi. On ilmeistä, että jatkossakin käsiteltyjen purkuvesien johtamisesta aiheutuvat negatiiviset mielikuvat kalojen käyttökelpoisuudesta ovat huomattava kalataloudellinen haitta, vaikka kalat olisivatkin ihmisravinnoksi kelpaavia.

8.4 Vaihtoehtojen vertailu

Hankkeen vaikutukset kalastoon, mukaan lukien kalaston rakenteeseen perustuva vesistön kalataloudellinen arvo, ja toisaalta vaikutukset kalastukseen ja siihen liittyviin mielikuviin ovat osin hyvin erilaisia, joten niitä on arvioitu seuraavassa erikseen. Toiminnallisista vaihtoehdoista pienin jatkuva kuormitus vesistöön on nykyisessä tilanteessa (VE0), joten haitalliset **kalastovaikutukset** ovat siinä lievimmät (Taulukko 8-14). Kalastovaikutukset purkualueiden pienissä lähivesissä arvioidaan eri vaihtoehdoissa kohtalaisiksi-suuriksi, Kivijärvessä kuitenkin erittäin suuriksi vaihtoehdossa VE1b. Arvioinnissa on huomioitu, että näissä pienvesissä kalasto on niukka koostuen

pääasiassa tavanomaisista kevätkutuisista kalalajeista. Tuhkajoen alkuperäinen taimenkanta huomioon ottaen vaikutukset siellä arvioidaan kohtalaisiksi, mutta vaihtoehdon VE1b alkuvuosina erittäin suuriksi. Laaka- ja Jormasjärvellä kalastovaikutukset arvioidaan koko järvi huomioon ottaen vähäisiksi, mutta vaihtoehdon VE1b alkuvuosina kohtalaisiksi.

Kuormitus Nuasjärveen on suurinta vaihtoehdossa VE1a kolmena ensimmäisenä vuotena, jolloin myös kalastovaikutukset ulottuvat laajemmalle alueelle kuin muissa vaihtoehdoissa. Muutoin kalastovaikutukset arvioidaan Nuasjärvellä koko järvi huomioon ottaen vähäisiksi.

Kalastusvaikutusten arvioinnissa kaivospiirin ulkopuolella on huomioitu kalastuksen määrä vesistöissä, kaupallinen kalastus ja kalastukseen liittyvät mielikuvat (Taulukko 8-15). Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin yhteydessä tehtyjen selvitysten mukaan kalastukseen liittyvät mielikuvat kalojen käyttökelpoisuudesta ovat vähentäneet kalastusta kuormitetuissa vesistöissä, ja kaupallisen kalastuksen toimintaedellytykset ovat heikentyneet mm. kalan paikallisen oston loputtua. Nuas- ja Jormasjärvellä vaikutukset on arvioitu kohtalaisiksi kaikissa vaihtoehdoissa johtuen kaupallisen kalastuksen toimintaedellytysten heikkenemisestä imagohaitan vuoksi. Laakajärvellä vaikutukset on arvioitu suuriksi johtuen ammattimaisen ahvenenpyynnin loppumisesta. Kyseisillä järvillä harjoitetaan edelleen kotitarvekalastusta. Vanhojen purkureittien pienvesissä kalastuksen määrä on varsin vähäinen, mikä lieventää kalastusvaikutusten merkittävyyttä; vaikutukset ovat suurimmat vaihtoehdossa VE1b, etenkin sen alkuvuosina.

Nuasjärven purkupuutken siirrolla eri paikkaan ei merkittävästi voida lieventää kalataloudellisia haittoja, vaan ne vain siirtyvät eri alueelle. Johdettaessa purkuvedet Peitäisenniskaan Oulujärven yläpuolelle on olemassa riski, että kalan imagohaitta siirtyy Oulujärvelle. Tällä olisi huomattavia taloudellisia vaikutuksia, sillä Oulujärvellä harjoitetaan laajamittaista ammattimaista kalastusta.

Kaivoksen sulkemisvaihtoehdoissa (VE2a ja b) kuormitus vesistöihin on aluksi nykyistä tasoa tai suurempi, mutta vuosien mittaan se sulkemistoimenpiteiden edetessä vähenee.

Taulukko 8-14. Kalastovaikutusten kokonaismerkittävyys eri vaihtoehdoissa. Taulukon arvioinnissa on huomioitu kalabiologiset vaikutukset ja kalaston rakenteeseen perustuva vesistön kalataloudellinen arvo. Nuoli → kuvaa vaikutuksen muutosta kuormituksen muuttuessa.

Vuoksen suunta

Vaihtoehto	Lumijoki	Kivijärvi	Kivijoki	Laakajärvi	Kiltuanjärvi	Sälevä	Nurmijoki, Itäkoski
VE0	--	--	-				
VE1a	---	---	--	-			
VE1b (v. 2019, 2022)	---	----	--- → --	-- → -			
VE2a-b	--	--	-				

Oulujoen suunta

Vanha reitti

Vaihtoehto	Kalliojokisuus	Kolmisoppi	Tuhkajoki	Jormasjärvi	Jormasjoki
VE0	--	--	--	-	
VE1a	--	--	--	-	
VE1b (v. 2019, 2022)	---	--- → --	---- → ---	-- → -	
VE2a-b	--	--	--	-	

Oulujoen suunta

Uusi reitti

Vaihtoehto	Nuasjärvi	Rehjanselkä	Kajaaninjoki Paltajärvi	Oulujärvi
VE0	-			
VE1a (v. 2019, 2022)	-- → -			
VE1b	-			
VE2a-b	-			

Erittäin suuri	----	Aiheutuu erittäin suuria muutoksia kalaston rakenteeseen ja kalojen elinolosuhteisiin
Suuri	---	Aiheutuu suuria muutoksia kalaston rakenteeseen ja kalojen elinolosuhteisiin
Kohtalainen	--	Aiheutuu kohtalaisia muutoksia kalaston rakenteeseen ja kalojen elinolosuhteet voivat heiketä
Vähäinen	-	Voi aiheutua vähäisiä muutoksia kalaston rakenteeseen ja kalojen elinolosuhteisiin
Ei vaikutusta		Ei ole vaikutusta kalaston rakenteeseen tai elinolosuhteisiin

Taulukko 8-15. Kalastusvaikutusten kokonaismerkittävyys eri vaihtoehdoissa kaivospiirin ulkopuolisissa vesistöissä. Taulukon arvioinnissa on huomioitu kalastuksen määrä, mukaan lukien kaupallinen kalastus, ja kalastukseen liittyvät mielikuvat. Nuoli → kuvaa vaikutuksen muutosta kuormituksen muuttuessa.

Vuoksen suunta

Vaihtoehto	Kivijärvi	Kivijoki	Laakajärvi	Kiltuanjärvi	Sälevä	Nurmijoki, Itäkoski
VE0	---	--	---	-		
VE1a	---	--	---	-		
VE1b (v. 2019, 2022)	----	--- → --	---	-		
VE2a-b	---	--	---	-		

Oulujoen suunta

Vanha reitti

Vaihtoehto	Tuhkajoki	Jormasjärvi	Jormasjoki
VE0	--	--	-
VE1a	--	--	-
VE1b (v. 2019, 2022)	--- → --	--	-
VE2a-b	--	--	

Oulujoen suunta

Uusi reitti

Vaihtoehto	Nuasjärvi	Rehjanselkä	Kajaaninjoki Paltajärvi	Oulujärvi
VE0	--	--		
VE1a (v. 2019, 2022)	--	--		
VE1b	--	--		
VE2a-b	--	--		

Erittäin suuri	----	Aiheutuu erittäin suuria muutoksia kalastukseen ja siihen liittyviin mielikuviin
Suuri	---	Aiheutuu suuria muutoksia kalastukseen ja siihen liittyviin mielikuviin
Kohtalainen	--	Aiheutuu kohtalaisia muutoksia kalastukseen ja siihen liittyviin mielikuviin
Vähäinen	-	Voi aiheutua vähäisiä muutoksia kalastukseen ja siihen liittyviin mielikuviin
Ei vaikutusta		Ei ole vaikutusta kalastukseen ja siihen liittyviin mielikuviin

8.5 Epävarmuudet

Kalataloudellisten vaikutusten arvioinnin epävarmuudet liittyvät lähinnä kuormitustenusteeseen ja vesistövaikutusten arviointiin, jonka pohjalta kalataloudellisia vaikutusarvioita on pääosin tehty.

8.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Kaivosvesien purkualueiden vesistöhaittoja ja sitä kautta myös kalataloudellisia haittoja voidaan ehkäistä ja lieventää mahdollisimman tehokkaalla purkuvesien puhdistuksella sekä johtamalla kaivosvesiä mahdollisimman paljon vesistöihin, joissa on mahdollisimman hyvät laimentumisolosuhteet. Kalataloudellisia haittoja voidaan myös kompensoida kalatalousmaksulla, jolla voidaan tehdä kalataloudellisia hoitotoimia käsiteltyjen purkuvesien vaikutusalueella.

9 EKOLOGINEN TILA JA VESIENHOITOSUUNNITELMA

9.1.1 Vesistöjen ekologinen tila

Vesistöjen ekologinen tila ympäristöhallinnon 2. luokittelukauden tulosten mukaan on esitetty kartoilla erikseen Oulujoen (Kuva 9-1) ja Vuoksen (Kuva 9-2) vesistöille. Luokitus perustuu vuosien 2006–2012 seuranta-aineistoon. Oulujoen vesistöalueella olevien Salmisen ja Kalliojärven tilaa ei ole luokiteltu.

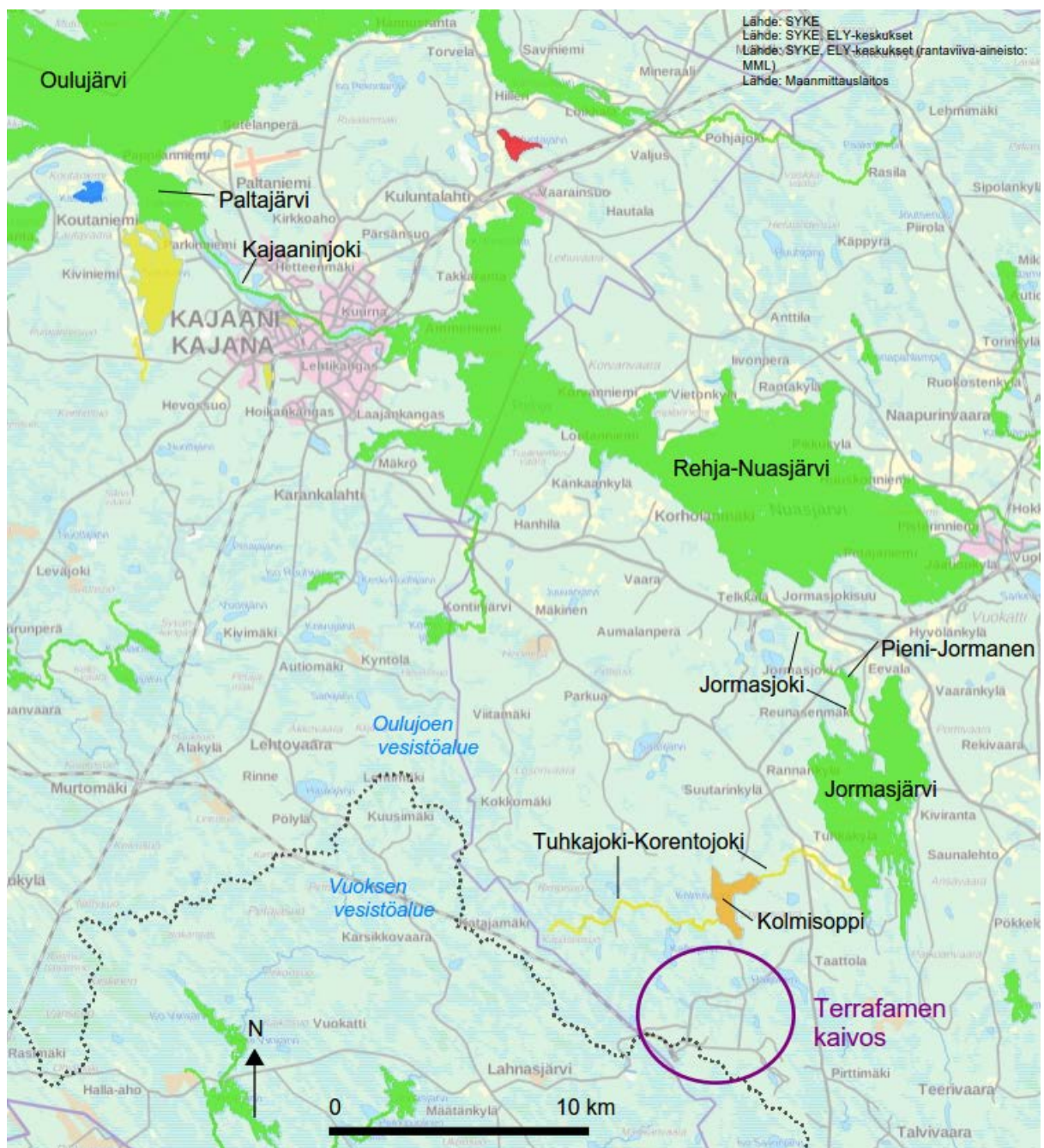
Oulujoen vesistön Tuhkajoen-Korentojoen vesimuodostuman ekologinen tila on luokiteltu tyydyttäväksi. Tuhkajoen-Korentojoen biologiset laatutekijät ilmentävät tyydyttävää tilaa, ja fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu viittaa hyvään tilaan. Useiden veden kemiallista koostumusta kuvaavien aineiden pitoisuudet ovat kasvaneet runsaasti vesimuodostuman alaosassa Terrafamen kaivoksen toiminnasta johtuen. Näille aineille ei ole olemassa ekologiseen laatuluokitukseen perustuvia raja-arvoja. Biologisissa laatutekijöissä sekä veden laadussa havaitut muutokset kokonaisuutena huomioiden vesimuodostuman arvioidaan olevan enintään tyydyttävässä ekologisessa tilassa (ympäristöhallinnon Hertta-tietokanta 21.11.2016).

Kolmisopen ekologinen tila on välttävä. Suomen ympäristökeskuksen lausunnon (9.9.2013) mukaan järven nikkeli-, sinkki-, mangaani-, alumiini- ja kadmiumpitoisuudet ovat tasoa, jolla on tai voi olla vaikutusta eliöihin. Järvi on myös lähellä pysyvää kerrostumista suolaantumisen seurauksena. Biologiset laatutekijät ilmentävät kokonaisuutena hyvää tilaa, mutta eliöstössä on havaittavissa merkkejä kaivostoiminnan vaikutuksesta. Käytettävissä olevan seuranta-aineiston perusteella ympäristöhallinto on arvioinut Kolmisopen ekologisen tilan välttäväksi. Tuhkajoen-Korentojoen ja Kolmisopen kemiallinen tila on hyvää huonompi, sillä vuosina 2011–2013 kadmiumin ja nikkelin keskipitoisuudet ylittivät ympäristön laatunormien tason kummassakin vesimuodostumassa (ympäristöhallinnon Hertta-tietokanta 21.11.2016). Jormasjärven ekologinen tila on luokiteltu hyväksi. Järveä voidaan pitää kuitenkin riskivesistönä, jossa ekologisen tilan heikkeneminen hyvää huonommaksi on mahdollista (Ramboll Finland Oy 2016). Kemiallinen tila on luokiteltu hyvää huonommaksi, sillä kadmiumpitoisuus ylittää sille asetetun ympäristölaatunormin. Nuasjärven, Rehjan ja Oulujärven ekologinen ja kemiallinen tila on luokiteltu hyväksi.

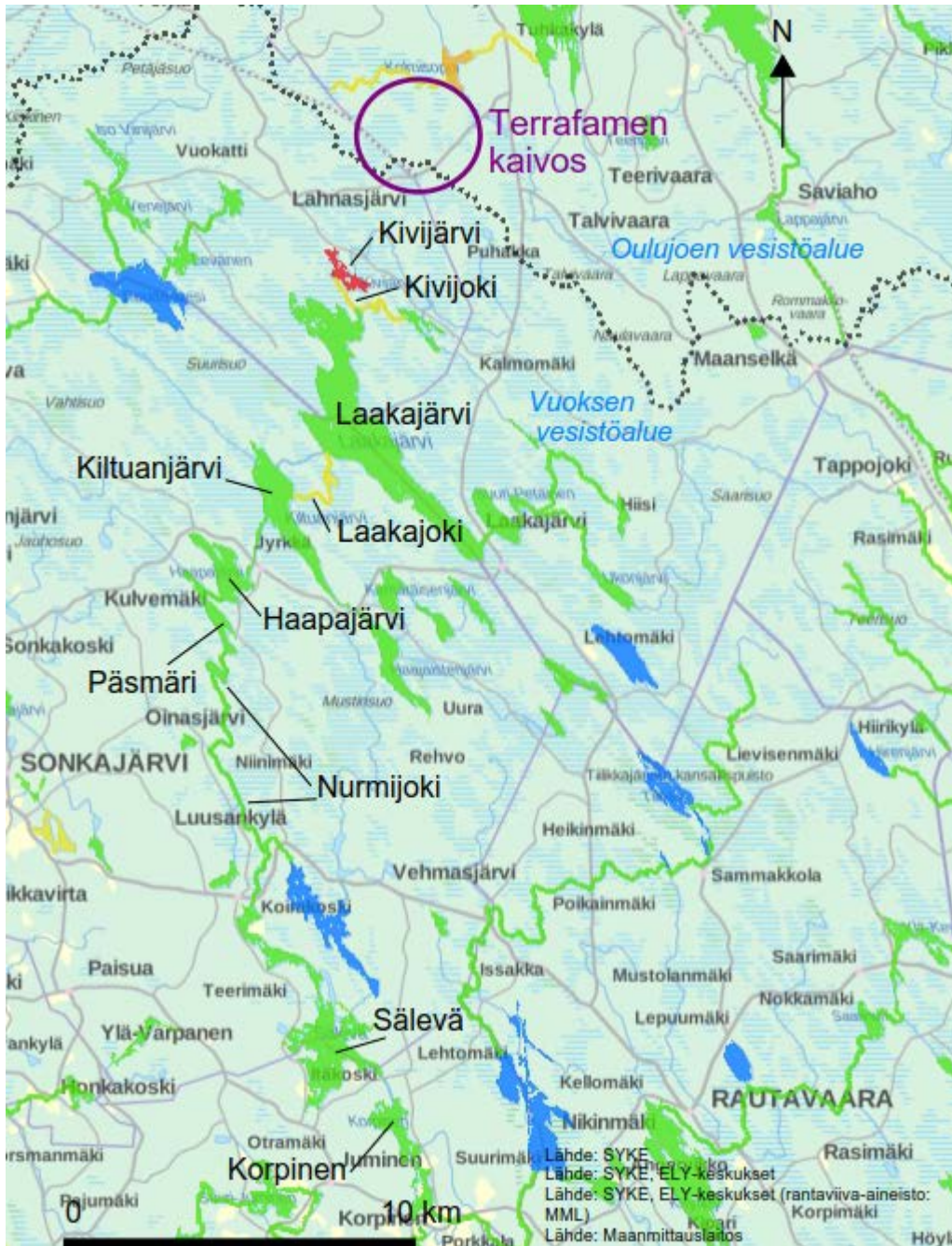
Vuoksen vesistössä Kivijärven ekologinen tila on luokiteltu huonoksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi. Suomen ympäristökeskuksen 9.9.2013 antaman lausunnon mukaan järven nikkeli-, sinkki- ja mangaanipitoisuudet olivat niin suuria, että niillä on vaikutusta eliöihin. Alusvedessä myös kadmiumin ja alumiinin pitoisuudet olivat tasolla, jolla voi olla vaikutusta eliöstöön. Järvi on vahvasti kerrostunut suolaantumisen takia, ja vuonna 2013 kolme metriä syvempien alueiden vesi oli lähes hape-tonta ja erittäin hapanta. Kivijärven kadmium- ja nikkelpitoisuudet ylittivät vuosina 2011–2013 selvästi ympäristölaatunormien tason (ympäristöhallinnon Hertta-tietokanta 21.11.2016).

Kivijoen ekologinen tila on arvioitu tyydyttäväksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi. Joen keskimääräinen nikkelpitoisuus ylitti vuosina 2012–2013 laatunormin tason ja kadmiumpitoisuus sivusi laatunormin tasoa (ympäristöhallinnon Hertta-tietokanta 13.3.2017). Laakajärven ekologinen tila on arvioitu hyväksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi. Laakajärven kemiallinen laatuluokitus perustuu yhteen vuonna 2012 tutkittuun ahveneen (ahvenia tutkittiin yhteensä viisi kappaletta), jonka elohopeapitoisuus 0,53 mg/kg ylitti ympäristölaatunormin tason. Laakajärven kaltaisessa humusjärven kalojen elohopeapitoisuudet ovat kuitenkin yleisesti suurempia kuin laatunormin taso (ympäristöhallinnon Hertta-tietokanta 21.11.2016). Muiden purkureitillä olevien

vesien ekologinen tila on luokiteltu vähintään hyväksi. Laakajoki voimakkaasti muutettu vesistö ja sen ekologinen tila tyydyttävä.



Kuva 9-1. Vesistöjen ekologinen tila Oulujoen vesistöalueella (Ympäristökarttapalvelu Karpalo, haettu 3.11.2016). Sininen = erinomainen ekologinen tila, vihreä = hyvä tila, keltainen = tyydyttävä tila, oranssi = välttävä tila, punainen = huono tila.



Kuva 9-2. Vesistöjen ekologinen tila Vuoksen vesistöalueella (Ympäristökarttapalvelu Karpalo, haettu 3.11.2016). Sininen = erinomainen ekologinen tila, vihreä = hyvä tila, keltainen = tyydyttävä tila, oranssi = välttävä tila, punainen = huono tila.

9.1.2 Vesienhoidon suunnittelu

Vesienhoitolainsäädännön yleisenä tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vettä niin, ettei niiden tila heikkene ja että vesistöjen tila on vähintään hyvä. Tavoitteet saavutetaan toimenpiteillä (perus-, muu perus- ja täydentävät toimenpiteet), jotka joko kohdistuvat suoraan vesistöön, vesistön valuma-alueelle ja pohjavesialueelle tai vaikuttavat suoraan kuormitukseen tai muihin ihmistoiminnasta aiheutuviin vesien tilaa heikentäviin tekijöihin. Toimenpiteiden lisäksi voidaan käyttää ohjaavia keinoja (esim. lait ja strategiat, rahoituksen ohjaus, tutkimus- ja kehittämistoimenpiteet) (Manninen & Kotanen 2016).

Terrafamen kaivoksen lähivesistöjen vesienhoitoa määrittelevät Oulujoen–lijoen vesienhoitosuunnitelma (Laine ym. 2015) ja Vuoksen alueen vesienhoitosuunnitelma (Manninen & Kotanen 2016) sekä vesienhoidon toimenpideohjelmat (Torvinen & Laine 2015a-b ja Vallinkoski ym. 2015). Vesienhoidon perustoimenpiteitä (sis. muut perustoimenpiteet) ovat kaivostoiminnan osalta Suomen lainsäädännön määrittelemät velvoitteet. Ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaan vesistön tai vesistöä vähäisemmän uoman pilaantumisen mahdollisesti aiheuttavien purkuvesien johtaminen edellyttää lain mukaista lupaa. Ympäristölupa on ympäristönsuojeluasetuksen mukaan oltava myös kaikilla merkittävää teollisuutta koskeville toiminnoille (massa-, paperi- ja kartonkitehdas, lannoitetehdas, kaivostoiminta, malmin tai mineraalien rikastamo, maidonjalostuslaitos sekä virvoitusjuomatehdas ja panimo). Teollisuuden ja kaivostoiminnan päästöjä rajoitetaan ympäristönsuojelulain mukaisilla ympäristöluvulla parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT) soveltaen. Teollisuuspäästödirektiivin soveltamisalan toimintojen päästömääräyksiä ohjaavat BAT-päätelmät, mutta myös tiukempia lupamääräyksiä voidaan lupapäätöksessä antaa, mikäli ympäristölaatunormit tai muut ympäristön tilan vaatimukset sitä edellyttävät.

Vesienhoitosuunnitelmien (Laine ym. 2015 ja Manninen & Kotanen 2016) mukaan vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöjen sääntelyä ja tarkkailua tehostetaan. Pohjavesistä tulee laatia perustilaselvitys teollisuuspäästödirektiivin mukaisesti. Häiriötilanteiden ennaltaehkäisyyn kiinnitetään erityistä huomiota. Kaivosteollisuuden ympäristönsuojelua tehostetaan ympäristölupamenettelyn ja riskien hallinnan tiukentamisella, uusilla tutkimus- ja kehityshankkeilla sekä valvonnan lisäresursoinnilla, viranomaisohjeistuksilla ja tukimateriaalilla. Teollisuudelle ja kaivostoiminnalle ei esitetä Oulujoen–lijoen tai Vuoksen vesienhoito-ohjelmissä täydentäviä pintavesiin kohdistuvia toimenpiteitä. Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelman (Vallinkoski ym. 2015) mukaan on kuitenkin tärkeää, että toiminnanharjoittajat päivittävät vesitaselaskelmiaan riittävän allastilavuuden varmistamiseksi niin normaali- kuin poikkeustilanteessa, sillä ilmastomuutoksen myötä sademäärät tulevat kasvamaan. Vesien kierrättämistä tulisi parantaa. Lopetettujen kaivosten jälkihoitoa ja päästöjen käsittelyä on myös syytä kehittää edelleen.

9.1.3 Vaikutukset

Taulukossa (Taulukko 9-1) on esitetty purkuvesistöjen ekologinen tila nykytilanteessa ja arvio ekologisesta tilasta eri YVA-vaihtoehdoissa. Arvio on tehty eri merkittävyystarastelujen (vedet, kalat, pohjaeläimet, kasviplanton, piilevät) perusteella asiantuntija-arviona. Vaihtoehdossa VE1b on mahdollista että vanhoilla purkureiteillä Jormasjärven ja Laakajärven pohjoisosan ekologinen tila voi tilapäisesti heiketä tyydyttäväksi. Huomattava on että ekologinen tila arvioidaan kuuden vuoden ajanjaksolta ja koko Laakajärven ekologisen tilan arvioidaan pysyvän hyvänä. Nuasjärven läheisyydessä vesistön tila todennäköisesti jossain määrin heikkenee vaihtoehdossa VE1a, mutta koko Rehja-Nuasjärvi vesimuodostuman ekologisen tilan arvioidaan pysyvän nykyisenä hyvänä. Alempana vesistöissä kaivoksen käsitellyillä purkuvesillä ei arvioida olevan vaikutusta vesistöjen ekologiseen tilaan.

Taulukko 9-1. Purkuvesistöjen ekologinen tila ympäristöhallinnon määrittelemänä nykytilanteessa ja arvio ekologisesta tilasta eri YVA-vaihtoehdoissa. (YHA:n luokittelu = Ympäristöhallinnon luokittelun mukaan)

Vuoksen suunta

Vaihtoehto	Kivijärvi 1)	Kivijoki	Laakajärvi
YHA:n luokittelu	huono	tyydyttävä	hyvä
VE0	huono	tyydyttävä	hyvä
VE1a	huono	tyydyttävä	hyvä
VE1b	huono	välttävä→tyydyttävä	hyvä
VE2a-b	huono	tyydyttävä	hyvä

1) syvänteet vaativat kunnostuksen ennen järven kokonaisvaltaista toipumista

Oulujoen suunta, vanha purkureitti

purkuputki

Vaihtoehto	Kolmisoppi	Tuhkajoki	Jormasjärvi	Nuasjärvi	Oulujärvi
YHA:n luokittelu	välttävä	tyydyttävä	hyvä	hyvä	hyvä
VE0	välttävä	tyydyttävä	hyvä	hyvä	hyvä
VE1a	välttävä	tyydyttävä	hyvä	hyvä	hyvä
VE1b	välttävä	välttävä→tyydyttävä	tyydyttävä→hyvä	hyvä	hyvä
VE2a-b	välttävä	tyydyttävä	hyvä	hyvä	hyvä

Taulukossa (Taulukko 9-1) esitettyjen vesistöjen kemiallinen tila on luokiteltu hyvää huonommaksi lukuun ottamatta Nuasjärveä, jonka kemiallinen tila on hyvä. Laakajärven osalta arvio perustuu yhteen ympäristölaatuunormin ylittäneeseen ahvenen elohopeapitoisuuteen. (kpl 9.1.1). Eri YVA -vaihtoehdoilla ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta vesistöjen kemialliseen tilaan. Mahdollista on, että Jormasjärven kemiallinen tila paranee hyväksi vaihtoehdoissa VE0 ja VE2.

Terrafamen kaivoksen toimintaa säätelee sille myönnetty ympäristöluvat. Teollisuudelle ja kaivostoiminnalle ei esitetä Oulujoen–lijoen tai Vuoksen vesienhoito-ohjelmissä täydentäviä pintavesiin kohdistuvia toimenpiteitä. Kaivostoiminnan päästöjä rajoitetaan ympäristönsuojelulain mukaisilla ympäristöluvilla parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT) soveltaen. Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelman mukaan on kuitenkin tärkeää, että toiminnanharjoittajat päivittävät vesitaselaskelmiaan riittävän allastilavuuden varmistamiseksi niin normaali- kuin poikkeustilanteessa, sillä ilmastonmuutoksen myötä sademäärät tulevat kasvamaan. Vesien kierrättämistä tulisi parantaa. Lopeuttujen kaivosten jälkihoitoa ja päästöjen käsittelyä on myös syytä kehittää edelleen.

10 MAANKÄYTTÖ JA YHDYSKUNTARAKENNE

10.1 Nykytila

10.1.1 Kaavoitus

10.1.1.1 Maakuntakaava 2020

Kainuun maakunta -kuntayhtymän laatima maankäyttö- ja rakennuslain (132/99) mukainen maakuntakaava hyväksyttiin maakuntavaltuustossa 7.5.2007 (Kuva 10-1). Valtioneuvosto vahvisti Kainuun maakuntakaavan 29.4.2009 ja samalla kumosi vuonna 1991 vahvistetun Kainuun 3. seutukaavan. Kainuun maakuntakaava on lainvoimainen (MRL 200 §. MRA 93§).

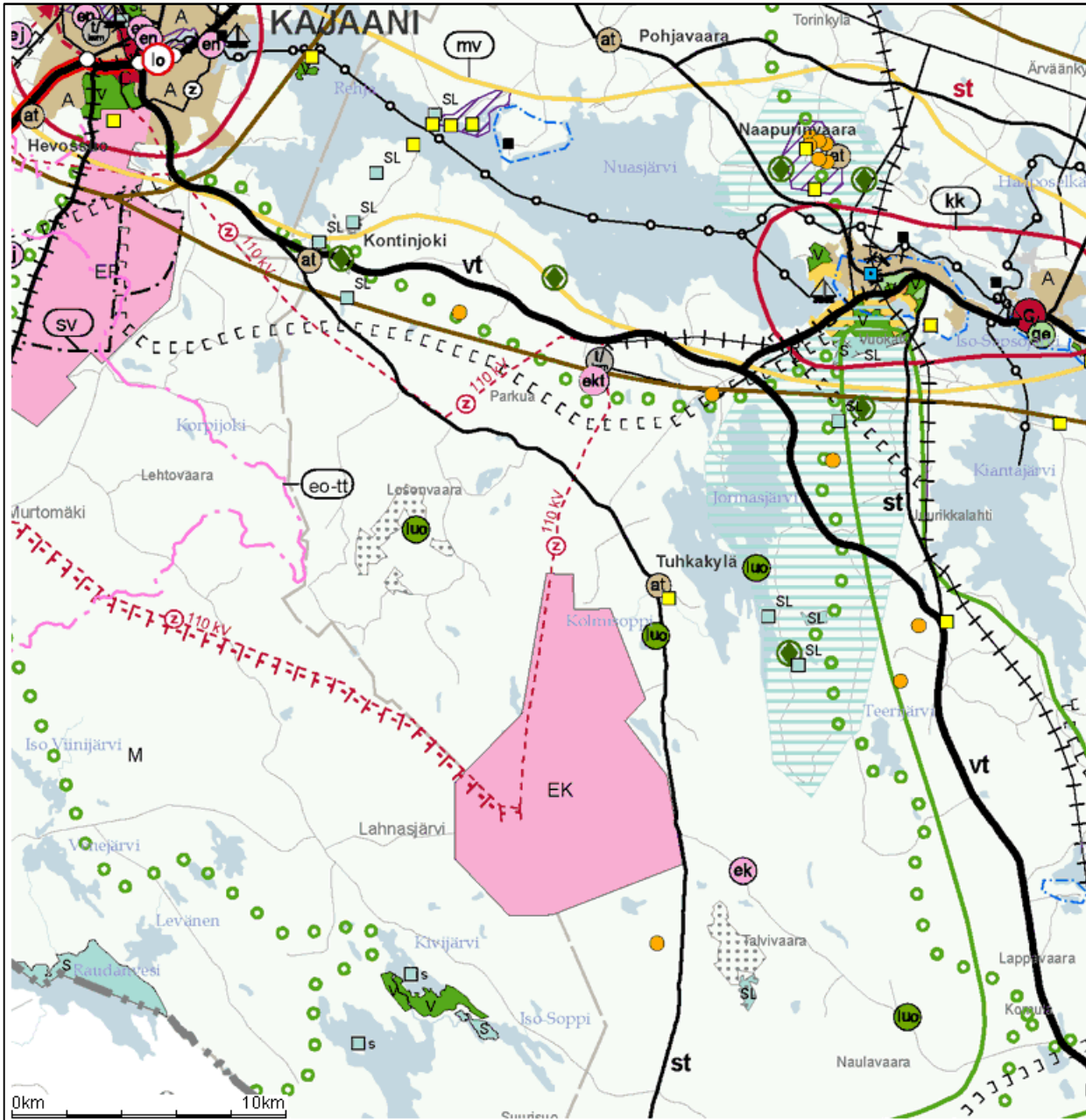
Kainuun maakuntakaava on laadittu koko maakuntaa koskevana kokonaismaakuntakaavana. Maakuntakaava on laadittu osallistavan suunnittelun periaatteiden mukaisesti ja laatimisen eri vaiheissa kaava on ollut kolme kertaa julkisesti nähtävillä.

Terrafamen kaivosalue on maakuntakaavassa osoitettu merkinnällä ek (Kuva 10-1, Taulukko 10-1). Mondo Mineralsin Uutelan kaivos Terrafamen kaivoksen itäpuolella on osoitettu merkinnällä ek ja saman yhtiön Lahnaslammen kaivosalue Terrafamen kaivoksen pohjoispuolella on osoitettu merkinnällä ekt. Lahnaslammen alueelle on myös osoitettu merkintä t/kem eli alue, jolle sijoitetaan merkittäviä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos. Terrafamen kaivoksen lähialue on kaavoitettu pääosin maa- ja metsätalouksikäyttöön tarkoitetuksi alueeksi (M).

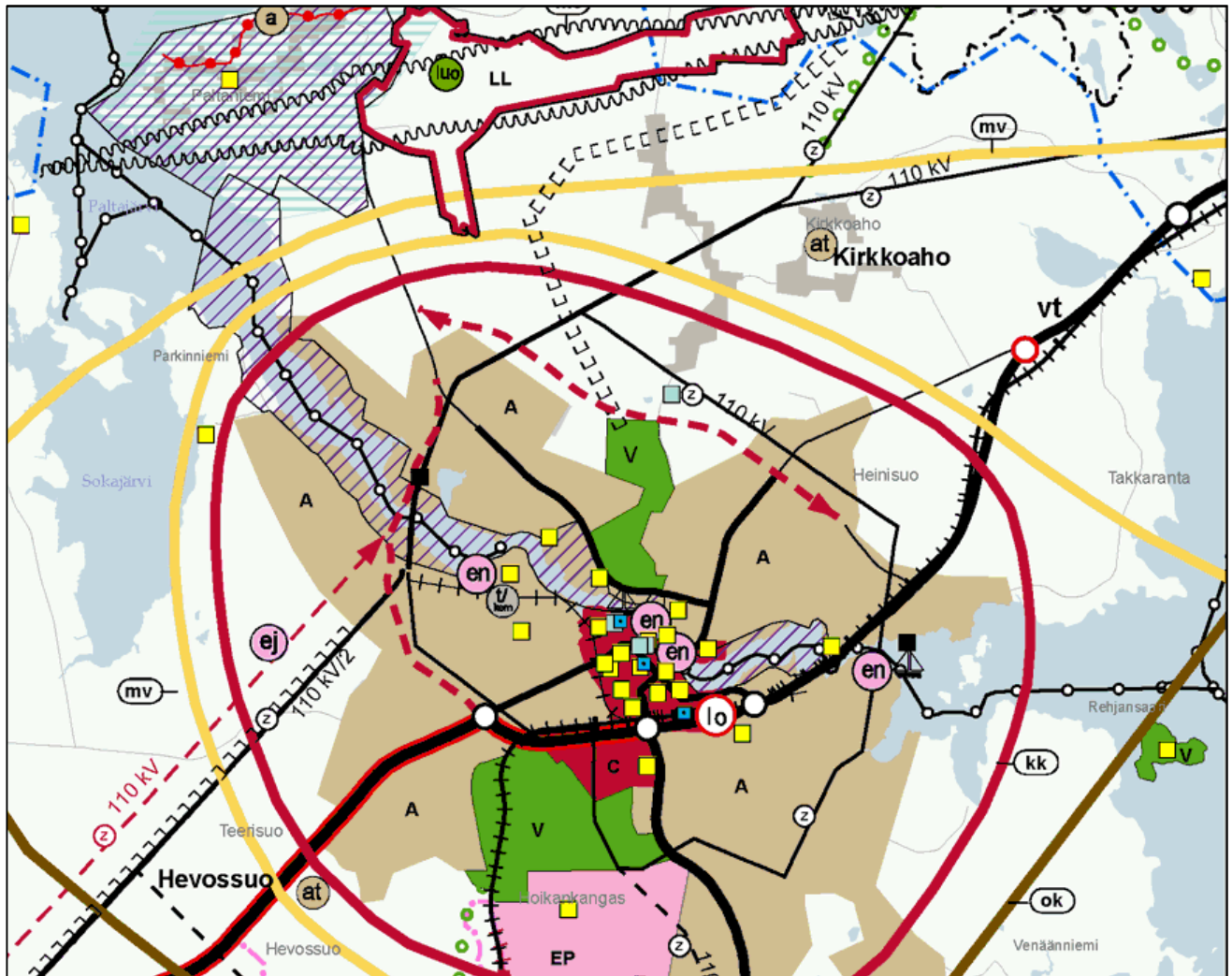
Nuasjärven alue on osa Matkailun vetovoima-alue -vyöhykettä (mv). Alue kuuluu myös Oulu-Kajaani-Vartius-käytävään (ok), joka on osa Oulu-Karjala-Arkangel-Komikehittämisvyöhykettä. Suunnittelumääräyksen mukaan Oulu-Kajaani-Vartius-käytävää kehitetään kansainvälisenä liikennekäytävänä, jonka maankäytön suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen, liikenteen ja matkailun palveluihin ja liikenneympäristön laatuun. Maankäytön suunnittelussa on otettava huomioon korkealuokkaisen maantie-, rautatie- ja lentoliikenteen sekä energia- ja tietoliikennejohtojen tilavaraukset ja rajoituksen ympäröivälle maankäytölle.

Rimpilänniemen alueella sijaitsee pohjavesialue. Niemen länsipuolella sijaitsee Korvaniemen kylä, joka on osoitettu maakuntakaavassa merkinnällä Valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde tai alue. Kajaanin Petäisenniskan alueen kaavamerkinnot on esitetty kuvassa (Kuva 10-1). Alueella sijaitsee venesatama. Rehjansaari on kaavoitettu virkistysalueeksi (V). Kajaaninjoen rannat on merkitty pääosin taajamatoimintojen alueeksi (A). Kajaaninjoki on valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen alue. Kajaanin kaupungin alue on kaupunkikehittämisen kohdealue (kk). Muita hankkeen vaikutusalueen kaavamerkintöjä on esitetty taulukossa (Taulukko 10-1). Kainuun maakuntakaavan yleismääräykset on esitetty taulukossa (Taulukko 10-2).

Kainuun maakuntavaltuusto on päättänyt käynnistää maakuntakaavan laatimisen Kainuun kokonaismaakuntakaavan tarkistamiseksi 1.6.2015. Kainuun maakuntakaavan tarkistamisen tavoitevaiheeseen liittyen on valmistunut Lähtökohdat ja tavoitteet -raporttiluonnos. Raportissa esitetään mm. tiedossa olevat maakuntakaavoituksen muutostarpeet sekä tavoitteet valtakunnallisesti, maakunnallisesti ja paikallisesti. Luonnos oli nähtävillä julkisesti tutustumista varten 16.6.2016–19.8.2016. Raportista oli mahdollista antaa palautetta. Kainuun maakuntahallitus on päättänyt antaa raporttiluonnosta koskeviin lausuntoihin ja mielipiteisiin vastineet ja hyväksyä raportin 24.10.2016.



Kuva 10-1. Ote maakuntakaavakartasta (Kainuun liitto 2016).



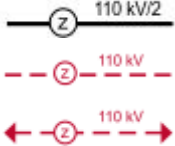
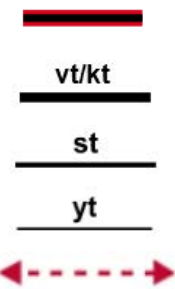



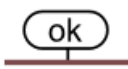



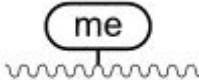






Kuva 10-2. Kainuun maakuntakaavakartta, Kajaanin lähialue (Kainuun liitto 2016).

Taulukko 10-1. Terrafamen kaivosalueen, Nuasjärven alueen ja Kajaanin Petäisenniskan alueen kaavamerkintöjä.

Merkintä	Kuvaus
	<p>Kaivos tai kaivostoimintaan tarkoitettu alue</p> <p>Merkinnällä EK, ek osoitetaan kaivoslain piiriin kuuluvien kaivoskivennäisten hyödyntämiseen tarpeellisia alueita. Lisämerkintä -t osoittaa toiminnassa olevat kaivosalueet. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.</p>
	<p>Maa- ja metsätalousvaltaiset alueet</p> <p>Merkinnällä osoitetaan pääasiassa maa- ja metsätaloustalouden tarkoitettuja alueita.</p>
	<p>Kajaanin keskustoimintojen alue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan Kajaanin kaupunkikeskustan keskustoimintojen alue, johon sijoittuu keskustahakuisia hallinto-, kauppa-, hyvinvointi- ja vapaa-ajan palveluja sekä asumista.</p> <p><i>Kaavamerkintä on kumottu Kainuun kaupan vaihemaakunta-kaavassa 1.12.2014.</i></p>
	<p>Virkistysalue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan vähintään seudullisia virkistysalueita ja seudullisesti merkittäviä virkistysalueita ja virkistyskäytön kehittämisalueita taajama-alueiden ulkopuolella. Maakuntakaavassa virkistysalueeksi osoitetulla alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.</p>
	<p>Luonnonsuojelualue tai -kohde</p> <p>Merkinnällä osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojeltuja tai suojeltaviksi tarkoitettuja alueita. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.</p>
	<p>Puolustusvoimien alue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan puolustusvoimien käytössä olevat tai sellaisiksi suunnitellut varuskunta-, varikko-, harjoitus- ja muut vastaavat alueet.</p>
	<p>Taajamatoimintojen alue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan asumisen, hallinnon, palveluiden, teollisuuden ym. työpaikka-alueiden ja taajamatoimintojen sijoittumisalueita niihin liittyvine liikenne- virkistys-, puisto- ja erityis-alueineen.</p>

	<p>Taajaman alakeskus</p> <p>Merkinnällä osoitetaan taajamien tärkeitä alakeskuksia, jotka ovat muodostuneet taajamien kaltaisiksi asumisen, palveluiden, teollisuuden ym. työpaikka-alueiksi.</p>
	<p>Kylä</p> <p>Merkinnällä osoitetaan kylien peruspalvelujen painopistesijaintia, jonka lähiympäristöä voidaan pitää suotuisana rakentamisalueena.</p>
	<p>Maiseman vaalimisen kannalta valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokas alue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti arvokkaat maisemakokonaisuudet.</p>
	<p>Valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde tai alue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti merkittävät rakennetun kulttuuriympäristön kohteet ja rakennetut kulttuuriympäristöt.</p>
	<p>Natura 2000 -verkostoon kuuluva tai ehdotettu alue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan valtioneuvoston päätösten mukaiset Natura 2000 -verkostoon kuuluvat alueet. Natura-alueilla ja niiden suojeluarvoja koskevissa hankkeissa noudatetaan luonnonsuojelulain 65 ja 66 §:n säännöksiä.</p>
	<p>Tärkeä pohjavesialue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan vedenhankinnan kannalta tärkeät (1. luokan) ja vedenhankintaan soveltuvat (2. luokan) pohjavesialueet.</p>
	<p>Moottorikelkkailureitti</p> <p>Merkinnällä osoitetaan vähintään ylikunnalliset ja maakunnallisesti merkittävät yleisen liikkumisen kannalta tärkeät ohjeelliset moottorikelkkailureitit. Moottorikelkkailureitit voidaan perustaa sopimuksilla tai maastoliikennelaissa säädetyllä tavalla.</p>
	<p>Ulkoilureitti</p> <p>Merkinnällä osoitetaan vähintään ylikunnalliset ja maakunnallisesti merkittävät yleisen liikkumisen kannalta tärkeät ohjeelliset ulkoilureitit. Reitit voidaan perustaa sopimuksilla tai ulkoilulain mukaisesti.</p>

	<p>Veneväylä</p> <p>Kainuun maakuntakaavassa on osoitettu maakunnallista tai seudullista merkitystä omaavat venesatamat ja veneväylät. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.</p>
	<p>Venesatama</p>
	<p>Pääsähköjohto</p> <p>Ohjeellinen sähköjohto</p> <p>Pääsähköjohto, yhteystarve</p>
	<p>Erityisen tärkeä valtatie/runkotie</p> <p>Valtatie/kantatie</p> <p>Seututie tai pääkatu</p> <p>Yhdystie</p> <p>Tieliikenteen yhteystarve</p>
	<p>Päärata ja liikenneasema</p> <p>Yhdysrata/sivurata</p> <p>Ohjeellinen ratalinjaus</p>
	<p>Matkailun vetovoima-alue</p> <p>Matkailun vetovoimamerkinnällä mv on osoitettu maakunnan matkailu- ja virkistystoiminnan kannalta merkittävimmät aluekokonaisuudet. Niihin sisältyvät matkailukeskusten alueet ja niihin liittyvät virkistys-, suojelu- ja muut alueet, joista on mahdollista kehittää matkailu- ja virkistystoimintaa palveleva laaja kokonaisuus.</p>
	<p>Turvetuotannon erityisvyöhyke</p> <p>Merkinnällä osoitetaan turvetuotannon erityisvyöhykkeitä, joiden rajaus perustuu valuma-alueiden rajauksiin. Turvetuotannon erityisvyöhykkeet on osoitettu Kainuun järvien ja jokien käyttökelpoisuusluokituksen perusteella. Niitä valuma-alueita, jotka eivät sisälly turvetuotannon erityisvyöhykkeisiin koskee ainoastaan koko maakuntakaava-alueella koskeva suunnittelu-määräys.</p>
	<p>Oulu-Kajaani-Vartius-käytävä</p> <p>Merkinnällä esitetään kansainvälistä Oulu-Kajaani-Vartius-käytävää. Se on osa laajempaa, valtakunnallisesti tärkeää kansainvälistä Oulu-Karjala-Arkangel-Komihallitusalueen kehittämisvyöhykettä.</p>

	<p>Kaupunkikehittämisen kohdealue</p> <p>Kainuun maakuntakeskuksena yhteisesti kehitettävät Kajaanin ja Sotkamon keskustaajamien alueet.</p>
	<p>Melualue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan laskennallinen Kajaanin lentoaseman L_{Den} 55 dBA:n lentomelualue.</p>
	<p>Luontomatkailun kehittämisalue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan merkittäviä luontomatkailun kehittämisalueita, joihin kohdistuu vähintään maakunnallisesti tai seudullisesti tärkeitä luonnon virkistyskäytön tai luontomatkailun kehittämistarpeita ja kehittämisresurssien kohdentamista, luonnon monikäytön ja luonnonsuojelun yhteensovittamistarpeita, ulkoilu- ym. reitistöjen kehittämistarpeita, matkailuelinkeinojen maankäytöllisten edellytysten turvaamistarpeita sekä maa- ja metsätalouden edellytysten turvaamis- ja yhteensovittamistarpeita muun maankäytön kanssa.</p>
	<p>Maakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde tai alue</p> <p>Merkinnällä osoitetaan maakunnallisesti merkittävät maisema-alueet ja rakennetut kulttuuriympäristöt sekä Museoviraston esityksen (Dnro 29/004/2003) mukaisia valtakunnallisesti merkittäviä rakennetun kulttuuriympäristön kohteita ja alueita, jotka eivät sisälly vuodelta 1993 olevan julkaisun ”Rakennettu kulttuuriympäristö” -kohteiden luetteloon.</p>
	<p>Muinaismuistokohde</p> <p>Merkinnällä osoitetaan tiedossa olevat valtakunnallisesti ja maakunnallisesti merkittävät muinaismuistolaila (295/1963) rauhoitetut kiinteät muinaisjäännökset.</p>
	<p>Valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde</p> <p>Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti merkittävät rakennetun kulttuuriympäristön kohteet ja rakennetut kulttuuriympäristöt.</p>
	<p>Rakennussuojelukohde (sr)</p> <p>Merkinnällä osoitetaan rakennussuojelulain nojalla suojeltuja sekä asetuksessa valtion omistamien rakennusten suojelusta (480/1985) tarkoitettuja alueita tai kohteita.</p>
	<p>Perinnemaisemakohde</p> <p>Merkinnällä osoitetaan valtakunnallisesti ja maakunnallisesti merkittäviä perinnemaisema- ja perinnebiotooppikohteita.</p>

	Arvokas kallioalue Merkinnällä osoitetaan Kainuun luonnon- ja maisemansuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet.
	Teollisuus- ja varastoalue, jolla on merkittävä, vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos Merkinnällä osoitetaan alueet, joille saa sijoittaa merkittäviä, vaarallisia kemikaaleja valmistavia tai varastoivia laitoksia.
	Luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue Kohdemerkinnällä luo osoitetaan suojelualueiden ulkopuolella olevia tärkeitä lintualueita sekä merkittävimmät uhanalaisten kasvien ja hyönteisten esiintymisalueet.
	Energiahuollon alue Merkinnällä osoitetaan maakunnan energiahuollon kannalta tärkeät voimalat sekä erityisen tärkeät suurmuuntamoalueet. Alueella on voimassa MRL:n 33.1 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.
	Logistiikka-alue Merkinnällä osoitetaan maakunnallisesti merkittävät tavaraliikenteen terminaalialueet.

Taulukko 10-2. Kainuun maakuntakaava-alueita koskevat yleismääräykset.

Yleismääräys	Yleismääräystä koskeva suunnittelumääräys
Rantojen käyttö	Yksityiskohtaisemmassa kaavoituksessa tulee ottaa huomioon luonnon- ja maisema-arvot, vesihuollon järjestäminen sekä maanomistajien välinen tasa-puolisuus. Rantarakentaminen tulee mitoitaa siten, että suunnittelussa turvataan riittävä vapaan rantaviivan määrä, viihtyisyys sekä yleisen virkistyskäytön tarpeet ja vesille pääsyn mahdollisuudet.
Turvetuotanto	Turvetuotantoon tulee ottaa ensisijaisesti jo ojitettuja soita tai sellaisia ojittamattomia soita, joiden luonnon- tai kulttuuriarvot eivät ole seudullisesti merkittäviä. Turvetuotantoa tulee harjoittaa siten, että sen aiheuttama paikallinen ja valuma-aluekohtainen vesistön kuormituksen lisäys ei vaaranna vesistöjen tilaa. Suopohjien jälkikäytön suunnittelussa tulee ottaa huomioon alueelliset maankäyttötarpeet
Liikenne-turvallisuus	Yksityiskohtaisemmassa kaavoituksessa ja muussa alueiden käyttöä koskevassa suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota liikenneturvallisuuden edistämiseen sekä sujuvan ja hyvän liikenneympäristön saavuttamiseen.
Liito-oravan esiin-	Liito-oravien esiintymisalueiden yksityiskohtaisemmassa kaavoituk-

tymispaikat

sessä ja metsien käsittelyssä tulee turvata liito-oraville tärkeiden pesäpuiden ja niitä suojaavien puiden sekä liikkumisen kannalta riittävän puuston säilyminen

Kainuun 1. vaihemaakuntakaava

Kainuun maakuntavaltuusto hyväksyi 19.3.2012 maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen Kainuun 1. vaihemaakuntakaavan. Ympäristöministeriö vahvisti vaihemaakuntakaavan 19.7.2013, ja kaava tuli lainvoimaiseksi Korkeimman hallinto-oikeuden 16.2.2015 tekemällä päätöksellä.

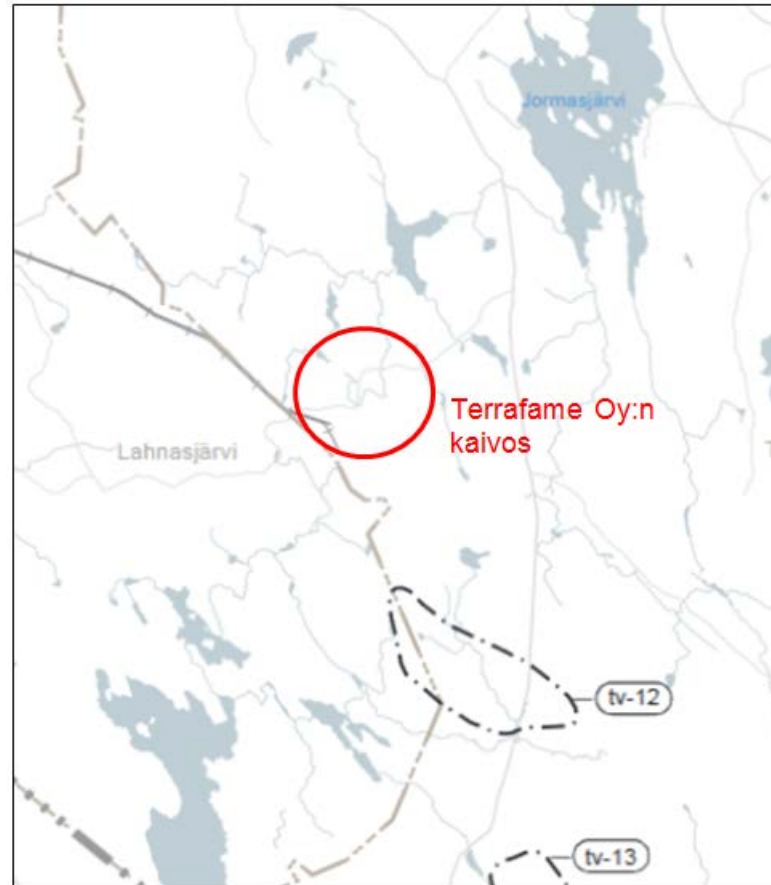
Vaihemaakuntakaava käsittelee Puolustusvoimien Vuosangan ampuma- ja harjoitusalueita ja niiden melualueita Kuhmon kaupungin ja Ristijärven kunnan rajalla sijaitsevalla alueella. Kainuun 1. vaihemaakuntakaava täsmentää Kainuun maakuntakaavaa, ja se kumoaa maakuntakaavassa osoitettuja maankäyttöratkaisuja Vuosangan alueen osalta.

Kainuun kaupan vaihemaakuntakaava

Kainuun maakuntavaltuusto hyväksyi 1.12.2014 Kainuun kaupan vaihemaakuntakaavan. Ympäristöministeriö vahvisti kaupan vaihemaakuntakaavan 7.3.2016. Samalla ministeriö kumosi Kainuun maakuntakaava 2020:ssa osoitetun Kajaanin keskustoimintojen alueen (C) kaavamerkinnän ja -määräyksen. Kaupan vaihemaakuntakaavassa määritellään merkitykseltään seudullisten kaupan suuryksiköiden sijainti, niiden koon alaraja ja enimmäismitoitus. Kaavassa on merkintöjä Kajaanin keskustan sekä Sotkan keskustan alueella.

Kainuun tuulivoimamaakuntakaava

Kainuun maakuntavaltuusto hyväksyi 30.11.2015 Kainuun tuulivoimamaakuntakaavan. Ympäristöministeriö on vahvistanut kaavan 31.1.2017. Kaavassa osoitetaan valtakunnallisten alueiden käyttötavoitteiden mukaisesti tuulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet Kainuussa. Tuulivoimakaavassa Terrafamen kaivosaluetta lähinnä sijaitseva kaavamerkintä (tv-12) sijaitsee Sopenjärven ja Iso-Savonjärven välisellä alueella (Kuva 10-3). Merkinnällä tv osoitetaan alueita, jotka soveltuvat merkitykseltään vähintään seudullisten tuulivoima-alueiden rakentamiseen. Merkinnällä osoitetaan alueen erityisominaisuutta potentiaalisena tuulivoimatuotantoon soveltuvana alueena. Alueen päämaankäyttöluokka on kuitenkin muu kuin tuulivoimaenergian tuotanto. Kaavamerkinnöillä ei osoiteta yksittäisten tuulivoimaloiden sijaintia, eikä määritetä alueiden kokonaisvoimalamäärää, alueille sijoitettavien voimaloiden suurinta sallittua korkeutta tai voimalatehoa.



Kuva 10-3. Ote Kainuun tuulivoimamaakuntakaavasta.

Pohjois-Savon maakuntakaava 2030

Laakajärven eteläpuolen alue kuuluu Pohjois-Savon maakuntakaava-alueeseen. Pohjois-Savon maakuntavaltuusto on hyväksynyt kaavan 8.11.2010, ja ympäristöministeriö on vahvistanut sen 7.12.2011. Kaavaan on vahvistettu muutoksia 15.1.2014 ja 1.6.2016.

Kiltuanjärven eteläosasta Nurmijoen Koirakoskelle ulottuva vyöhyke on merkitty virkistys- ja matkailuvyöhykkeeksi. Merkinällä osoitetaan virkistykseen ja luontomatkailuun soveltuvia ja ko. käyttöön vakiintuneita vähintään seudullisesti merkittäviä alueita.

10.1.1.2 Osayleiskaavat

Hankkeen vaikutusalueella ovat voimassa seuraavat osayleiskaavat:

- Jormasjärven rantaosayleiskaava (Sotkamo)
- Nuasjärven rantaosayleiskaava (Kajaani)
- Nuasjärven rantaosayleiskaavan muutos ja laajennus (Sotkamo)
- Kajaanin keskustaajaman osayleiskaava (Kajaani)
- Ammeniemä-Vihtaniemi osayleiskaava (Kajaani)
- Kirkkoaho-Pärsänsuo-Takkaranta osayleiskaava (Kajaani)
- Laakajärvi-Kivijärvi-Iso-Soppi osayleiskaava (Kajaani)
- Itä-Sonkajärven rantaosayleiskaava (Sonkajärvi)

Kajaanin keskustaajaman osayleiskaavaa lukuun ottamatta yleiskaavat ovat sellaisia oikeusvaikutteisia yleiskaavoja, joissa on osoitettu ranta-alueiden rakentaminen ja joita

voidaan käyttää rakennusluvan myöntämisen perusteena. Rantarakennuspaikat on esitetty kappaleessa 10.1.2 Maankäyttö.

10.1.1.3 Asemakaavat

Hankkeen vaikutusalueella ovat voimassa seuraavat asemakaavat:

Oulujoen vesistöalue

- Talvivaaran kaivoksen tehdasalueen asemakaava
- Neuvolanniemen ranta-asemakaava
- Salkoniemen-Kosinniemen rantakaava
- Mustinniemen ja Autioniemen ranta-asemakaavan muutos ja laajennus
- Kivilahden ranta-asemakaavan muutos
- Pisterinniemi, golfkentän ympäristö
- Paljakan rantakaava, osittainen kumoaminen
- Paljakan ranta-asemakaavan osittainen muutos
- Saunaniemen ranta-asemakaavan muutos
- Siikalahdenranta, Petäisenniska
- Petäisenranta, asemakaavan muutos, 2. vaihe

Kajaanin Nuasjärven rantaosayleiskaavan alueelle Venäänniemeen ollaan laatimassa ranta-asemakaavaa.

Vuoksen vesistöalue

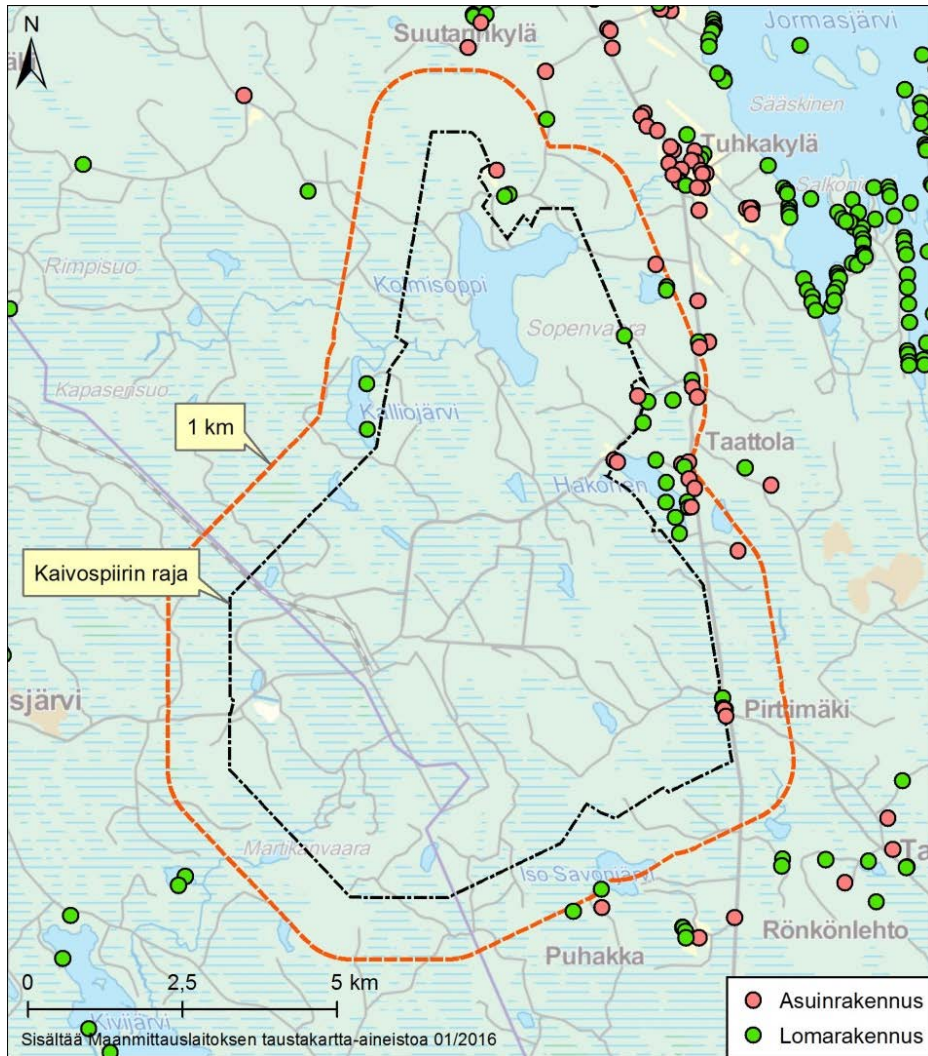
- Honkalahden rantakaava
- Laakajärvi-Suuri-Petäinen rantakaava, laajennus
- Hernejärvi-Sälevan ranta-asemakaava

10.1.2 Maankäyttö

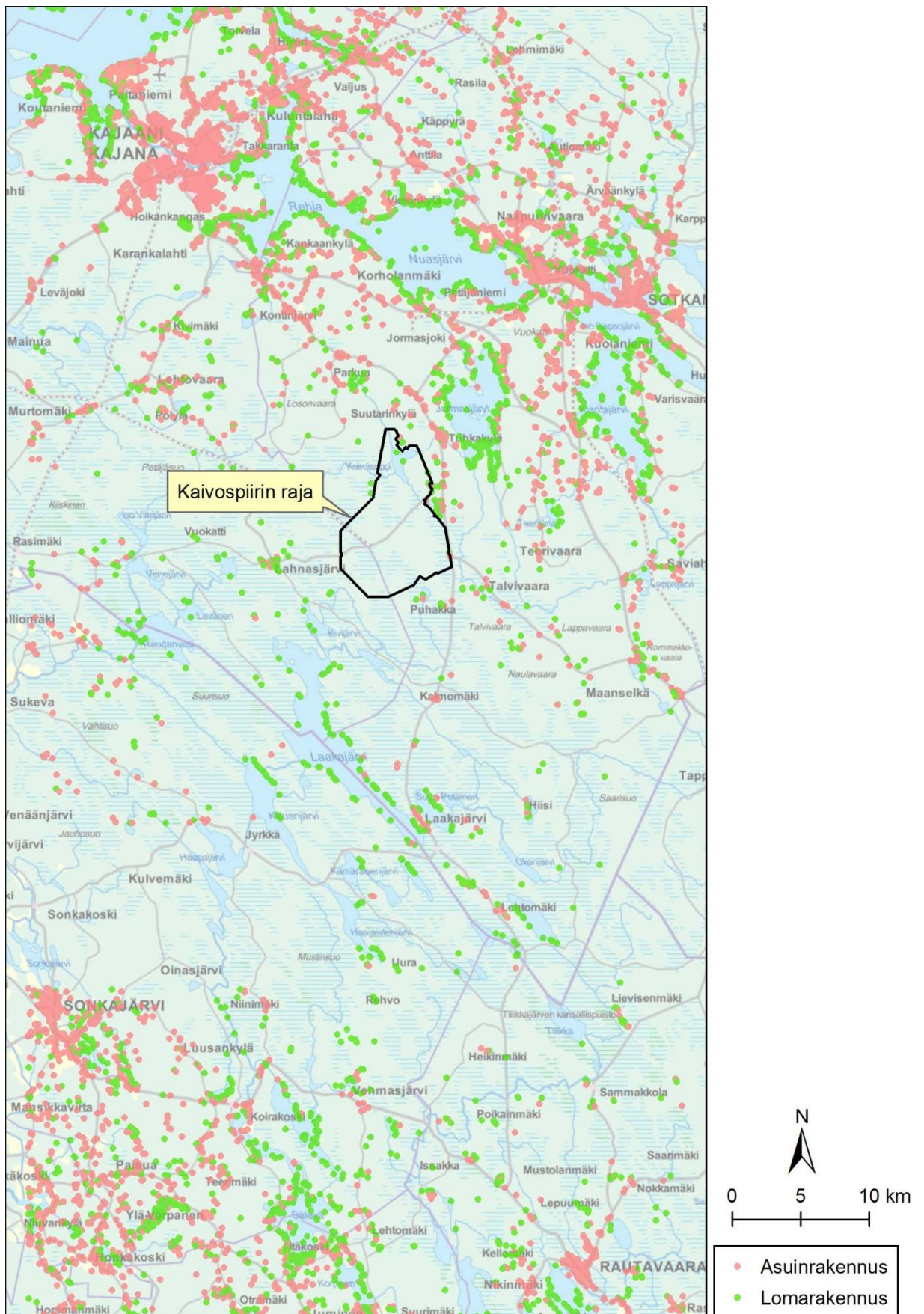
Terrafamen kaivoalue sijoittuu noin 25–30 km Kajaanin keskustasta kaakkoon ja 20–25 km Sotkamon keskustasta lounaaseen (Kuva 10-5). Malmiesiintymät ja laitosalue ovat kokonaisuudessaan Sotkamon kunnan alueella, mutta kaivosalueen läntinen osa sijoittuu Kajaanin kaupungin alueelle.

Kaivospiirin läheisyydessä ei ole asuinalueita eikä muita teollisuuskeskittymiä. Kaivospiirillä tai sen välittömässä läheisyydessä ei myöskään ole tuotantokäytössä olevia peltoalueita. Sekä lähin asuintalo että lähin loma-asuntokäytössä oleva rakennus sijaitsevat noin kahden kilometrin päässä louhoksesta. Lähin kylä, Tuhkakylä sijaitsee noin seitsemän kilometrin päässä louhoksesta. Kaivoksen lähiasutus on esitetty kuvassa (Kuva 10-4) ja kaikki vaikutusalueen vakituinen ja vapaa-ajan asutus on esitetty kuvassa (Kuva 10-5).

Rantakiinteistöjen omistajia on Terrafamen kokoaman osoitteiston perusteella Nuasjärven-Laakajärven välisellä alueella noin 750 kappaletta. Osalla omistajista on useita kiinteistöjä alueella.



Kuva 10-4. Kaivoksen lähiasutus.

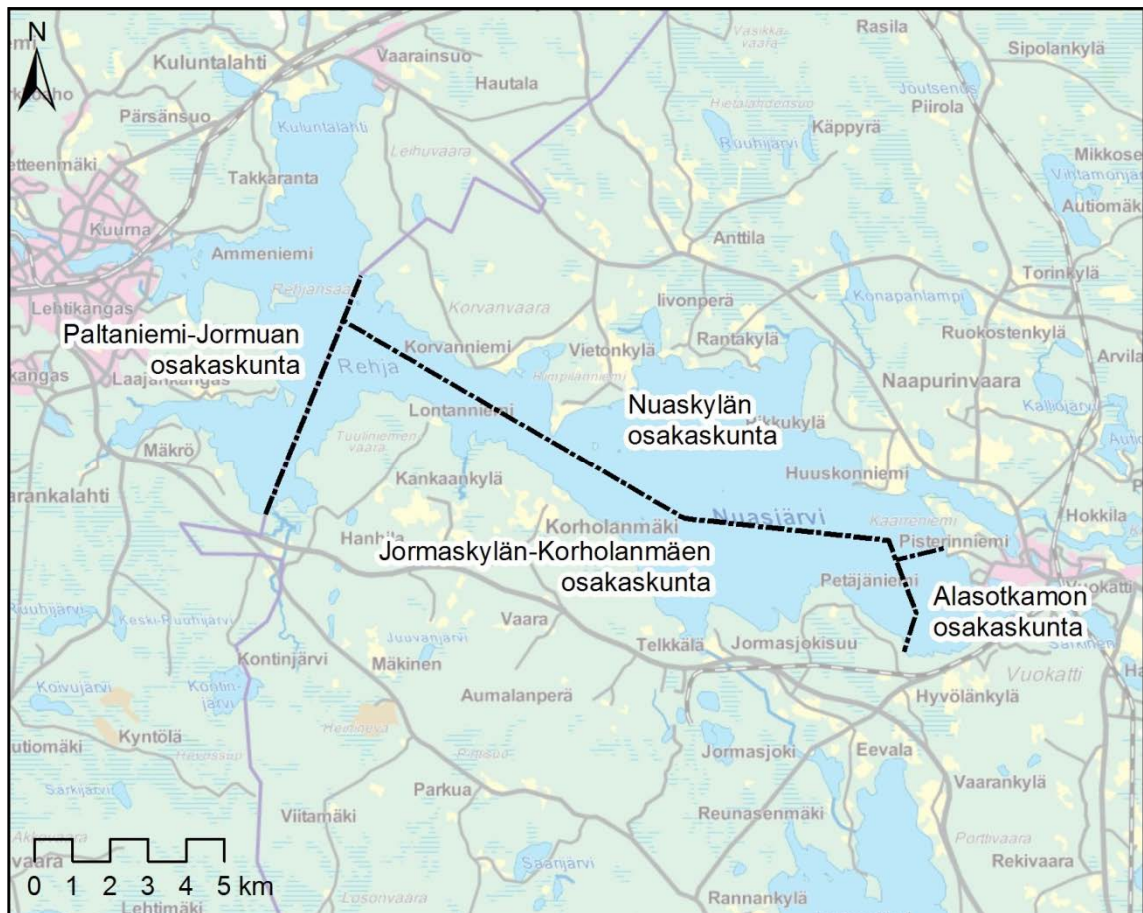


Sisältää Maanmittauslaitoksen taustakartha-aineistoa 01/2016

Kuva 10-5. Vaikutusalueen vakituinen ja vapaa-ajan asutus.

Nuasjärvi kuuluu hallinnollisessa kalastusaluejaottelussa Sotkamon kalastusalueeseen ja Oulujärvi Oulujärven kalastusalueeseen. Kalastusoikeuden haltijoita Nuasjärvellä ovat Jormaskylän-Korholanmäen osakaskunta, Nuaskylän osakaskunta, Ala-Sotkamon osakaskunta ja Paltaniemi-Jormuan osakaskunta (Kuva 10-6). Jormasjoki on Jormaskylän osakaskunnan vesialuetta. Oulujärven Paltaselän eteläosa ja Kajaaninjoki ovat myös Paltaniemi-Jormuan osakaskunnan vesialuetta. Paltaselän pohjoisosassa kalastusoikeuden haltija on Paltamo I osakaskunta. Kaivosalueen eteläisellä, Vuoksen suunnalla, kalastusoikeuden haltija on Laakajärven osakaskunta.

Vesistöjen käytöstä ja virkistyskäytöstä on kerrottu kappaleessa 11.



Kuva 10-6. Nuasjärven osakaskunnat.

10.2 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Arviointia varten on selvitetty hankealuetta ja vesien purkureittejä koskevat tiedot nykyisestä maankäytöstä, sekä voimassa ja vireillä olevat kaavat.

Vesistövaikutusten arvioinnissa sekä ihmisiin ja yhteiskuntaan kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on huomioitu seikkoja, joilla on yhteys maankäyttöön. Maankäyttötarkastelu perustuu siis muista vaikutusarviointien osista saatavaan tietoon ja niissä käytettyjä menetelmiä.

Muissa arviointiosioissa on kiinnitetty huomioita vesistöalueiden tavanomaiseen käyttöön, kuten virkistyskäyttöön ja pintavesien käyttöön kasteluvetenä. Arvioinneissa ovat painoituksina tulleet esille maisema-arvot, kaivostoiminnan vesihallinnan aikaansaama

imago sekä ranta-alueiden kiinteistöjen arvon muutos. Toteutetun asukaskyselyn kautta on lisäksi pyritty kartoittamaan ranta-asukkaiden mielestä erityisen herkkät alueet.

10.3 Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen

10.3.1 Hankkeen suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on varmistaa valtakunnallisesti merkittävien asioiden huomioon ottaminen alueidenkäytössä ja sen suunnittelussa. Tavoitteet viedään käytäntöön ensisijaisesti maakuntakaavoituksessa. Muita toteuttamisväyliä ovat mm. maakuntasuunnitelma, maakuntaohjelma sekä yleis- ja asemakaavoitus.

Terrafamen vesienhallinnan YVA-hankkeeseen liittyvät ainakin seuraavat päätöksessä mainitut tavoitteet:

Yleistavoitteet (periaatelinjaukset):

- Tuetaan aluerakenteen tasapainoista kehittämistä sekä elinkeinoelämän kilpailukyvyä ja kansainvälisen aseman vahvistamista.
- Erityisesti harvaan asutulla maaseudulla ja taantuvilla alueilla kiinnitetään huomiota jo olemassa olevien rakenteiden hyödyntämiseen sekä elinkeinotoiminnan ja muun toimintapohjan monipuolistamiseen.
- Huomioidaan haja-asutukseen ja yksittäistoimintoihin perustuvat elinkeinot sekä maaseudun tarve saada pysyviä asukkaita.
- Edistetään elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä varaamalla riittävät alueet elinkeinotoiminnoille. Niiden sijoittumisessa kiinnitetään huomiota olemassa olevien rakenteiden hyödyntämiseen ja hyvään saavutettavuuteen.
- Edistetään luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä siten, että turvataan luonnonvarojen saatavuus myös tuleville sukupolville. Otetaan huomioon luonnonvarojen sijainti ja hyödyntämismahdollisuudet.
- Edistetään vesien hyvän tilan saavuttamista ja ylläpitämistä.

Eryistavoitteet (velvoitteet):

- Alueidenkäytön suunnittelussa on turvattava terveellisen ja hyvälaatuisen veden riittävä saanti ja se, että taajamien alueelliset vesihuoltoratkaisut voidaan toteuttaa. Lisäksi alueidenkäytön suunnittelussa on otettava huomioon jätevesihaittojen ehkäisy.
- Alueidenkäytössä on otettava huomioon pohja- ja pintavesien suojelutarve ja käyttötarpeet. Pohjavesien pilaantumis- ja muuttamisriskejä aiheuttavat laitokset ja toiminnot on sijoitettava riittävän etäälle niistä pohjavesialueista, jotka ovat vedenhankinnan kannalta tärkeitä ja soveltuvat vedenhankintaan.

Hanke tukee valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden elinkeinoelämää ja yhdyskuntarakennetta koskevia tavoitteita. Kaivostoiminnan käsitellyillä purkuvesillä ei ole vaikutusta vesihuoltoon (kpl. 12 ja 13.10)

Alueidenkäytössä kiinnitetään erityistä huomiota ihmisten terveydelle aiheutuvien haittojen ja riskien ennalta ehkäisemiseen ja olemassa olevien haittojen poistamiseen. Hankkeessa pyritään hyödyntämään olemassa olevaa rakennuskantaa kaivostoimin-

nan käytössä olevalla teollisella alueella. Teollisella alueella pystytään keskittämään puhdistus- ja hallintatoimia kytkien ne muihin harjoitettaviin teollisiin prosesseihin. Vesienhallinnan parantamiseen liittyvässä suunnittelussa on pyritty tunnistamaan mahdolliset riskit. Vesienhallinnan suunnittelussa tunnistetaan ja huomioidaan olemassa olevat ympäristöhaitat sekä toteuttamaan suunnittelu siten, että olemassa olevat ympäristöhaitat sekä mahdolliset uudet haitat saataisiin minimoitua. Ympäristövaikutusten arvioinnin kautta varaudutaan suurin ja sademäärien sekä lumen sulamisvesien aiheuttamiin tulvariskeihin. Tulvariskeihin varaudutaan erityisesti patoturvallisuustoimenpiteiden avulla.

Hankkeen suunnittelussa pyritään turvaamaan ranta-alueille sijoittuvan pysyvän asumisen sekä vapaa-ajan asumisen viihtyisyys. Suunnittelun avulla pyritään turvaamaan ranta-alueiden käyttö ja viihtyisyys.

10.3.2 Hankkeen suhde voimassa oleviin kaavoihin

Terrafamen kaivoksen vesienhallintahanke on nykyisen kaavoituksen kannalta ajan tasalla. Tämä hanke ei aiheuta kaavoitukseen muutoksia eikä muutostarpeita.

10.4 Vaihtoehtojen vertailu

Vesistövaikutusten arvioinnissa käytetyn tarkastelujakson ensimmäisinä vuosina tiedossa olevat kuormitusvaihtoehtojen mukaiset sulfaattipitoisuudet voivat ohjata rantakiinteistöjen kauppaa tai rantakiinteistöille rakentamista. Tarkastelujakson lopulla pitoisuusvaikutukset tasaantuvat ja maankäytölliset intressit eri kuormitusvaihtoehtojen välillä vastaavasti tasaantuvat. Eri kuormitusvaihtoehdot eivät vaikuta alueidenkäytön rakenteisiin tarkastelualueella.

10.5 Epävarmuudet

Maankäytön osalta vaikutusten arvioinnin epävarmuudet liittyvät lähinnä vesistövaikutusten arvioinnin epävarmuuksiin, jotka on kuvattu kappaleessa 6.9.

Vaikutusalueen ranta-alueilla on kaavoituksen piirissä käyttämätöntä tonttivarantoa, jonka tulevasta käytöstä ei voida olla varmoja.

10.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Hanketta ollaan toteuttamassa sen vuoksi, että vesienhallinta kaivosalueella paranisi. Haittoja pyritään ehkäisemään mahdollisimman paljon vesienhallinnan ja käsittelyn suunnittelun, systematiikan, seurannan ja reagoinnin avulla.

Terrafamen Sotkamon kaivoksella on menossa vesienkäsittelyn pilottihanke. Hanke on esitelty tarkemmin YVA-selostuksen kappaleessa 3.4.

11 IHMISTEN ELINOLOT, VIIHTYVYYS SEKÄ ALUEEN VIRKISTYSKÄYTTÖ

11.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi (IVA) on vuorovaikutteinen prosessi, jossa arvioidaan ennalta sellaisia yksilöön, yhteisöön tai yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutoksia ihmisten elinoloissa, viihtyvyydessä, hyvinvoinnissa tai hyvinvoinnin jakautumisessa. Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset liittyvät muihin hankkeen aiheuttamiin vaikutuksiin joko välittömästi tai välillisesti. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi yhdistää terveysvaikutusten arvioinnin (TVA) ja sosiaalisten vaikutusten arvioinnin (SVA) (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015, Sosiaali- ja terveysministeriö 1999).

Osana ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointia on arvioitu myös hankkeen vaikutuksia virkistyskäyttömahdollisuuksiin. Näiden lisäksi on arvioitu koettuja vaikutuksia eli miten ihmiset kokevat edellä mainitut vaikutukset. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi tuottaa arvokasta tietoa eri sidosryhmien tarpeista arviointiprosessin aikana sekä hankkeen myöhemmissä vaiheissa ja toimii tiedon jakamisen kanavana.

Arvioinnissa yhdistyy kokemusperäisen, eli subjektiivisen tiedon analyysi ja asiantuntija-arvio. Vaikutusten arviointi on laadittu asiantuntija-arviona, jossa on hyödynnetty erityisesti vesistövaikutusten arvioinnin tuloksia. Arvioinnin merkittävimpinä taustaineistoina on ollut asukaskyselyllä ja matkailutoimijoiden haastattelulla kerätty aineisto.

Arvioinnissa on hyödynnetty kirjallisuutta, kartta-aineistoja, yleisötilaisuuksissa saatua tietoa, arviointiohjelmasta annettuja mielipiteitä sekä mediassa esitettyyn hankkeen kannalta oleelliseen hanketta koskevaan tietoa ja keskustelua. Arvioinnin taustaineistona on käytetty hankealuetta kuvaavia tietoja, kuten esimerkiksi asutuksen, loma-asutuksen, virkistysalueiden ja muiden ihmistoiminnan alueiden sijoittumista. Arvioinnissa on kartoitettu lähialueen niin sanotut herkät kohteet.

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten tarkastelualue määräytyy vesistövaikutusten laajuuden perusteella. Arvioinnin pääpaino kohdistuu kuitenkin purkupisteiden lähiympäristöön. Arvioinnissa on tunnistettu ne alueet, väestöryhmät tai virkistyskäyttömuodot, joihin vaikutukset erityisesti kohdistuvat. Arvioinnin avulla on etsitty myös keinoja mahdollisten haittavaikutusten poistamiseen tai lieventämiseen.

Vaikutusmekanismeina on tunnistettu muun muassa vesistövaikutuksista aiheutuvat muutokset ihmisten elinpiirissä, elinoloissa, terveydessä sekä päivittäisessä toiminnassa. Vesistövaikutuksista mahdollisesti aiheutuvat muutokset voivat vaikuttaa rantakiinteistöjen asukkaiden ja käyttäjien hyvinvointiin ja virkistysmahdollisuuksiin.

Ranta-alueiden asukkaiden tai loma-asukkaiden keskuudessa saattaa normaalissa kanssakäymisessä muodostua varsin vahvoja yhteisiä mielipiteitä. Yhteisöjen mielipiteet saattavat alla hankkeelle myönteisiä tai kielteisiä. Asenteet voivat vaikuttaa mm. viihtyvyyteen.

11.2 Nykytilanne

Terrafamen kaivosalueen vaikutuspiirin vesistöjen ranta-alueilla on runsaasti ranta-asutusta. Ranta-alueilla on sekä pysyvää asutusta että vapaa-ajan asutusta. Terrafamen käytössä on rekisteri ranta-alueiden kiinteistönomistajista, jonka mukaisesti kaivoksen vaikutusalueen rantakiinteistöjen omistajia on noin 927. Kaivostoiminnan ranta-

alueiden vaikutuspiirinä on ympäristövaikutusten arvioinnissa pidetty Nuasjärveä, Nuajärven Rehjaa, Jormasjokea, Jormasjärveä, Laakajärveä ja Kivijärveä niihin laskevine lähijokineen. Ranta-alueiden kiinteistöjen omistajat hyödyntävät järvi- ja jokivesiä pesu- vetenä, kasteluvetenä, löylyvetenä, uimisessa, veneilyssä, vesiaktiiviteeteissä ja kalastuksessa. Rantakiinteistöjen käyttöön liittyy maisema-arvo ja virkistysarvo. Asumisen lisäksi ranta-alueilla harjoitetaan matkailutoimintaa ja pienimuotoisempaa matkailutoimintana mökkivuokrausta. Lisäksi joidenkin rantakiinteistöjen alueella harjoitetaan leiritoimintaa.

Asutusta ja muuta maankäyttöä on kuvattu kappaleessa 9.

11.2.1 Asuminen ja väestö

Sotkamon asukasluvun kehitys on ollut varsin vakaata. Alla on esitetty taulukko Sotkamon asukasluvun kehityksestä 2007–2015 (Taulukko 11-1). Sotkamossa työttömyysaste on tarkasteluvuosina vaihdellut suhdanteiden ja paikallisten olosuhteiden mukaan. Työttömyyden määrän muutoksiin Sotkamossa on vaikuttanut osin myös nykyisen Terrafamen kaivoksen työntekijämäärien muutokset.

Koko Kainuun maakunnassa asui vuoden 2016 kesäkuun lopussa 75 077 henkilöä. Vuoden 2016 kesäkuun lopussa työttömien työnhakijoiden osuus työvoimasta oli 15,9 prosenttia ja työttömiä työnhakijoita oli 5 365. (TEM 2016)

Taulukko 11-1. Väkiluvun ja työttömyysasteen kehitys Sotkamossa 2007 - 2015. (Lähde: Tilastokeskus 2017)

Sotkamo	2007	2009	2011	2013	2015
Väkiluku	10 716	10 703	10 697	10 659	10 523
Työttömyys %	11,2	11,4	10,2	12,3	13,3

Maakuntakeskuksessa Kajaanissa oli vuoden 2014 lopussa 0–14-vuotiaita väestöstä 16,3 prosenttia, 15–64-vuotiaita 63,7 prosenttia ja yli 65-vuotiaita 20,0 prosenttia. (Tilastokeskus 2017, Kainuun liitto 2015). Alla taulukossa (Taulukko 11-2) on esitetty ikärakenteen nopea muutos Sotkamossa kuluneiden viime vuosien aikana. Lyhyen aikavälin tarkastelusta huomaa, että eläkkeellä olevan väestönosan suhteellinen osuus on kasvanut. Pelkästään kuntakohtaisesti Sotkamossa saattaa tulla työvoimapula joidenkin toimialojen työpaikkoja täytettäessä.

Taulukko 11-2. Sotkamon ikärakenteen kehitys 2011 - 2015. (Lähde: THL 2017, Sotkanet.fi tilastopalvelu)

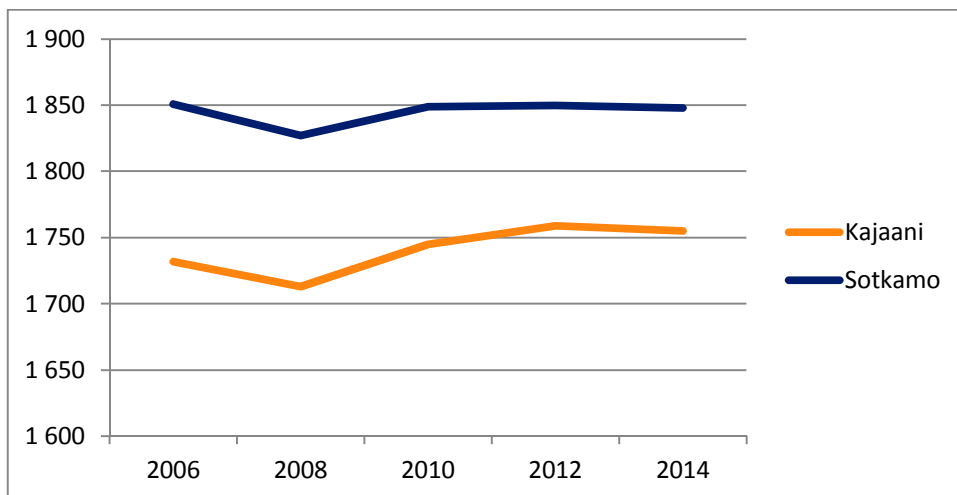
Sotkamon ikärakenne	2011	2013	2015
0–14-vuotiaat, % väestöstä	15,7	16,1	15,7
15–64-vuotiaat, % väestöstä	63,5	61,8	60,6
65 vuotta täyttäneet, % väestöstä	20,8	22,2	23,7

Taulukossa (Taulukko 11-3) annetaan Kajaanin ja Sotkamon asumisen nykytilaan liittyviä tunnuslukuja.

Taulukko 11-3. Asuminen Kajaanissa ja Sotkamossa 2014 lopussa. (Lähde: Tilastokeskus 2017, Kainuun liitto 2015)

Asuminen 2014	Asunto-kuntia	Huoneistoala m ² / asukas	Erilliset pientalot	Kesämökkit	Valmistuneet asunnot 2013
Kajaani	18 537	39,7	7 484	1 755	67
Sotkamo	4 923	43,2	3 472	1 848	63

Kuvassa (Kuva 11-1) on esitetty kesämökkien määrän kehitys Kajaanissa ja Sotkamossa 2006–2014. Kesämökillä tarkoitetaan kiinteästi sijaintipaikalleen rakennettua vapaa-ajan asuinrakennusta tai asuinrakennusta, jota käytetään loma- tai vapaa-ajan asuntona. Viime vuosien aikana Kajaanissa ja Sotkamossa sijaitsevien kesämökkien määrässä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia.



Kuva 11-1. Kesämökkien määrän kehitys Kajaanissa ja Sotkamossa. (Lähde: Tilastokeskus / Kainuun liitto 2015)

11.2.2 Työllisyys

Taulukkoon (Taulukko 11-4) on koottu työllisten määrä, työpaikkojen määrä ja työpaikkojen omavaraisuus kuntakohtaisesti vuosina 2001 ja 2011. Taulukon luvut osoittavat, että Sotkamossa on työpaikkaomavaraisuus kehittynyt merkittävästi kymmenen vuoden tarkastelujaksolla. Sotkamon työpaikkaomavaraisuuden kehittymiseen ovat vaikuttaneet erityisesti teollisten ja kaivosalan työpaikkojen lisääntyminen sekä palvelu- ja matkailualan kehitys. Kajaanin työpaikkaomavaraisuuden kasvu ja omavaraisuusasteen oleminen yli 100 prosentin tason kertoo Kajaanin asemasta maakunnan keskuskaupunkina, jolloin kaupungissa kulkee työvoimaa lähikunnista.

Taulukko 11-4. Työlliset, työpaikat ja työpaikkaomavaraisuus. Lähde: Tilastokeskus

	Työlliset	Työpaikat	Työpaikka- omavaraisuus 2011	Työpaikka- omavaraisuus 2001	Muutos % 2001– 2011
Sotkamo	4 274	4 153	97,2	91,0	6,2
Kajaani	15 385	16 133	104,9	101,4	3,5

Taulukossa (Taulukko 11-5) on esitelty työpaikkojen jakautuminen sektoreittain. Tieto on vuodelta 2012, jota tuoreempaa tietoa ei ollut saatavissa. Taulukko osoittaa, että Sotkamossa yksityissektori on merkittävä työllistäjä. Myös yrittäjien määrä on väkilukuun suhteutettuna suuri esimerkiksi Kajaaniin verrattuna.

Taulukko 11-5 Työpaikat työnantajasektorin mukaan 2012. (Lähde: Tilastokeskus 2017 ja Kainuun liitto 2015)

	Valtio %	Kunta %	Yksityinen %	Yrittäjien luku- määrä
Sotkamo	2	20	62	613
Kajaani	9	30	51	1 199

Terrafamen kaivoksen ja metallien jalostustoiminnan suorat eli välittömät vaikutukset aluetalouteen syntyvät, kun Terrafamen hankinnat ja investoinnit käytön aikana lisäävät kokonaistuotosta. Suoria vaikutuksia ovat myös toiminnan työllistävä vaikutus, työntekijöille maksetut palkat, viennin vaikutus sekä esimerkiksi syntyvä arvonlisäys. (Ramboll 2016b)

Terrafamen kaivos ja metallien jalostaminen vaikuttaa aluetalouden vaikutuksen lisäksi bruttokansantuotteeseen (BKT), joka kuvaa alueella tuotettujen tavaroiden ja palvelujen yhteenlaskettua arvoa tarkasteluvuotena. Kaivoksen ja metallien jalostuslaitoksen vaikutukset vastaavat 10,89 prosenttia Kainuun BKT:sta vuonna 2013. Suomen BKT:een verrattuna vuonna 2015 Terrafamen kaivoksen vaikutus vastasi 0,21 prosenttia Suomen BKT:sta. (Ramboll 2016b)

Terrafamen kaivos ja metallien jalostuslaitos lisää kerrannaisvaikutuksia eli kysyntää lukuisille muille toimialoille. Nämä toimialat synnyttävät edelleen kerrannaisvaikutuksia eli lisäkysyntää muille toimialoille. Terrafame tarvitsee mm. kemianteollisuuden yrityksiä raaka-aineen hankintaan. Tuotantoketjussa esimerkiksi kemianteollisuuden yritykset tarvitsevat edelleen kuljetuspalveluita, korjaus- ja huoltopalveluja, jne. muilta yrityksiltä. Lisäkysyntää syntyy myös mm. koneiden ja laitteiden valmistuksen, korjauksen ja huollon, maarakentamisen ja muiden materiaali- sekä palveluhankintojen kautta. Näin syntyy hankintojen ketju, joka synnyttää vaikutuksia aluetalouteen. (Ramboll 2016b)

Kaivoksen toiminta aikaansaa veroluonteisia vaikutuksia, jotka muodostuvat kiinteistö-, yhteisö-, kunnallis-, arvonlisä-, tuote- ja tuotantoveroista. Kulutuksen kerrannaisvaikutuksien seurauksena syntyviä verotuloja on noin kaksi miljoonaa. Tuotannon kerrannaisvaikutuksena syntyy verotuloja noin kolme miljoonaa euroa. Suoraan paikallista-

loudessa näkyvät maksetut kunnallis- ja kiinteistöverot. Muut verot kohdistuvat valtion-talouteen. (Ramboll 2016b)

11.2.3 Kainuun kehitysnäkymiä

Kainuun nykytilassa sekä tulevaisuuden ennusteissa maakunnan vahvuuksia ovat luonto, tila ja erilaiset fyysiset resurssit, hyvä infrastruktuuri sekä toimiva koulutusketju. Erityispiirteisiin kuuluvat maaseutumaisuus, metsäisyys, väljä asutus, luonnonvarapoh-jainen tuotantorakenne sekä iäkäs väestö. (TEM 2016)

Kainuun kriittisimmät haasteet ovat muuttoliikkeestä johtuva väestön väheneminen, väestön ikääntyminen, osaavan työvoiman saatavuus, työvoiman kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen sekä kainuulaisten hyvinvointi. Investoijien vähyys, liikenneyhteyksi-en heikentyminen, supistuvat paikallismarkkinat ja yritystoiminnan jatkajien vähyys koe-taan haasteiksi. (TEM 2016)

Kaivostoimialalla Terrafame Oy aliurakoitsijoinen on merkittävä työllistäjä. Kaivoksella työskentelee noin 950 Terrafame Oy:n ja aliurakoitsijoiden työntekijää. (TEM 2016)

Työmarkkinoille tulevien ikäluokkien koko Kainuussa on ollut kymmenen vuoden ajan pienempi kuin eläkeiän saavuttaneiden. Mikäli työikäisten määrä vähenee ennusteiden mukaisesti, kasvaa työssäkäyvien huoltotaakka ja huoltosuhde heikkenee entisestään. Tulevaisuudessa haasteeksi voi muodostua vastaaminen ennakoituun ammatti- tai toimialakohtaiseen työvoimapulaan. Työvoiman niukkuutta ennakoidaan tulevan korkeaa osaamista vaativissa tai paljon työvoimaa vaativissa tehtävissä. (TEM 2016)

Kainuun aluetaloudessa kyky sietää äkillisiä ja rakenteellisia muutoksia on varsin heik-ko. Toisaalta kohtuullisen pienenä maakuntana Kainuu kykenee kuitenkin nopeisiin korjausliikkeisiin. Kainuun elinkeinoelämän kärjet ovat matkailu ja palvelut, teknologia-teollisuus, biotalous ja kestävä kaivannaistoiminta. (TEM 2016)

Väestönkehityksen ja työvoiman saatavuuden suhteen ikärakenteen muutos sekä aktii-vityöiässä olevien muuttoliike luo haasteita alueelliselle kehitykselle.

11.2.4 Virkistyskäyttö

Vuokatin loma- ja vapaa-ajankeskittymässä järjestetään sulan veden aikaan monenlai-sia ohjelmapalvelutoimintoja, joissa hyödynnetään ympäröivää vesistöä.

Nuasjärvellä (9 601 ha) järjestetään erimittaisia RIB-venesafareita (RIB = rigid inflatab-le boat, maksiminopeus 100 km/h, 1–12 matkustajaa), joilla käydään esimerkiksi Na-piksen lomakylässä, Sotkamon keskustassa, Tenetin kapeikon kautta Nuasjärvellä ja Katinkullassa. Pisin venesafari vie Kajaaniin saakka. (Vuokatti 2016, Vuokatti Safaris 2016, Kainuun ulkoilukartta 2016)

Tenetin kautta kulkee seudullisesti/maakunnallisesti merkittävä veneväylä. Oulujärvellä ja Kajaaninjoessa ei ole säännöllistä laivaliikennettä. Alueella voi harrastaa omatoimi-esti veneilyä ja melontaa. Jormaslahteen kulkee Jormasjoen 22 kilometriä pitkä me-lontareitti. Jormasjoen suulla on sekä veneenlaskupaikka että kalastuspaikka. Nuasjär-vessä on yksi (Korholanmäki) ja Kajaaninjoessa yksi (Kesäniemi) merkitty uimapaik-kaa. Nuasjärven Kuluntalahdessa on yksi pieni yleinen uimaranta. Paltaniemi ja Kesä-niemi ovat EU-uimarantoja. Lisäksi Kajaaninjoessa on Nakertaja-Hetteenmäen kyläyh-distyksen ylläpitämä Lukkarinnurmen uimapaikka, ja rannalta löytyy myös nuotiopaikka ja taukokatos. Eteläisellä, Vuoksen purkusunnalla, on yksi merkitty uimapaikka Laaka-järvellä. (Kainuun ulkoilukartta 2016)

Pohjoisella, Oulujoen purkusuunnalla, sijaitsevat veneenlasku, kalastus- ja uimapaikat on merkitty kuvaan (Kuva 11-2). Nuasjärven kalastoa ja kalastusta on tarkasteltu tarkemmin kappaleessa 7.6.

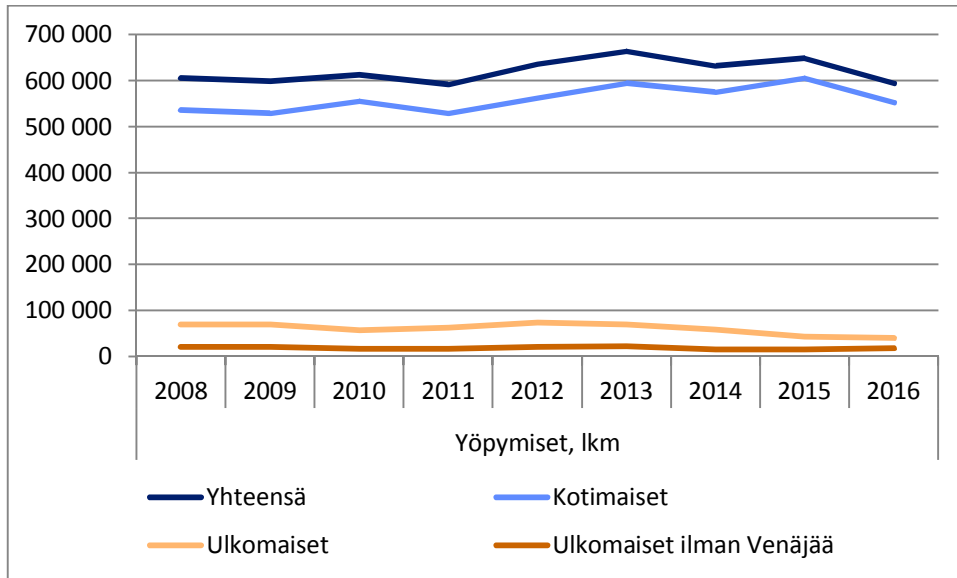


Kuva 11-2. Pohjoisella, Oulujoen purkusuunnalla sijaitsevat kalastus- ja uimapaikat (Kainuun ulkoilukartta 2016)

Talvella Nuasjärvellä esimerkiksi lumikenkäillään ja pilkitään. Juurikkalahden, Rimpilänsalmen ja Petäisenniskan editse kulkee Nuasjärven moottorikelkkaura, jota pitkin pääsee mm. Vuokattiin, Rommakkoon ja Kajaaniin. Eteläisellä purkusuunnalla on Laajakjärven Kuivaniemenselällä kulkeva moottorikelkkaura. Nuasjärven keskellä on talvisin Rimpilänniemen hiihtolatu, joka kulkee Rimpilänsalmen kautta Petäisenniskaan. Vuokatin alueella Pisterinniemen ympäri kulkee aurinkolatu ja Rehjan alueella kulkee Äkälänniemen jäälatu. Vuokatin Jäätiönlahdelle tehdään talvisin 1,5–3 kilometrin pituinen retkiluistelureitti (Kainuun ulkoilukartta 2016, Vuokatti 2016). Alueen virkistyskäyttöä on lisäksi kuvattu asukaskyselyn avulla kerätyn aineiston avulla kappaleessa 11.3.

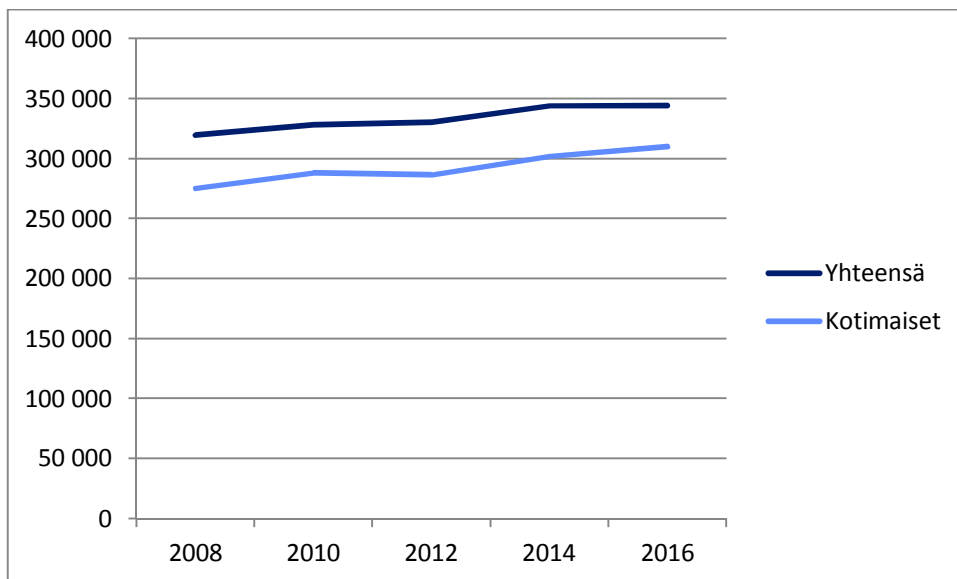
11.2.5 Matkailu

Sotkamo, käytännössä Vuokatin matkailukeskus, on jo usean vuoden ajan ollut Suomen suurin matkailukeskus rekisteröidyillä yöpymisillä mitattuna. Monesta muusta haja-asustusalueella sijaitsevasta matkailukeskuksesta poiketen Vuokatti kerää matkailuyöpymisiä varsin tasaisesti ympäri vuoden. Kuvassa (Kuva 11-3) on esitetty Sotkamon rekisteröityjen yöpymisvuorokausien määrän kehitystä vuodesta 2008 vuoteen 2016.

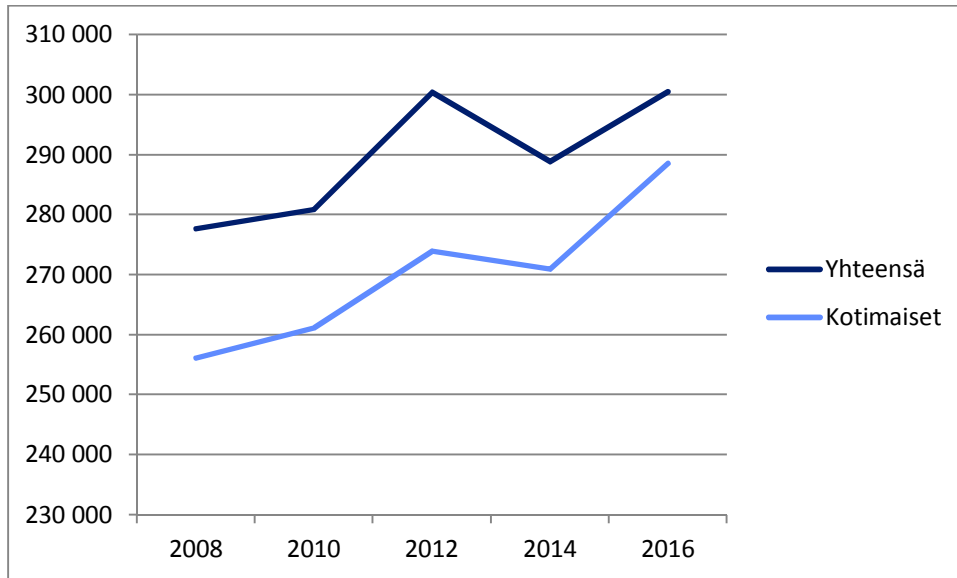


Kuva 11-3. Rekisteröidyt yöpymisvuorokaudet Sotkamossa 2008 - 2016. (Lähde: Tilastokeskus 2017 / majoitustilasto)

Vaikka Vuokatin sijaintia Sotkamon kunnassa ei piilotella, on matkailubrändi Vuokatti kuntanimeä Sotkamo vahvempi matkailijoiden ja vierailijoiden mielikuvissa. Vastaavia isäntäkuntaansa vahvempia brändinimiä ovat esimerkiksi Levi, Ruka ja Ylläs. Alla olevissa kuvissa (Kuva 11-4) ja (Kuva 11-5) on eritelty Sotkamon yöpymisvuorokausien kehitystä erikseen talvikuukausina ja kesäkuukausina.

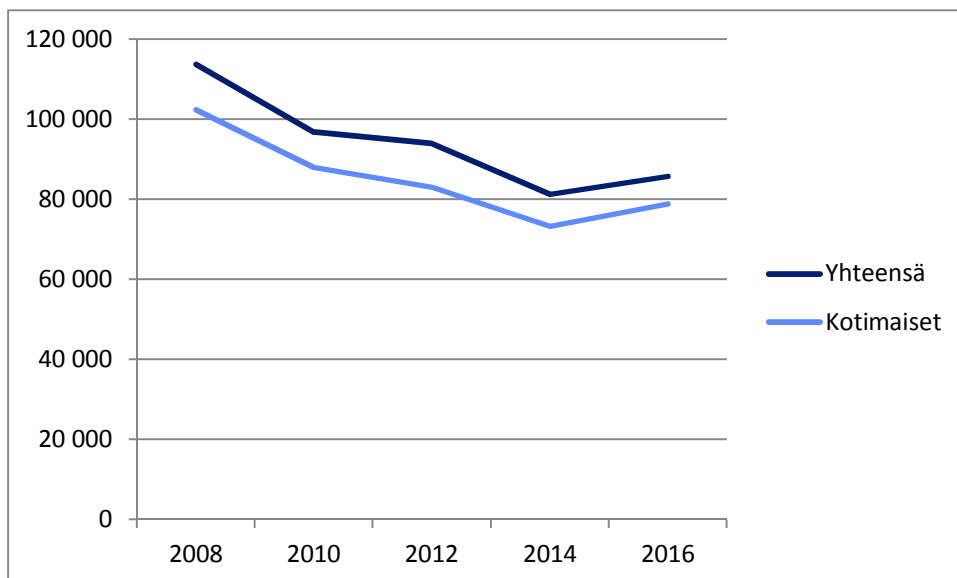


Kuva 11-4. Rekisteröidyt yöpymisvuorokaudet Sotkamossa talvikuukausina (marraskuu-huhtikuu). (Lähde: Tilastokeskus 2017 / majoitustilasto)



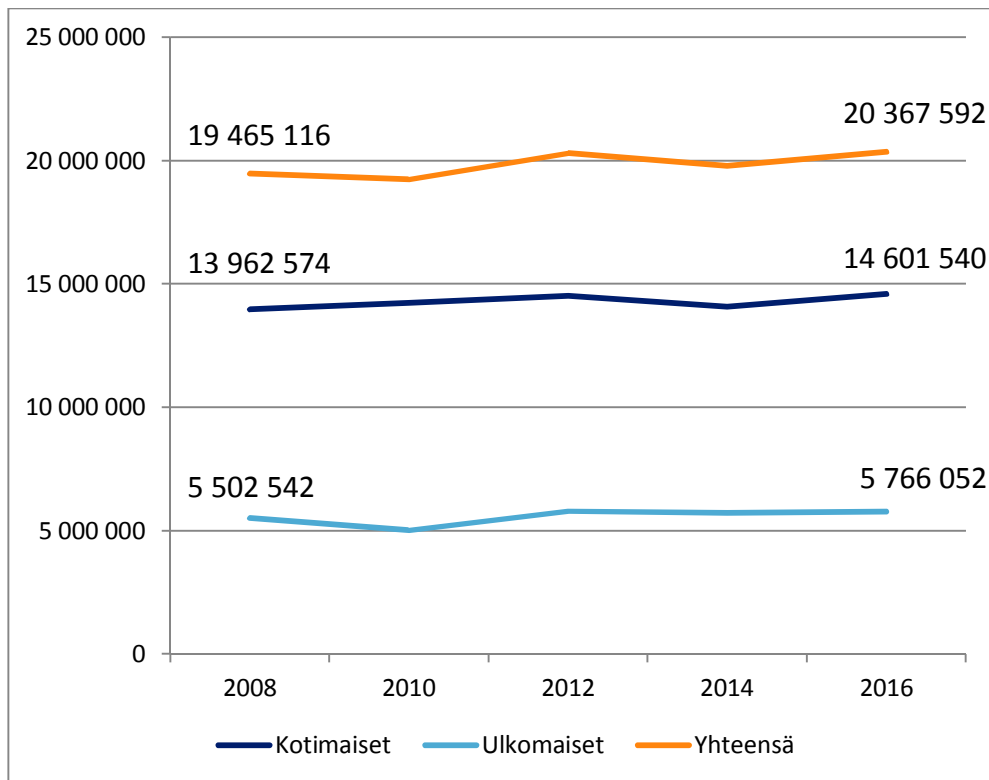
Kuva 11-5. Rekisteröidyt yöpymisvuorokaudet Sotkamossa kesäkuukausina (toukokuu-lokakuu). Lähde: (Tilastokeskus 2017 / majoitustilasto)

Kuvassa (Kuva 11-6) on esitetty Kajaanin rekisteröityjen yöpymisvuorokausien kehitys 2008–2016. Kajaanissa suurin osa rekisteröidyistä yöpymisistä tapahtuu hotelleissa. Tosin majoitusvaraamoiden kautta varatut majoitusvuorokaudet mökkeihin kirjautuvat rekisteröityihin yöpymisiin. Kajaanin matkailuyöpymiset on otettu osaksi tätä selostusta sen vuoksi, että Nuasjärven ranta-alueita on sekä Kajaanin kaupungin että Sotkamon kunnan puolella. Matkailu ja virkistyskäyttö ovat toimintoja, joissa käyttäjä ei miellä tarkkoja kuntarajoja tai muita hallinnollisia rajoja.



Kuva 11-6. Kajaanin rekisteröityjen yöpymisten kehitys 2008 - 2016. (Lähde: Tilastokeskus 2017 / majoitustilasto)

Yöpymisvuorokausikehityksen vertailtavuuden vuoksi kuvassa (Kuva 11-7) on esitetty rekisteröityjen matkailuyöpymisten kehitys Suomessa ajanjaksolla 2008 – 2016. Ulkomaisten yöpymisten kasvu vuodesta 2008 vuoteen 2016 oli 4,78 prosenttia. Kotimaisten yöpymisten kasvu koko Suomessa oli samana ajanjaksona 4,57 prosenttia.

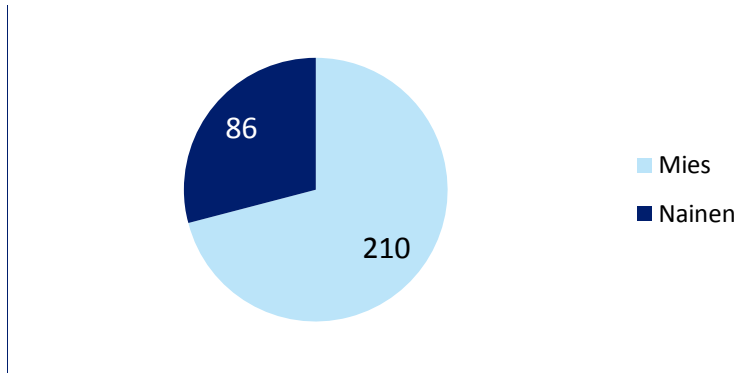


Kuva 11-7. Yöpymisvuorokausien kehitys Suomessa 2008-2016. (Lähde: Tilastokeskus 2017 /majoitustilasto)

11.3 Asukaskysely

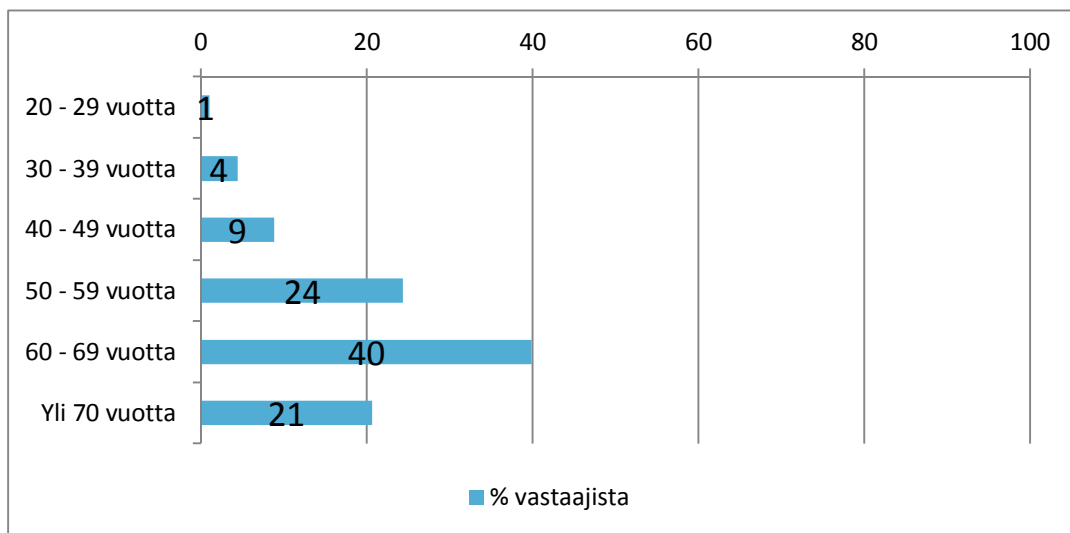
Asukaskysely toimitettiin postikyselynä marraskuussa 2016 noin 750 rantakiinteistön omistajalle Terrafamen kaivoksen vaikutusalueella. Osoitelähteenä käytettiin Terrafamen kokoamaa osoitteistoa rantakiinteistöjen omistajista. Omistajatietoja yhdistettiin siten, että kyselyn vastaanottajista karsittiin tuplalähettykset useita kiinteistöjä omistavien kohdalta. Lisäksi usean perikunnan omistaman kiinteistön osalta päädyttiin siihen, että kysely toimitettiin kunkin omistavan perikunnan osalta yhdelle henkilölle. Osoitetiedot olivat muutaman vuoden vanhoja ja tiedot oli koottu Terrafamen käyttöön Maanmittauslaitoksen rekistereistä. Vastausaikaa kyselyn vastaajilla oli kyselyjen vastaanottamisen jälkeen noin kaksi viikkoa. Vastaajia oli noin 300. Vastausprosentiksi muodostui noin 40 prosenttia, jota voidaan pitää riittävän hyvänä vastausprosenttina tilastollisesti ja yleistettävyyden kannalta. Postitetuissa kyselyissä oli mukana valmiiksi maksettu palautuskuori, jotta kyselyn palauttaminen olisi vastaajille mahdollisimman vaivatonta. Asukaskyselylomake on ympäristövaikutusarvioselostuksen liitteenä (liite 5). Kaikki kyselyn palauttaneet eivät olleet täyttäneet kyselyä kokonaan. Kysymyksiin vastanneiden määrä vaihteli kysymyksen mukaan. Vastaajamäärät on esitetty kysymysvastauksien jakaumaa esittävässä graafeissa.

Asukaskyselyyn vastanneista selkeä enemmistö oli miehiä (Kuva 11-8). Miesten osuus vastaajista oli lähes 71 prosenttia. Kyselyn tulosten analyysissä ei kuitenkaan jaoteltu vastauksia vastaajien sukupuolen mukaan, koska kyselyn vastaanottaneet ja sekä kyselyvastaajat edustavat perhekuntia tai useamman henkilön kiinteistöomistajajoukkoa. Vastanneista miehiä oli 210 ja naisia 86.



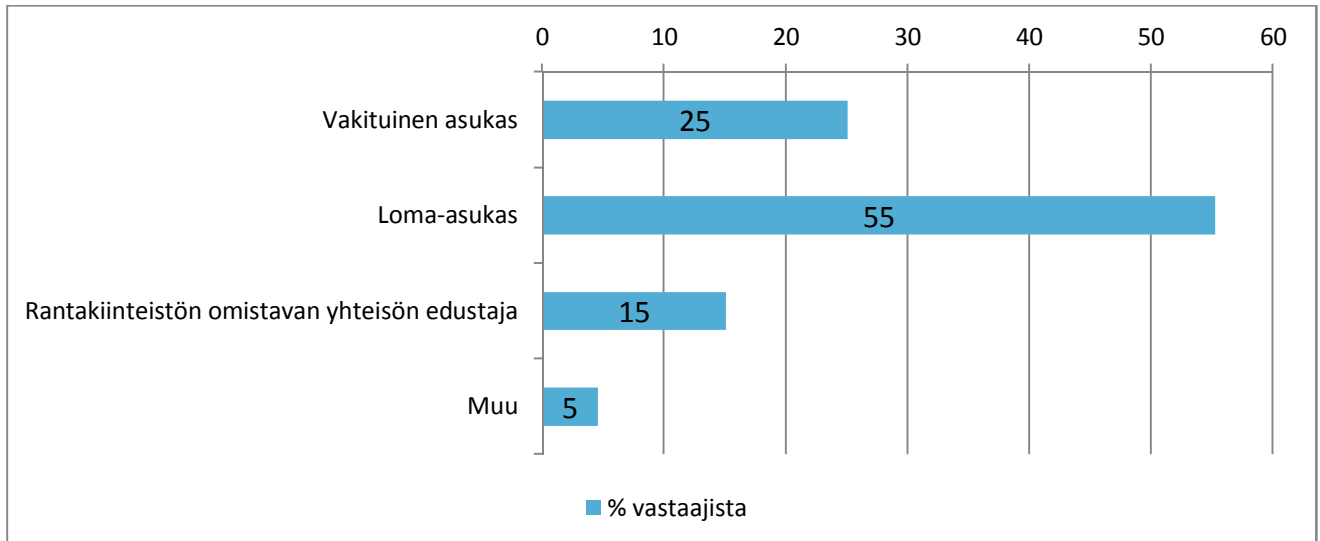
Kuva 11-8. Asukaskyselyyn vastanneiden sukupuolijakauma (n=296 henkilöä)

Asukaskyselyn vastaajista 85 prosenttia oli iältään yli 50-vuotiaita. Suurimman vastaajikäiryhmän muodostivat 60–69-vuotiaat, joita oli kaikista vastaajista lähes 40 prosenttia. Alle 40-vuotiaita vastaajia oli kirjekyselyssä 5 prosenttia (Kuva 11-9).



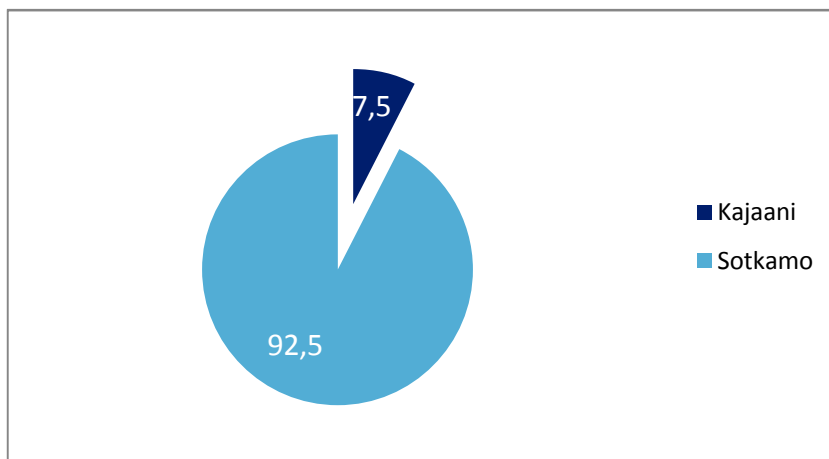
Kuva 11-9. Vastaajien ikäjakauma (%-osuus vastaajista)(n=293).

Kysymykseen siitä, minkälainen on heidän kiinteistöomistuksensa, saatiin yhteensä 351 vastausta. Tähän kysymykseen vastauksia on enemmän kuin varsinaisen kyselyn palauttaneita, mikä johtuu siitä, että usealla vastaajalla on useita rantakiinteistöomistuksia, kuten pysyvä asunto sekä vapaa-ajan asunto. Vastaajista 55 prosenttia ilmoitti omistavansa vapaa-ajan kiinteistön eli olevansa loma-asukas. Vakituksia asukkaita kiinteistönomistajina kyselyyn vastanneista on 25 prosenttia. Rantakiinteistön omistavan yhteisön edustajia oli 15 prosenttia kysymykseen vastanneista. Rantakiinteistöjä omistavia yhteisöjä ovat muun muassa perikunnat, yhdistykset, yhtiöt, seurakunnat ja kunnat. Osa yhteisöjen omistamista rantakiinteistöistä on aktiivikäytössä esimerkiksi asumisen tai vapaa-ajan asumisen käytössä. osa yhteisöjen omistamista rantakiinteistöistä on vastausten perusteella metsäkiinteistöinä (Kuva 11-10).



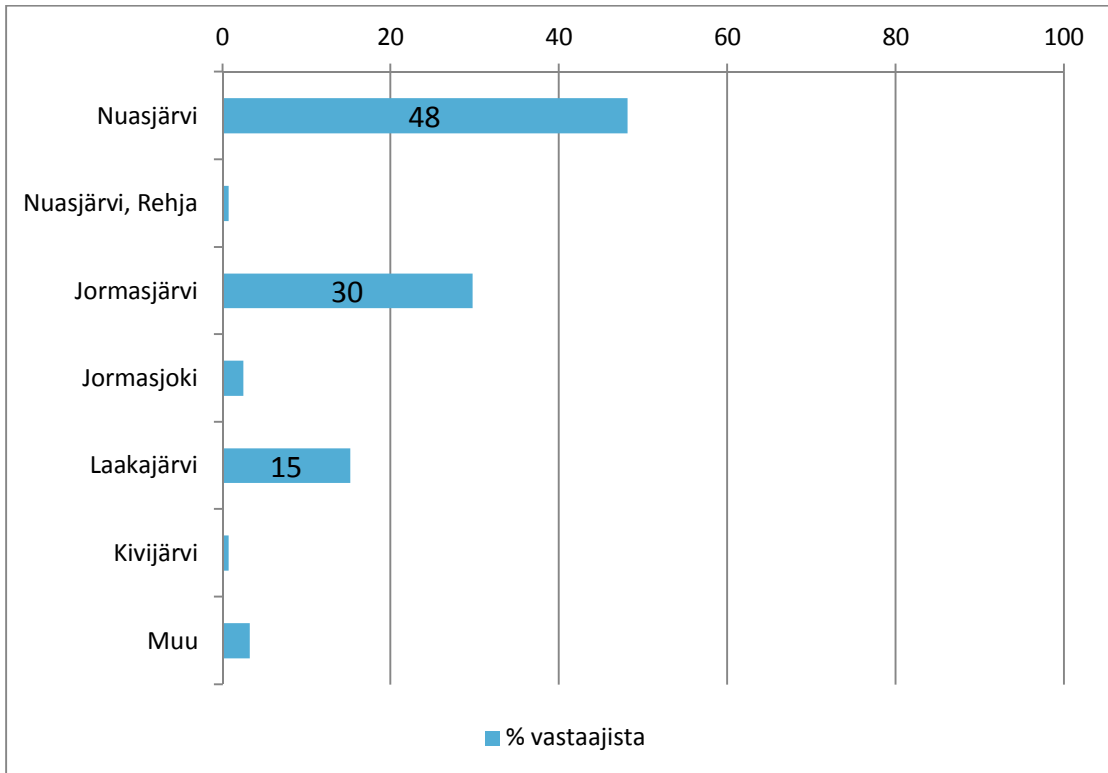
Kuva 11-10. Kiinteistömistuksen jakauma vastaajista (%-osuus vastaajista)(n= 351).

Asukaskyselyyn vastanneista vakituista asukkaista (80 vastaajaa) 92,5 prosentilla on asuinpaikkana Sotkamo ja 7,5 prosentilla Kajaani (Kuva 11-11). Vapaa-ajan asukkaiden vakituista kotikuntia on eri puolilla Suomea. Asukaskysely toimitettiin postitusvaiheessa suomalaisiin osoitteisiin otantateknisistä ja vastausajasta johtuvista syistä. Loma-asukkaiden pysyviä asuinpaikkoja on myös ulkomailla, varsinkin Ruotsissa. Eniten mainintoja loma-asukkaiden vakituista asuinkunnista saivat Kajaani, Sotkamo, Oulu ja Helsinki.



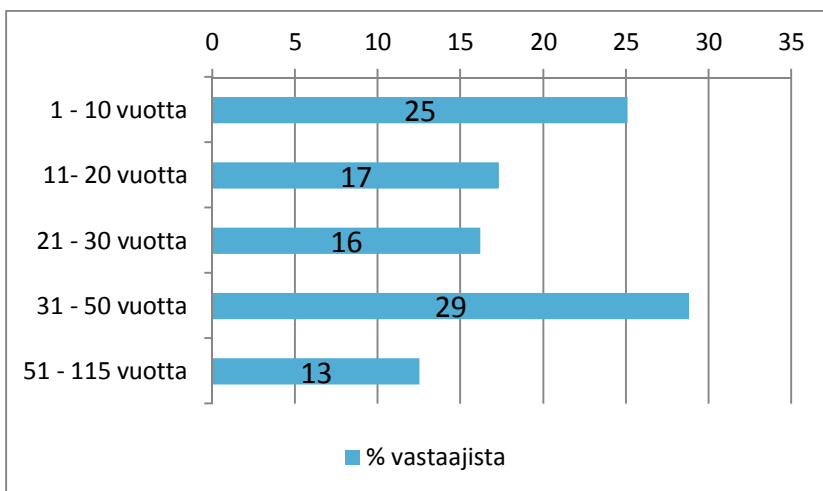
Kuva 11-11. Vakituisten asukkaiden asuinkunta (%-osuus vastaajista)(n= 80)

Vastaajista 48 prosenttia ilmoitti omistavansa kiinteistön Nuasjärven rannalla. Jormasjärven rannalla kiinteistön omistaa 30 prosenttia ja Laakajärven rannalla 15 prosenttia kyselyvastaajista (Kuva 11-12).



Kuva 11-12 ”Minkä vesistön rannalla kiinteistönne sijaitsee?”, (%-osuus vastaajista) (n=283)

Leimaa-antavana piirteenä kyselyvastauksissa oli vastaajien pitkä perinne kiinteistön omistajana ja näin ollen ranta-alueiden ja vesistöjen hyödyntäjänä. Alle 10 vuotta kiinteistön omistaneita oli 25 prosenttia 271 vastaajasta eli 68 vastaajaa. Kyselyn avoimissa vastauksissa useat vastaajat korostivat rantakiinteistöjen olleen saman perheen tai suvun hallussa useiden sukupolvien ajan. Suurin vastaajien osuus sijoittui omistuksen aikavälille 31–50 vuotta, 29 prosentin osuudella. Vastaajien rantakiinteistöomistuksia ulottui jopa yli 100 vuoden päähän saman perheen hallussa (Kuva 11-13).

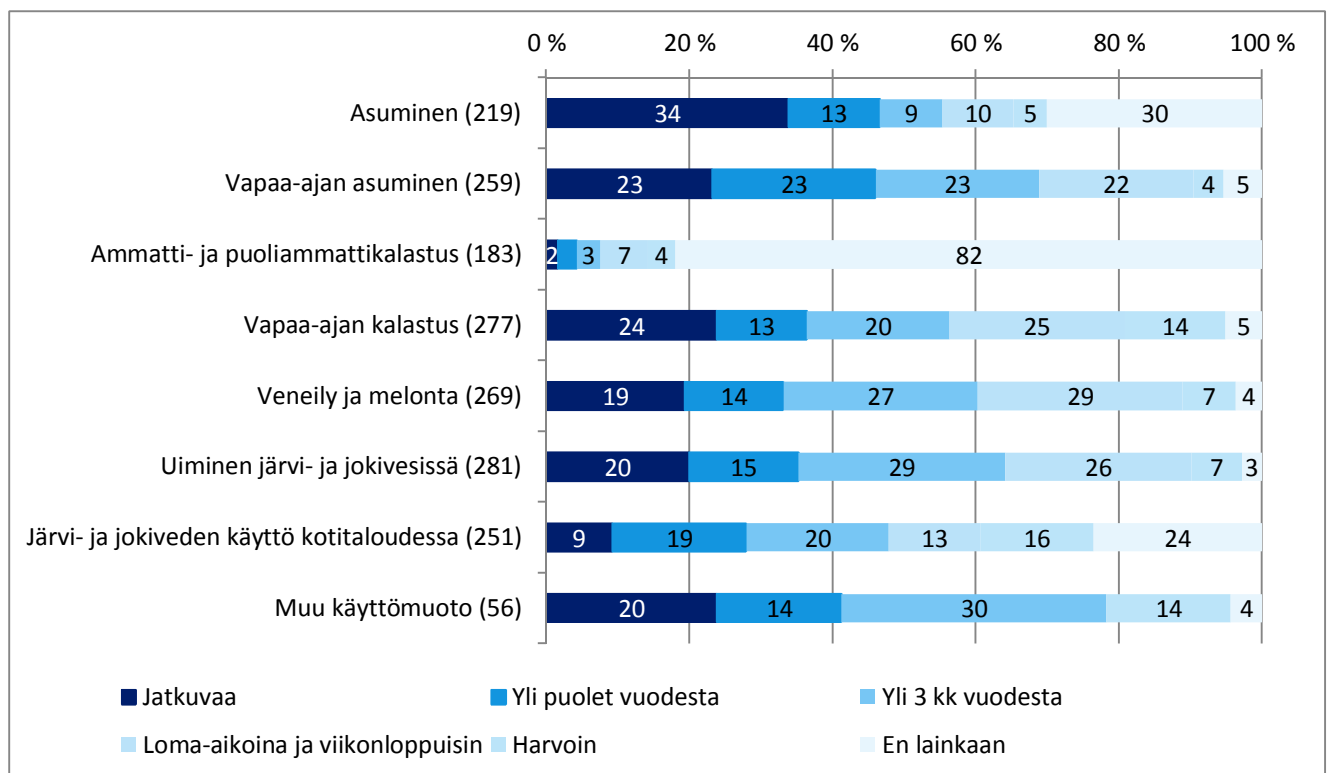


Kuva 11-13 Asumisen tai omistuksen kesto (%-osuus vastaajista)(n=271)

Siirryttäessä taustatietokysymyksistä varsinaisen kyselyn sisältöön, kysyttiin vastaajilta, miten ja kuinka useasti he hyödyntävät ranta-alueita tai vesistöjä (Kuva 11-14). Vakituista asukkaista ranta-alueita hyödyntää jatkuvasti noin 34 prosenttia vastaajista. Huomioitavaa on, että varsinaisesti vesistöjä ei hyödynnä vakituista asukkaista ollenkaan 30 prosenttia vastaajista. Vapaa-ajan asukkailla vesistöjen hyödyntäminen on aktiivisempaa. Yli puolet vuodesta vesistöjä hyödyntää 46 prosenttia vastaajista ja jatkuvasti 23 prosenttia vastaajista.

Vapaa-ajan kalastuksen rooli vesistöjen hyödyntämisessä on suuri. Noin 55 prosenttia vastaajista ilmoittaa harrastavansa vapaa-ajan kalastusta yli kolme kuukautta vuodessa. Merkittäviä vesistöikäyttömuotoja ovat myös veneily ja melonta sekä uiminen järvi- ja jokivesissä (Kuva 11-14).

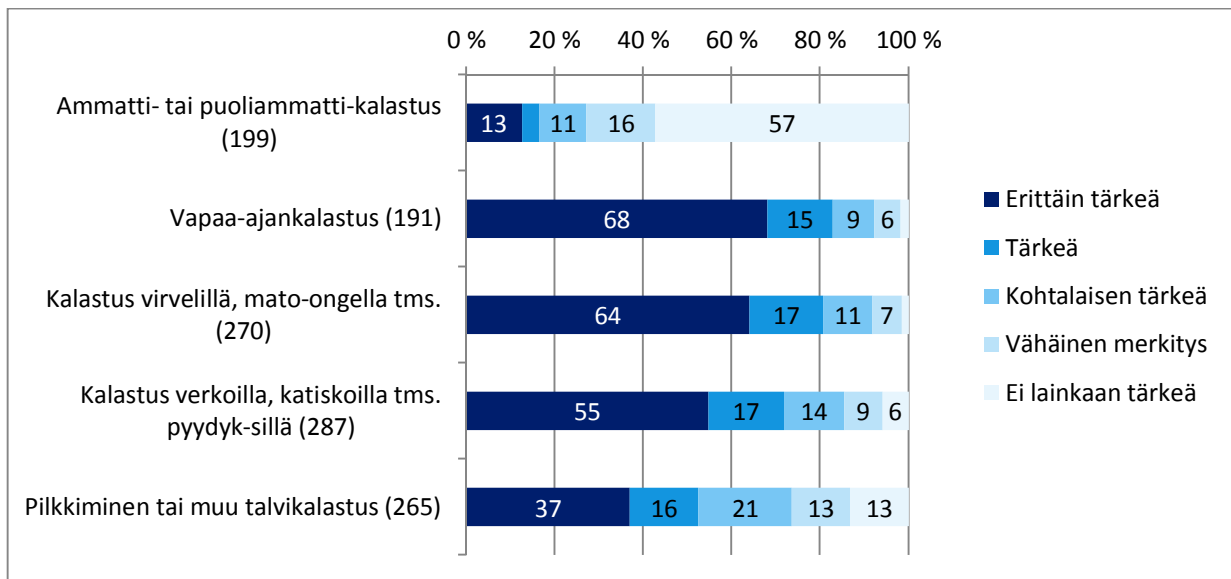
Muiden käyttömuotojen vaihtoehdossa tuotiin täydentävässä vastausosassa esille esimerkiksi seuraavia käyttömuotoja: hiihto, piha-alueiden kastelu, käyttö saunavetenä, lasten leikit, luontoharrasteet kuten valokuvaus, metsästys, oleskelu rannalla, paljussa kylpeminen sekä aiemmin harjoitettu yritystoiminta (n=56)



Kuva 11-14 Vesistöjen ja ranta-alueiden hyödyntäminen, (%-osuus vastaajista) (n= 56–281)

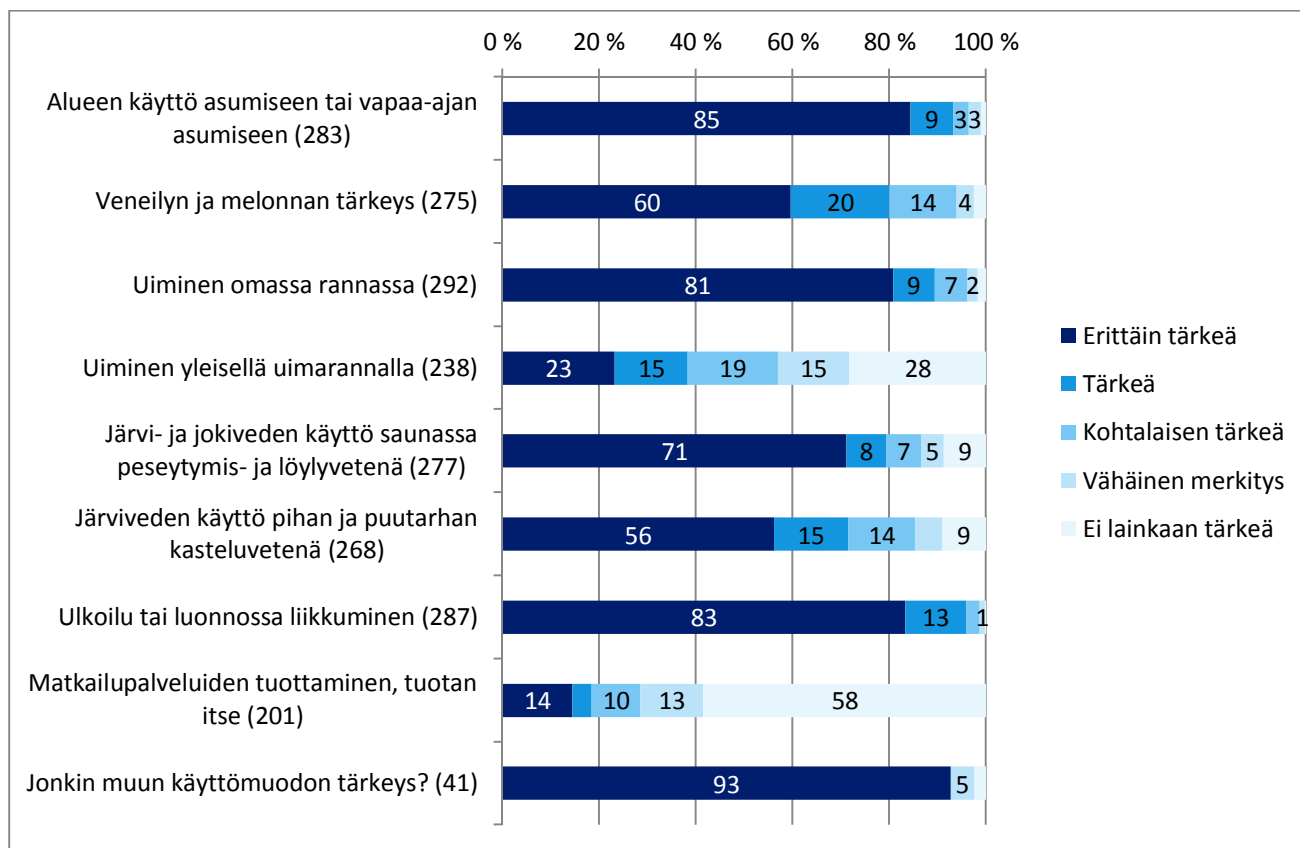
Jatkuvaa ammatti-, tai puoliammattikalastusta harjoittaa kyselyyn vastanneista 3 henkilöä. Viisi henkilöä ilmoittaa olevansa yli puolet vuodesta toimivia puoli- tai täysammattikalastajia.

Ranta- ja vesistöalueiden hyödyntämisen osalta tarkennettiin kysymystä erilaisten seikkojen tärkeydellä. Kalastukseen liittyvässä kysymyksessä tarkennuksessa erittäin tärkeän painotuksen saivat vapaa-ajan kalastus yleisesti 68 prosentin osuudella, kalastus virvelillä ja mato-ongella 64 prosentin painotuksella sekä verkko- ja katiskakalastus yli 50 prosentin osuudella (Kuva 11-15).



Kuva 11-15. Kalastuksen liittyvien seikkojen tärkeys vesistöalueilla, nykytila. (%-osuus vastaajista) (n= 191–287)

Alueen käytön ja etenkin virkistyskäytön kohdalla pyydettiin vastaajia arvottamaan kunkin käyttömuodon tärkeyttä (Kuva 11-16). Tärkeimpinä käyttömuotoina pidettiin yleisesti asumista ja vapaa-ajan asumista. Ranta-alueiden ja vesistöjen käyttöön liittyvinä seikkoina tuodaan vastauksissa esiin ulkoilun ja luonnossa liikkumisen tärkeys. Erittäin tärkeänä ulkoilua ja luonnossa liikkumista pitää yli 83 prosenttia vastaajista. Uimista omassa rannassa pitää erittäin tärkeänä myös yli 80 prosenttia vastanneista.



Kuva 11-16. Alueen käyttöön ja etenkin virkistyskäyttöön liittyvien seikkojen tärkeys (%-osuus vastaajista) (n=41–292)

Täydennettävässä vastauksessa muista käyttömuodoista vastaajat mainitsivat esimerkiksi seuraavat: luonnonantimien kerääminen, koirien ulkoilu, lasten ja lastenlasten leikit, asiakasvieraiden käynnit sekä vuokramökkitoiminta. Erityisinä arvoina vastauksissa nousi esille rantojen henkinen arvo sekä rantojen puhtauden merkitys. Näitä muita nimettyjä käyttömuotoja pidettiin erittäin tärkeinä yli 92 prosentin painotuksella (vastauksia 41). Kyselyn avoimissa vastauksissa, joita käsitellään jäljempänä, vastaajat tuovat vahvasti esille erityisesti vapaa-ajan asumisen merkityksen henkisen hyvinvoinnin ja virkistyskeinojen.

Erillisenä avoimena kysymyksenä on kyselyssä esitetty kysymys nro 8, jossa **vastaajia pyydettiin kuvailemaan nykyistä toimintaansa ranta- tai vesistöalueilla**. Avoimeen kysymykseen vastanneita oli 270 vastaajaa. Edellä kuvassa (Kuva 11-15) esitettyjen ennalta annettujen käyttömuotojen lisäksi vastauksissa pääryhminä esiintyivät metsätila, perintötila, mökkivuokraus, kalastus, luonnonantimet, talousveden käyttö joesta tai järvestä, alueeseen liittyvät perheen juuret, loma- ja leirikäyttö, venesataman yhteisöllinen virkistyskäyttö, peltoviljely, lemmikkien ulkoilu, eläkepäivien viettäminen.

Vastaajat ovat korostaneet edellä mainittujen vastausten lisäksi virkistysarvon, tunnelman, kiinteistöjen arvon alenemisen sekä kalakannan heikkenemisen tämän kysymyksen yhteydessä. Avoimeen kysymykseen on myös vastattu, että vapaa-ajanviettopaikan hankkiminen ja rakentaminen on ollut elämäntyö. Joitakin mainintoja tämän kysymyksen osalta tuli myös avoimena olevista korvauskäsittelyistä.

Kysymys nro 9 oli kyselylomakkeessa myös avoin kysymys. Vastauksia tähän kysymykseen annettiin 221. Kysymyksessä kysyttiin, että **onko vesistöjen lähialueilla erityisen herkkiä kohteita, joihin juoksu- ja kuormitusvaihtoehdot tai toiminnan alasajo erityisesti vaikuttaisivat**. Erityisen herkinä kohteina tai alueina saivat useita mainintojen seuraaviin ryhmiin kuuluvat vastaukset: Museoviraston suojelemat pihapii-

rit; matalat hiekkarannat; kuhan kutupaikka (Naapurivaaran lomakeskuksen lähellä); Nurmijoen taimenvedet; Laakajärven järvitaimen, muikku, siika; Rimpilänniemen alue, lisänä kalastus ja metsästys; Laakajärven virtaus; Kivijoen lasku-uoma; matalikot, Tikkalahti; kuhakanta; Tuhkajoki; järvieliöstö; Laakajärvi.

Avoimessa kysymyksessä nro 10 kyselylomakkeella **pyydettiin vastaajia kirjaamaan sellaisia asioita, joita tulisi ottaa huomioon kaivoksen vesienhallinnan järjestämisessä.** Vastauksia tähän kysymykseen saatiin 239 vastaajalta. Pääasiassa vastaukset painottuivat vesien puhdistukseen päästöjen vähentämiseksi ja minimoimiseksi. Eniten mainintoja saivat pilaantumisen pysäyttäminen, pilaantumisen ehkäisy, parempi puhdistus jo kaivosalueella, suljetun kierron toteuttaminen, kalastoseuranta vuosittain, juokсутusten hallinta, järjestelmällisyys ja ennustettavuus toimenpiteissä, toiminta luparajojen puitteissa sekä tehokkaampi vedenpuhdistus.

Rantakiinteistöjen omistajien kokemukset nykyisen toiminnan vaikutuksista

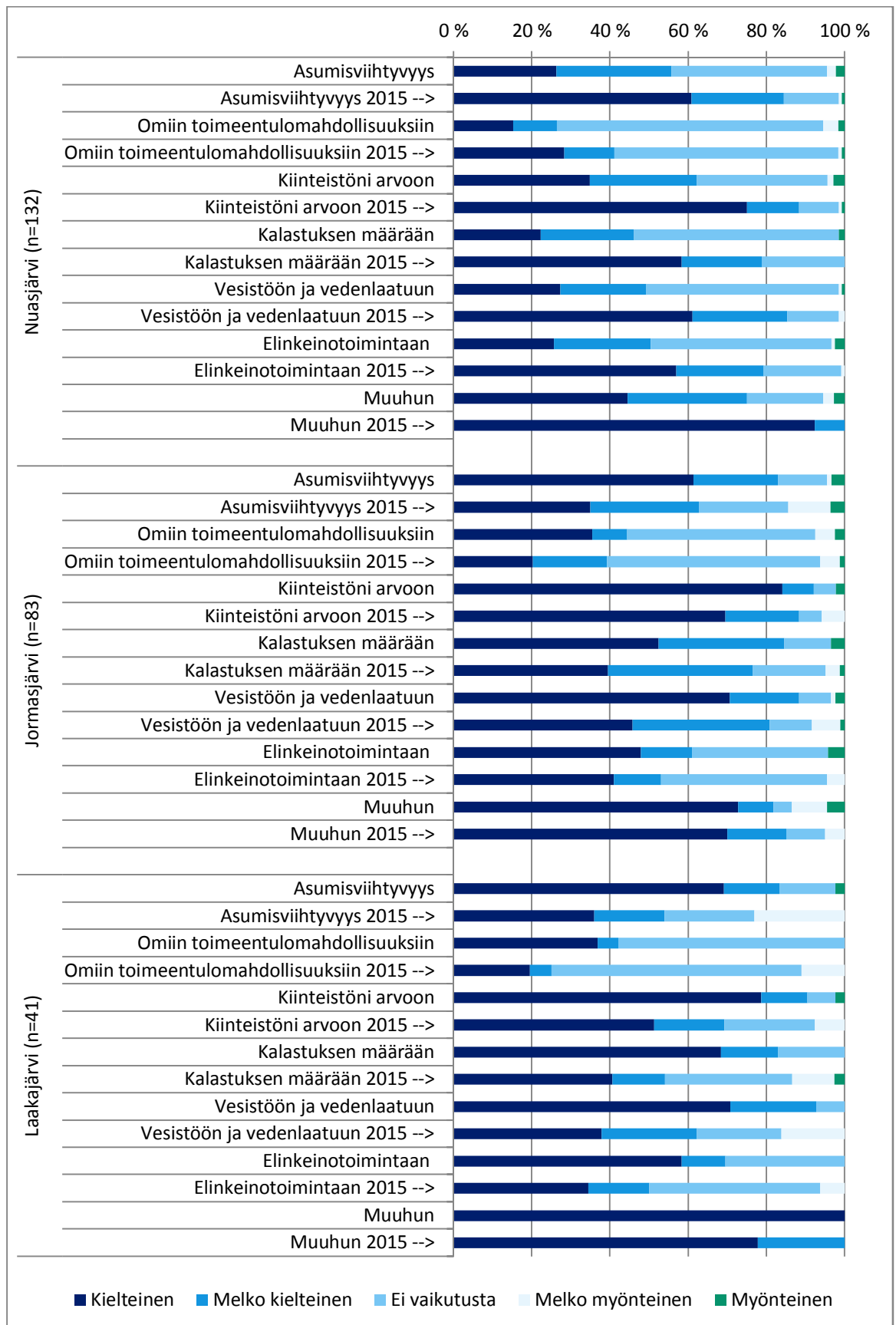
Tavanomaisista ympäristövaikutusarvioinneista poiketen tässä vaikutusarvioinnissa oli mahdollisuus asukaskyselyllä kartoittaa nykyisen toiminnan vaikutuksia asukkaiden ja vapaa-ajan asukkaiden kokemana. Kyselyssä kysyttiin vesistön tilan mahdollisten muutosten vaikutuksista ihmisiin kaivostoiminnan alusta vuodesta 2008 lähtien sekä viimeisimmän suuren muutoksen, purkupuutken käyttöönoton jälkeen vuodesta 2015 eteenpäin.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 11-17) esitetään yhdistelmäkuva kolmen keskeisimmän järvialueen asukkaiden mielipiteet koettujen vaikutusten muutoksista. Vastaukset on ryhmitelty kunkin järvialueen osalta erikseen. Järvialueet on muodostettu kolmeksi alueeksi. Nuasjärvi sisältää Nuasjärven lisäksi Rehjan. Jormasjärveen katsottiin kuuluvaksi myös Jormasjoki. Kolmas järvialue on Laakajärvi. Lisäksi kyselyvastaajia oli muiden järvien alueelta, mutta heitä oli tilastollisesti arvioiden niin vähän, että muita järvialueita ei kuvassa (Kuva 11-17) eritelty.

Nuasjärven ranta-asukkaiden koetut muutokset purkupuutken rakentamisen jälkeen vuodesta 2015 eteenpäin ovat selkeästi kielteisemmät kuin kaivostoiminnan alusta lähtien. Koettu muutos koskee kaikkia kyselyssä esitettyjä vaihtoehtoja. Suurimmat koetut muutokset ovat vesistössä ja vedenlaadussa, mikä lienee alkusyy myös kalastuksen määrän laskuun ja koettuun kiinteistön arvon laskuun sekä asumisviihtyvyyteen.

Jormasjärven vesistöalueen ranta-asukkaiden vastauksissa puolestaan koetut vaikutukset purkupuutken rakentamisen jälkeen ovat muuttuneet paremmiksi verrattuna aikaan kaivostoiminnan alkuaikojen purkupuutken rakentamiseen saakka. Selkein paranus purkupuutken rakentamisen jälkeen on koetussa asumisviihtyvyydessä.

Laakajärven alueen ranta-asukkaiden kokemat vaikutukset purkupuutken rakentamisen jälkeen ovat myös olleet vähemmän kielteisiä kuin ne olivat ennen purkupuutken rakentamista.



Kuva 11-17. Yhdistelmäkuva eri järvialueiden asukkaiden arvioimista vaikutuksista kaivostoiminnan käynnistämisen ja purkuputken rakentamisen (2015) jälkeen. (n=256)

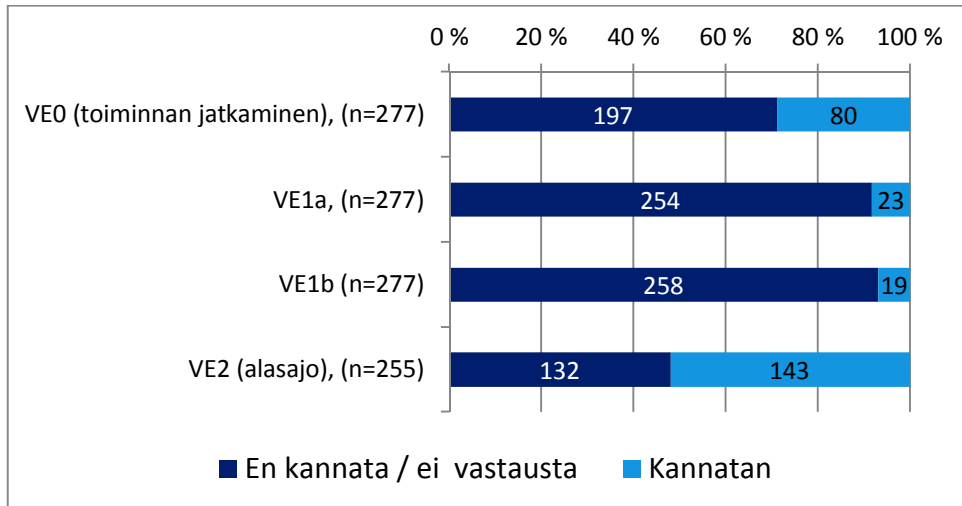
Asukaskyselyn nykytilaosiossa annettiin vastaajille strukturoitujen kysymysten lisäksi mahdollisuus perustella **kalastuksen osalta lisävastauksella mahdollista kalastuksen vähenemistä**. Kalastuksen vähenemisen syitä perusteli 174 vastaajaa. Vastaajat näkivät seuraavia syitä kalastuksen vähenemiseen. Pelko syömäkelpoisuudesta; kalojen määrän vähentyminen; pelko haitta-aineiden kasautumisesta; pelko veden laadusta; verkkojen likaantuminen; epäily raskasmetalleista; kalaa ei osteta; kuhan vähentyminen; terveysriskit.

Kyselyn nykytilaa kartoittavassa osassa annettiin myös **mahdollisuus vastata kokemuksiin kaivoksen käynnistymisen jälkeen vuodesta 2008 sekä purkupuutken rakentamisen jälkeen vuodesta 2015 lähtien**. Strukturoitujen kysymysten jälkeen oli avoin kysymys, jotta vastaajat pystyivät tuomaan oman näkökantansa esille. Vastauksia tähän avoimeen kysymysosaan tuli 90. Eniten mielipiteitä ilmaistiin seuraaviin seikkoihin. Kiinteistön arvo, majoituksen alentunut kysyntä, maine, terveysvaikutukset (mm. iho), mielikuva, vaikutus vapaa-ajan toimintaan, melu yöllä, kiinnostuksen väheneminen rantarakentamiseen, henkinen pahoinvointi, vesipumpun ruostuminen, luottamus virkamiehiin ja "tutkimuslaitoksiin" horjuu, pöly- ja hajuhaitat, tutkimustiedon puute myrkkujen vaikutuksista vesistöihin, vaikutus matkailuun. Näiden tyhjille lomakkeen riveille annettujen vastausten lisäksi eräs vastaaja oli laatinut viiden sivun vastauksen, jolla otettiin kantaa useaan kyselyssä olleeseen kysymykseen.

Asukaskyselyssä kysymys nro 12 oli avoin kysymys, jolla **haluttiin kartoittaa mahdollisia huolia tai uhkia, joita rantakiinteistöjen omistajilla on**. Vastaajia kysymykseen oli 258. Vastaajista 93 prosenttia ilmoitti kokevansa joitakin huolia tai uhkia vesistövaikutuksissa. Näin ollen vastaajista vain seitsemän prosenttia ei kokenut vesistövaikutuksista koituvan erityistä uhkaa. Vastaukset huolista ja uhkista kohdistuivat muutamaaan pääteemaan, joita ovat kiinteistöjen arvon lasku, veden laatu, iho-ongelmat, pelko kalojen syömisestä, Nuasjärven saastuminen tulevaisuudessa, heikko varautuminen poikkeusoloihin, pitkäaikaisvaikutukset, pitkän ajan terveysvaikutukset, mielipaha, pohjavesien saastuminen sekä veden käyttökelpoisuus. Lisäksi jotkut vastaajat ilmoittivat pyytäneensä pitkän aikavälin ennustetietoa siitä, mitä pitkäaikaisvaikutuksia on mahdollisesti pelättävissä.

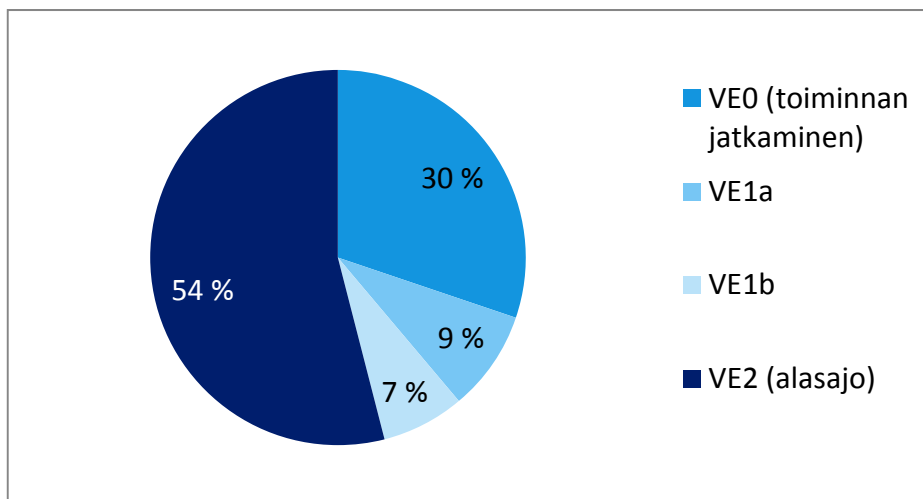
Asukaskyselyssä **pyydettiin vastaajia ilmaisemaan kantansa omasta mielestään kannatettavimmasta hankevaihtoehdosta** YVA-prosessissa. Kuvassa (Kuva 11-18) on esitetty hankevaihtoehtoa puoltavien vastaajien määrä lukuina. VE0-vaihtoehtoa (toiminnan jatkaminen) piti kannatettavimpana 80 vastaajaa, mikä vastaa noin 29 prosentin osuutta vaihtoehtoon vastanneista. VE1a oli kannatettavin vaihtoehto 23 vastaajan mielestä, vastaten noin 8 prosenttia kysymysvaihtoehtoon vastanneista. VE1b vaihtoehdon kannattajia oli 19 vastaajaa, joka osuutena vastaa noin 7 prosenttia tähän vastausvaihtoehtoon mielipiteensä ilmaiseista. VE2 -vaihtoehtoa (alasajo) piti kannatettavimpana 143 vastaajaa. Tämä vastaa 52 prosentin osuutta alasajon vaihtoehtoon vastanneista.

Huomioitavaa on, että asukaskyselyssä (liite 5) vaihtoehto VE0 sisälsi myös mahdollisia lisäjuoksutuksia vanhoille purkureiteille keväisin. Vaihtoehto muutettiin kuitenkin asukaskyselyiden lähettämisen jälkeen sellaiseksi että lisäjuoksutukset eivät ole mukana (kts. kpl. 5.5 "Muutokset hankkeessa YVA-ohjelmaan verrattuna").



Kuva 11-18. Kannatettavin hankevaihtoehto.

Vastaajia pyydettiin valitsemaan kannattamistaan vaihtoehtoista vain yksi vaihtoehto. Kaikki vastaajat eivät ole anetuista vaihtoehtoista löytäneet itselleen soveltuvaa vaihtoehtoa. Kaikkiaan kannatuksensa johonkin hankevaihtoehtoon ilmaiseita oli 265 vastaajaa. Kyselylomakkeessa oli mahdollisuus avoimella vastauksella perustella sitä vaihtoehtoa, jonka oli valinnut kannatettavimpana. Myönteisen valinnan perusteluja ei avoimissa vastauksissa esitetty. Näin tulkinta suhtautumisesta hankevaihtoehtoihin on, että mikään niistä ei ole erityisen kannatettava, mutta vastaajat ovat pyrkineet eliminoidaan mielestään vähiten huonon vaihtoehdon. Kannatusta saaneiden vaihtoehtojen jakaumaa esittää seuraava ympyrädiagrammi (Kuva 11-19). Ympyrädiagrammin prosenttiosuudet poikkeavat hieman edellä olevasta pylväsdiagrammista koska ympyrädiagrammin vastaajajoukkona ovat jonkin myönteisen vaihtoehdon ilmaisseet vastaajat.

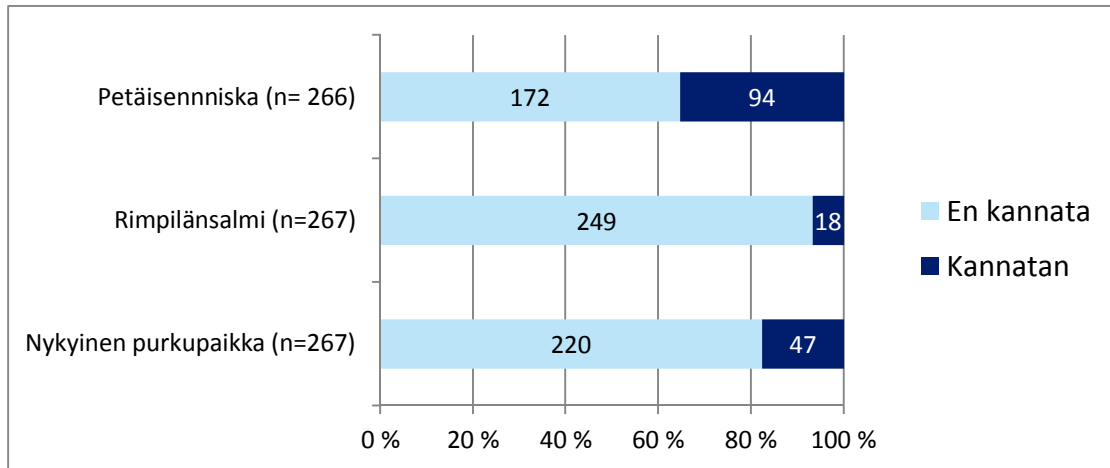


Kuva 11-19. Kannatettavin hankevaihtoehto, vain mielipiteensä ilmaiseet (%-osuus vastaajista)(n=265).

Asukaskyselyssä pyydettiin vastaajia ilmoittamaan **omasta mielestään kannatettavin purkupaikkavaihtoehto**. Vastaajia pyydettiin valitsemaan yksi vaihtoehtoista.

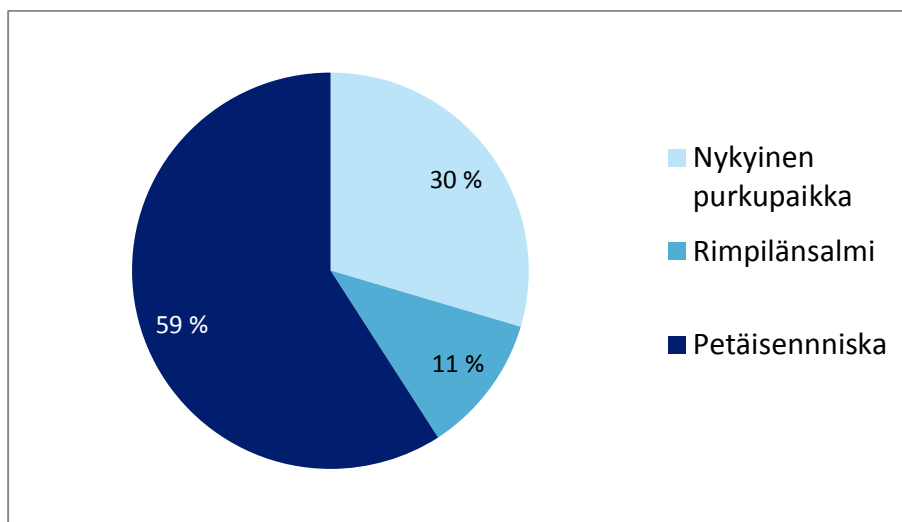
Kuvassa (Kuva 11-20) on esitetty hankevaihtoehtoa puoltavien vastaajien määrä lukuna sekä lukua vastaava prosenttiosuus graafisena. Ne, jotka eivät ole vastanneet kysymykseen myöntävästi, tulkitaan vastauksissa, että he eivät kannata vaihtoehtoa.

Petäisenniskan purkupaikkavaihtoehtoa kannatti 94 vastaajaa, mikä vastaa 59 prosentin osuutta jonkin purkupaikkavaihtoehdon kannattajista. Rimpilänsalmen purkupaikkavaihtoehtoa kannatti 18 vastaajaa. Luku vastaa 11 prosenttia vastaajista, jotka ylipäättään kannattavat mitään purkupaikkavaihtoehtoa. Nykyistä purkupaikkaa kannatti 47 vastaajaa, mikä vastaa 30 prosentin osuutta.



Kuva 11-20. Kannatettavin purkupaikkavaihtoehto, kooste kaikista vastaajista.

Yhteensä esitettyjä purkupaikkavaihtoehtoja kannatti 159 vastaajaa. Tästä voidaan tulkitä, että asukaskyselyä on pyritty käyttämään yleisen mielipiteen ilmaisun kanavana. Ajatuksia on haluttu purkaa välittämättä suuresti siitä, mitä kysymyksissä on kysytty.



Kuva 11-21. Kannatettavin purkupaikkavaihtoehto, vain mielipiteensä ilmaisseet (%-osuus) (n=159)

Purkupaikkavaihtoehtoihin liittyvässä kysymyksessä vastaajat saivat ilmaista perustelun sellaiselle vaihtoehdolle, jota he itse pitivät kannatettavimpana.

Nykyistä purkupaikkaa kannatettavimpana vaihtoehtona pitäneistä perustelut vaihtoehdon puolesta kiteytyivät seuraaviin argumentteihin: valmis putki, hajauttaminen ei hyödytä, hyvä veden virtaama. Valmiin putken olemassaolo ei aiheuta lisäkustannuksia. Toisaalta osa vastanneista totesi, että nykyisen purkupaikan sijainti on huono.

Rimpilänsalmea puoltavat kommentit ovat kiteytetysti seuraavissa: hyvä virtaus, kauempana Katinkullasta, sekoittuminen isoon vesistöön sekä salmen virtaukset.

Petäisenniskaa purkupaikkavaihtoehtona puoltavat perustelut ovat kiteytettynä seuraavalaisia: sekoittuminen Oulujärven isompaan vesistöön, voimakas virtaus, tehokas sekoittuminen kosken ja voimalan vuoksi, vähentäisi Nuasjärven kuormitusta.

Purkupaikkavaihtoehtona kyselyssä oli mahdollisuus esittää jokin muu vaihtoehto ja sille perustelut. Varsinaisesti vaihtoehto "muu" ei saanut kannatusta, mutta siihen liittyvässä lomakkeen avoimessa tilassa esitettiin varsin runsaasti kannanottoja. Suurin osa esitetystä mielipiteistä liittyi ajatukseen, että kaivoksen purkuvedet tulisi ohjata Perämerelle tai Vuoksen vesistön suuntaan. Tässä yhteydessä on myös kannanottoja haittoihin liittyviin korvauksiin tai kompensatioihin. Vedenpuhdistukseen otetaan myös varsin vahvasti kantaa. Kommentteja tähän avoimeen kysymykseen antoi 114 vastaajaa.

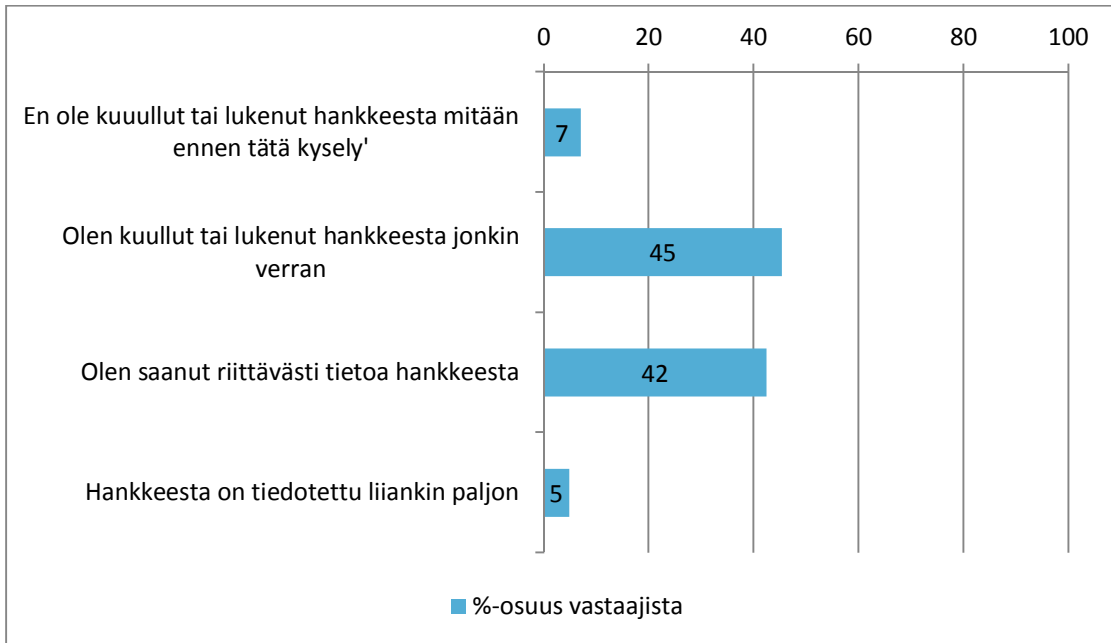
Asukaskyselyssä kysymys 15 oli luonteeltaan avoin kysymys ja siinä **pyydettiin vastaajia pohtimaan eri hankevaihtojen välisiä eroja**. Vastauksia annettiin 168. Yleisimmin annetut vastaukset tiivistyivät seuraaviin ryhmiin: Vaihtoehtojen välillä on vaikea ottaa kantaa. Vaihtoehtojen välillä on pienet erot. Kaivoksen alasajo on joka tapauksessa suunniteltava pitkällä aikavälillä. Alasajon aika ulottuu muutama vuoteen. Kaikissa hankevaihtoehtoissa on vaikutuksia ympäristöön.

Avoimien kommenttien perusteella hankevaihtoehto VE2 on saanut vastaajilta eniten kannatusta, kuten myös suorien vastausvaihtoehtojen perusteella näyttää.

Asukaskyselyn kysymys 16 oli myös avoin kysymys. **Kysymyksessä pyydettiin vastaajia pohtimaan kuinka mahdollisia haittoja voitaisiin parhaiten ehkäistä tai vähentää**. Vastauksia kyseiseen kysymykseen annettiin 223 kappaletta. Keskeisimmiksi teemoiksi nousivat lakien ja lupaehtojen noudattaminen, kaivoksen toiminnan saaminen kannattavaksi, kaivoksen sulkeminen, vesien puhdistus kaivosalueella, kaivosyhtiön aito kiinnostus luontoa kohtaan, tehokkaampi puhdistuskapasiteetti, meluntorjunta, uraanin talteenotto kaivosalueella. Lisäksi esille nostettiin mahdolliset uudet jalostus- ja hyödyntämismenetelmät. Toiveena oli myös todellinen tieto, josta seurauksena olisivat vähenevät huhupuheet.

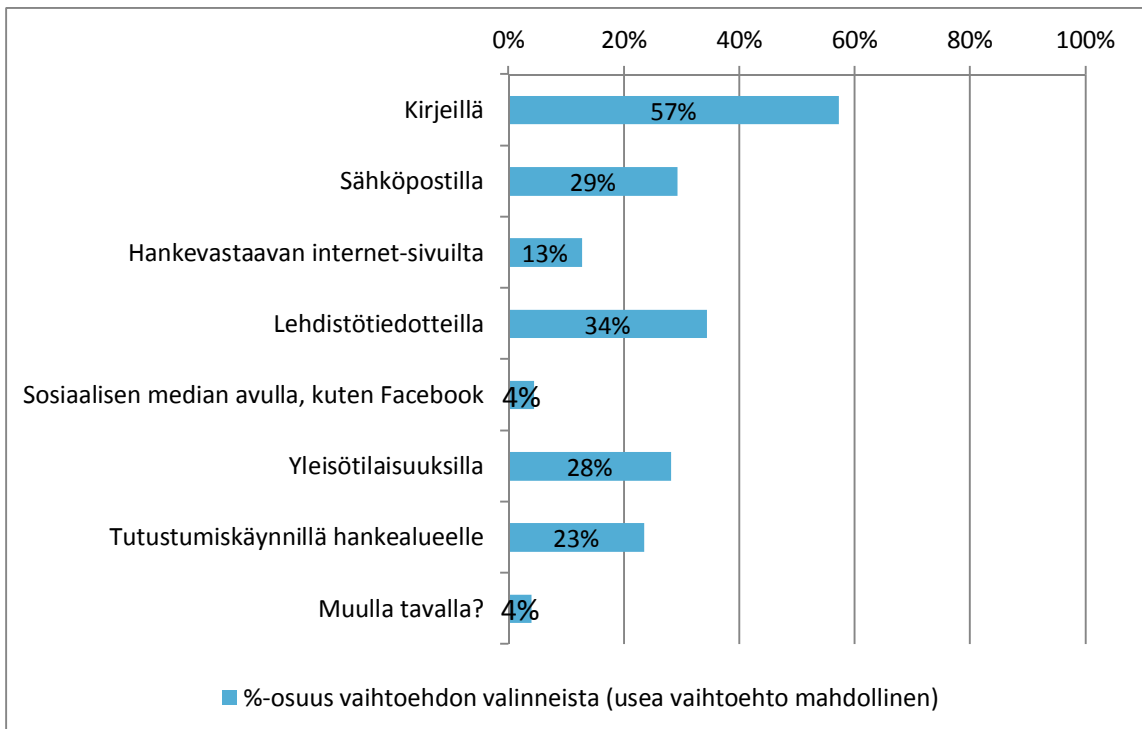
Tiedonsaanti

Terrafamen vesistövaikutushankkeesta noin 42 prosenttia vastaajista on katsonut saaneensa riittävästi tietoa. Hankkeesta ilmoitti kuulleensa tai lukeneensa jonkin verran noin 45 prosenttia vastanneista 271 vastaajasta. Näiden tulosten perusteella voidaan päätellä, että saavutettu tiedon taso rantakiinteistöjen omistajien keskuudessa on vähintäänkin hyvällä tasolla (Kuva 11-22).



Kuva 11-22. Tiedonsaanti hankkeesta (%-osuus vastaajista) (n=271)

Asukaskyselyn vastaajilla oli mahdollisuus valita useitakin vaihtoehtoja kysyttäessä mieluisinta tiedonsaantikanavaa vesienhallinnan järjestämisessä. Kirjeitse jaettavaa tietoa arvostaisi enemmistö vastaajista, 57 prosenttia vastaajista. Seuraavaksi halutuin tiedonsaantikanava on lehdistötiedotteiden ja sitä kautta median välityksellä saatava tieto 34 prosentin osuudella. Sähköpostitiedottamista ja yleisötilaisuuksia toivoi kumpaakin lähes 30 prosenttia vastanneista. Tutustumiskäynneillä alueelle on myös varsin suuri merkitys tiedonsaannissa 23 prosentin osuudella (Kuva 11-23).



Kuva 11-23. Tiedonsaantitavoite jatkossa (%-osuus vaihtoehtoon vastanneista). Tähän kysymykseen oli mahdollista valita monta vaihtoehtoa (n=276).

Asukaskyselyn vastaajilla oli mahdollisuus ilmoittaa kyselyn yhteydessä, mistä asioista heidän mielestään on tarve saada lisätietoa. Vastauksia tuli 147. Seuraavia lisätiedon tarpeita nousi esille: korvausten suuruus ja niiden maksaminen, tieto pintaveden turvallisuudesta käytöstä, konkreettiset kuvaukset haitta-ainemäärästä, ennakoitavat vaikutukset 50 vuotta eteenpäin, pohjavesien tutkimuksen eteneminen, tietoa bioliotuksesta, fakta-pohjaista tietoa päästöistä.

11.4 Matkailuorganisaatioiden haastattelu

Koska Terrafamen kaivostoiminnan vesienhallinta ja vesistövaikutukset ovat kytköksissä ympäristön lisäksi ympäröivän yhteisön elinolosuhteisiin, toteutettiin YVA-selostuksen laatimisen yhteydessä neljä sidosryhmähaastattelua. Sidoryhmähaastattelut toteutettiin puhelimitse teemahaastattelun periaatteita noudattaen. Haastateltavana oli Vuokatissa toimivia matkailun yhteisorganisaatioita.

Vuokatin Matkailukeskus Oy toimii matkailun yhteismarkkinointiorganisaationa Vuokatissa. Vuokatin Matkailukeskus Oy:n toimitusjohtaja toteaa vastatessaan haastattelukysymyksiin, että varsinaista tutkimustietoa Terrafamen Sotkamon kaivoksen vaikutuksista matkailukysyntään ei ole markkinointiorganisaatiolla käytössä. Täysin kattavaa tietoa ei siis toistaiseksi ole, onko kaivoksen olemassaolo tai vaikutukset ympäristöön vaikuttanut joidenkin asiakkaiden varaus- ja ostopäätöksiin. Sotkamon alueen ja Vuokatin alueen rekisteröidyt yöpymiset, jotka toimivat Tilastokeskuksen tilastoinnin ansiosta vertailukelpoisina mittareina, ovat pysyneet varsin tasaisena. Kotimaisten yöpymisten kohdalla on tapahtunut jopa kasvua. Venäläisten matkailijoiden yöpymisvuorokausien väheneminen lienee johtunut muista syistä. Vuokatin Matkailukeskus Oy:n oma myynti on ollut suurimmillaan vuonna 2012, josta myynti on laskenut noin 10 prosentilla. Yhtiön oman analyysin mukaan myynnin lasku on johtunut venäläismatkailijoiden määrän muutoksista (Suutarinen 2017).

Vuokatin Matkailukeskus Oy:llä ei ole kattavaa tietoa esimerkiksi vesistöistä riippuvien ohjelmajärjestelmien kysynnänmuutoksista. Kaivoksen olemassaolo ei sinänsä ole Vuokatin Matkailukeskus Oy:n toimitusjohtaja Ilkka Suutarisen mukaan ongelma. Vuokatin lähistöllä on toiminut talkkikaivos noin 40 vuoden ajan. Talvivaaran epäonnistuneet vaiheet ovat kuitenkin huolettaneet. (Suutarinen 2017).

Mikäli kaivostoimintaa harjoitetaan huolellisesti, ei Ilkka Suutarisen mukaan olisi imago-riskiä. Ongelmana tällä hetkellä on, että kun kaivos on olemassa ja toiminnassa, liikkuu ympäristöasioista varsin ristiriitaisia tulkintoja ja kannanottoja. Matkailuun liittyviä investointeja yrittäjien taholta on käynnistetty, joten ainakaan kaikki yritykset eivät ole menettäneet uskoaan alueeseen (Suutarinen 2017).

”Asiakkaat eivät ole isommassa määrin kommentoineet, mutta kuten edellä on todettu, emme tiedä miten on vaikuttanut uusien asiakkaiden ostopäätöksiin.” Haastateltavan mukaan jatkossa on oleellista, että kaivos ja tehdas saadaan toiminnallisesti ja taloudellisesti kuntoon, ja että ympäristöseikkoihin liittyen ei tule yllätyksiä. Yhteenvetona Vuokatin Matkailukeskus Oy:n edustaja toteaa, että kaivoksen on lunastettava yhteiskuntakelpoisuutensa kaikkien osapuolten osalta (Suutarinen 2017).

Vuokatin Matkailukeskus Oy:n sekä yhteismarkkinointia koordinoivan ja toteuttavan **Pohjolan Mylly Oy:n** puolesta saatiin kommentteja puhelinhaastattelussa Juha Tanskaselta. Juha Tanskanen on ollut useita vuosia vastuullinen henkilö Vuokatin matkailun yhteismarkkinoinnin ja viestinnän toteutuksessa. Terrafamen kaivoksen olemassaolon ajalta Tanskanen toteaa, että vuodet 2010–2014 ovat olleet Vuokatin matkailukeskuksen kokonaisuuden kannalta menestyksekkäimmät vuodet. Muutos venäläisten matkailijoiden määrässä johtuvat muista syistä kuin kaivoksen aiheuttamista ympäristö- tai

imagovaikutuksista. Tarkasteltaessa matkailuelinkeinon ”isoa kuvaa”, ei voida osoittaa kaivostoiminnalla olleen matkailutoimintaan vahingollista vaikutusta. Kaivostoiminnan aiheuttamat jonkinasteiset haittavaikutukset voivat olla koettavissa Nuasjärven läntisissä osissa, mutta ei Vuokatin matkailukeskuksen ytimessä. Haittavaikutuksia on saattanut ilmetä vesistöissä sekä mielikuvissa erityisesti kipsasakka-altaan vuodon aikoihin, mutta liiketoiminnassa vaikutuksia ei ole esiintynyt. Juha Tanskasen mielestä kaivostoiminnan ja matkailutoiminnan vastakkainasettelu on osittain median luomaa. Vastakkainasettelua esiintyi erityisesti mainitun kipsisakka-altaan vuodon aikoihin. Vastakkainasettelun kuvassa on osin esiintynyt tunneperäistä keskustelua ja pelkojen luomista. (Tanskanen 2017).

Vuokatin yhteismarkkinoinnissa mukana olevissa yrityksissä, joita on toimenpiteistä riippuen mukana 50–100 yritystä vastaten vähintään 80 prosentin osuudesta matkailun liiketoiminnasta, ei Tanskasen mukaan ole vastaanotettu kielteistä palautetta matkailun asiakkailta kaivosvaikutuksiin liittyen. Vuokatin vuokrattavien lomamökkien käyttöprofiili poikkeaa jonkin verran monen muun matkailukeskuksen mökkikäytöstä. Vuokatissa monien lomamökkien käyttö perustuu yksinomaiseen vuokratyöhön. Muissa keskuksissa mökeillä on usein kohtuullisen paljon omistajan omaa käyttöä. Puhuttaessa matkailusta ja kaivostoiminnasta liiketoimintana, on Sotkamossa selkeästi pidetty liiketoiminnat toisistaan erillään. Erillisten liiketoimintojen roolia on edistänyt myös kaivoksen ja matkailukeskuksen ytimen 25–30 kilometrin etäisyys toisistaan. Matkailun apuna on ollut vahva ja itsenäinen Vuokatti-brändi. Jopa Sotkamon kunta omassa kuntamarkkinoinnissaan nojaa enemmän Vuokatti-brändiin kuin Sotkamosta rakennettavaan mielikuvaan (Tanskanen 2017).

Moneen kilpailevaan matkailukeskukseen verrattuna Vuokatissa toimii vähemmän ohjelmopalveluyrityksiä. Ohjelmopalveluyrityksiä toimii vain muutama. Niiden tarjoamat vesistöihin liittyvät aktiviteetit ovat vähäisiä, lähinnä ne liittyvät veneilyyn. Kaupallisten kalastusmatkailutuotteiden liikevaihtovolyymi on arviolta 100 000 euroa vuodessa, kun koko matkailukeskuksen yritysten liikevaihto on noin 80 miljoonaa euroa (Tanskanen 2017).

Vesienhallinnan ja ylipäätään kaivostoiminnan toimintavaihtoehtoina ovat ääripäissä kaivoksen ylösajo (VE1a ja VE1b) ja kaivoksen alasajo (VE2). Matkailuelinkeinon kannalta kaivoksen ylösajo ja toiminnan kehittäminen on pitkällä aikavälillä kannattavampi linjaus. Kaivostoimijan alihankkijat, vieraat sekä paikallisesti työntekijät käyttävät Vuokatin alueen majoitus- ja ravitsemuspalveluja. Ylösajon myötä palveluiden kysyntä yhä kasvaisi. On myös huomioitava muihin palveluelinkeinoin, kuten kauppaan, takseihin, pesuloihin ja kiinteistöhuoltoyrityksiin kohdistuva palveluiden kysyntä sekä kaivoksen suoraan tai välillisesti tuoma paikallinen ostovoima. Kaivostoiminnan alasajon vaihto ei kaataisi Vuokatin matkailukeskuksen asemaa, mutta alasajo muutaman vuoden sisällä laskisi palveluklusterin kysyntää (Tanskanen 2017).

Mahdollisista riskeistä Juha Tanskanen toteaa, että Terrafamen kaivostoimintaan liittyy imagoriski. On edellytettävä, että toiminta pysyy jatkuvasti lupaehtojen sisällä ja ympäristötoimet hallitaan. Vuokatin matkailuyritysten on myös luotettava siihen, että viranomaistoiminta ja valvonta ovat ajan tasalla. Terrafamen kaivostoimintaan liittyvä uraanikeskustelu on haaste. Tässäkin asiassa matkailuelinkeino haluaa edetä pragmaattisesti ja luottaa toiminnanharjoittajaan sekä viranomaisiin, että mahdollinen uraanin talteenotto hoidetaan ympäristön kannalta parhaalla mahdollisella tavalla (Tanskanen 2017).

Katja Ronkainen toimii **Lomarengas Oy:n** Vuokatin toimiston ja varaamon vastaavana. Vastaukset YVA-selostusta varten Katja Ronkainen antoi yksityishenkilönä perustuen noin 10 vuoden kokemukseen Lomarengas Vuokatin varaamossa. Esitetyt mielipiteet eivät ole Lomarengas Oy:n virallisia mielipiteitä.

Yli kymmenen vuoden työuransa aikana Lomarengas Oy:n varaamossa työskennellyt Katja Ronkainen on kokenut Terrafamen kaivoksen tähänastisen elinkaaren. Hänen kokemuksensa mukaan keskusvaraamotoiminnan kannalta katsottuna kaivostoiminta ei ole aiheuttanut oleellisia vaikutuksia. Vuosien aikana vain muutama yksittäinen varaamon yhteistyökumppanina toimiva mökkivuokrausta harjoittava yrittäjä on tuonut kaivoksen haitat esille todeten suoran ilman varaamoa tehtyjen kauppojen vähentyneen. Varaamon asiakkaista vain hyvin pieni osa on etsinyt varausprosessin yhteydessä tietoa kaivostoiminnasta alueella ja vain muutama on kysellyt mahdollisia haju- ja vesistöhaittoja. Katja Ronkainen totesi, että löylyveden mahdollisista käyttörajoituksista pitäisi olla varaamoissakin tietoa. Hänen muistinsa mukaan vain yksi varsinainen peruutus on aiheutunut kaivoksen vaikutuksesta, mikä aiheutui asiakkaan yleisen terveydentilan aiheuttamasta riskistä (Ronkainen 2017).

Katja Ronkaisen havaintojen mukaan ihmiset etsivät matkailutarjontaa nimenomaisesti Vuokatti-nimen kautta. Yhteyttä Sotkamoon eivät ainakaan uudet kävijät tunnista. Hyvin harvoin on käynyt, että ulkomaiset varaajat ovat kysyneet kaivoksesta. Tällaiset asiakkaat ovat olleet Keski-Euroopasta, jossa on mahdollisesti heidän lähtöalueellaan ollut jokin kaivostoimintaan liittyvä ajankohtainen vaikutus esillä. Venäläisten matkailijoiden vähenemiseen viime vuosina ovat vaikuttaneet lähinnä maan taloudellinen ja poliittinen tilanne. Kotimaan matkailun Ronkainen näkee olevan noususuhdanteessa erityisesti kotimaan matkailun koetun turvallisuuden vuoksi (Ronkainen 2017).

Vuokattiin on rakennettu viime vuosina paljon uutta kapasiteettia. Myynti on säilynyt vähintään ennallaan. Tunnuslukuna seurattava käyttöaste on alueella hieman laskenut, koska alueelle on rakennettu uutta kapasiteettia. Lomarengaan välitystoiminnan ja sopimusten osalta ei ole tapahtunut laajamittaista muutosta välittävien kohteiden osalta. Luontaista vaihtuvuutta on tapahtunut mökkimajoituskohteiden tai yrittäjien ikääntymisen kautta (Ronkainen 2017).

Katja Ronkaisen mukaan Vuokatin alueen yrittäjissä on kaksijakoisuutta suhteessa Terrafamen kaivostoimintaan. Osa syyllistää kaivostoimintaa kaikesta, osa näkee kaivostoiminnan ja matkailutoiminnan ”sekä-että-tilanteena” eli osa matkailuyrityksistä pyrkii sopeutumaan olemassa olevaan toimintaympäristöön. Mikäli Terrafamen toiminnan seurauksena alue saastuisi pysyvästi, aiheutuisi siitä Ronkaisen mukaan matkailutoiminnalle riski. Käytännön riskinä hän nostaa esiin, että Vuokatti-brändi menisi pilalle. Terrafamen osalta toiveena on saada vähennettyä ennustamattomuutta ja epävarmuutta (Ronkainen 2017).

Katja Ronkainen ilmoitti olevansa kaivostoiminnan suhteen neutraalilla kannalla. Vesistöjen tila saattaisi olla parantunut pienissä vesistöissä purkupuutken rakentamisen jälkeen. Osa ranta-alueiden asukkaista kokee purkupuutken vaikutuksen laajempaan kauemmas ulottuvan vaikutusalueen takia (Ronkainen 2017).

Vuokatti Travel Oy toimii myös alueella majoitusten keskusvaraamona. Myyntineuvottelija Minna Lukkari ei ottanut kantaa YVA-selostuksen sisältöön yrityksen virallisena edustajana, vaan vastasi muutamaaan haastattelukysymykseen oman kokemuksensa kautta majoitusvaraamossa. Kun Talvivaaran aikana tapahtui kipsisakka-altaan vuoto, aiheutti se tuolloin muutamia kyselyjä mahdollisista vaaroista tai haitoista. Tuona aikana tapahtui myös harvoja yksittäisiä varausten peruutuksia. Uudet alueen asiakkaat eivät yleensä yhdistä nimiä Vuokatti ja Sotkamo toisiinsa. Kanta-asiakkaat yhteyden tietävät samalla kuitenkin tiedostaen, että kaivostoiminnan ja matkailutoiminnan yhdistäminen samalla paikkakunnalla on mahdollista (Lukkari 2017).

11.5 Vaikutukset ihmisten elinoloihin, viihtyvyyteen ja virkistyskäyttöön

Vaikutusten arviointitaulukossa on käytetty menetelmänä asiantuntija-arviota, joka pohjautuu tiedoiltaan käytettävissä olevaan kirjallisuuteen, aiempiin vertailukelpoisin ihmi-

siin kohdistuvien vaikutusten arviointituloksiin, tätä YVA-selostusta varten toteutettuun laajaan asukaskyselyyn, asukastilaisuuksiin sekä suoritettuihin sidosryhmähaastatteluihin. Asiantuntija-arvion laadintaan on osallistunut YVA-konsultin työryhmä, jonka jäsenillä on laaja kokemus ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnista teollisissa hankkeissa.

Vaikutusten arviointi perustuu alla olevan kuvan mukaisiin arviointikriteereihin, jotka muodostuvat yhdistelmänä kunkin arvioitavan vaikutuksen voimakkuuteen sekä herkkyyteen sidosryhmän näkökannalta arvioituna. Yhteisarvoksi muodostuu voimakkuudesta ja herkkyydestä merkittävyys.

Taulukko 11-6. Viihtyvyyteen ja elinoloihin liittyvien vaikutusten merkittävyyden arviointi

Suuri	---	Vaikutukset ovat suuria ja pysyvästi heikentävät ihmisten viihtyvyyttä ja elinoloja sekä vaikuttavat muuhun yhteiskuntaan
Kohtalainen	--	Vaikutukset ovat kohtalaisia ja voivat aiheuttaa tilapäisiä kielteisiä muutoksia ihmisten viihtyvyyteen, elinoloihin ja yhteiskuntaan
Vähäinen	-	Vähäisiä lyhytaikaisia vesistövaikutuksia, toiminta ei juuri aiheuta muutoksia viihtyvyyteen, elinoloihin ja yhteiskuntaan
Ei vaikutusta		Vaikutus niin pientä että ei käytännössä merkitystä ihmisten viihtyvyyteen, elinoloihin tai yhteiskuntaan
Lievä positiivinen vaikutus	+	Vaikutus lievästi positiivinen huomioiden kokonaisvaikutus

11.5.1 Elinolot ja viihtyvyys

Elinoloja arvioitaessa vaikutuksen voimakkuus on riippuvainen etäisyydestä kaivosalueeseen tai purkupaikkaan. Vastaavasti elinolojen muutoksen vesistövaikutusten seurauksena kokevat, jotka ovat lähimpänä mahdollisia päästölähteitä tai muuten kokevat vesienhallinnasta aiheutuvia muutoksia. Asiantuntija-arvion perusteella elinoloihin voidaan arvioida aiheutuvan merkittävyydeltään vähäisiä - kohtalaisia negatiivisia vaikutuksia Nuasjärven ja Jormasjärven vesistöalueilla. Laakajärven vesistöalueella elinoloihin aiheutuvat muutokset ovat vähäisiä ja sopeutuminen muutokseen on mahdollista ajan kuluessa. Vaihtoehdossa VE1b kuormitus on suurempaa ja vaikutukset Laakajärvellä voimakkaampia.

Terrafamen kaivostoiminnan vaikutusalueella viihtyvyys kaivoksen vesienhallintaan liittyvänä on riippuvainen asukkaiden, erityisesti ranta-alueiden asukkaiden etäisyydestä kaivosalueesta sekä kaivosvesien purkureiteistä ja purkupuutkesta. Viihtyvyys on henkinen arvo, jonka mittaaminen perustuu arviointiin suuren ihmisjoukon kokemuksesta vaikutuksesta viihtyvyyteen. Vaikka vaikutusarviointissa pyritään määrittämään ihmisjoukon mielipidettä ja arvostusta, sisältyy viihtyvyyden kokemiseen myös kunkin henkilön oma subjektiivinen kokemus. Tietoisuus kaivoksen läheisyydestä ja mahdollisista vesistövaikutuksista nostaa viihtyvyyden merkittävyyden suureksi lähellä purkupisteitä. Muut järvalueet, jotka ovat selkeästi kauempana kaivoksesta ja purkupuutkesta sopeutuvat vähitellen koettuun viihtyvyyden tasoon ja vaikutusten merkittävyyden voidaan arvioida olevan vähäinen.

11.5.2 Asuminen ja vapaa-ajan asuminen

Terrafamen kaivostoiminnan vaikutusalueella rantakiinteistöjen asumiseen ja vapaa-ajanasumiseen kohdistuvia vaikutuksia voidaan pitää samansuuntaisina. Asuminen ja

vapaa-ajan asuminen ranta-alueilla on mahdollista kaikissa Terrafamen vesienhallinnan vaihtoehtoissa. Asumisen ja vapaa-ajan asumiseen kohdistuu kuitenkin mielipahaa ja osittaista katkeruutta johtuen mahdollisista lievistä muutoksista asuinolosuhteissa. Asukaskyselyn perusteella osa vapaa-ajan asukkaista kokee, että vapaa-ajan kiinteistön käyttö ei ole niin kiehtovaa kuin se on aiemmin ollut. Pysyvät asukkaat saattavat kokea epävarmuutta asuinolosuhteiden säilymisestä. Monelle ranta-alueen asukkaalle pitkät yli sukupolvien ulottuvat perinteet asuinpaikassa ovat tärkeä arvo.

Pintaveden käyttöön liittyy herkkyys- ja voimakkuusulottuvuuksia kuten jäljempänä virkistyskäyttöä tarkasteltaessa. Epävarmuus pintavesien käytön turvallisuudessa voi rajoittaa pintavesien käyttöä. Pintavesien esteettiset ominaisuudet myös vaikuttavat pintavesien käyttökokemukseen. Asukaskyselyn tulosten perusteella esimerkiksi löylyveden käyttöön asetetut rajoitukset koetaan epävarmuustekijänä, erityisesti kun ranta-asukkailla ei ole tiedossa kuinka pitkiä tai mille alueille ulottuvia löylyveden käyttörajoitukset ovat. Pintavesien käytössä koettu epävarmuus kasvaa mitä lähempänä kaivosvesien purkualueita rantakiinteistö sijaitsee.

Nuasjärven, Jormasjärven ja Laakajärven ranta-alueiden asumiseen ja vapaa-ajan asumiseen kohdistuvat vaikutukset arvioidaan vähäisiksi-kohtalaisiksi, kuormitusvaihtoehdosta riippuen.

11.5.3 Virkistyskäyttö

Vesistöihin liittyvä virkistyskäyttö on merkittävimpiä arvoja ranta-alueiden asukkaiden ja vapaa-ajan asukkaiden näkökulmasta. Näin ollen vaikutusarvion perusteella voidaan pitää virkistystä erittäin herkkänä asiana ranta-alueiden asukkaiden kannalta. Virkistysarvojen herkkyyden perustana ovat esimerkiksi koettu epävarmuus virkistysmahdollisuuksien turvallisuudesta. Epävarmuutta voi luoda epätietoisuus vesistön ympäristöllisestä tilasta. Virkistysmahdollisuuksiin sisältyy henkisen rentoutumisen ja tasapainon haku. Virkistysmahdollisuudet erityisesti ranta-alueilla nähdään asukasvastausten perusteella sukupolvia yhdistäväksi kokemukseksi.

Kotitarvekalastus tai vapaa-ajan kalastus on asukaskyselyn ja aiempien asukastilaisuuksien perusteella kenties herkimpiä ja tunnepitoisimpia asioita ranta-alueiden asukkailla. Kalastuksen väheneminen, muutos kalasaaliiden määrissä, kaloihin kertyvät mahdolliset haitta-ainepitoisuudet, kalojen ulkonäköseikat sekä epävarmuus kalojen syömäkelpoisuudesta nostavat kotitarvekalastuksen vaikutusarvioissa herkäksi asiaksi.

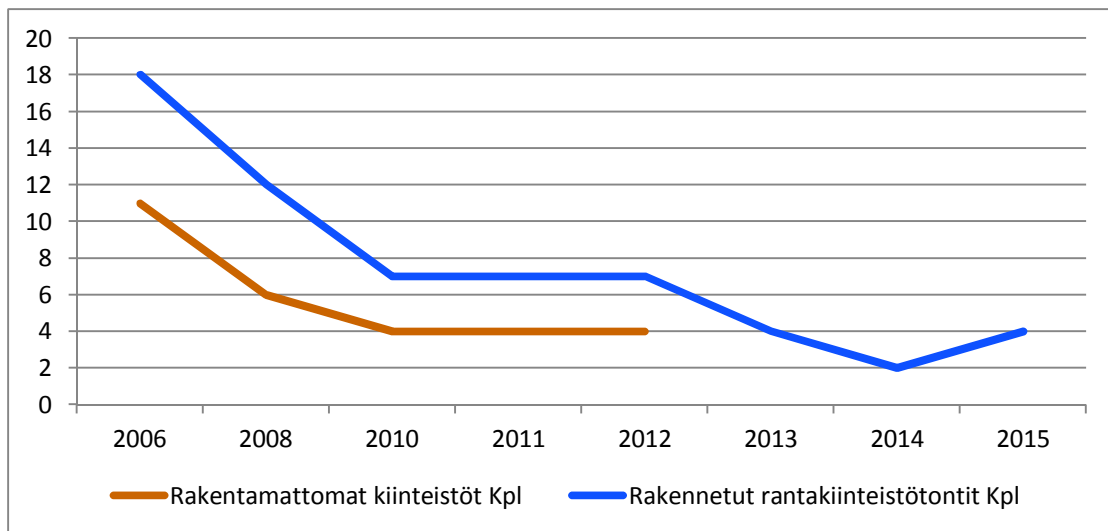
Kotitarve- ja virkistyskalastuksen osalta ranta-asukkaat kaipaavat asukaskyselyn kommenttien perusteella oikeaa ja ajantasoinen tietoa kalojen syömäkelpoisuudesta sekä kalakantoihin ja kaloihin kertyvien ainespitoisuuksien jatkuvaa seurantaa.

Mikäli vesienhallinta toteutetaan lupaehtojen mukaisesti ja kestäväällä tavalla, virkistyskäyttöön ei ole odotettavissa erityisiä rajoituksia. Ne alueet, joissa kaivosvesin purkua tapahtuu, ovat kuitenkin epävarmuustekijät ja mahdolliset esteettiset haitat korkeammalla tasolla kuin kauempana purkualueista olevilla vesistöalueilla.

11.5.4 Kiinteistöjen arvo

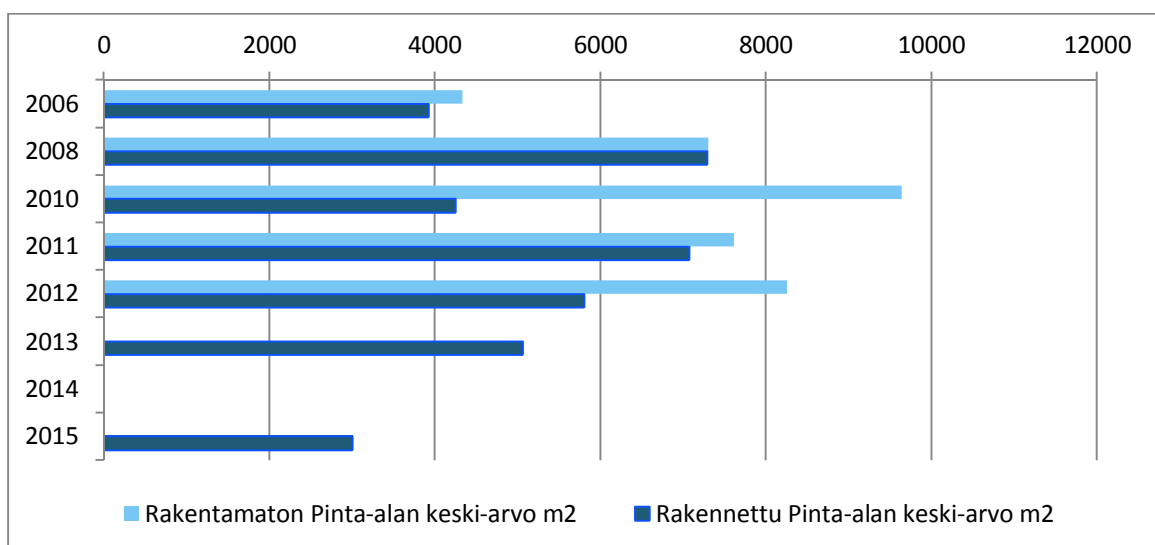
Kiinteistöjen arvon muutos ei tavanomaisesti tule esiin ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä. Terrafamen vesienhallinnan YVA-prosessin ihmisiin kohdistuvassa vaikutusosiossa kiinteistöjen arvon muutos päätettiin kuitenkin sisällyttää arviointikohdaksi, koska Maanmittauslaitoksen vuosittain julkaistavan kiinteistökauppatilaston mukaan kiinteistökauppojen määrässä on tapahtunut muutoksia sekä kauppojen kohteena olleiden kiinteistöjen arvossa on tapahtunut laskua.

Kiinteistöjen hintakehityksestä on tähän YVA-selostukseen otettu esimerkkinä Sotkamon kunnan haja-asutusalueiden rantaan rajoittuvien lomakiinteistöjen hintakehitystä. Maanmittauslaitoksen vuosittaisessa tilastoinnissa tilastoidaan erikseen myös pysyvää asumista ja liikerakentamista sekä sisämaa-alueilla että ranta-alueilla. Lisäksi tilastoissa eritellään kaavoitetut ja haja-asutusalueet. Loma-asuntokiinteistöt rantaan rajoittuvina valittiin tähän selostukseen kuntakohtaisen aikasarjan mahdollistamiseksi. Rakentamattomien kiinteistöjen kauppoja on toteutunut niin vähän vuosina 2013–2015, että lukua ei julkaista tilastoissa (Kuva 11-24)



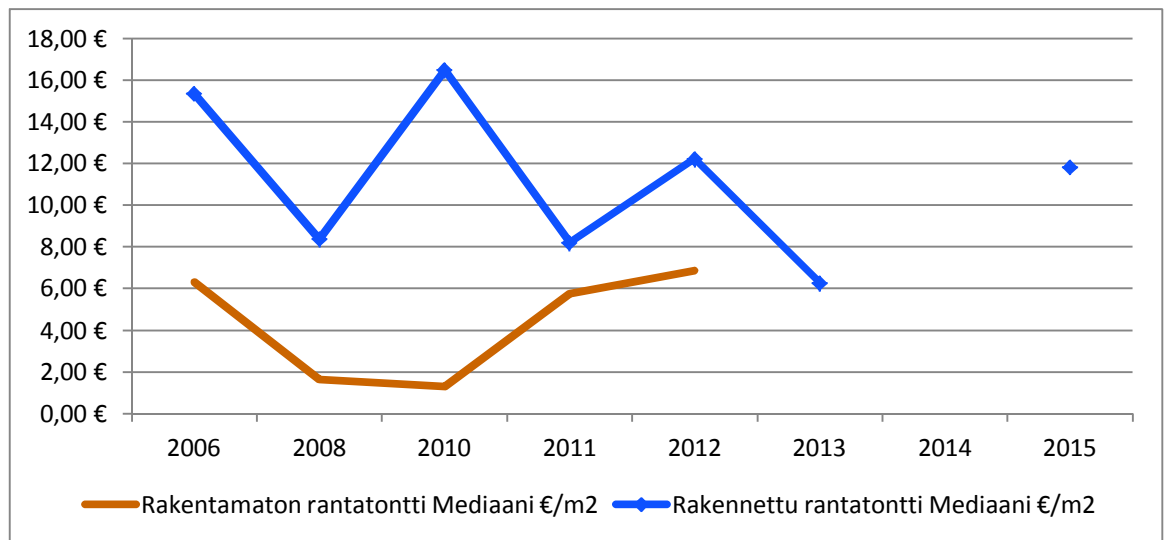
Kuva 11-24. Rantaan rajoittuvien haja-asutusalueen lomakiinteistöjen kaupat Sotkamossa. (Lähde: MML)

Sotkamossa vuodesta 2006 lähtien myytyjen haja-asutusalueen rantakiinteistöjen koko on ollut laajimmillaan tarkastelujaksolla vuosien 2008–2012. Kyseisen ajan jälkeen myytyjen rantakiinteistöjen määrä on ollut vähäinen, mutta myös myytyjen kiinteistöjen pinta-ala on pienentynyt (Kuva 11-25).



Kuva 11-25. Sotkamossa myytyjen rantakiinteistöjen pinta-alojen keskiarvo (m²) (Lähde: MML)

Asukaskyselyn perusteella monet vastaajat eri kysymyksiin ja niiden vaihtoehtoihin vastatessaan totesivat kiinteistöjen arvon laskeneen viimeisinä vuosina. Maanmittauslaitoksen kauppahintatilaston mukaan rakennettujen rantatonttien hinnoissa neliometriä kohti on ollut laskeva trendi. Rakennettujen ja rakentamattomien rantakiinteistöjen hinnat ovat lähestyneet toisiaan, mutta rantatonttien kauppojen määrä on laskenut vuoden 2012 jälkeen. Vähäisten rantakiinteistökauppojen perusteella varmaa hintakehitystä ei voi arvioida. Kuvassa (Kuva 11-26) on hintakehityksen historiaa vuodesta 2006 lähtien. Rakentamattomien rantatonttien kauppvoja on toteutunut niin vähän vuosina 2013–2015 ja rakennettujen rantatonttien kauppvoja vuonna 2014, että lukua ei julkaista tilastoissa.



Kuva 11-26. Sotkamossa myytyjen loma-asumisen rantatonttien mediaanihintojen kehitys. (Lähde: MML)

Arvio hankkeen vaikutuksista kiinteistöjen arvoon

Arvonmuutokseen on useita tekijöitä mm. yleinen taloustilanne, kiinteistöjen tarjontatilanne, tarjolla olevien kiinteistöjen sijainti. Kiinteistöjen arvonmääritykset ovat kiinteistökohtaisia ja arvonmäärityksessä tulee huomioida pitkän aikavälin kehitys kulloisellakin alueella.

11.5.5 Elinkeinot ja talous

Terrafamen kaivostoiminnan vaikutusalueet sijaitsevat lähellä merkittäviä matkailualueita. Tästä syystä vaikutusarviointiin otettiin mukaan matkailutoiminta. Yksittäisten matkailijoiden näkökulmasta ei lähialueen matkailu- ja myyntiorganisaatioissa ole havaittu kaivostoiminnasta tai vesistövaikutuksista aiheutuvaa matkailukäyttäjymisen muutosta eikä erityistä kysyntäkäyttäjymisen muutosta ole ennakoitavissa, mikäli vesienhallinta toteutuu suunnitelmien ja lupaehtojen mukaisesti. Matkailun kokonaiskuvassa, varsinkin koskien lähialueella sijaitsevaa Vuokatin matkailukeskusta, ei ennakoita vaikutuksia matkailutoimintaan eli vaikutusta voidaan pitää neutraalina. Kaivostoiminta ei lupaehtot täyttäessään aiheuta muutosta matkailutoimintaan.

Alueen taloudellinen kehitys on riippuvainen työpaikkakehityksestä, alueen asukkaiden ostovoimasta sekä yritysten liiketoiminnasta. Kaivostoiminnan aluetaloudelliset vaikutukset ovat merkittäviä ja vaikuttavat positiivisesti laajemmankin alueen kehitykseen kuin vain sijaintikuntaansa Sotkamon kehitykseen ja elinvoimaan. Varsinaisen kaivostoiminnan ohella syntyy muita taloudellisia oheisvaikutuksia muiden muassa kaivostoimintaan tukeutuvassa yritystoiminnassa, julkisessa ja yksityisessä palvelutoiminnassa, rakentamisessa, kuljetuksissa ja kaupan alalla. Arviotekijänä voidaan myös mainita matkailun ja ravitsemistoiminnan hyötyvän kaivostoiminnan ympärivuotisista vaikutuk-

sista. Vesienhallinnan kehittäminen YVA-vaihtoehtojen perusteella ei aiheuta kasvua Terrafamen kaivoksen työntekijämäärään. Tulee valittavaksi mikä YVA-vaihtoehto tahansa, kaivos tulisi työllistämään henkilökuntaa usean vuoden ajan, jolloin talousvaikutus säilyisi aluetaloudessa. Vaihtoehdossa VE2 työllisyys alkaa vähetä pikkuhiljaa.

Kokonaisvaikutukset huomioiden alueen taloudellisen kehityksen arviointitulokseksi tulee lievä positiivinen vaikutus.

11.6 Vaihtoehtojen vertailu

Alla on esitetty yhdistelmätaulukko ihmisiin kohdistuvista vaikutusarvioista (Taulukko 11-7). Yhteisarvioina voidaan todeta, että ihmisiin, viihtyvyyteen ja kotitarvekalastukseen kohdistuvat vaikutukset, oikeammin ihmisten kokemat vaikutukset ovat pääsääntöisesti vähäisiä-kohtalaisia.

Taulukko 11-7. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten vertailu hankevaihtoehtojen mukaan

VE0	Nuasjärvi	Jormasjärvi	Laakajärvi
Viihtyvyyys	-	-	-
Elinolot	-	-	-
Asuminen ja vapaa-ajan asuminen	-	-	-
Virkistys	-	-	-
VE1a			
Viihtyvyyys	--	-	-
Elinolot	--	-	-
Asuminen ja vapaa-ajan asuminen	--	-	-
Virkistys	--	-	-
VE1b			
Viihtyvyyys	-	--	--
Elinolot	-	--	--
Asuminen ja vapaa-ajan asuminen	-	--	--
Virkistys	-	--	--
VE2a-b			
Viihtyvyyys	-	-	-
Elinolot	-	-	-
Asuminen ja vapaa-ajan asuminen	-	-	-
Virkistys	-	-	-

Vaihtoehto	Matkailutoiminta	Alueen talouden kehitys
VE0	ei vaikutuksia	+
VE1a	ei vaikutuksia	+
VE1b	ei vaikutuksia	+
VE2a-b	ei vaikutuksia	-

Ihmisiin kohdistuvissa vaikutuksissa ei ole merkittäviä eroja hankevaihtoehtojen välillä. Kuormituksen kasvaessa vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b negatiiviset vaikutukset ja miellikuvat kuitenkin lisääntyvät. Kaikkien hankevaihtoehtojen puitteissa toimittaisiin usean

vuoden aikajänteellä ja kaikilla vaihtoehdoilla on vaikutuksia ihmisten elinympäristöön. Asukkaiden ja ranta-asukkaiden sidosryhmän esittämät painotukset asukaskyselyssä viittaavat siihen, että pienimmiksi ihmisiin kohdistuvat vaihtoehdot koetaan vaihtoehdossa VE2, jossa kaivostoiminta ajettaisiin alas usean vuoden aikajänteellä.

11.7 Epävarmuudet

Arviointiin liittyvät epävarmuudet liittyvät laajan ihmis- ja osallisjoukon arvioiden subjektiivisuuteen. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa ei ole käytettävissä tarkkoja raja-arvoja, paitsi joidenkin terveyteen kohdistuvien vaikutusten osalta. Epävarmuustekijänä on se, kuinka nopeasti osallisilla ihmisillä tapahtuu sopeutumista mahdollisiin muuttuviin olosuhteisiin. Epävarmuustekijänä toimii myös ihmisten elämäntilanne ja kunkin henkilön asema henkilökohtaisella elinkaarellaan. Yksittäisten vaikutusten välille on vaikea määrittää rajoja, vaan osa ihmisiin kohdistuvista vaikutuksista on päällekkäisiä ja luonteeltaan yhteisvaikutuksia. Vaikutusten kokemiseen liittyy tiedon taso sekä informaation lähde, jonka kautta tullaan tietoiseksi mahdollisista vaikutuksista.

11.8 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Kaivostoiminnan vesienhallinta, parhaita mahdollisia käytäntöjä sekä lupaehtoja noudattaen, on perusoletus ihmisiin kohdistuvien vaikutusten hallitsemiseksi ja lieventämiseksi. Vaikutusalueen asukkaat korostavat ajantasaisen ja rehellisen informaation välittämistä. Tärkeää on myös epävarmuuksien hälventäminen esimerkiksi kestäville omistusratkaisulla sekä vastuullisella toimintatavalla.

12 TERVEYS

12.1 Vaikutusmekanismit ja arviointimenetelmät

Kaivostoiminnasta syntyy ylijäämävesiä, jotka voivat vaikuttaa heikentävästi vaikutusalueen vesistöihin. Vesien mukana leviävät haitalliset aineet voivat aiheuttaa terveyshaittaa suoraan esimerkiksi vesien talousvesikäytön tai virkistyskäytön yhteydessä. Yleensä vesiin kulkeutuvien haitallisten aineiden merkittävin epäsuora vaikutus syntyy haitallisten aineiden biokertymisen seurauksena.

Lisäksi toiminnalla voi olla epäsuoria vaikutuksia ihmisten viihtyvyyteen esimerkiksi päästöihin liittyvien pelkojen (epätietoisuus toiminnasta) ja haitallisten sosioekonomisten vaikutusten osalta (esimerkiksi omaisuuden arvon laskuun liittyvä mielipaha, stressi).

Ympäristövaikutusten arvioinnissa selvitettiin pintavesien välityksellä mahdollisesti leviävien haitta-aineiden määriä sekä leviämisen laajuutta. Arvioinnissa hyödynnettiin kaivosalueen tarkkailutuloksia ja myös toisaalla tehtyjä selvityksiä ja mittauksia kaloihin päätyvistä haitta-ainepitoisuuksista. Tarkasteltavia kohderyhmiä ja altistusreittejä olivat mm. alueen vakituiset ja loma-asukkaat, virkistyskäyttäjät, kalastus, uimavesi ja pintavesien käyttö pesuvetenä sekä pohjaveden käyttö talousvetenä.

Arvioinnissa hyödynnettiin mm. talousveteen, elintarvikkeisiin ja uimaveteen liittyviä ohjearvoja ja tunnuslukuja, joiden ylittyminen voi aiheuttaa terveyshaittoja. Koettuja terveysvaikutuksia on arvioitu sidosryhmiltä saadun palautteen avulla.

12.2 Nykytilanne

12.2.1 Talousvesi, uimavesi, pesuvesi ja löylyvesi

Terrafamen lähivesistöistä ei oteta vettä talousvedeksi. Yleisesti pintavettä ei koskaan suositella käytettäväksi sellaisenaan juomavetenä, koska veteen voi liittyä mikrobiologisia riskejä. Kainuun Voima Oy ottaa vettä Kajaaninjoesta ja käsittelee siitä talousvettä voimalaitoksen käyttöön. Nuasjärven rannalla on pohjavedenottamo ja kaivospiirin lähikiinteistöillä on omia talousvesikaivoja.

Kainuun maakunta -kuntayhtymän ympäristöterveydenhuolto ja Kainuun ELY-keskus ovat antaneet käyttösuosituksia Talvivaaran kaivoksen läheisille vesialueille kipsialtaan vuodon jälkeen (Kainuun ELY:n tiedote 12.11.2012, tarkennettu 29.11.2012).

Oulujoen vesistön suunnassa Salmisenpuron, Salmisen, Kalliojärven ja Kolmisopen (etäisyys Talvivaarasta linnuntietä noin 4 km) sekä Vuoksen vesistön suunnassa Lumijoen, Ylä-Lumijärven ja Kivijärven (etäisyys Talvivaarasta linnuntietä noin 7 km) alueiden asukkaita, kotitalouksia ja tuotantoyksiköitä suositellaan pidättäytymään vesistöjen talousvesi- ja virkistyskäytöstä (mm. uinti ja veden käyttö löylyvetenä).

Tämän Kainuun maakunta -kuntayhtymän ympäristöterveydenhuollon ja Kainuun ELY-keskuksen antaman suosituksen tarkoituksena on varotoimena ehkäistä mahdollisten terveyshaittojen syntymistä. Vesien laadun tarkempien analyysitulosten ja arvioitujen muutosten pohjalta ympäristö- ja terveydensuojeluviranomaiset tulevat myöhemmin antamaan mahdollisia käyttösuosituksia siinä laajuudessa kuin niihin katsotaan olevan tarvetta.

Yhtiö on lupapäätösten mukaisesti jakanut sauna/pesuvettä näihin em. vesistöjen rannalla oleviin talouksiin.

Kainuun ELY-keskuksen tiedotteen (27.2.2017) mukaan Nuasjärven sulfaattipitoisuudet täyttävät talousveden laatuksiterit, joten vedenlaadulla ei ole vaikutusta ranta-alueiden kaivojen veden laatuun, järviveden käyttöön pesu- tai löylyvetenä tai järven virkistyskäyttöön.

12.2.2 Kalojen metallipitoisuudet

Kalojen metallipitoisuuksia on käsitelty kappaleessa 8.1.4.

12.3 Vaikutukset terveyteen

12.3.1 Talousvesi, uimavesi, pesuvesi ja löylyvesi

Talousvesi

Pintavettä ei koskaan suositella käytettäväksi sellaisenaan juomavetenä. Veteen voi liittyä mikrobiologisia riskejä.

Terrafamen lähivesistöistä ei oteta vettä talousvedeksi, joten käsitellyillä purkuvesillä ei ole vaikutusta talousvesikäyttöön. Kainuun Voima Oy ottaa vettä Kajaaninjoesta ja käsittelee siitä talousvettä voimalaitoksen käyttöön. Kulkeutumismallinnusten perusteella sulfaattipitoisuudet nousevat Kajaaninjoessa maksimissaan tasolle 15–20 mg/l, joten Terrafamen käsiteltyjen purkuvesien johtamisesta Nuasjärveen ei arvioida olevan vaikutusta voimalaitoksen vedenkäyttöön. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetuksen (1352/2015) mukainen talousveden laatusuositus sulfaatin enimmäispitoisuudelle on 250 mg/l.

Kaivoksen päästöillä vesistöön ei arvioida olevan vaikutuksia Nuasjärven vedenottoon (kpl 13.10) eikä yksityisiin talousvesikaivoihin (kpl 13.5, Kuva 13-3).

Uima-, pesu- ja löylyvesi

Metallit ja epäorgaaniset aineet imeytyvät terveen ihon läpi huonosti eivätkä pääse verenkiertoon. Kaivosperäisiä orgaanisia kemiallisia aineita vesissä on vähän. Pitoisuudet vesissä ovat harvoin niin suuria, että aineet vedestä vaikuttaisivat suoraan haitallisesti ihoon, jos vesissä uidaan satunnaisesti lyhyitä aikoja. (GTK 2015)

Löylyvedestä syntyy kiukaalle heitettyä aerosoli, jota hengitetään. On todennäköistä että aineita pääsee elimistöön löylyvedestä enemmän hengitettynä kuin pesuvedenä. Vaikka kerta-altistumiseen ei liittyisi riskejä, vuosia kestävä säännöllinen veden käyttö lisää altistumista. Jos vedessä arvioidaan olevan milligrammoina litrassa haitallisina pidettäviä metalleja, esimerkiksi mangaania, nikkeliä, uraania, kadmiumia tai arseenia, terveysriskiä voi pitää mahdollisena. (GTK 2015)

Mangaanin haitallisuutta löylyvedessä tutkitaan, mutta milligrammamääriä mangaania sisältävää vettä ei kannata käyttää löylyvetenä saunassa, kunnes altistuminen mangaanille löylyvedestä tiedetään (THL 2013). Päästövesissä mangaanipitoisuus oli vuonna 2016 keskimäärin 350–930 µg/l, ja vesistövaikutusarviossa pitoisuutena on käytetty 300–600 µg/l, Vuoksen suunnalle suurimmillaan kaikissa vaihtoehdoissa 1175 µg/l. Jatkossa jo käsiteltyjen purkuvesien mangaanipitoisuudet tulevat olemaan lähes poikkeuksetta terveydelle turvallista tasoa.

Lähivesistöissä etenkin alusveden pitoisuuksia on nostanut aiempien vuosien suurempi kuormitus ja kipsisakka-altaan vuoto marraskuussa 2012. Mangaanipitoisuus on ollut viime vuosina (2014–2016) Kivijärven ja Kivijoen päällyksivedessä keskimäärin tasoa 1200–1500 µg/l ja Salmisen, Salmisenpuron ja Kalliojärven päällyksivedessä keskimäärin 1150–1600 µg/l. Järvien syvänteissä on esiintynyt selvästi korkeampia mangaanipitoisuuksia, mutta syvänteiden vettä ei yleensä käytetä uimiseen ja saunavetenä. Huo-

mattava on, että mangaania vapautuu järvien alusveteen myös luonnostaan mm. happitilanteen heikentyessä. Alempana vesistöissä mangaanipitoisuudet ovat olleet päällysvedessä alle miligramman litrassa ja myös Lumijoen ja Kivijoen vuonna 2016.

Vaikka mangaanipitoisuudet ovat laskeneet osassa lähivesiä alle milligramman tasolle, suositellaan alueiden asukkaita, kotitalouksia ja tuotantoyksiköitä pidättäytymään edelleen Oulujoen vesistön suunnassa Salmisenpuron, Salmisen, Kalliojärven ja Kolmisopen sekä Vuoksen vesistön suunnassa Lumijoen, Ylä-Lumijärven ja Kivijärven talousvesi- ja virkistyskäytöstä, mikäli viranomaisen ei muuta ohjeistusta. Muiden vesistöjen vettä voi käyttää entiseen tapaan löyly- ja pesuvetenä.

Kaivoksen päästöillä vesistöön ei arvioida olevan vaikutuksia Nuasjärven, Jormasjärven tai Laakajärven veden käyttöön pesu- tai löylyvetenä tai järven virkistyskäyttöön.

12.3.2 Aineiden saanti vesistöstä pyydetystä kalasta

Aineiden saanti arvioitavasta vesistöstä pyydetystä kalasta on potentiaalisin reitti väestön altistumiselle pintaveden vierasaineille. Epäpuhtaudet päätyvät syödyistä kalasta elimistöön. Erityisesti orgaaniset aineet saattavat rikastua ravintoketjussa kalaan.

Epäorgaaniset aineet eivät pääsääntöisesti kerry merkittävästi kaloihin (syötäviin osiin, esimerkiksi sulfaatti). Metalleista kaloihin kertyy tehokkaasti ainoastaan metyylielohopea, ravintoketjussa erityisesti petokaloihin (hauki, ahven, kuha). Metallien, erityisesti elohopean ja metyylielohopean luontainen taustapitoisuus on vesistökohtainen ja voi vaihdella vesistöjen välillä paljon. Kalan elohopeasta noin 95 % on metyylielohopeaa. Elohopea määritetään kalasta usein kokonaiselohopeana (epäorgaaninen elohopea + metyylielohopea). Kun tulos ilmoitetaan elohopeana, kyseessä on kokonaiselohopea. Metyylielohopea on noin sata kertaa toksisempaa ihmiselle kuin epäorgaaninen elohopea (Hg^{2+}).

Vesistövaikutusarvion mukaan käsitellyistä purkuvesistä aiheutuvat eri metallien pitoisuuslisäykset ovat pieniä, eivätkä ne siten heikennä kalojen elinolosuhteita tai käyttökelpoisuutta. Tarkkailutulosten mukaan ahvenen ja/tai hauen elohopeapitoisuus on ylittänyt kalan käytölle ravintona sallitun enimmäispitoisuuden joinakin vuosina Kalliojärvellä, Kolmisopella, Jormasjärvellä ja Kivijärvellä. Ylityksiä oli Kolmisopella jo ennen kaivostoiminnan alkamista, ja niitä on ollut myös Kiltuanjärvellä ja vertailualueella Ukonjärvellä. Tummissa, humuspitoisissa järvissä petokalojen elohopeapitoisuudet ovat luontaisesti korkeampia kuin kirkaissa vesissä. Kalojen metallipitoisuuksia seurataan jatkossa määrävuosin, jotta voidaan varmistua kalojen käyttökelpoisuudesta.

12.3.3 Koettu terveys

Vaikka hankkeesta ei aiheudu merkittäviä suoria terveysvaikutuksia, on mahdollista, että hankkeella on vaikutuksia koetun terveyden alueella. Hanke saattaa aiheuttaa stressiä, jolla on puolestaan suora yhteys fyysiseen terveyteen. Asukaskyselyssä kartoitettiin vastaajien vesistövaikutuksiin liittyviä huolia tai uhkia. Vastaajista 93 prosenttia ilmoitti kokevansa huolia tai uhkia. Huolet ja uhkat liittyivät pääosin seuraaviin teemoihin: kiinteistöjen arvon lasku, veden laatu, iho-ongelmat, pelko kalojen syömisestä, Nuasjärven saastuminen tulevaisuudessa, heikko varautuminen poikkeusoloihin, pitkäaikaisvaikutukset, pitkän ajan terveysvaikutukset, mielipaha, pohjavesien saastuminen sekä veden käyttökelpoisuus.

Asukaskyselyssä vastaajilla oli mahdollisuus vastata kokemuksiin hankkeen vaikutuksista ennen purkupuutken rakentamista (2008–2015) sekä purkupuutken käyttöönoton jälkeen (syksystä 2015 lähtien). Avovastauksien perusteella osa vastaajista oli kokenut pöly- ja hajuhaittojen lisäksi terveysvaikutuksia, kuten iho-oireita ja henkistä pahoinvointia.

12.4 Vaihtoehtojen vertailu

Paras vaihtoehto vesistön tilan kehityksen kannalta vanhoilla purkureiteilla on VE0 tai VE2 ja uudella purkureitillä vaihtoehto VE0 tai VE2a. Huonoin vaihtoehto vanhoilla purkureiteilla on VE1b ja uudella purkureitillä VE1a ensimmäisinä vuosina. Aiempien tarkailutulosten perusteella vanhoilla purkureiteilla lähivesistöjen mangaanipitoisuus pysyy tai voi nousta huonoimmassa vaihtoehdossa takaisin yli milligramman tasolle.

Vaihtoehdossa VE1b Laakajärven pohjoisosalla vaikutukset voimistuvat kolmen ensimmäisen vuoden aikana, mutta vaikutukset jäävät arviolta pienemmiksi kuin aiemmin järvestä havaittu, joten merkittävää haittaa vesistön käytölle ei arvioida aiheutuvan.

Uudella purkureitillä mangaanipitoisuuden ei arvioida nousevan päällysvedessä yli milligramman tasolle.

Vanhalla purkureitillä Salmisenpuron, Salmisen, Kalliojärven ja Kolmisopen sekä Vuoksen vesistön suunnassa Lumijoen, Ylä-Lumijärven ja Kivijärven alueiden asukkaita, kotitalouksia ja tuotantoyksiköitä suositellaan kaikissa hankevaihtoehdoissa pidättäytymään edelleen vesistöjen talousvesi- ja virkistyskäytöstä, mikäli viranomainen ei muuta ohjeistusta. Käytännössä tämä koskee kolmea mökkiä sekä seurakunnan leirikeskusta. Muiden vesistöjen vettä voi käyttää entiseen tapaan löyly- ja pesuvedenä.

12.5 Epävarmuudet

Terveysvaikutusten arvioinnissa kertautuvat vesistövaikutusten arvioinnin epävarmuudet. Uimaveden riskinarvioinnin suurin epävarmuus on yleistiedon puute kemiallisten epäpuhtauksien aiheuttamista vaikutuksista ja riskeistä uimavedessä (haitalliset pitoisuudet). Vaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti ihoon, ja muu vaikutus on toissijaista. Uimaveden käytettävyyden kannalta kysymys on myös psykologinen: millaisessa vedessä kukin haluaa uida? (GTK 2015)

Koettuihin terveysvaikutuksiin liittyvät kokemukset ovat subjektiivista, mikä tuo vaikutusten tunnistamiseen ja arviointiin epävarmuutta.

12.6 Haittojen ehkäisy ja lieventäminen

Pintavesien osalta metallien, erityisesti elohopean kertyminen kaloihin ja kalojen käyttö ravintona on merkittävin terveydellinen riskitekijä. Riskiä voidaan hallita seuraamalla metallien pitoisuuksia kaloissa. Luonnossa on elohopeaa johtuen maa-alueilta tapahtuvasta huuhtoumasta ja kaukokulkeumasta. Terrafamen purkuvesissä elohopeapitoisuus on erittäin pieni.

Vesistöhaittoja ehkäistään vesienkäsittelyllä, hyvällä vesien hallinnalla ja puhdistamisella. Päästö- ja vesistötarkkailu on olennainen osa haittojen seuranta.

Hankkeen koetun terveyden vaikutuksia voidaan mahdollisesti vähentää esimerkiksi avoimella vuoropuhelulla sekä seuraamalla ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia ja kertomalla niistä. Mahdollisiin terveysvaikutuksiin liittyvää epätietoisuutta voidaan vähentää aktiivisesti tiedottamalla ja kuulemalla alueen asukkaita. Viestinnässä ja vuoropuhelussa tulee hyödyntää eri viestintäkanavia ja vuoropuhelumenetelmiä monipuolisesti mahdollisimman laajan joukon tavoittamiseksi.

Terrafamen kaivoksella on tehty riskinarvio syksyllä 2016. Työn tarkoituksena oli päivittää Terrafamen kaivoksen aiemmat ympäristöriskikartoitukset. Työssä analysoitiin jo olemassa olevien menetelmien riittävyttä, ennakoivia toimenpiteitä ja niiden kattavuutta. Lisäksi POA (potentiaalisten ongelmien analyysi) menetelmällä tunnistettiin mahdollisia uusia vuotoriskejä ja toimenpiteitä riskien pienentämiseksi. Terveysvaikutuksia pienennetään riskienhallinnalla.

13 MUUT VAIKUTUKSET

13.1 Ilmanlaatu

Kainuun suurin yksittäinen ilman kuormittaja on energian tuotanto. Ilmansuojelutoimet ovat vähentäneet teollisuuden ja energiantuotannon päästöjä ilmaan mutta samaan aikaan liikenteen suhteellinen osuus ilmansaastuttajana on lisääntynyt. Näiden päästölähteiden vaikutus näkyy etenkin taajama-alueilla. Lisäksi kaukokulkeuma heikentää ilmanlaatua. Taajamien ilmanlaatua tarkkaillaan Kajaanissa kahdella mittausasemalla. Taajaman rikkipitoisuudet ovat korkeimmillaan talvisin öljyn käytön takia. (Kainuun liitto 2014)

Päästömittaukset

Vuonna 2015 toteutettiin Sotkamon kaivoksen tarkkailusuunnitelman mukaiset ilmapäästömittaukset, joissa tutkittiin rikkivetypitoisuuksia, louhinnan ja malmin käsittelyn hiukkaspitoisuuksia, höyrykontin hiukkaspitoisuuksia sekä NO_x- ja SO₂-pitoisuuksia. Kaikki tutkitut pitoisuudet alittivat niille määritetyt raja-arvot vuonna 2015. (Ramboll Finland Oy 2016)

Pölylaskeuma

Kaivosalueella on tarkkailtu pölylaskeumaa vuodesta 2009 lähtien. Vuoden 2015 tarkkailussa todettiin kiintoainelaskeuman pääosin vähentyneen edellisestä vuodesta. Suurin osa kiintoainelaskeumasta oli orgaanista ja kaivostoimintoihin viittaava epäorgaanisen laskeuman määrä oli erittäin pieni. Epäorgaanisen laskeuman määrässä ei ollut suuria eroja kaivoksen ja ympäristön keräinten välillä lukuun ottamatta Tuhkakylän koulun pisteitä. Epäorgaanisen aineksen vähentyminen johtuu todennäköisesti kaivosalueen louhinnan ja malminkäsittelyn keskeyttämisestä. Tuhkakylän koulun pisteellä on ollut vuosina 2010–2015 aina suuri määrä epäorgaanista ainesta, mikä johtuu todennäköisesti läheisen tien pölyämisestä. (Ramboll Finland Oy 2016)

Metallilaskeumat ovat olleen viime vuosina pieniä koko tarkkailualueella. Vuonna 2015 havaittiin kuitenkin pientä nousua loppuvuoden tuloksissa parissa kaivosalueen pisteessä sekä kaivosalueen läheisessä ympäristössä. Nousu johtuu todennäköisesti malminkäsittelyn uudelleen käynnistymisestä. Rikkipitoisuuksissa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia. Laskeumatarkkailun perusteella kaivoksen toiminnan aiheuttamat vaikutukset kaivosalueella ja etenkin sen ympäristön laskeumassa ovat pieniä. (Ramboll Finland Oy 2016)

Leijuma

Pölypäästöjen laatua ja leviämistä tulee ohjelman mukaan tarkkailla viiden vuoden välein tehtävillä leijumamittauksilla. Leijumalla tarkoitetaan ilmassa leijuvan pölyn määrää. Leijuman yksikkönä käytetään yleensä kokonaispölyn massaa tietyssä ilmatilavuudessa (µg/m³). Kokonaisleijuma voidaan jakaa osiin hiukkasten koon mukaan, esimerkiksi kokonaisleijumaan, alle 10 mikrometrin (µm) hiukkasiin ja alle 2,5 mikrometrin hiukkasiin.

Viimeisin leijumamittaus on tehty Ilmatieteenlaitoksen laitoksen toimesta 1.12.2015–15.8.2016 välisenä aikana. Tutkimuksessa mitattiin hengitettävien hiukkasten eli halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuksia kahdessa mittauspisteessä, joista toinen sijaitsi kaivoksen tehdasalueella ja toinen lähimmän asutuksen alueella Myllyniemessä. Pitoisuuksia mitattiin jatkuvatoimisilla analysaattoreilla, joilla saatiin esiin myös pitoisuuksien lyhytaikaisvaihtelut. Ilmatieteen laitos on mitannut hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia samoissa mittauspisteissä aiemmin jaksolla 4.9.2008–2.3.2009.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiohjearvo, $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi mittaussajak-solla Tehdasalueen mittausasemalla touko-, kesä- ja heinäkuussa. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattava pitoisuus oli Tehdasalueella suurimmillaan 156 % oh-jearvosta heinäkuussa 2016 ja Myllyniemessä 45 % ohjearvosta maaliskuussa 2016. Ohjearvojen ylittyminen on pyrittävä estämään pitkällä aikavälillä alueilla, joilla ilman-laatu on tai saattaa toistuvasti olla huonompi kuin ohjearvo edellyttäisi.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvotasolle, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sallitaan vuoden jaksolla ylityksiä 35 kpl ennen kuin varsinaisen vuorokausiraja-arvon ylityksen katsotaan tapahtuneen. Tehdasalueen mittauspisteessä havaittiin 30 kpl yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n vuorokausipitoisuutta ja Myllyniemessä yksi. Tehdasalueella 36. suurin vuorokausiarvo oli $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Myllyniemessä $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mittausjakson suurin vuorokausipitoisuus oli Tehdasalueella $153 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Myllyniemessä $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tyypillisesti vuorokausiohjear-voon sekä vuorokausiraja-arvotason ylitykset ovat yleisimpiä maaliskuussa ns. ke-vätpölyjaksolla, jolloin hiukkaspitoisuudet ovat maassamme suurimmillaan. Jaksolta 1.12.2015–15.8.2016 laskettu hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien keskiarvo oli kai-voksen Tehdasalueen mittauspisteessä $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Myllyniemessä $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitet-tävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoa koskeva raja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Edellä esitettyjen tarkastelujen yhteydessä on huomioitava että ohje- ja raja-arvoja ei sovelleta työpaikoilla tai tehdasalueilla, vaan ne on asetettu terveysperusteisiksi raja-arvoiksi alueille joilla asuu tai oleskelee ihmisiä ja joilla ihmiset saattavat altistua ilman epäpuh-tauksille.

Hengitettävistä hiukkasista määritetyt lyijypitoisuudet olivat hyvin pieniä ja jäivät kauas raja-arvotasosta (alle 1 %). Arseenin ja kadmiumin vuosikeskiarvopitoisuuksille annetut tavoitearvot eivät ylittyneet. Mittausjakson keskiarvopitoisuudet olivat tehdasalueen mit-tauspisteessä 15 % arseenin ja 8 % kadmiumin tavoitearvoista sekä Myllyniemessä vastaavasti 4 % ja 2 % tavoitearvoista. Nikkelin vuosikeskiarvopitoisuudelle annettu ta-voitearvo sen sijaan ylittyi Tehdasalueella. Mittausjakson nikkelpitoisuuden keskiarvo oli Tehdasalueen mittauspisteessä 187 % ja Myllyniemessä 12 % tavoitearvosta. Asianmukainen vertaaminen tavoitearvoihin edellyttäisi näytteiden satunnaisotantaa läpi kalenterivuoden.

Kun verrattiin Terrafamen kaivoksen Tehdasalueella ja Myllyniemessä mitattuja metal-lipitoisuuksia taustapitoisuuksiin, suurimmat erot havaittiin nikkelillä ja sinkillä. Tehdas-alueen näytteiden keskimääräinen nikkelpitoisuus, $37 \text{ng}/\text{m}^3$, oli yli 100-kertainen ja sinkkipitoisuus $107 \text{ng}/\text{m}^3$ yli 70-kertainen vastaavaan Pallaksen taustailmanlaadun mit-tausasemalla havaittuun keskiarvoon nähden. Myllyniemen näytteiden keskimääräinen nikkelpitoisuus ja sinkkipitoisuus olivat noin seitsenkertaisia vastaaviin Pallaksella ha-vaittuihin keskiarvoihin nähden. Raahan Lapaluodon teollisuusaseman pitoisuuksiin verrattuna Tehdasalueen näytteiden nikkelpitoisuuden keskiarvo oli lähes 10-kertainen ja sinkkipitoisuuden noin kolminkertainen. Myllyniemessä pitoisuudet olivat pienempiä kuin Raahan Lapaluodossa, keskimääräinen nikkelpitoisuus oli reilu puolet ja sinkkipi-toisuus neljäsosan vastaavasta Raahan Lapaluodon teollisuusaseman pitoisuuskes-kiarvosta. (Ilmatieteenlaitos 2016)

13.2 Melu

Vuonna 2015 suoritettiin tarkkailuohjelman mukaiset melumittaukset neljästä mittaus-pisteestä, joissa tehtiin lyhyet päivä- ja yöaikaiset mittaukset, sekä yhdessä pisteessä kaksi viikkoa kestävä pitkäaikainen mittaus.

Lyhytaikaisissa ympäristömelumittauksissa päiväsaikaan keskiäänitasot eri mittauspis-teissä olivat 29–44 dB ja yöaikaan 37–42 dB. Ne alittavat ympäristöluvan mukaisen päivärajan (55dB) ja yörajan (50dB) raja-arvot, vaikka mittaustuloksiin lisättäisiin mah-

dollinen kapeakaistaisuuskorjaus +5 dB. Impulssimaista melua ei kaivosmelussa todettu mittausten aikana.

Pitkäaikaisessa ympäristömelumittauksessa päiväajan keskiäänitasot vaihtelivat 37–48 dB välillä ja yöaikana 37–48 dB välillä. Kaikki mitatut keskiäänitasot alittavat ympäristöluvan mukaiset raja-arvot. Selvää kapeakaistaisuutta huomattiin taajuudella 400 Hz pitkäaikaisessa mittausjaksossa mutta myös lyhytaikaisissa mittauksissa. (Ramboll Finland Oy 2016)

13.3 Liikenne

Terrafamen kaivosalue sijaitsee tien numero 8714 varrella, joka erkanee Pohjois-Savo – Kajaani seututiestä 870. Teillä kulkevia liikennemääriä kuvataan vuoden keskimääräisellä vuorokausiliikenteellä ja sen yksikkö on ajoneuvoa/vuorokausi.

Liikennemäärä seututiellä 870 oli vuonna 2015 kaivosalueen pohjoispuolella 1048 ajoneuvoa vuorokaudessa ja eteläpuolella 330 ajoneuvoa vuorokaudessa. Näistä ajoneuvomääristä raskasta liikennettä oli pohjoispuolella 86 ajoneuvoa vuorokaudessa ja eteläpuolella 63 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Liikennemäärä kaivosalueen poikki kulkevalla tiellä 8714 oli vuonna 2015 kaivosalueen itäpuolella 695 ajoneuvoa vuorokaudessa ja länsipuolella 39 ajoneuvoa vuorokaudessa. Näistä raskasta liikennettä oli itäpuolelta 53 ajoneuvoa vuorokaudessa ja länsipuolelta 1 ajoneuvo vuorokaudessa.

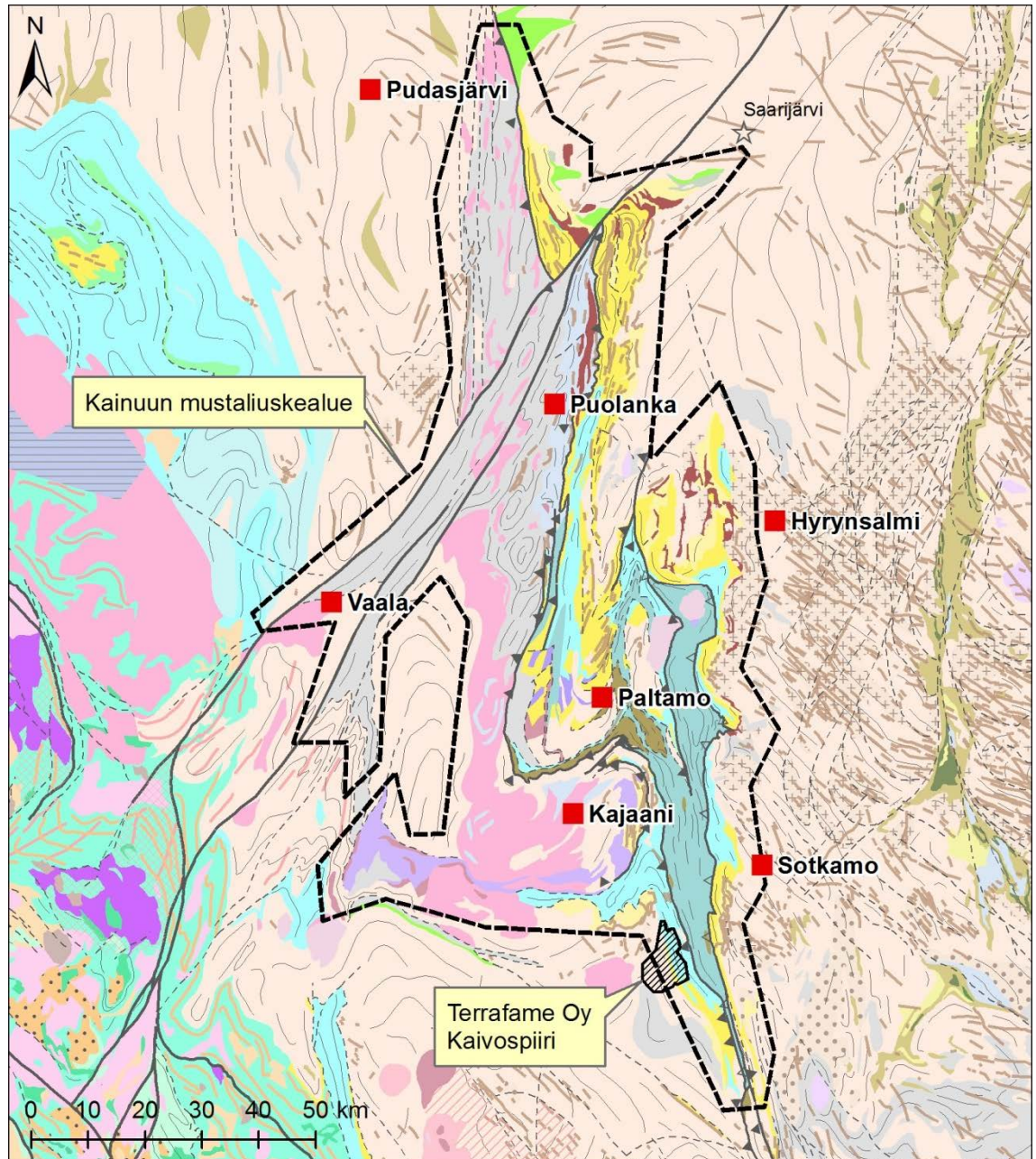
Seututiellä 870 kulkevista ajoneuvoista 50 % ja raskaasta liikenteestä 36 % kääntyy kaivosalueelle vievälle tielle 8714. Seututiellä 870 kulkevista autoista 11 % on raskasta liikennettä ja tiellä 8714 raskasta liikennettä on 7 %.

13.4 Maa- ja kallioperä

Kaivosalueen maa- ja kallioperää on tutkittu useaan otteeseen 1930-luvulta alkaen. Maapeite on korkeilla maastonkohdilla moreenia ja alavilla suoalueilla turvetta.

Moreenikerros mukailee alla olevan kallioperän muotoja ja maaperätutkimuksien perusteella kallion päällä on vain ohut kerros maa-ainesta. Kaivosalueella ei ole harjuja eikä alueella esiinny lajittuneita maa-aineksia kuin paikallisesti pienialaisina rantakerrostumina tai sora- ja hiekkavaltaisina kumpumoreeneina. Alavilla alueilla turpeen paksuus vaihtelee alle metristä viiteen metriin asti. Turpeen alla on yleensä moreenia ja sen alla kallio. (Ramboll Finland Oy 2010)

Kaivosalue sijoittuu Kainuun liuskejaksona tunnetun geologisen vyöhykkeen eteläosaan, jossa vallitsevina kivilajeina ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet (Kuva 13-1).



Kuva 13-1. Kainuun liuskealueen rajaus.

Mustaliuskeen päämineraaleina ovat hienorakeinen kvartsi, vaalea biotiitti, hyvin hienorakeinen grafiitti sekä rikki- ja magneettikiisu. Kiisujen kokonaismäärä on noin 8–20 %. Terrafamen sulfidinen nikkelimalmi on mustaliusketta, jossa nikkeliä on noin 0,25 – 0,27 %, kuparia 0,13 – 0,15 %, sinkkiä 0,52 – 0,56 % ja kobolttia 0,02 %. Malmin keskimääräinen rikkipitoisuus on 9,1 %. Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymissä sivukivilajit ovat mustaliuske, metakarbonaattikivi, kiilleliuske ja kvartsiitti. Sivukivenä oleva mustaliuske eroaa hyödynnettävästä mustaliuskeesta lähinnä alhaisemman nikkeli-, kupari-, sinkki- ja kobolttipitoisuuden perusteella. (Pöyry Finland Oy 2014b)

13.5 Pohjavedet

Kaivosalueella ja purkupuotkilinjauksella tai niiden läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita (Kuva 13-2).



- | | |
|---|--|
| Terrafame kaivospiiri | Valtion luonnonsuojelualueet |
| Pohjavesialueet | Arvokkaat kallioalueet |
| Natura 2000 -alueet | Arvokkaat tuuli- ja rantakerrostumat |
| Luonnonsuojeluhjelmien alueet | Arvokkaat moreenimuodostumat |
| Yksityiset luonnonsuojelualueet | |

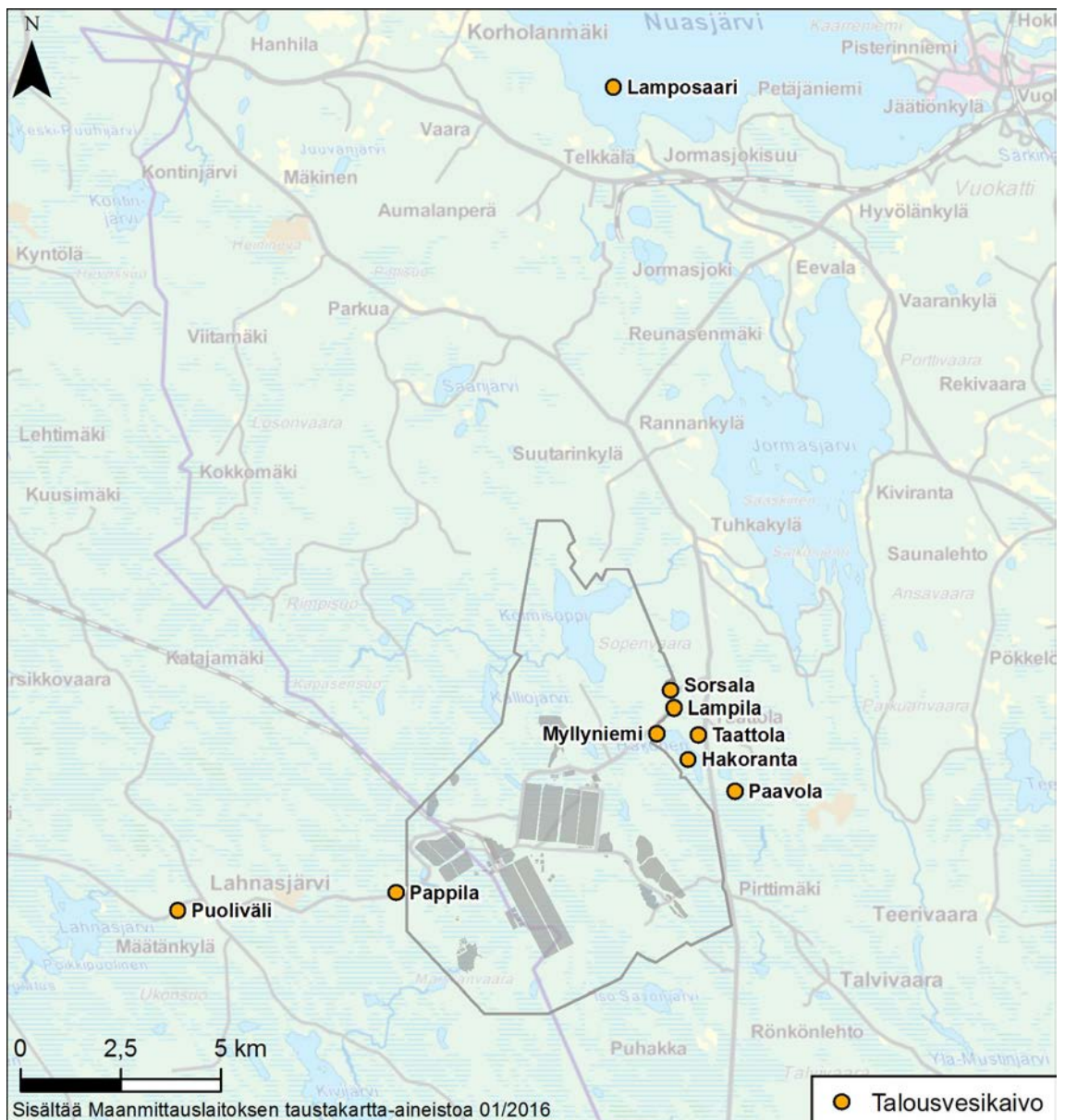
Kuva 13-2. Pohjavesi- ja suojelualueet.

Pohjavesitarkkailuun kuuluvat yksityiset talousvesikaivot sijaitsevat kaivospiirin läheisyydessä (Kuva 13-3). Kaivojen vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 2008 alkaen. Nuasjärven purkupuhteen tarkkailuohjelmaan sisältyvä porakaivo Nuasjärven Lampossaassa lisättiin tarkkailuun vuonna 2015.

Kaivospiirin lähikiinteistöjen talousvesikaivoissa (Kuva 13-3) ei havaittu vuoden 2015 tarkkailussa normaalista vaihtelusta poikkeavia vedenlaadun muutoksia. Kaivojen vedenlaatu täytti tutkituilta osin talousveden laatuvaatimukset. Laatusuosituksen mukainen raudan tai mangaanin enimmäismäärä ylittyi Hakorannan, Lamposaaren ja Myllyniemen talousvesikaivoissa, joissa vesi oli lähes hapetonta. Talousvesikaivojen tarkkailun perusteella ei havaittu kaivostoiminnan vaikuttaneen pohjaveden laatuun tai määrään. Kaivovesinäytteissä todetut pienet metallipitoisuudet johtuvat paikallisista geologisista olosuhteista.

Kainuun ELY-keskuksen 18.12.2015 Nuasjärven purkuputken tarkkailuesityksestä antaman päätöksen mukaan pohjaveden tarkkailuun on otettava mukaan Matinmäen-Mustikkamäen pohjavesialue. Siellä on seurattava Kajaanin Veden Heterannan vedenottamon kaivojen 1 ja 2 pohjaveden laatua kerran vuodessa. Lisäksi seurataan Pohjavaaran vesiosuuskunnan Rimpilänniemen vedenottamon veden laatua kerran vuodessa. Näytteet Heterannan kaivoista (näytepisteet 1 ja 2) sekä Rimpilänniemen vedenottamolta (näytepiste 101) on otettu 21.9.2016.

Sähkönjohtavuus oli kaivoissa 12 mS/m ja Rimpilänniemen vedenottamolla 11 mS/m. Sulfaattipitoisuus oli kaivoissa 8,7–11 mg/l ja vedenottamolla 4,9 mg/l. Veden pH vaihteli välillä 7,2–8. Mangaanipitoisuus oli kaivossa 1 7,2 µg/l, kaivossa 2 24 µg/l ja vedenottamolla 45 µg/l. Rautapitoisuus vedenottamolla oli 470 µg/l, kun se kaivoissa oli <10 µg/l. Muutoin metallipitoisuudet olivat alle määritysrajan tai pieniä. Nikkelipitoisuus vaihteli välillä <1–2,8 µg/l. Vedet täyttivät talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja –suositukset (STM 1352/2015) lukuun ottamatta vedenottamon rautapitoisuutta, joka ylitti laatusuosituksen (200 µg/l).

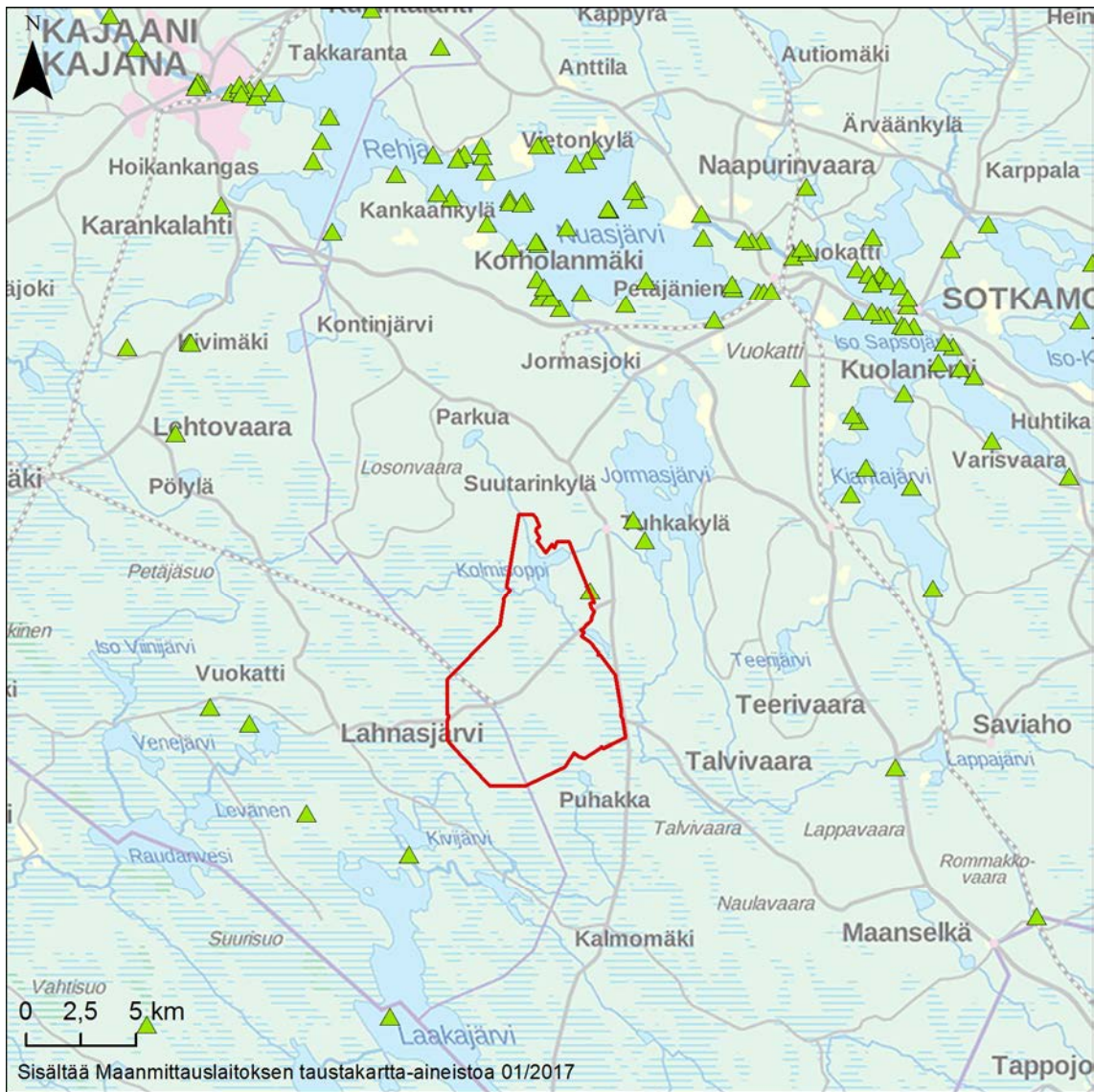


Kuva 13-3. Talousvesikaivot.

13.6 Kulttuuriympäristö ja muinaisjäännökset

Kaivospiirin itäpuolella Tuhkajoen rannalla sijaitseva Kainuun (Huovilan) Puromyllyn alue on valtakunnallisesti arvokas kulttuurihistoriallinen kohde. Noin 1,5 kilometrin etäisyydellä kaivosalueen eteläpuolella sijaitsee valtakunnallisesti arvokas perinnemaisema, Puhakan laitumet. Nuasjärven koillis- ja pohjoisrannalla sijaitsee valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt (RKY 2009) Naapurinvaaran kylä ja Korvanniemen kylä. Eteläisen vesienjohtamisreitinvarellä Kiltuan- ja Haapajärven välillä sijaitsee valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö (RKY 2009) Savonjärvimalmiruukit

Nuasjärven rannoilla ja saarissa sijaitsee useita muinaisjäännöksiä (Kuva 13-4). Myös Jormasjärven rannalla ja Kivijoessa on yksittäisiä muinaisjäännöksiä.



- Terrafame kaivospiiri
- ▲ Muinaisjäännöspisteet (Museovirasto)

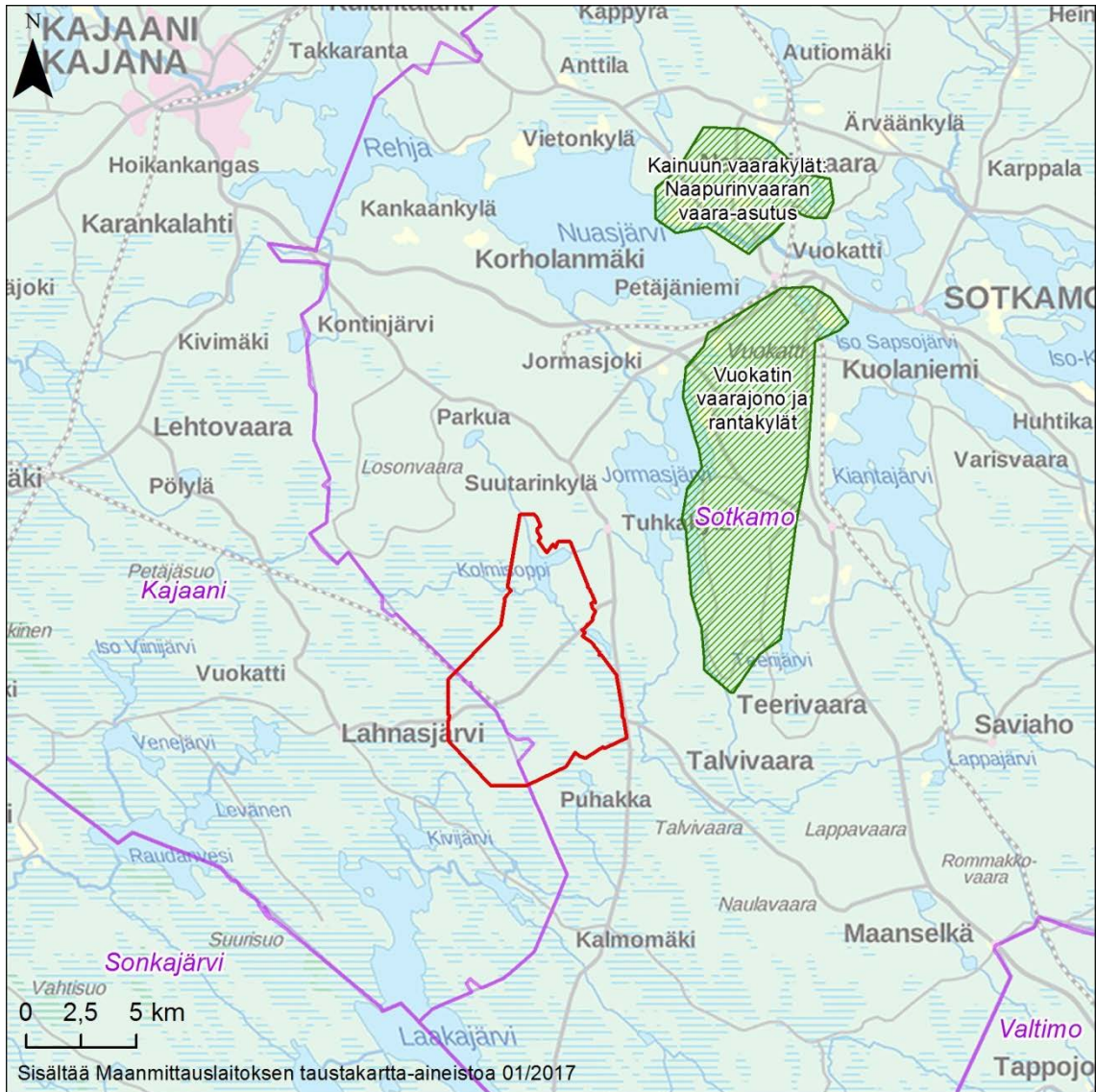
Kuva 13-4. Muinaisjäännökset.

13.7 Maisema

Kaivostoimintojen laajojen maankäyttötarpeiden seurauksena kaivosalueen maisemakuva on muuttunut merkittävästi kaivoksen perustamisvaiheesta. Merkittävimmät maisemavaikutukset ovat aiheutuneet kaivosalueen maaläjityskasoista sekä bioliuotusaumoista. Hankealuetta ympäröi usealta puolelta mäet ja vaarat, jotka lieventävät toiminnan kaukomaisemavaikutuksia. Tieyhteys Lahnasjärvelle kulkee nykyisin kaivosalueen läpi ja tiellä kaivos näkyy maisemassa selvästi.

Valtakunnallisesti arvokas Vuokatin maisema-alue (MAO110131)(Kuva 13-5) sijaitsee lähimmillään noin 4 kilometriä nykyisestä kaivospiiristä itään. Vuokatin maisema-alue edustaa Kainuun vaaraseudun jylhää vaara- ja vesistömaisemaa. Pienet pellot, kylät ja yksittäiset asumukset vaarojen rinteillä elävöittävät muuten metsäistä maisemakuvaa. Pahimpia maisemavaurioita alueella ovat rinteiden laajat avohakkuut. Myös laskettelu-rinteillä ja soranotolla on ollut vaikutusta maisemaan. Pinnanmuodoiltaan vaara-alue on hyvin vaihtelevaa, ja korkeuserot ovat huomattavia.

Nuasjärven pohjoispuolella sijaitsee valtakunnallisesti arvokas Naapurinvaaran maisema-alue (MAO110124), jossa on perinteistä kainuulaista maalaismaisemaa pihapiireineen, laitumineen ja peltoineen.



- Terrafame kaivospiiri
- Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet

Kuva 13-5. Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet.

13.8 Suojelalueet

Pohjoisen purkureitin varrella oleva lähin luonnonsuojelualue, Ison Kohvorin luonnonsuojelualue (YSA204030) sijaitsee Jormasjärven saarella 4,8 kilometriä purkupuutkilinjasta itään (Kuva 13-2). Muut luonnonsuojelualueet sijaitsevat yli viiden kilometrin etäisyydellä purkupuutkilinjasta. Lähin Natura-alue on Losonvaaran Natura-alue (FI1201009), joka sijaitsee noin 5,5 kilometriä purkupuutkilinjasta länteen.

Purkupuutken lähin luonnonsuojelualue, Riekkilän luonnonsuojelualue (YSA206315), sijaitsee Nuasjärven rannalla nykyisen purkupuutkilinjan luoteispuolella noin neljän kilometrin etäisyydellä purkupuutken suusta.

Eteläisen purkus suunnan vesistöalueilla, Nurmiojen Koirakoskeen saakka, ei ole suojelualueita.

13.9 Eläimistö

Liito-oravan esiintymistä on seurattu lajin aiemmin havaituilla asutuilla ydinalueilla sekä lajin kannalta potentiaalisilla elinalueilla vuosittain vuosina 2008–2010, sekä vuonna 2013. Seurannan kannalta on huomattu, että kaivostoiminnalla ei ole ollut vaikutusta liito-oravien asuinalueisiin, jotka ovat säästyneet kaivostoiminnoilta (rakentamiselta ja hakkuilta). Muualla kuin kaivosalueella olevilla havaintopaikoilla liito-oravien asuinalueisiin ovat vaikuttaneet lähinnä yksityisten metsien hakkuut. Seuranta tehdään seuraavan kerran vuonna 2018 ja sen jälkeen kuuden vuoden välein (v. 2024 jne.).

Lepakkotarkkailua on tehty vuosina 2008, 2010 ja 2013 kaivospiirin alueen potentiaalisilla esiintymis- ja lisääntymisalueilla. Seuraavan kerran lepakoita seurataan vuonna 2018 ja sen jälkeen kuuden vuoden välein (v. 2024 jne.). Vuoden 2013 tarkkailun yhteydessä tehtiin näkö- ja äänihavaintoja siippalajin (*Myotis mystacinus/brandti*) esiintymisestä. Yksilö saalisti vanhan rakennuksen läheisyydessä. Havaintoalueella on tehty ääni- ja näköhavaintoja myös pohjanlepakon (*Eptesicus nilssoni*) esiintymisestä vuosien 2008 ja 2009 tarkkailujen yhteydessä.

Purkuputken alueella ei ole havaittu uhanalaisia eliölajeja. Muutamit purkuputkilinjan metsiköistä kuitenkin täyttävät liito-oravan elinympäristövaatimukset osittain, ja liito-oravan liikkuminen niiden alueella on mahdollista. Purkuputkilinjalla ei ole havaittu liito-oravan pesäpuiksi soveltuvia kolohaapoja. (Pöyry Finland Oy 2014.)

Saukko lukeutuu luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeihin ja on luokiteltu Suomessa silmälapidettäväksi (NT) lajiksi. Saukko viihtyy kaikenlaisissa vesistöissä. Elinpiirit voivat olla laajoja sisältäen jopa useita kymmeniä kilometrejä vesireittejä. Talvella saukko on riipuvainen ympäri vuoden sulana säilyvistä virtapaikoista, sillä saukko ei itse kykene tekemään avantoa jäähän. Purkuputkilinjalla sijaitsevista virtavesistä Jormasjoki on arvioitu saukolle soveltuvaksi elinympäristöksi. Yleispiirteisessä tarkastelussa purkuputkilinjan välittömässä läheisyydessä ei havaittu merkkejä siitä, että alue olisi saukon aktiivisessa käytössä. Muut purkuputkilinjalla esiintyvät virtavedet ovat liian pieniä, vähävesisiä ja virtaamaltaan heikkoja tarjotakseen saukolle riittävästi ravintoa sekä sulapaikkoja talveksi. (Ramboll Finland Oy 2014)

13.10 Vaikutusten arviointi

YVA-menettelyssä tarkasteltujen vaihtoehtojen perusteella purkuputken linjaus on päätetty pitää nykyisellään (tai putkea siirretään vähän), joten YVA:n eri vaihtoehdoilla ei arvioida olevan vaikutuksia seuraaviin:

- ilmastoon ja ilman laatuun
- meluun
- liikenteeseen
- maa- ja kallioperään
- pohjavesiin
- suojelualueisiin
- maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Muinaisjännökset

Purkuputken siirtoa on tarkasteltu vesistövaikutusten arvioissa, mm. kappaleissa ja 6.8.2.5 ja liitteessä 4. Purkuputken siirtoa ei nähty tarpeelliseksi. Mikäli purkuputken linjaa päätetään myöhemmässä vaiheessa siirtää, sillä voi olla vaikutusta vedenalaisiin muinaisjännöksiin, ja muinaisjännökset tarkistetaan ennen putken siirtoa. Putkilinjan siirrosta aiheutuvat ilma- ja melupäästöt rajoittuvat putkilinjan rakentamisaikaan. Putkilinjan rakentamisen aikana syntyy ilmapäästöjä ja melua lähinnä työkoneista ja kuljetuksista. Purkuputken rakentamisvaiheessa putken ympärille asennetaan esivalmistetut betonipainot. Putket hitsataan rannassa, vedetään veteen ja lasketaan järven pohjaan. Mikäli putkilinjalla on jyrkkiä epätasaisuuksia, ne ruopataan pois.

Vedenottamot

Rimpilänniemen pohjavesialueen pohjavesiolot ovat antikliiniset eli kyseessä on ympäristöön vettä purkava harjumuodostuma. Alueen itäosissa pohjavedet virtaavat Kekolanlampeen ja länsiosassa länteen päin (Oiva-tietokanta).

Kohdealueen itäpäässä on vedenottamo, jonka etäisyys Nuasjärveen on lähimmillään noin 330 m. Vedenotto (Pohjavaaran vesiosuuskunta), on ollut niin vähäistä, ettei lupaa ole tarvinnut hakea. Esimerkiksi v. 2013 vettä otettiin 38 m³/d (Sweco Ympäristö Oy 2015). Vedenottamon valuma-alue on harjuaalueella eikä järvivettä voi imeytyä pohjaveden oton seurauksena harjumuodostumaan, koska otettava vesimäärä vähäinen, muodostuma on antikliininen ja ottamo ei sijaitse järven rantavyöhykkeessä.

Nuasjärvi on säännöstelty järvi, jonka keskimääräinen vesipinta on kartan perusteella tasolla +137,9 (136,00...138,30) ja säännöstelyväli on 2,3 m. Vedenpinnan ollessa korkealla on mahdollista että vettä imeytyy rantavyöhykkeessä harjumuodostumaan. Tällaisessa tilanteessa muutos keskimääräiseen vedenpintaa on 0,4 m, joten voidaan siltäkin osin todeta että vaikutukset ovat vähäisiä ja rajoittuvat rantavyöhykkeeseen. Vaikutusten ulottuvuus riippuu luonnollisesti myös rantavyöhykkeen maalajeista ja korkeamman vesivaiheen kestosta.

Rimpilänniemen alueella on myös tutkittuja vedenottamopaikkoja, mm. muodostuman länsipäässä. Mikäli näille haetaan lupaa, tulee luvissa olemaan tarkkailuvelvoite ottamäärien ja vesipintojen seurantaan, jolloin ollaan selvillä pohjaveden määrällisestä tilasta ottamon ympäristössä ja myös pohjaveden virtauskuvasta. On myös huomioitava, että mikäli järvivettä suotautuu harjumuodostumaan tapahtuu siinä mm. aineiden pidentymistä, yhdisteiden kemiallisia muutoksia ja hajoamista. Sadannasta pohjaveteen painuva osa myös laimentaa ainepitoisuuksia.

Nykyisellään Terrafame Oy:n ympäristövaikutusten tarkkailuohjelmassa on kolme pohjavesiputkea Rimpilänniemen itäosassa.

Eläimistö

Saukon esiintyminen hankkeen vaikutusalueella on epävarmaa. Mahdollisia elinympäristöjä ovat hankkeen vaikutusalueen isoimmat virtavedet kuten Jormasjoki. Hankkeen mitkään vaihtoehdot eivät aiheuta fyysisiä muutoksia mahdollisiin saucon elinympäristöihin. Hankkeen mahdolliset vaikutukset purkuvesistöjen kalastoon vaikuttavat myös epäsuorasti saukkoon, joka käyttää ravintonaan mm. kaloja. Vaikutukset kalastoon ovat lievimpiä nykyisessä tilanteessa (VE0) ja kaivoksen sulkemisen yhteydessä (VE2). Vaihtoehdot VE1a ja VE1b aiheuttavat suurimpia vaikutuksia vesistön laatuun ja sitä kautta saukolle. Kaikissa vaihtoehdoissa kuitenkin elinympäristö saucon kannalla pysyy entisellään.

14 RISKIT

Terrafamen kaivoksella on tehty riskinarvio syksyllä 2016. Työn tarkoituksena oli päivittää Terrafamen kaivoksen aiemmat ympäristöriskikartoitukset. Työssä analysoitiin jo olemassa olevien menetelmien riittävyttä, ennakoivia toimenpiteitä ja niiden kattavuutta. Lisäksi POA (potentiaalisten ongelmien analyysi) menetelmällä tunnistettiin mahdollisia uusia vuotoriskejä ja toimenpiteitä riskien pienentämiseksi.

14.1 Purkuputki

Merkittävimmät purkuputkilinjaan liittyvät riskit kohdistuvat pumppaamalla tapahtuviin poikkeustilanteisiin. Käsiteltyjen purkuvesien pumppaamisen keskeytyessä esimerkiksi tulipalon tai muun vastaavan poikkeustilanteen aikana on putken sisällä vettä noin 3450 m³ (putken sisähalkaisija 0,494 m ja pituus 18 km), mikä vastaa putkilinjan mitoitusvirtaamalla noin 3,5 tunnin aikana Nuasjärveen pumpattavaa vesimäärää. Vesi valuisi painovoimaisesti Nuasjärveen. Pumppaamon toimintaan liittyvien poikkeustilanteen ympäristöriskit ovat siten verrattaen pieniä, varsinkin kun putkessa kulkevat vedet ovat käsiteltyjä tasalaatuisia purkuvesiä. Huomioitavaa myös on, että putki ei häiriötilanteessa tyhjene kokonaisuudessaan, mikä alentaa osaltaan Nuasjärveen purkautuvia vesimääriä. Vesien hallitsematon purkautuminen Nuasjärveen voidaan tarvittaessa myös estää Nuasjärven rannalle asennettavan sulkukaivon avulla.

Vesien pumppaamisen keskeytyminen johtaa luonnollisesti pidemmällä aikavälillä kaivospiiriin vesivarastoaltaiden täyttymiseen.

Purkuputki on asennettu maa-alueilla roudattomaan syvyyteen. Asennus on toteutettu siten, ettei putkirakenne rikkoudu asennuksen yhteydessä tai maaperän routimisen johdosta putkilinjan käyttöönoton jälkeen. Vuotoja voi toki tästäkin huolimatta ilmaantua putkilinjalla. Kuten edellä on jo mainittu, putkessa oleva vesi on käsiteltyä. Putkessa olevan vesimäärän sekä vedenlaadun perusteella vuodosta ei arvioida olevan merkittävää haitallista vaikutusta putkilinjan ympäristölle.

Kainuun ELY-keskus on heinäkuussa 2013 luokitellut Latosuon padon 2. luokan padoksi. Padolle on tuolloin toteutettu myös patoturvallisuuslain ja -asetuksen mukaiset patosortumaan liittyvät terveys- ja ympäristövaikutusten arvioinnit. Latosuon vesivarastoallas pienentää purkuvedenlaadun normaalia vaihtelua tasoittamalla ääritilanteiden välisiä vedenlaadullisia eroja.

14.2 Vesien käsittely

Verrattuna aiempaan tilanteeseen, jossa vesiä käsitellään hajautetusti eri kenttäpuhdistusyksiköillä, keskusvedenpuhdistamo tulee vähentämään vesienkäsittelyyn liittyviä riskejä. Nykyiset vesienkäsittely-yksiköt toimivat erittäin hyvin, mutta keskitetty puhdistamo helpottaa niiden käyttöön liittyvää logistiikkaa ja tuo varmuutta vesienkäsittelyyn erityisesti hallitumman operoinnin kautta. Näin voidaan minimoida vesienkäsittelyyn liittyvät riskit, kuten kalkkimaidon syötön häiriöt, kiintoaineen laskeutuksen häiriöt sekä inhimilliset virheet operoinnissa.

Puhtaan veden varastoaltaille johdetun veden laatua on tarkkailtu osana kaivoksen omaa ympäristötarkkailua. Näin on voitu varmistaa, että esimerkiksi Latosuolle on johdettu vain vettä, joka täyttää ympäristölupapäätöksissä ulosjuoksutettavalle vedelle asetetut pitoisuusraja-arvot. Myös keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen puhdistetun veden laatua seurataan laskeutuksen jälkeen, ennen kuin se johdetaan varastoaltaille. Näin voidaan varmistaa, että purkuputkeen johdetaan vain vettä, joka täyttää

ympäristöluvassa annetut raja-arvot eikä yksittäisellä häiriötilanteella vedenkäsittelyssä ole vaikutusta johdettavan veden laatuun.

14.2.1 Häiriöt puhdistamolla

Toimintaan liittyviä ongelmatilanteita voi aiheuttaa vedenpuhdistamon sähkökatkot tai laiterikot. Sähkökatkon tapahtuessa RaSa:n alitteen pumppaus puhdistamolle pysähtyy.

Laitteiden ylläpito, huolto ja uusiminen ovat säännöllistä, ennaltaehkäisevää ja suunnitelmallista. Puhdistusprosessia, tulovirtaamaa ja puhdistustulosta tarkkaillaan jatkuvasti. Tarvittaessa prosessiparametreja säädetään vastaamaan muuttunutta kuormitusta. Keskuspuhdistamo on varustettu nykyaikaisella laitosautomaatiolla ja prosessinohjauksella ja valvonta on varustettu kauko-ohjauksella ja valvonnalla. Tiedot mahdollisista häiriöistä tulevat ympäri vuorokauden valvottuun ohjaamoon (valvomo).

Mikäli kalkkimaidon syötössä on ongelmia tai RaSa:lta tuleva putki olisi jostain syystä tukossa, sakkua voidaan hetkellisesti kerätä RaSa-sakeuttimeen, ja rajoittaa näin RaSa:n alitteen syöttöä puhdistamolle.

Keskuspuhdistamolle on laadittu poikkeamatarkastelu HAZOP.

Nykyisiä kenttäpuhdistamoja ja altaita ei poisteta käytöstä ennen kuin keskuspuhdistamon toiminta saadaan varmistettua.

14.2.2 Häiriö selkeytyksessä kipsisakka-altailta

Keskuspuhdistamolla käsitelty vesi johdetaan kipsisakka-altaille, jonne jo nykyisellään johdetaan LoNe-alitesakat. RaSa-alitesakat johdetaan keskuspuhdistamolle..

Kipsisakka-altaan kapasiteetti riittää nykyisellään vuoden 2017 loppuun. Nykyistä kipsisakka-allasta 2 tullaan kapasiteetin täytyttyä joko korottamaan ja myöhemmin rakennetaan kokonaan uusia altaita. Selkeytysperiaate tullaan pitämään jatkossakin samana: keskuspuhdistamolta tuleva liete pumpataan yhteen lohkoon, jossa kiintoaine laskeutuu altaan pohjalle, ja sen jälkeen selkeytynyt vesi johdetaan vielä toisille lohkoille jälkiselkeytykseen, ennen veden johtamista Latusuolle. Kahden altaan käyttö selkeytyksessä yhden sijaan pienentää riskiä poikkeustilanteissa. Kiintoaines ehtii laskeutua varmemmin, ja Latusuon altaalle johdettavan veden laatu ehditään varmistaa, mikäli vedenkäsittelyssä havaitaan mahdollinen veden laatuun vaikuttava poikkeamatilanne. Lisäksi ensimmäisen altaan pH:ta on mahdollista vielä säätää metallien saostamiseksi mahdollisessa poikkeustilanteessa. Kipsisakka-altailta on enemmän laskeutuspinnta alaa kuin nykyisillä kenttäpuhdistamoiden yhteydessä olevilla altailta, joten laskeutus toimii varmemmin kuin nykyisillä kenttäpuhdistamoiden yhteydessä olevilla altailta.

Kipsisakka-altaan lohkoilla 5-6 olevan vapaan veden määrälle on asetettu raja-arvoksi 500 000 m³. Vapaan veden maksimimäärä tulee keskuspuhdistamon rakentamisen jälkeen pysymään samana, joten vapaan veden määrästä aiheutuva riski ei tule kasvaamaan. Eteläisellä vedenkäsittely-alueella Kortelammella ja Lumelantien patoaltaalla pidetään vapaata tilavuutta niin, että mahdollisessa poikkeustilanteessa kaikki kipsisakka-altaan vapaa vesi mahtuu näihin altaisiin.

14.3 Padot

Terrafamen vesienhallinta- ja bioliuotusosasto huolehtii lukuisista altaista ja suurista vesimääristä. Vuodon havaittua toimitaan ympäristöriskit huomioiden ja mahdollisimman ripeästi minimoiden vahingot.

Kaivosalueella padottujen nesteiden määrä ja laatu sekä altaiden pintojen tasot ovat jatkuvassa seurannassa. Kaivosalueen patojen vuositarkastuksessa selvitetään rakenteiden näkyvä ja havaintotuloksista sekä laitteiden koekäytöstä ilmenevä kunto ja rakenteiden kunnossa tapahtuneet muutokset. Kaivosalueella on yhteensä 31 kpl altaita tai patoja, jotka tarkistetaan vuosittain. Määräaikaistarkastus pidetään viiden vuoden päästä padon käyttöönötosta ja jatkossa viiden vuoden välein.

Keskeiset prosessialtaat on rakennettu ympäröivää maanpintaa alemmas. Ympäröivää maanpintaa korkeammalle tasolle on rakennettu mm. raakavesialtaat ja kipsisakka-alkaatta sekä tasaus- ja varoaltaita. Mahdollisten vuotojen sattuessa kaikilla leviämisalueilta vedet päätyvät kaivosyhtiön altaille: Latosuo (Latosuon pato), Pohjoinen käsittelyalue (Haukilampi ja Kärsälampi) ja Eteläinen käsittelyalue (Kortelammen pato).

Kortelammen pato ja kipsisakka-alkaiden padot on luokiteltu patoturvallisuuslain 1-luokkaan. Kortelammen padolle on laadittu vahingonvaaraselvitys, jossa on esitetty padon sortuman aiheuttaman virtaaman ja tulva-alueen arvio sekä ympäristö- ja terveysvaikutukset. Kipsisakka-alkaille on laadittu vahingonvaaraselvitys ja turvallisuussuunnitelma. Käyttöhenkilöstö on paikalla 24/7 ja tekee silmämääräisiä havaintoja joka työvuoressa kipsisakka-alueella: patorakenteiden näkyvien osien sekä padon tausta-alueen tarkastus.

Kipsisakka-alkaan vuoden 2012 vuoden jälkeen on kipsisakka-alkaiden vapaan veden määrää rajattu siten, ettei vastaavaa vuotoa voi päästä tapahtumaan. Lohkojen 5-6 yhteenlaskettu vapaan veden määrä saa olla maksimissaan 500 000 m³. Lisäksi altaille on järjestetty mahdollisuus pumpata vapaat vedet tarvittaessa Kortelammelle, jossa pidetään koko ajan riittävästi varastotilaa eli vähintään se määrä, mikä kipsisakka-alkaalla on vapaata vettä.

Häiriötilanteita ja niiden seurauksena tehdyt muutokset

Alitteen valuminen kipsisakka-alkaan reunan yli 11.4.2015

Kipsisakka-alkaan lohkolle 4 tapahtui 11.4.2015 häiriötilanne, jossa metallien talteenotolaitokselta kipsisakka-alkaalle johdettavia alitteita päätyi Kortelammen padon ohittavaan puhdasvesiojaan ja sieltä Lumijokeen. Tilanne aiheutui siitä, että alitteen kuljettamasta sakasta oli muodostunut kipsiallaslohkon 4 kulmaan kohouma, jonka takana vesipinta kohosi reunapenkereen yli alitevirran vaikutuksesta. Alitetta oli ehtinyt virrata puhdasvesiojaan enimmillään 10 tunnin ajan ja enimmillään 2000 kuution verran. Kipsiallaslohkolle 4 ei ole varastoituneita vesiä. Puhdasvesiojasta sekä Lumijoesta otettiin näytteitä heti tilanteen havaitsemisen jälkeen ja tehostetusti seuraavien päivien aikana useita kertoja vuorokaudessa.

Otettujen vesinäytteiden perustella voidaan arvioida, että häiriötilanteen aikana kulkeutui loppuneutraloinnin alitetta Lumijokeen, vaikkakin valtaosa alitteen sisältämästä sakasta jäi kipsialtaan ja Kortelammen väliselle kaivetulle ojaosuudelle. Loppuneutraloinnin alitteen pH on korkea, joten alitteen sisältämät metallit kulkeutuivat kiintoaineessa, jolloin vapaan veden liukoiset metallipitoisuudet olivat alhaisia. Sakan kulkeutuminen näkyi metallien kokonaispitoisuuksissa Lumijoessa saakka.

Häiriötilanteella ei ollut vaikutuksia kipsialtaan rakenteisiin.

Lohkon 4 reuna oli ylivuodon tapahtuessa lumen peitossa, mikä häiritseviin ylivuodon havaitsemista. Kipsialtaan 4 länsireuna ei kuulu patotarkkailukierrokseen, koska altaan reuna ei muodostu patopenkereestä. Tämän vuoksi alueella ei ole ollut talvikunnossapitoa talven 2014/2015 aikana. Myös lohkon 4 länsipuolella kulkevan tien auraamattomuus häiritseviin ylivuodon havaitsemista.

Alitteen päätyminen puhdasvesiojaan havaittiin ojan vedenlaadun muutosten perusteella, jonka jälkeen ylivuotoa alettiin paikallistaa. Kipsialtaan alapuolisia oja seura-

taan jokaisen työvuoron aikana silmämääräisesti. Ojasta otetaan vesinäyte kerran vuorokaudessa. Tapahtuman jälkeen kipsialtaan lohkon 4 länsipää on pidetty talvikaudella aurattuna, jotta altaan täytön luotettava seuranta on mahdollista. Tällöin mahdolliset ylivuodot havaitaan allasta ympäröivällä tiellä.

Lisäksi kipsisakka-altaiden täyttötekniikkaa on muutettu siten, ettei edellä esteltyä koumaongelmaa pääse enää tapahtumaan.

Raakavesialtaan RW2 kalvorikko 8.10.2016

Raakavesialtaalla tapahtui vedenpinnan mittaushäiriö, jonka vuoksi vedenpinta altaassa oli noussut HW-tasoa korkeammalle. Tällöin altaaseen tuleva putki oli päässyt liikkumaan ja irronnut kiinnityksistään kalvotuksesta. Tämän seurauksena liuoskierron al-taisiin ja RW-altaille on asennettu kaksinkertaiset, myös kahdenlaista tekniikkaa olevat pinnanmittarit.

Patoturvallisuus

Patoturvallisuuden varmistamiseksi ja hallitsemattomien ylivuotojen estämiseksi on jouduttu joulukuussa 2015 ja huhti-toukokuussa 2016 turvautumaan puhdistettujen vesien lisäjuoksuksiin.

15 YHTEISVAIKUTUKSET

Maankäytöstä ja muusta ihmistoiminnasta aiheutuu lähes aina mm. ravinne- ja kiinto-ainekuormitusta pintavesiin. Ihmistoiminnan lisäksi vesistöihin kohdistuu luontaista taustakuormitusta valuma-alueelta. Luonteeltaan maa- ja metsätalouden sekä haja-asutuksen aiheuttama kuormitus on niin sanottua hajakuormitusta, jolle ei ole paikallistettavissa tarkkaa päästölähdettä (Suomen ympäristökeskus, 2015).

Metsätaloudesta aiheutuu kuormitusta pintavesiin, lähinnä kunnostusojitusten, hakkuiden ja lannoittamisen seurauksena. Maataloudesta kuormitusta syntyy lähinnä maankuivatustoimien ja lannoittamisen seurauksena. Nuasjärven alueen kuormituksesta on kerrottu kappaleessa 6.4.2.

Nuasjärveen on kohdistunut kaivossektorin pistekuormitusta Mondo Minerals B. V. Branch Finlandin Sotkamon Lahnaslammen kaivokselta sekä Terrafamen kaivokselta. Lahnaslammella kaivostoiminta alkoi vuonna 1968. Kaivokselta on louhittu talkkimalmia, joka rikastetaan ja jalostetaan lopputuotteiksi kaivoksen yhteydessä olevalla rikastamolla ja tehtaalla. Talkkirikasteen lisäksi rikastusprosessi tuottaa nikkeliirikastetta sekä magnesiittipitoista rikastushiekkaa. Rikastushiekka ja louhittava sivukivi on läjitetty kaivoksen alueelle. Kaivosalueen vedet ovat päätyneet Nuasjärven Jormaslahteen. Malmin louhinta Lahnaslammen avolouhoksesta loppui syksyllä 2010, minkä jälkeen louhoksesta ei ole tarvinnut enää pumpata vesiä pois. Samalla louhinta siirtyi Punasuon uuteen kaivokseen. Punasuon kuivanapitovedet, tehtaan prosessijätevedet ja sivukivialueen suotovedet on johdettu joulukuusta 2010 lähtien suljettuun Lahnaslammen louhokseen. Kaivoksen ja tehtaan vesistökuormitus on näin ollen koostunut joulukuusta 2010 lähtien pelkästään hajakuormituksesta.

Mondo Minerals B. V. Branch Finlandin Uutelan kaivosalueelta vedet päätyvät Kohisevanpuron ja Mustinjoen kautta Jormasjärveen. Poistovesistä ei arvioida aiheutuvan merkittäviä haitallisia vaikutuksia vesistössä johtuen niiden vähäisestä määrästä, verrattain hyvästä laadusta sekä pitkästä etäisyydestä merkittävämpiin vesistöihin. (Pöyry Finland Oy 2015a)

Muita pistekuormittajia vesistöalueella ovat turvetuotanto ja kunnalliset jätevedenpuhdistamot.

Vesistöjen säännöstely ja rakentaminen ovat muuttaneet vesistöjen rakennetta ja hydrologiaa. Vaikutukset ovat kohdistuneet vesieliöstöön, paikoin myös veden laatuun. Ympäristölle aiheutuvista haittavaikutuksista merkittävimpiä ovat koskiympäristöjen häviäminen jokien perkausten ja allastuksen seurauksena, kalojen vaellusyhteyden katkeaminen sekä järvien säännöstelyn ja voimalaitosten käytön lyhytaikaisten vedenkorkeusvaihteluiden aiheuttamat haitat. Paikallisesti myös haitallisten aineiden, kuten raskasmetallien, kertyminen järven pohjakerrostumiin heikentää eliöstön elinolosuhteita. Säännöstelystä ja vesirakentamisesta on aiheutunut muutoksia hydrologis-morfologiseen tilaan. Säännöstelyn ja vesirakentamisen aiheuttamat muutokset ovat melko suuria Nuasjärven alueella. Vuoksen suunnalla Kiltuanjärven hydromorfologinen tila on enintään tyydyttävä ja Laakajoki on voimakkaasti muutettu joki. (Torvinen & Laine 2015a-b ja Vallinkoski ym. 2015)

16 VAIHTOEHTOJEN VERTAILU, VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYS JA HANKEEN TOTEUTTAMISKELPOISUUS

Yleensä YVA-menettelyissä vaikutusten arviointi tehdään vertaamalla vaihtoehtoja VE1 ja VE2 nykytilaan VE0. Tässä YVA-menettelyssä VE0 ei kuitenkaan edusta nykytilaa, vaan se tarkoittaa Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen mukaista kuormitusta vesistöön ja sen vaikutuksia. Koska kyseessä on olemassa olevan toiminnan jatkuminen, tässä YVA-menettelyssä arvioitiin eri hankevaihtoehtojen kokonaisvaikutusta ja -merkittävyyttä, jossa on huomioitu kaivoksen aiempi kuormitushistoria. Ympäristövaikutusten merkittävyyttä on arvioitu vertaamalla ympäristön sietokykyä ympäristörasituksen suhteen ottaen huomioon alueen nykyinen ympäristökuormitus. Ympäristön sietokyvyn arvioimisessa on hyödynnetty muun muassa annettuja ohjearvoja. Lisäksi huomioon on otettu sidosryhmien merkittäviksi arvioimat ja kokemat ympäristövaikutukset.

Arvioinnissa käytetty asteikko on esitetty taulukossa (Taulukko 16-1), ja tarkemmin taulukoissa (Taulukko 6-25, Taulukko 7-18, Taulukko 7-19, Taulukko 8-14 ja Taulukko 8-15).

Taulukko 16-1. Vaikutusten arvioinnissa käytetty asteikko.

Vaikutusten merkittävyys	Erittäin suuri - - - -	Aiheutuu erittäin suuria muutoksia
	Suuri - - -	Aiheutuu suuria muutoksia
	Kohtalainen - -	Aiheutuu kohtalaisia muutoksia
	Vähäinen -	Aiheutuu vähäisiä tai lyhytaikaisia muutoksia
	Ei vaikutusta	Vaikutus niin pientä että ei käytännössä merkitystä
	Lievä positiivinen vaikutus +	Vaikutus lievästi positiivinen

Seuraavassa on vertailtu hankekokonaisuuden vaihtoehtoja ja niiden vaikutuksia ympäristöön. Taulukoissa (Taulukko 16-2 - Taulukko 16-4) on esitetty vaikutukset vedenlaatuun, kalastoon ja kalastukseen, pohjaeläimiin ja levästöön.

Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset on esitetty taulukossa (Taulukko 16-5).

Taulukko 16-2. Vaikutusten kokonaismerkittävyys välillä Nuasjärvi-Oulujärvi eri vaihtoehdoissa. Nuoli → kuvaa vaikutuksen muutosta kuormituksen muuttuessa.

Oulujoen suunta, purkupuutki Nuasjärveen				
VE0	Nuasjärvi	Rehjanselkä	Kajaaninjoki, Paltajärvi	Oulujärvi
Vedenlaatu (2020)	-			
Kalasto	-			
Kalastus 1)	--	--		
Pohjaeläimet	-			
Kasviplankton ja piilevät	-			
VE1a				
Vedenlaatu (2019, 2022)	-- → -	- →		
Kalasto (2019, 2022)	-- → -			
Kalastus (2019, 2022) 1)	--	--		
Pohjaeläimet (2019, 2022)	-- → -			
Kasviplankton ja piilevät (2019, 2022)	-- → -	- →		
VE1b				
Vedenlaatu	-			
Kalasto	-			
Kalastus 1)	--	--		
Pohjaeläimet	-			
Kasviplankton ja piilevät	-			
VE2a-b				
Vedenlaatu (2022)	-			
Kalasto	-			
Kalastus 1)	--	--		
Pohjaeläimet	-			
Kasviplankton ja piilevät	-			

1) Kalastus ja siihen liittyvät mielikuvat

Taulukko 16-3. Vaikutusten kokonaismerkittävyys välillä Kalliojoki-Jormasjoki eri vaihtoehtoissa. Nuoli → kuvaa vaikutuksen muutosta kuormituksen muuttuessa.

Oulujoen suunta, vanha purkureitti					
VE0	Kalliojokisuu	Kolmisoppi	Tuhkajoki	Jormasjärvi	Jormasjoki
Vedenlaatu	--	--	--	-	
Kalasto	--	--	--	-	
Kalastus 1)			--	--	-
Pohjaeläimet	--	--	-		
Kasviplankton ja piilevät	---	--	--	--	-
VE1a					
Vedenlaatu	---	--	--	-	
Kalasto	--	--	--	-	
Kalastus 1)			--	--	-
Pohjaeläimet	--	--	-	-	-
Kasviplankton ja piilevät	---	--	---	--	-
VE1b					
Vedenlaatu (2019, 2022)	---- → ---	---- → --	---- → --	-- → -	-
Kalasto (2019, 2022)	---	---- → --	---- → ---	-- → -	
Kalastus (2019, 2022) 1)			---- → --	--	-
Pohjaeläimet	---	--	--	--	-
Kasviplankton ja piilevät	---	---- → --	---	---- → --	--
VE2a-b					
Vedenlaatu	--	--	--	-	
Kalasto	--	--	--	-	
Kalastus 1)			--	--	
Pohjaeläimet	--	--	--	-	-
Kasviplankton ja piilevät	---	--	--	--	-

1) Kalastus ja siihen liittyvät mielikuvat, arvioitu kaivospiirin ulkopuolisissa vesistöissä

Taulukko 16-4. Vaikutusten kokonaismerkittävyys välillä Lumijoki-Nurmijoki eri vaihtoehdoissa. Kalasto- ja kalastusvaikutusten arvioinnissa on huomioitu arvioidut todelliset vaikutukset. Mielikuviin perustuvia kalastusvaikutuksia on lisäksi käsitelty tekstissä. Nuoli → kuvaa vaikutuksen muutosta kuormituksen muuttuessa.

Vuoksen suunta										
VE0	Lumijoki	Kivijärvi	Kivijoki	Laakejärvi	Kiltuanjärvi	Sälevä	Nurmijoki, Itäkoski			
Vedenlaatu	--	--	-							
Kalasto	--	--	-							
Kalastus 1)		---	---	---	-					
Pohjaeläimet	--	---	-							
Kasviplankton ja piilevät	---	---	---	-						
VE1a										
Vedenlaatu	---	---	---	-						
Kalasto	---	---	---	-						
Kalastus 1)		---	---	---	-					
Pohjaeläimet	---	---	---	-						
Kasviplankton ja piilevät	---	---	---	-						
VE1b										
Vedenlaatu (2019, 2022)	----→	---	→	→	→	→				
Kalasto (2019, 2022)	---	---	→	→	→	→				
Kalastus (2019, 2022) 1)		---	→	---	---	---				
Pohjaeläimet (2019, 2022)	---	---	---	---	---	---				
Kasviplankton ja piilevät	---	---	---	→	→	→				
VE2a-b										
Vedenlaatu	--	--	-							
Kalasto	--	--	-							
Kalastus 1)		---	---	---	-					
Pohjaeläimet	--	---	-							
Kasviplankton ja piilevät	---	---	---	-						

1) Kalastus ja siihen liittyvät mielikuvat, arvioitu kaivospiirin ulkopuolisissa vesistöissä

Taulukko 16-5. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten vertailu hankevaihtoehtojen mukaan

VEO	Nuasjärvi	Jormasjärvi	Laakajärvi
Viihtyvyyys	-	-	-
Elinolot	-	-	-
Asuminen ja vapaa-ajan asuminen	-	-	-
Virkistys	-	-	-
VE1a			
Viihtyvyyys	--	-	-
Elinolot	--	-	-
Asuminen ja vapaa-ajan asuminen	--	-	-
Virkistys	--	-	-
VE1b			
Viihtyvyyys	-	--	--
Elinolot	-	--	--
Asuminen ja vapaa-ajan asuminen	-	--	--
Virkistys	-	--	--
VE2a-b			
Viihtyvyyys	-	-	-
Elinolot	-	-	-
Asuminen ja vapaa-ajan asuminen	-	-	-
Virkistys	-	-	-

Vaihtoehto	Matkailutoiminta	Alueen talouden kehitys
VEO	ei vaikutuksia	+
VE1a	ei vaikutuksia	+
VE1b	ei vaikutuksia	+
VE2a-b	ei vaikutuksia	-

Vaihtoehtoissa VEO ja VE2 kuormitus on vanhoilla purkureiteillä nykyistä pienempää, joten vesistöjen tila elpyisi hitaasti. Vaihtoehdossa VE1a kuormitus vanhoilla purkureiteillä kasvaa hieman vuoden 2016 tasosta, ja tilanne vesistössä tulee olemaan arviolta nykyisen kaltainen. Nuasjärveen menevä kuormitus kasvaa jossain määrin nykyisestä vaihtoehdossa VE1a, jolloin vesien kerrostuminen todennäköisesti voimistuu purkualueella, mutta pysyvää laaja-alaista kerrostumista ei arvioida syntyvän. Nuasjärven veden laadun ja kerrostumisen kehittymistä, voimakkuutta ja laajuutta, seurataan. Vaihtoehdossa VE1b kuormituksen kasvun seurauksena vanhoilla purkureiteillä vesistöjen kerrostuminen ja tilan heikentyminen voimistuisi nykyisestä alkuvuosina. Nuasjärvässä tilanne pysyisi kutakuinkin nykyisenä.

Vaihtoehtoja voidaan pitää toteuttamiskelpoisina lukuun ottamatta vaihtoehtoa VE1b vanhojen purkureittien osalta. Tässä vaihtoehdossa kuormitus painottuu vanhoille reiteille ja on kolminkertainen vaihtoehtoon VE1a ja yli kymmenkertainen vaihtoehtoihin VEO ja VE2 verrattuna. Kuormitettujen pienten latvavesistöjen elpyminen ei ole tällä kuormitustasolla mahdollista. Kuormitus pieneneisi vasta kolmen vuoden jälkeen, jolloin vesistöt olisivat nykyistä heikommassa tilassa. Myös vaihtoehto VE1a on vanhojen reit-

tien osalta ongelmallinen, koska suuri kuormitus hidastaa järvien tilan paranemista. Purkuvesien johtaminen purkuputkella Nuasjärveen on YVA-tarkastelun perusteella suositeltavaa, koska tällöin vesistövaikutukset jäisivät kohtalaiselle tasolle.

17 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA

17.1 Seurannan periaatteet

Ympäristölainsäädäntö edellyttää ympäristöön vaikuttavista hankkeista ja toiminnoista vastaavilta ympäristövaikutusten seurantaa. Päästöjen seurantaa koskevat, juridisesti sitovat velvoitteet annetaan hankkeen ympäristölupapäätöksen lupamääräyksissä. Hankkeen vaikutuksia ympäristöön on seurattava viranomaisten hyväksymien tarkkailuohjelmien mukaisesti.

Tarkkailuohjelmat laaditaan yhteistyössä ympäristöviranomaisten kanssa ja niissä määritellään suoritettavan kuormitus- ja ympäristötarkkailun ja raportoinnin yksityiskohdat. Ympäristövaikutusten tarkkailuohjelma on suunnitelma tietojen keräämisestä säännöllisin aikaväleihin hankkeen aiheuttamasta ympäristökuormituksesta, ympäristövaikutuksista sekä ympäristön muutoksista hankkeen vaikutusalueella. Seurannan tavoitteita ovat mm.:

- tuottaa tietoa toiminnan ympäristökuormituksesta ja -vaikutuksista
- selvittää, mitkä ympäristön tilan muutokset ovat seurausta tarkkailun kohteena olevasta toiminnasta ja mitkä aiheutuvat muista tekijöistä
- selvittää, miten haittojen lieventämistoimet ovat onnistuneet
- käynnistää tarvittavat toimet, jos esiintyy ennakoimattomia haittoja.

Tarkkailun tuloksista raportoidaan määräajoin, yleensä vuosittain ja raportit toimitetaan ympäristöviranomaisille. Tarkkailuraportit ovat julkisia asiakirjoja.

17.2 Ympäristövaikutusten tarkkailu

Terrafame Oy:n kaivoksen tarkkailu perustuu tällä hetkellä seuraaviin tarkkailuohjelmiin, niiden hyväksymiskirjeisiin sekä Kainuun ja Lapin Ely-keskusten erillisiin hyväksymispäätöksiin:

- Talvivaaran kaivoksen tarkkailusuunnitelma. Talvivaara Sotkamo Oy. Pöyry Finland Oy 2013, täydennetty 27.6.2014. 16X179429.

- Päätös 24.2.2014: Kainuun ELY-keskus (Dnro KAIELY/1/07.00/2013)

- Päätös 24.2.2014: Pohjois-Savon ELY-keskus (Dnro POSELY/206/07.00/2012, vesistövaikutusten tarkkailusuunnitelma) ja (Dnro POSELY/1427/5720-2012, kalataloudellinen tarkkailusuunnitelma)

- Päätös 10.6.2014: Kainuun ELY-keskus (Dnro KAIELY/1707.00/2013, pohjavesitarkkailun laajentaminen)

- Esitys Nuasjärven purkupuutken ympäristötarkkailuksi, 31.7.2015. Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesä.

- Päätös 18.12.2015: Kainuun ELY-keskus (KAIELY/752/2014) ja Lapin ELY-keskus (LAPELY/1147/5723-2015)

Hyväksymispäätöksessä purkupuutken tarkkailuohjelmaan tuli lisäyksiä, jotka on huomioitu tarkkailussa vuodesta 2016 alkaen.

- Lapin ELY-keskus, 15.6.2016: Kirje 1147/5723-2015. Rehjanselän verkkokoekalastusten toteuttaminen.

- Rehja-Nuasjärven koekalastus, tutkimussuunnitelma. Ramboll Finland Oy, 30.6.2016.
- Rimpilänniemen pohjavesiputkien asennussuunnitelma. Terrafame Oy, 7.7.2016.
- Kainuun ELY-keskus 6.10.2016: Purkuputken vaikutustarkkailun täydennykset.

Nuasjärven purkuputken osalta tarkkailussa kerättiin tietoa alueen taustapitoisuuksista ennen purkuputken käyttöönottoa. Tarkkailua toteutettiin Nuasjärvi-Rehjan, Kajaaninjoen ja Oulujärven alueella. Purkuputken osalta tarkkailua on tehty ohjelmasta poiketen tiheämmin, kuukausittain 9/2015-12/2016 aikana. Muuten tarkkailussa on edetty ohjelman mukaan. Ekotoksisuustestit (krooniset vesitestit, vesikirput, kotilo ja kalanalkio) tehdään näillä näkymin vuonna 2017, kun SYKE:n laboratoriossa on valmius testaukseen.

Edellä mainitut tarkkailuohjelmat on yhdistetty yhdeksi ohjelmaksi (Pöyry Finland Oy 28.11.2016, täydennetty 6.2.2017). Ohjelmassa ei ole muutettu voimassa olevia, hyväksytyjä tarkkailuohjelmia, vaan ne on yhdistetty yhdeksi ohjelmaksi, joka sisältää Terrafamen kaivoksen käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailun kokonaisuutena. Tarkkailulla tuotetaan tietoa kaivostoiminnan päästöistä ympäristöön ja päästöjen vaikutuksista ympäristön tilaan ja ihmisten viihtyvyyteen.

Tarkkailu sisältää käyttö- ja päästötarkkailun, vesistötarkkailun (jatkuvatomiset mittausasemat, leviämiskartoituksen, pintaveden laatu, kasviplankton, pohjaeläimet ja vesikasvit), kalataloustarkkailun, sedimentin laadun tarkkailun, pohjavesitarkkailun, maa-alueiden biologisen tarkkailun, ilman laadun tarkkailun, melutarkkailun ja jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuuden tarkkailun.

Vesistötarkkailun neljännesvuosiraportit sekä vuosittaiset velvoitetarkkailuraportit julkaistaan internetissä Terrafamen sivuilla.

17.3 Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten seuranta

Yhteistyö sidosryhmien, kuten lähiasukkaiden, kanssa on tärkeä osa yrityksen toimintaa. Avoimella tiedonvaihdoilla lähialueen asukkaiden kanssa hankevastaava voi saada tietoa hankkeen vaikutuksista ja keinoista, joilla näitä vaikutuksia voisi lieventää tai ehkäistä. Terrafame Oy järjestää lähiasukkaille tupailtoja säännöllisin väliajoin sekä seuraa lähialueen asukkaiden raportoimia poikkeamia. Myös useita avoimien ovien päiviä on järjestetty kaivoksen toiminnan aikana ja järjestetään myös jatkossa.

18 LÄHDELUETTELO

- Andrén, C. & Jarlman, A. 2008.** Benthic diatoms as indicators of acidity in streams. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie* 173(3):237–253
- 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., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. & Vuori, K-M. 2012.** Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitettyt arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Suomen ympäristökeskus ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- Bernhard, E. S. & Palmer, M. A. 2011.** The environmental costs of mountaintop mining valley fill operations for aquatic ecosystems of the Central Appalachians. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223:39–57
- British Columbia Ministry of Environment 2016.** Water Protection & Sustainability Branch. British Columbia Approved Water Quality Guidelines: Aquatic Life, Wildlife & Agriculture. Summary Report. March 2016. http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/wqgs-wqos/approved-wqgs/final_approved_wqg_summary_march_2016.pdf
- Butcher, G. A. 1988.** Water Quality Criteria for Aluminum. Technical Appendix. Ministry of Environment and Parks, Province of British Columbia. <http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/wqgs-wqos/approved-wqgs/aluminumtech.pdf>
- Canadian Council of Ministers of the Environment 2003.** Canadian Water Quality Guidelines for the protection of aquatic life: Mercury, inorganic mercury and methylmercury. <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/191>
- Canadian Council of Ministers of the Environment 2011.** Canadian Water Quality Guidelines for the protection of aquatic life: Uranium. <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/328>
- Canadian Council of Ministers of the Environment 2014.** Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Cadmium. <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/148>
- Canadian Council of Ministers of the Environment 2016.** Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. <http://st-ts.ccme.ca/en/index.html>
- Cañedo-Argüelles, M., Kefford, B. J., Piscart, C., Prat, N., Schäfer, R. B., & Schulz, C. J. (2013).** Salinisation of rivers: an urgent ecological issue. *Environmental pollution*, 173, 157–167.
- Carlisle, D. M., Hawkins, C. P., Meador, M. R., Potapova, M. & Falcone, J. 2008.** Biological assessments of Appalachian streams based in predictive models for fish, macroinvertebrate, and diatom assemblages. *Journal of the North American Benthological Society* 27(1):16–37
- van Dam, H., Mertens, A. & Sinkeldam, J. 1994.** A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28(1): 117–133
- Dunlop, J., McGregor, G., & Horrigan, N. (2005).** Potential impacts of salinity and turbidity in riverine ecosystems. The State of Queensland, 72. National action plan for Salinity and Water Quality. WQ06 Technical report.

Ecomonitor Oy 2012. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportti Nurmijoen reitin piilevämäärityksistä. Moniste 26.10.2012.

Ecomonitor Oy 2013. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Nurmijoen reitin piilevämääritykset. Moniste 17.10.2013.

Eisler, R. 1988. Lead hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Biological Report 85, Contaminant Hazard Report 14. U. S. Fish and Wildlife Service, Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland, USA.

Eisler, R. 1993. Zinc Hazards to Fish, Wildlife, and Invertebrates: a Synoptic Review. Biological Report 10, Contaminant Hazard Reviews Report 26. U. S. Department of the Interior Fish and Wildlife Services, Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland, USA. 126 s.

Eisler, R. 1998a. Copper hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Biological Science Report USGS/BRD/BSR-1997-0002, Contaminant Hazard Reviews Report 33. Patuxent Wildlife Research Center, U.S., Geological Survey, Laurel, Maryland, USA.

Eisler, R. 1998b. Nickel hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Biological Science Report USGS/BRD/BSR-1998-0001, Contaminant Hazard Reviews Report No. 34. Patuxent Wildlife Research Center, U.S., Geological Survey, Laurel, Maryland, USA. 95 s.

Eloranta, P., Karjalainen, S. M. & Vuori, K.-M. 2007. Piileveyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet. Ympäristöopas. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu

Elphick, J. R., Davies, M., Gilron, G., Canaria, E. C., Lo, B. & Bailey, H. C. 2011. An aquatic toxicological evaluation of sulfate: the case for considering hardness as a modifying factor in setting water quality guidelines. *Environmental Toxicology and Chemistry* 30(1):247–253

Kalojen syöntisuositukset. [<http://www.evira.fi/>] (4.11.2015)

Francesconi, Kevin A., and Rodney CJ Lenanton. "Mercury contamination in a semi-enclosed marine embayment: organic and inorganic mercury content of biota, and factors influencing mercury levels in fish." *Marine Environmental Research* 33.3 (1992): 189-212.

Gilmour, C. C., Elias, D. A, Kucken, A. M., Brown, S. D., Palumbo, A. V. Schadt, C. W. & Wall, J. D. 2011. Sulfate-reducing bacterium *Desulfovibrio desulfuricans* ND132 as a model for understanding bacterial mercury methylation. *Applied and Environmental Microbiology* 77:3938–3951.

Geologian tutkimuskeskus (GTK), Jari Mäkinen & Tommi Kauppila 2006. Nuasjärven, Jormasjärven ja Kolmisopen geokemialliset ja paleolimnologiset tutkimukset, 63 s.

Geologian tutkimuskeskus (GTK) 2015. Hyviä käytäntöjä kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnissa. Tutkimusraportti 222.

Geologian tutkimuskeskus (GTK), Jari Mäkinen & Jouni Lerssi 2016. Vedenlaatu-
mittaukset Sotkamon Nuasjärven purkupuutken ympäristössä kesäkuussa 2016. 50401-10119.

Geologian tutkimuskeskus (GTK), Jari Mäkinen 2017. Terrafame Oy:n purkuvesien leviäminen ja käyttäytyminen Sotkamon Nuasjärvellä loka-marraskuussa 2016. 50401-10119.

Hart, B. T., Bailey, P., Edwards, R., Hortle, K., James, K., McMahon, A., Meredith, C. & Swadling, K. (1991). A review of the salt sensitivity of the Australian freshwater biota. *Hydrobiologia*, 210(1-2), 105-144

Hartikainen, J. 2013. Nurmijoen reitin kalataloudellinen tarkkailu v. 2013. Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy.

Hillebrand, H., Bennett, D. M., & Cadotte, M. W. (2008). Consequences of dominance: a review of evenness effects on local and regional ecosystem processes. *Ecology*, 89(6), 1510-1520.

Horrigan, N., Choy, S., Marshall, J., & Recknagel, F. (2005). Response of stream macroinvertebrates to changes in salinity and the development of a salinity index. *Marine and Freshwater Research*, 56(6), 825-833.

Huttunen, K-L, 2016. Biodiversity Through time: Coherence, stability and species turnover in boreal stream communities. *Acta Universitatis Ouluensis. A, Scientiae rerum naturalium*. 669

Hämäläinen H., Luotonen H., Koskenniemi E. & Liljaniemi P. 2003. Inter-annual variation in macroinvertebrate communities in a shallow forest lake in eastern Finland during 1990–2001. *Hydrobiologia* 506–509: 389–397

Ilmatieteenlaitos 2012. Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010.

Ilmatieteenlaitos 2016. Ilmanlaatumittaukset Terrafamen kaivoksen ympäristössä. Hengitettävien hiukkasten, arseenin ja metallien pitoisuudet jaksolla joulukuu 2015–elokuu 2016.

Ilmatieteenlaitoksen avoin datapalvelu.

Jüttner, I., Ector, L., Reichardt, E., Van de Vijver, B., Jarlman, A., Krokowski, J. & Cox, E. J. 2013. *Gomphonema varioreduncum* sp. nov., a new species from northern and western Europe and a re-examination of *Gomphonema exilissimum*. *Diatom Research* 28(3):303–316

Järvinen, M., Forsström, L., Huttunen, M., Hällfors, S., Jokipii, R., Niemelä, M. & Palomäki, A. (toim.). 2011. Kasviplanktonin laskentamenetelmät. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BAC2A0126-44F3-4419-8590-F7A5B0100ACD%7D/29255>, 20.7.2016

Kainuun ELY-keskus 2016. Tiedote 17.11.2016. <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/syyskierto-on-toteutunut-nuasjarvella-ja-syvanteissa-hyvin-happea-kainuu->

Kainuun ELY-keskus 2017. Tiedote 27.2.2017. <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/uusia-tutkimustuloksia-terrafamen-purkuvesien-leviamisesta-nuasjarvessa-kainuu->>

Kainuun liitto 2014. Kainuun maakuntaohjelma 2014–2017, Ympäristöselostus. Luonnos 20.5.2014.

Kainuun liitto 2015. Kainuu-ohjelma. Hyvinvoiva ja elinvoimainen Kainuu.

Kainuun liitto 2016. Maakuntakaavakartta. www.infokartta.fi/kainuunliitto. Haettu 15.7.2016

Kainuun ulkoilukartta 2016. <http://infogis.infokartta.fi/infogis-kainuu/> 20.7.2016

Kauppi, S., Mannio, J., Hellsten, S., Nysten, T., Jouttijärvi, T., Huttunen, M., Ekholm, P., Tuominen, S., Porvari, P., Karjalainen, A., Sara-aho, T., Saukkoriipi, J. ja Maunula, M. 2013. Arvio Talvivaaran kaivoksen kipsisakka-altaan vuodon haitoista ja riskeistä vesiympäristölle. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 11.

- Kauppila, T. 2013.** Lausunto Talvivaaran kaivoksen vaikutuspiirissä sijaitsevien Jorvasjärven ja Laakajärven pintaveden nikkelin taustapitoisuuksista. Geologian tutkimuskeskus. Itä-Suomen yksikkö. 30.9.2013.
- Kefford, B. J., Buchwalter, D., Cañedo-Argüelles, M., Davis, J., Duncan, R. P., Hoffmann, A., & Thompson, R. (2016).** Salinized rivers: degraded systems or new habitats for salt-tolerant faunas?. *Biology letters*, 12(3), 20151072.
- Kelly, M., Penny, C. J. & Whitton, B. A. 1995.** Comparative performance of benthic diatom indices used to assess river water quality. *Hydrobiologia* 302:179–188
- Kelly, M. G. & Whitton, B. A. 1995.** The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology* 7:433–444
- Koskenniemi, E. & Ruoppa, M. 2004.** Pohjaeläintutkimukset. Julkaisussa: Ruoppa, M. & Heinonen, P. (toim.). Suomessa käytetyt biologiset vesistöntutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 45 s.
- Korhonen, P., Venäläinen, E. & Erikson-Kalio, A. 2016.** Talvivaaran nikkelikaivoksen jätevesipäästöjen vaikutukset kaloihin. Loppuraportti. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 19/2016.
- Koskiniemi, J. 2009.** Tuhkajoen taimenkannan geneettinen selvitys. Helsingin yliopisto, kotieläintieteen laitos.
- Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996.** Suomen geokemian atlas, osa 3: Ympäristökemia – purovedet ja sedimentit. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. 149 s.
- Laine, A. (toim.), Ekholm-Peltonen, M., Heikkinen, M., Moilanen, E., Kangaskokko, J., Nuortimo, E., Rintala, J., Tertsunen, J., Torvinen, S., Tuohino, J. & Virtanen, K. 2015.** Oulujoen–Iijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016–2021. Raportteja 76. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
- Lampinen, E. 2016.** Kaivosalueella mnuodostuvien puhdasvesijakeiden hallintasuunnitelma. Savonia-ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö.
- Lapin Vesitutkimus Oy 2005.** Selvitys Talvivaaran lähialueen vesistöjen kalastosta ja kalastuksesta.
- Lapin Vesitutkimus Oy 2006.** Talvivaaran lähialueen vesistöjen kalasto. Kesän 2005 sähkökoekalastusten tulokset.
- Lepistö, L. & Rosenström, U. 1998.** The most typical phytoplankton taxa in four types of boreal lakes. *Hydrobiologia* 369/370:89–97.
- Lukkari, M., Vuokatti Travel Oy 2016.** Matkailuorganisaatioihin liittyvä puhelinhaastattelu, tammikuu 2017
- Luoma, Samuel N., and Philip S. Rainbow 2008.** Metal contamination in aquatic environments: science and lateral management. Cambridge University Press.
- Manninen, P. & Kotanen, J. (toim.) 2016.** Vuoksen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016–2021. Raportteja 3. Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
- Meyas, C. & Nordin, R. 2013.** Ambient Water Quality Guidelines for Suphate, Technical Appendix. Ministry of Environment, Province of British Columbia. http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/sulphate_final_guideline.pdf
- Mitikka, S., Lepistö, L. & Jokipii, R. 2001.** Sisävesien rehevyys vuonna 2000 ja jaksolla 1985–1999. *Ympäristö* 2:22–23

Määttänen, K. 2015. Rehja-Nuasjärven koekalastukset vuonna 2011. Luonnonvarakeskus.

Nagpal, N. K. 2001. Ambient Water Quality Guidelines for Manganese. Overview Report. Ministry of Environment, Province of British Columbia <http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/wqgs-wqos/approved-wqgs/manganese-or.pdf>

Naturvårdsverket 2007. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bilaga A till handboken 2007:4. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-0148-3.pdf>

Phippen, B., Horvath, C., Nordin, R. & Nagpal, N. 2008. Ambient Water Quality Guidelines for Iron. Ministry of Environment, Province of British Columbia. <http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/wqgs-wqos/approved-wqgs/iron-tech.pdf>

Porter-Goff, E. R., Frost, P. C. & Xenopoulos, M. A. 2013. Changes in riverine benthic diatom community structure along a chloride gradient. *Ecological indicators* 32:97–106

Potapova, M. & Charles, D. F. 2003. Distribution of benthic diatoms in U. S. rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshwater Biology* 48:1311–1328

Pöyry Environment Oy 2009. Talvivaara Projektin Oy. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v. 2008.

Pöyry Finland Oy 2011. Talvivaara Sotkamo Oy. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v. 2010.

Pöyry Finland Oy 2012. Talvivaara Sotkamo Oy, Arvio Talvivaaran kaivoksen vesistövaikutuksista 2012.

Pöyry Finland Oy 2013a. UPM-Kymmene Oyj, Kainuun Voima Oy & Kajaanin kaupunki, Esitys Oulujärven vesistötarkkailusta Kajaanin paperitehtaan sulkemisen jälkeen vuonna 2013.

Pöyry Finland Oy 2013b. Sedimenttitutkimus v. 2013. Talvivaara Sotkamo Oy.

Pöyry Finland Oy 2014. Talvivaara Sotkamo Oy. Uuden purkureitin ympäristölupahakemus.

Pöyry Finland Oy 2014b. Talvivaaran kaivoksen ympäristötarkkailuraportit vuodelta 2013.

Pöyry Finland Oy 2014c. Talvivaara Sotkamo Oy. Selvitys mahdollisista uusista purkupaikoista. 19.5.2014.

Pöyry Finland Oy 2015a. Mondo Minerals B.V. Branch Finland. Uutelan kaivoksen velvoitetarkkailu v. 2014.

Pöyry Finland Oy 2015b. UPM Kymmene Oyj, Kajaanin Vesi, Kainuun Voima Oy, Luonnonvarakeskus, Paltamon ja Puolangan kunnat. Oulujoen vesistöalueen yhteistarkkailu v. 2014. Oulujärven ympäristö. II: Vesistötarkkailu.

Pöyry Finland Oy 2016a. Sotkamon ja Hyrynsalmen reittien kalataloustarkkailu. Yhteenvetoraportti vuosilta 2011-2015.

Pöyry Finland Oy 2016b. Oulujärven kalataloustarkkailu v. 2015.

Pöyry Finland Oy 2016c. UPM Kymmene Oyj, Kajaanin Vesi, Kainuun Voima Oy, Luonnonvarakeskus, Paltamon ja Puolangan kunnat. Oulujoen vesistöalueen yhteistarkkailu v. 2015. Oulujärven ympäristö. Vesistötarkkailu.

- Ramboll Finland Oy 2010.** Talvivaara. Uraanin talteenoton ympäristövaikutusten arviointi. Arviointiselostus.
- Ramboll Finland Oy 2014.** Talvivaara. Purkutupken luontoselvitys.
- Ramboll Finland Oy 2014b.** Lähijärvien kunnostus. Projektisuunnitelma. Talvivaara Sotkamo Oy. Viite 1510013397.
- Ramboll Finland Oy 2015a.** Talvivaaran kaivoksen ympäristötarkkailuraportit vuodelta 2014.
- Ramboll Finland Oy 2015b.** Pintavesien ja kalojen Ni, Cd ja Hg taustapitoisuusselvitys 2015. Terrafame Oy.
- Ramboll Finland Oy 2016.** Terrafamen kaivoksen ympäristötarkkailuraportit vuodelta 2015. <http://www.terrafame.fi/ymparisto/ymparisto-vesien-hallinta/ymparistotarkkailuraportit.html>
- Ramboll Finland Oy 2016b.** Terrafame Group Oy. Terrafamen kaivoksen ja metallien jalostuslaitoksen aluetaloudelliset vaikutukset. 1.11.2016.
- Ramboll Finland Oy 2017.** Terrafamen kaivoksen ympäristötarkkailuraportit vuodelta 2016. Julkaisematon.
- Rantataro, T. 2015.** Ympäristön vaikutus pohjasedimenttien kemialliseen koostumukseen ja piilevälajistoon mustaliuske- ja granitoidialueilla Kainuussa. Pro pradu –tutkielma. Kaivannaisalan tiedekunta. Oulun yliopisto.
- Reynolds, C. 2006.** Ecology of Phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ronkainen, K. Lomarengas Oy 2017.** Matkailuorganisaatioihin liittyvä puhelinhaastattelu, tammikuu 2017
- Silva, E.I.L. & Davies, R.W. 1999.** The effects of simulated irrigation induced changes in salinity on metabolism of lotic biota. *Hydrobiologia* 416. 193–202.
- Silva, E. I. L., Shimizu, A. & Matsunami, H. 2000.** Salt pollution in a Japanese stream and its effects on water chemistry and epilithical algal chlorophyll-a. *Hydrobiologia* 437:139–148
- Singleton, H. J. 1987.** Water Quality Criteria for Copper. Technical Appendix. Ministry of Environment and Parks, Province of British Columbia. <http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/wqgs-wqos/approved-wqgs/copper-tech.pdf>
- Singleton, H. 2000.** British Columbia ambient water quality guidelines for sulphate. Technical Appendix. Ministry of Environment, Lands and Parks, Water Quality Section.
- Soininen, J., Paavola, R. & Muotka, T. 2004.** Benthic diatom communities in boreal streams: community structure in relation to environmental and spatial gradients. *Ecography* 27:330–342
- Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 1999.** Ympäristövaikutusten arviointi. Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset. Oppaita 1999:1.
- Soucek, D. J., & Kennedy, A. J. (2005).** Effects of hardness, chloride, and acclimation on the acute toxicity of sulfate to freshwater invertebrates. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24(5), 1204-1210.
- Strandberg, U., Palvianen, M., Eronen, A., Piirainen, S., Láuren, A., Akkanen, J. & Kankaala, P. 2016.** Spatial variability of mercury and polyunsaturated fatty acids in the

European perch (*Perca fluviatilis*). Implications for risk-benefit analyses of fish consumption. *Env. Poll.* 219:305-314.

Suomen mineraalistrategia 2010. <http://projects.gtk.fi/mineraalistrategia/>

Suomen ympäristökeskus, 2015. Sirkka Tattari, Markku Puustinen, Koskiahho Jarkko, Elina Röman, Juha Riihimäki, Energiategollisuus ry:n koordinoima ympäristöpöytätyö, Valuma-alueen eri lähteistä tulevan vesistökuormituksen arviointi ja vähentämismahdollisuudet, 31.3.2015.

Suutarinen, I. Vuokatin Matkailukeskus Oy 2017. Matkailuorganisaatioihin liittyvä sähköpostihaastattelu, tammikuu 2017

Sweco Ympäristö Oy 2015. Rimpilänniemen pohjavesialueen suojelusuunnitelma. Sotkamon kunta. 13.1.2015.

Tanskanen, J. Vuokatin Matkailukeskus Oy / Pohjolan Mylly Oy 2017. Matkailuorganisaatioihin liittyvä puhelinhaastattelu, tammikuu 2017

THL 2013. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <https://www.thl.fi/fi/-/mangaani-on-terveysriski-juomavedessa>

Tilastokeskus 2017. www.stat.fi. haettu 18.1.2017

TEM, Työ- ja elinkeinoministeriö 2016. Alueelliset kehitysnäkymät 2 / 2016, Työ- ja elinkeinoministeriön sekä ELY-keskusten julkaisu syyskuu 2016. www.tem.fi

THL. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi -käsikirja. <http://www.stakes.fi/FI/Etusivu.htm>

THL. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2017. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos; Tilasto- ja indikaattoripankki

Torvinen, S. & Laine, A. (toim.) 2015a. Oulujoen–Iijoen vesienhoitoalueen toimenpideohjelma 2016–2021. Osa 1. Taustatiedot. Raportteja 128. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Torvinen, S. & Laine, A. (toim.) 2015b. Oulujoen–Iijoen vesienhoitoalueen toimenpideohjelma 2016–2021. Osa 2. Toimenpiteet. Raportteja 129. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

US Environmental Protection Agency 2016. National Recommended Water Quality Criteria - Aquatic Criteria Table. October 2016. <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table#table>

Vuokatti 2016. www.vuokatti.fi 20.7.2016

Vuokatti Safaris 2016. <http://www.vuokattisafaris.com/>

Vuori, K.-M., Mitikka, S. & Vuoristo, H. 2010. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Osa I: Vertailuolot ja luokan määrittäminen, Osa II: Ihmistoiminnan ympäristövaikutusten arviointi. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009, Suomen ympäristökeskus.

Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät. http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat

Ympäristökarttapalvelu Karpalo. http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat

Vallinkoski, V.-M., Miettinen, T. & Aalto, J. (toim.) 2015. Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelma Vuoksen ja Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueille vuosiksi 2016–2021. Raportteja. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Vinebrooke, R. D., Schindler, D. W., Findlay, D. L., Turner, M. A., Paterson, M. & Mills, K. H. 2003. Trophic Dependence of Ecosystem Resistance and Species Compensation in Experimentally Acidified Lake 302S (Canada). *Ecosystems* 6:101–113

Vinebrooke, R. D., Cottingham, K., L., Norberg, J., Scheffer, M., Dodson, S. I., Maberly, S. C. & Sommer, U. 2004. Impacts of multiple stressors on biodiversity and ecosystem functioning: the role of species co-tolerance. *Oikos* 104:451–457

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

Willén, E. 2007. Växtplankton i sjöar. Bedömningsgrunder. Rapport 2007:6. Institutionen för miljöanalys, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.