



PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

UUMAJAN KÄRÄJÄOIKEUS
Tuomarit 2:5

VASTAANOTETTU: 2022-03-06
ASIANUMERO: M 2090-19
ASIAKIRJALIITE: 597

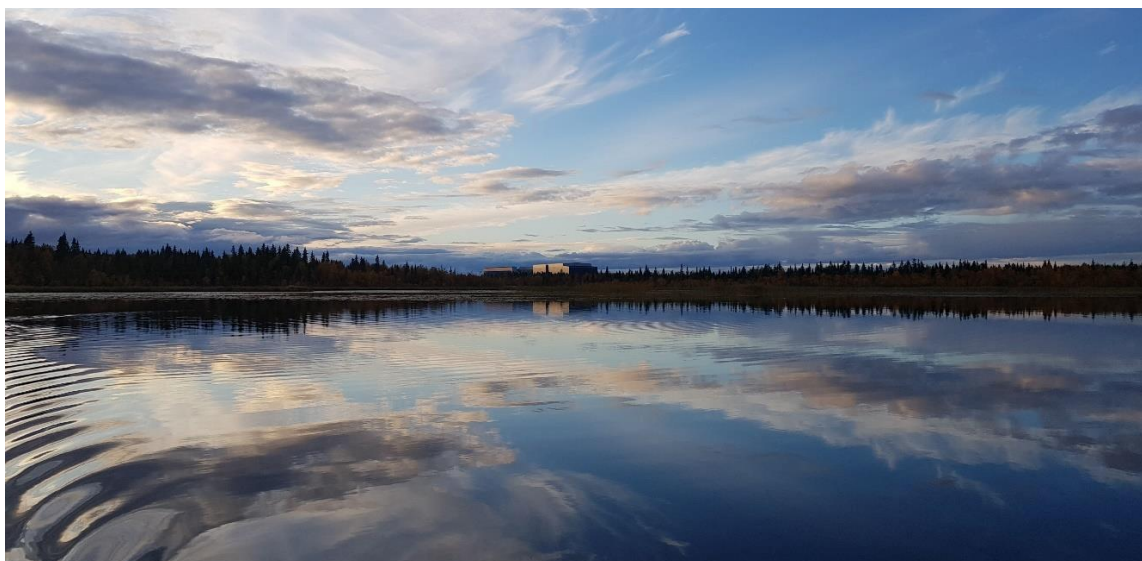
UMEÅ TINGSRÄTT
Domare 2:5

INKOM: 2022-06-13
MÅLNR: M 2090-19
AKTBIL: 699

PM 2022-03-04

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan
kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat
päivitetyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Tilaaja Kaunis Iron AB



Översättning
ref.nr: 73039881

Stockholm
2022-06-13

Semantix



PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Osoite:
Industrivägen 14, 2 tr
901 30 Umeå

Puhelin:
090-702 170
(+46 90702 170)

Sähköposti:
info@pelagia.se

Kotisivu: www.pelagia.se

Sweden.

Laatinut:
Björn Rydvall

Suora
numero:
090702175

Laadun tarkastaja: Annelie
Lagesson

Johan Lidman

Kansikuva:
Kaunisjärvi

Kuva:
Isabelle Svensson

Kartat
:
Maan
mittau
slaitos

Översättning
ref.nr: 73039881

Stockholm
2022-06-13

Semantix

Avoimet

tiedot

Översättning
ref.nr: 73039881

Stockholm
2022-06-13

Semantix

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Yhteenveto

Kaunis Iron AB (KIAB) on vuodesta 2018 lähtien harjoittanut rautamalmin louhintaa Tapulin kaivoksessa Kaunisvaaran ulkopuolella, noin 25 kilometriä Pajalasta pohjoiseen Norrbottenin läänissä. KIAB haki 2019-07-19 ympäristökaaren 9 ja 11 luvun nojalla lupaa jatkaa ja laajentaa kaivostoimintaa Tapulissa, Sahavaarassa ja Palotievassa. Hakemukseen sisältyi ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA), liite H ja siihen kuuluvat alaliitteet. Hakemusta on sittemmin täydennetty pariin otteeseen vastauksilla saatuihin lausuntoihin, mukaan lukien 2021-03-31 toimitettu YVA:n päivitys.

Hakemuksen jättämisen jälkeen on saatu lausuntoja ja selvityksiä ja kenttätutkimuksia on jatkettu mukaan lukien PM:n täydennys koskien prosessivesipitoisuuksia, Muoniojokeen purettavan veden laimennusolosuhteita sekä aineensiirtoa ja purkuvesistöpitoisuuksia toteutetun jälkikäsittelyn jälkeen. Näissä selvityksissä esiin tulleiden tietojen johdosta on nähty tarve päivittää aikaisemmin hankittuihin tietoihin perustuvat ympäristöarvioinnit. Minkään arvioinnin päätelmät eivät ole muuttuneet edelliseen arviointiin verrattuna ja YVA:ssa .

Tässä muistiossa esitetään päivitetyt arviot vaikutuksista vesieliöihin meneillään olevan toiminnan aikana, haetun laajennetun toiminnan käyttövaiheessa sekä toiminnan päättymisen ja suoritettua jälkikäsittelyn jälkeisessä vaiheessa. Lisäksi on päivitetty arviointeja mahdollisista vaikutuksista Natura 2000 -alueeseen Tornion ja Kalixin jokijärjestelmässä sekä käynnissä olevan että haetun toiminnan osalta.

Nykyisen kaivostoiminnan mahdollisia vaikutuksia vesieliöihin seurataan säännöllisesti yhtiön omavalvonnan puitteissa. Näiden tutkimusten tulokset ovat osoittaneet, että Muoniojoen vesieliöihin kohdistuvien kielteisten vaikutusten riskiä ei ole, lukuun ottamatta suoraan purkuveden päästökohdan alajuoksua, jossa on havaittu jonkin verran rehevöitymisen vaikutusta. Haetun toiminnan arvioidaan loppuvaiheessa, avolouhosten täydessä louhintavaiheessa, voivan lisätä vaikutusriskiä sekoitusvyöhykkeen osissa, mutta niiden ei arvioida aiheuttavan merkittäviä haitallisia vaikutuksia Muoniojokeen. Jälkikäsittelyn päätyttyä toiminnan ei katsota voivan vaikuttaa negatiivisesti Muoniojokeen.

Toiminta-alueelta peräisin olevan hajanaisen valuman ei arvioida aiheuttavan merkittäviä haitallisia vaikutuksia vesieliöihin ympäröivissä joissa käynnissä olevien toiminnan tai haetun toiminnan aikana tai sen jälkeen, kun jälkikäsittely on suoritettu.

Osia Kaunisvaaran alueesta kuuluu Natura 2000 -alueen Tornion ja Kalixin jokijärjestelmään. Alueella esiintyvät nimetyt elinympäristötyypit Pienet joet ja *Suuret joet sekä nimetyt lajit*, saukko, kivisimppu ja lohi. Meneillään olevan tai haetun toiminnan ei katsota voivan aiheuttaa merkittäviä kielteisiä vaikutuksia nimettyihin lajeihin tai luontotyypeihin.

Översättning
ref.nr: 73039881

Stockholm
2022-06-13

Semantix

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	1
2 Tausta ja toteutus.....	1
3. Vesieliöihin kohdistuvien vaikutusten arviointi	2
3.1 Arviointiperusteet, raja-arvot ja (nolla)vaikutuspitoisuudet	2
3.2 Nykyinen toiminta	11
3.2.1 Myrkyllisyys purkuvedessä	11
3.2.2 Purkuveden vaikutus vesieliöihin.....	14
Vesieliöihin kohdistuvan vaikutusriskin kokonaisarviointi.....	17
3.2.3 Hajavalumien ympäristövaikutukset nykyisen toiminnanaikana.....	18
3.3 Haettu toiminta.....	21
3.3.1 Myrkyllisyys purkuvedessä	21
3.3.2 Vesieliöihin kohdistuvan vaikutusriskin arviointi Muonionjoessa	25
3.3.2.1 Purkuveden arvioitu vaikutus Muonijokeen vuonna 11	27
3.3.2.2 Arvioitu vaikutus mallinnetuissa ääriskenaarioissa – enimmäispitoisuudet.....	28
3.3.3 Purkuveden vaikutus kalojen muuttoon	28
3.3.4 Hajavalumien ympäristövaikutus haetun toiminnanaikana.....	29
3.4 Ympäristövaikutukset loppuneen ja jälkikäsitellyn toiminnan jälkeen.....	31
3.4.1.1 Ympäristöarviointi mahdollisista myrkyllisistä vaikutuksista päättyneestä ja jälkikäsitellystä toiminnasta	31
3.5 Hannukaisen haetun toiminnan kumulatiiviset vaikutukset	33
3.5.1 Haetun kaivostoiminnan kumulatiiviset vaikutukset vesieliöihin	34
3.5.2 Kumulatiiviset vaikutukset kalojen siirtymiseen	36
4. Natura 2000 -alue Tornion ja Kalixin jokijärjestelmä	37
4.1 Natura 2000 - Nykytilanteen kuvaus.....	37
4.2 Natura 2000 – vaikutusten arviointi, käynnissä olevatoiminta	41
4.2.1 Luontotyytit	41
4.2.2 Nimetyt lajit	42
4.3 Natura 2000 – vaikutusten arviointi, haettu toiminta	43
4.3.1 Luontotyytit	43
4.3.2 Nimetyt lajit	43
4.4 Kokonaisarviointi- Natura 2000.....	44
Viitteet	45

Översättning
ref.nr: 73039881

Stockholm
2022-06-13

Semantix

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

1 Johdanto

Kaunis Iron AB (KIAB) on vuodesta 2018 lähtien harjoittanut rautamalmin louhintaa Tapulin kaivoksessa Kaunisvaaran ulkopuolella, noin 25 kilometriä Pajalasta pohjoiseen, Norrbottenin läänissä.

KIAB haki 2019-07-17 ympäristökaaren 9 ja 11 luvun nojalla lupaa jatkaa ja laajentaa kaivostoimintaa Tapulissa, Sahavaarassa ja Palotievassa. Hakemukseen sisältyi ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA), liite H ja siihen kuuluvat alaliitteet. Hakemusta on sittemmin täydennetty pariin otteeseen vastineilla saatuihin lausuntoihin, mukaan lukien 2021-03-31 toimitettu YVA:n päivitys.

Hakemuksen jättämisen jälkeen selvityksiä ja kenttätutkimuksia on jatkettu mukaan lukien PM:n täydennys koskien prosessivesipitoisuuksia, Muoniojokeen purettavan veden laimennusolosuhteita sekä aineensiirtoa ja purkuvesistöpuitoisuuksia toteutetun jälkikäsittelyn jälkeen. Näissä tutkimuksissa esiin tulleiden päivitettyjen tietojen vuoksi on tullut esiin tarve päivittää myös osia aiemmin toimitetuista ympäristöarvioinneista.

2 Tausta ja toteutus

Tässä muistiossa on käytetty myös tietoja, jotka muodostivat perustan lajien esiintymisten ja luontoarvojen arvioinnille YVA:ssa (2021-03-31) (liite H3, H9 ja H15). Lisäksi on otettu mukaan täydentäviä tietoja akvaattisista purkuvesistöselvityksistä ja kohdennetuista laji-inventaarioista 2019–2021:

- Ympäristötutkimukset pintavesiesiintymistä rautamalmikaivoksen ympärillä Kaunisvaarassa, Pajalan kunnassa vuonna 2019 (Pelagia 2020a)
- Ympäristötutkimukset pintavesiesiintymistä rautamalmikaivoksen ympärillä Kaunisvaarassa, Pajalan kunnassa vuonna 2020 (Pelagia 2021b)
- Vesinäytteenotto kosteikoista Kaunisvaarassa 2019–2020 (liite H14, Pelagia, 2021e)
- Jokihelmisimpukan inventaario Muonionjoessa, Mellajoessa ja Aareaajoessa syyskuussa 2020 (Pelagia, 2021d)
- Vesikasvillisuuden kartoitus, Muonionjoki (Pelagia, 2021a)

Tiedot vaikutuksesta veden virtaukseen, purkuveden luonteesta ja vaikutuksista purkuvesistöön sekä laskelmat aineensiirrosta ja pitoisuuksien muutoksista jälkikäsittelyvaiheessa on otettu jutun M 2090–19, maaliskuu 2022 liitteistä:

- Liite 1.1 Aineensiirron ja purkuvesistöpuitoisuuksien laskeminen jälkikäsittelyn näkökulmasta (Geosyntec, 2022a)
- Liite A2. E Prosessiveden koostumus (Geosyntec 2022b)
- Liite H20 Hydrologisen mallin tulosten todentaminen (WSP, 2022b)

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

3. Vesieliöihin kohdistuvien vaikutusten arviointi

Toiminnan vesipäästöjen vesieliöihin kohdistuvien vaikutusten arviointi sekä käytön aikana että toiminnan päätyttyä ja jälkikäsittelyn jälkeen, kattoi alustavasti kaikki purkuvedestä analysoidut aineet. Aineet, joilla on ruotsalaiset arviointiperusteet ja raja-arvot Ruotsin meri- ja vesiviraston (HaV) asetuksen HVMFS 2019:25 (HaV, 2019) mukaisesti, on arvioitu, eli aineet, jotka on luokiteltu erityisen saastuttaviksi aineiksi (SFÄ) liitteen 2 mukaisesti, ja aineet, jotka on luokiteltu prioriteettiaineiksi (prio-aineet) liitteen 6 (taulukko 1) mukaisesti. Ruotsalaiset arviointiperusteet tai raja-arvot omaavien aineiden lisäksi mukaan on otettu myös muita aineita, joiden pitoisuuksien on mitattu tai laskettu olevan enemmän kuin marginaalisesti kohonneita. Mitattuja pitoisuuksia on verrattu voimassa oleviin arviointiperusteisiin/raja-arvoihin ja/tai alimpaan havaittuun kunkin aineen raportoidun nollavaikutuspitoisuuteen (NOEC)/vaikutuspitoisuuteen (LOEC).

Taulukko 1. HVMFS 2019:25:n liitteen 2 ja liitteen 6 mukaiset erityisen saastuttavat ja priorisoidut aineet, jotka on arvioitu raportissa.

Erityisen saastuttavat aineet	Priorisoidut aiheet
Arsenikki (As)	Kadmium (Cd)
Kromi (Cr)	Elohopea (Hg)
Kupari (Cu)	Nikkeli (Ni)
Uraani (U)	Lyijy (Pb)
Sinkki (Zn)	
Ammoniakki (NH _{3-N})	
Nitraattityppi (NO _{3-N})	

3.1 Arviointiperusteet, raja-arvot ja (nolla)vaikutuspitoisuudet

Ruotsin nykyiset kemialliset raja-arvot ja arviointiperusteet on johdettu EU:n ohjeasiakirjan CIS27 (European Commission, 2011) mukaisesti, ja ne perustuvat standardisoitujen protokollien mukaisesti tehdyistä myrkyllisyystesteistä saatuihin tietoihin. Testit on pitänyt tehdä vähintään kolmelle organismiryhmälle kolmelta ravintotasolta seuraavan mukaan: kalat, äyriäiset ja levät (ja/tai makrofyytit). Mukaan on sisällytettävä myös kaikki muut saatavilla olevat tiedot (kaikista testatuista organismeista), jotka täyttävät EU:n ohjeiden vaatimukset. Testeissä tutkitaan sekä välitöntä että kroonista myrkyllisyyttä, jossa akuutin myrkyllisyyden raja-arvoilla (jotka vastaavat suurinta sallittua pitoisuutta vuoden/enimmäispitoisuuden aikana) pyritään suojelemaan useimpia lajeja väliaikaisilta ja ohimeneviltä tapahtumilta, kun taas kroonisen myrkyllisyyden raja-arvoilla (vastaavat vuosikeskiarvoa) pyritään suojaamaan myös herkimpiä lajeja kaikilta haitallisilta vaikutuksilta määrittelemättömän altistusjakson aikana.

Kemialliset raja-arvot on laadittu NOEC:n avulla, joka on suurin testattu pitoisuus, jossa ei ole havaittu merkittäviä vaikutuksia herkipään testattuun organismiin (taulukko 2). NOEC jaetaan turvakertoimella (AF: ≥ 10), jonka suuruus riippuu tietojen saatavuudesta. Aineistolle, jossa NOEC puuttuu, NOEC voidaan arvioida havaitun alimman vaikutuspitoisuuden (LOEC) perusteella, jossa NOEC arvioidaan LOEC/2 avulla.

Översättning
ref.nr: 73039881

Stockholm
2022-06-13

Semantix

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Jos aineisto on suuri, esimerkiksi kromin osalta, raja-arvo määritetään lajierkkyysjakaumakäyrän (species sensitivity distribution curve) perusteella jossa lasketaan vaarallinen pitoisuus 5 (HC5), joka on se pitoisuus, jota pidetään turvallisena 95 prosentille kaikista lajeista. Kun HC5 on laadittu, asetetaan turvallisuuskertoimen (AF: 1-5) sen varmistamiseksi, että testattavia organismejakin herkempiä organismeja suojellaan.

Aineet, joilla on HVMFS 2019:25:n mukaiset ruotsalaiset arviointiperusteet tai raja-arvot

Arsenikki

Arsenikin arviointiperuste on 0,5 µg/l vuotuisen keskiarvon osalta ja 7,9 µg/l suurin sallittu pitoisuus vuoden aikana, molemmissa tapauksissa ottaen huomioon luonnollinen taustapitoisuus. Arviointiperuste on kehitetty LOEC:stä. Alhaisin raportoitu LOEC on äyriäisillä (*Daphnia pulex*) 10 µg/l ja pienin EC50 akuutti myrkyllisyys) 79 µg/l viherlevillä (*Scenedesmus acutus*). Alhaisin raportoitu kalojen NOEC (*Oncorhynchus kisutch*, hopealohi) on 300 µg/l (ITM, 2013; Lepper et al., 2007).

Kromi

Kromin arviointiperuste vuotuiselle keskiarvolle on 3,4 µg/l. Arviointiperuste on laadittu lajierkkyyskäyrän perusteella. Alhaisin raportoitu NOEC (krooninen myrkyllisyys) on äyriäisillä (*Daphnia magna*) 0,0005 µg/l. Alhaisin raportoitu EC50 (akuutti myrkyllisyys) on äyriäisillä (*Moina australiensis*) 20 µg/l. Kalojen (*Salvelinus fontinalis*, puronierä) alhaisin raportoitu NOEC on 10 µg/l (Maycock et al., 2007).

Kupari

Kuparin arviointiperuste tarkoittaa biosaatavuutta ja sen vuosikeskiarvoksi on vahvistettu 0,5 µg/l. Arviointiperuste on laadittu lajierkkyyskäyrän perusteella. Alhaisin raportoitu NOEC (krooninen myrkyllisyys) on kaloille (*Pimephales notarus*, mutua) 1,3 µg/l (ITM, 2013).

Uraani

Uraanin arviointiperusteeksi vahvistetaan 0,17 µg/l vuosikeskiarvoksi ja 8,6 µg/l suurimmalle sallitulle pitoisuudelle vuoden aikana. Taustapitoisuus on otettava huomioon. Arviointiperuste perustuu Alankomaiden terveyst- ja ympäristöinstituutin (RIVM) lajierkkyyskäyrään, jossa kaiken uraanin oletetaan olevan täysin biosatavaa (van Herwijnen ja Verbruggen, 2014). RIVM toteaa kuitenkin, että uraanin biosaatavuuteen perustuvaa arviointia voidaan käyttää, kun suurempi aineosto mahdollistaa Biomet-menetelmän käytön, jota käytetään tänään kuparin, sinkin, nikkelin ja lyijyn biosaatavan pitoisuuden laskemiseen. Uraanilajien (esiintymismuotojen) laskeminen vesinäytteessä, jonka liuenneen uraanin kokonaispitoisuus on tunnettu, voidaan nykyään laskea geokemiallisella mallinnuksella käyttäen esimerkiksi seuraavia ohjelmistoja: Phreeqc tai VisualMinteq.

Pienimmät ilmoitetut NOEC (krooninen myrkyllisyys) ja EC50 (akuutti myrkyllisyys) ovat viherlevillä (*Chlorella* sp.) 2,7 µg/l ja 67 µg/l (van Herwijnen & Verbruggen, 2014). Uraanin biosaatavuus ja myrkyllisyys riippuvat suurelta osin muusta vesikemiasta (Beaugelin-Seiller et al. 2011; Goulet et al. 2011; Riethmuller et al. 2001; Sone, 2015), joka todennäköisesti selittää arviointiperusteen tietojen suuren vaihtelun aineistoraportissa (van Herwijnen & Verbruggen, 2014).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Jos sitä vastoin tehopitoisuuksia verrataan laskettuihin biosaateviin uraanipitoisuuksiin testiratkaisuissa, saadaan hyvä vastaavuus tehopitoisuuden ja arviointiperusteen (Kemakta, 2021) välillä, mikä viittaa siihen, että uraanin myrkyllisyyden kannalta ratkaisevia ovat biosaattavat hiukkaskoot.

Jotta aine aiheuttaisi myrkyllisen vaikutuksen organismiin, aineen on siirryttävä ympäröivästä väliaineesta biologisen kalvon kautta organismiin, jossa se vaikuttaa erilaisiin biologisiin toimintoihin. Aineen kuljettaminen ympäristöstä organismiin riippuu siitä, kuinka hyvin aine voi läpäisee biologisia kalvoja, jotka muodostavat organismin suojan ympäristöönsä vastaan. Kuinka tehokkaasti aineet voivat läpäistä kalvoja ja imeytyä organismiin, vaihtelee erityyppisten kalvojen välillä. Esimerkiksi kaloissa kidukset ovat liuenneiden metallien tärkein läpäisytie Koska aineen eri esiintymismuodoilla on erilaisia ominaisuuksia, eri esiintymismuotojen kyky läpäistä biologisia kalvoja vaihtelee, ja siten niiden biologinen saatavuus voi vaihdella suuresti.

Laskettujen UO_2^{2+} - ja UO_2OH^+ -pitoisuuksien summan oletetaan tehtyjen tutkimusten mukaan muodostavan pääosan uraanin biosaattavista pitoisuuksista (Kemakta, 2021), jonka on osoitettu korreloivan hyvin havaittujen vaikutuspitoisuuksien ja arviointiperusteiden kanssa. Uraanin biosaattavuuden ja havaittujen haittavaikutusten välisen suhteen perusteella on sen vuoksi tärkeää tehdä riskiarvio uraanin myrkyllisistä vaikutuksista biosaattavan pitoisuuden kannalta

Uraania voi imeytyä myös elintarvikealtistuksen kautta, mikä voi joissakin tapauksissa johtaa sekundaariseen myrkytykseen. Sekundaarisen myrkytyksen riski vaihtelee kuitenkin suuresti ravintoverkossa, ja uraanin osalta vähäisempi riski sen lisääntymiselle ravintoketjussa (Kraemer ja Evans, 2012; Pelagia, 2021c). Uraanin imeytyminen elintarvikealtistuksen kautta ei ole ollut ohjaava periaate uraanin arviointiperusteen laatimisessa ($0,17 \mu\text{g/l}$ + taustapitoisuus), koska veteen liuenneen uraanin pitoisuudet, jotka ovat liittyneet elintarvikealtistuksesta johtuviin haitallisiin vaikutuksiin (sekundaarimyrkytys), ovat olleet suurempia kuin pitoisuudet, jotka ovat aiheuttaneet myrkyllisiä vaikutuksia suorassa altistumisessa veden kautta.

Sekä näätäeläimet, kuten saukot, että kalaa syövät lintulajit (Pelagia, 2020b) kaivoksen ympäristössä altistuvat uraanille kalankulutuksen kautta. Saukkoihin kohdistuvien myrkyllisten vaikutusten, joiden turvallisuuskerroin on 30, on arvioitu esiintyvän, kun ne syövät kaloja, joiden uraanipitoisuus on $> 0,75 \text{ mg/kg}$ (Kemakta, 2021). Samaa laskelmaa kalojen sekundaarisesta myrkytyksestä voidaan soveltaa muihin näätäeläimiin, joilla on samanlaiset kulutussuhteet ruumiinpainon ja päivittäisen syödyn ruokamäärän välillä. Olettaen, että samanlainen myrkyllinen vaste esiintyy kalaa syöville linnuilla, joiden päivittäinen kalan saanti on 22% ruumiin painosta (Sjöberg, 1987), kokonaiskalaruonan sekundaarisen myrkytyksen ohjeellinen arvo voidaan laskea noin $0,42 \text{ mg/kg}$ kalaa syöville sorsalinnulle turvallisuuskerroin mukaan lukien. Muissa kaivostoiminnassa tehdyissä tutkimuksissa, joissa uraanipitoisuudet ovat koholla vastaanottajavesissä, keskimääräinen pitoisuus on $0,15 \text{ mg/kg}$ kokonaisilla kaloilla altistuessaan vuotuiselle keskimääräiselle pitoisuudelle $1,54 \mu\text{g/l}$ (Pelagia, 2021f).

Sinkki

Sinkin arviointiperuste tarkoittaa biosaattavaa pitoisuutta ja sille on asetettu $5,5 \mu\text{g/l}$ vuosikeskiarvo. Purkuvesistön taustapitoisuus on otettava huomioon. Arviointiperuste on laadittu lajiherkkyyssäyrän perusteella. Alhaisin raportoitu NOEC (krooninen myrkyllisyys) on viherlevällä (*Pseudokirchneriella subcapitata*) $19,7 \mu\text{g/l}$. Alhaisin raportoitu NOEC (akuutti myrkyllisyys) on äyriäisellä (*Daphnia magna*) $70 \mu\text{g/l}$. Alhaisin raportoitu kalan NOEC (*Oncorhynchus kisutch*, kirjoohi) on $25 \mu\text{g/l}$ (Maycoc jne 2010).

Översättning
ref.nr: 73039881

Stockholm
2022-06-13

Semantix

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Nitraatti

Nitraatin arviointiperusteeksi on asetettu 2 200 µg/l vuosikeskiarvo ja 11 000 µg/l suurimmaksi sallituksi pitoisuudeksi vuoden aikana. Arviointiperuste on laadittu lajiherkkyyssäyrän perusteella. Alhaisin raportoitu NOEC (krooninen myrkyllisyys) on kalalajin galaxias (*Galaxias maculatus*) nuorilla kaloilla 11 200 µg/l ja alhaisin raportoitu LC50 (akuutti myrkyllisyys) on katkalla (*Echinogammarus echinosetosus*) 63 000 µg/l (Sahlin & Ågerstrand, 2018a).

Ammoniakki

Ammoniakin arviointiperusteeksi on asetettu 1,0 µg/l vuosikeskiarvo ja 6,8 µg/l suurimmaksi sallituksi pitoisuudeksi vuoden aikana. Arviointiperuste on otettu LOEC:stä. Alhaisin raportoitu NOEC (krooninen myrkyllisyys) on simpukoilla (*Lampsilis fasciola*) 9,5 µg/l ja alhaisin raportoitu LC50 (akuutti myrkyllisyys) kaloilla (*Oncorhynchus gorboscha*, pukkellax) 680 µg/l (ITM, 2013); WFD-UKTAG, 2007).

Kadmium

Kadmiumin raja-arvo on laadittu lajiherkkyyssäyrän perusteella, ja sitä on korjattava veden kovuuden mukaan. Raja-arvo vaihtelee vuosikeskiarvojen 0,08–0,25 µg/l välillä ja suurin sallittu pitoisuus vuoden aikana on 0,45–1,5 µg/l. Alhaisin NOEC (krooninen myrkyllisyys) on raportoitu kaloille (*Salmo salar*, Atlantin lohi) 0,47 µg/l. Alin EC 50:n (akuutti myrkyllisyys) pitoisuus on myös kaloilla (*Salvelinus fontinalis*, puronieria), 2,60 µg/l (WFD, 2005).

Elohopea (Hg)

Elohopean raja-arvolla tarkoitetaan biotan (kalalihaksen) vuotuista keskipitoisuutta ja suurinta sallittua veteen liuenutta pitoisuutta vuoden aikana, ja se on i 20 µg/kg ja vastaavasti 0,07 µg/l. Elohopean raja-arvot ylittyvät yleensä Ruotsin pintavesiesiintymissä ilmakehän laskeuman seurauksena. Alin raportoitu NOEC (subkrooninen myrkyllisyys) ja alin LOEC (akuutti altistuminen) on viherlevällä (*Scenedesmus acuminatus*) 0,2 µg/l ja kultakalalla (*Carassius auratus*) 0,7 µg/l (WDF, 2005b).

Nikkeli

Nikkelin raja-arvo perustuu lajiherkkyyssäyrään ja tarkoittaa biosaatavaa pitoisuutta. Vuosikeskiarvon raja-arvoksi on asetettu 4 µg/l. Alhaisin raportoitu NOEC (krooninen myrkyllisyys) on nilviäisillä (*Lymnea stagnalis*, suuri limakotilo) 6, 8 µg/l. Alhaisin raportoitu EC50 (akuutti myrkyllisyys) on viherlevillä (*Pedastrium duplex*) 60 µg/l. Kalojen (*Brachydanio rerio*, seeprakala) alhaisin raportoitu NOEC on 40 µg/l (WFD, 2011b).

Lyijy

Lyijyn raja-arvo tarkoittaa biosaatavaa pitoisuutta, ja sen vuotuiseksi keskiarvoksi on asetettu 1,2 µg/l ja 14 µg/l suurimmaksi sallituksi pitoisuudeksi vuoden aikana. Raja-arvo on otettu lajiherkkyyssäyrästä. Pienin LOEC (krooninen myrkyllisyys) on raportoitu limakotilolla (*Lymnea stagnalis*) 1, 7 µg/l. Alhaisin raportoitu EC 50 (akuutti myrkyllisyys) on viherlevällä (*Pseudokirchneriella subcapitata*) 80, 3 µg/l. Pienin havaittu NOEC kaloilla (*Pimephales promelas*, paksupäämutu) on 29,3 µg/l (WFD, 2011a).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostointia koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Taulukko 2. Arviointiperusteet ja raja-arvot (vuosikeskipitoisuus ja suurin sallittu pitoisuus vuoden aikana) sekä HVMFS 2019:25:n mukaiset tietyt saastuttavia ja priorisoituja aineita koskevat tiedot.

SFÄ	Arviointiperuste Ruotsi Vuosikeskiarvo /Enimmäispitoisuus (µg/l)	Aineisto
Arsenikki (As)	0,5 ^a /7,9 ^a	Krooninen myrkyllisyys LOEC 10 µg/l Äyriäiset (<i>Daphnia pulex</i>) Akuutti myrkyllisyys EC₅₀ 79 µg/l viherlevä (<i>Scenedesmus acutus</i>) ITM, 2013; Lepper jne 2007
Kupari (Cu)	0,5 ^b	Krooninen NOEC (normalisoitu pH:ksi, kovuus ja DOC) 1,3 µg/l kala (<i>Pimephales notatus</i>) Akuutti myrkyllisyys -puuttuu ITM, 2013
Kromi (Cr VI)	3,4	Krooninen NOEC 0,0005 µg/l Äyriäiset (<i>Daphnia magna</i> .) Akuutti myrkyllisyys EC₅₀ 20 µg/l Äyriäiset (<i>Moina australiensis</i>) Maycock jnel. 2007
Uraani (U)	0,17 ^a /8,6 ^a	Krooninen NOECs (geometrisen keskiarvo) 2,7 µg/l Levät (<i>Chlorella</i> sp.) Akuutti myrkyllisyys EC₅₀ 67 µg/l Levät (<i>Chlorella</i> sp.) van Herwijnen & Verbruggen, 2014
Sinkki (Zn)	5,5 ^{ab}	Krooninen NOECs (geometrisen keskiarvo) 19,7 µg/l Levät (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>) Akuutti myrkyllisyys EC₅₀ 70 µg/l Äyriäiset (<i>Daphnia magna</i> .) Maycock jne. 2010
Ammoniakk i (NH ₃ -N)	1,0 /6,8	Krooninen LC₁₀ 0,0095 mg/l Simpukka (<i>Lampsilis fasciola</i>) Akuutti myrkyllisyys LC₅₀ 0,68 mg/l Kyttyrälohi (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>) ITM, 2013; WFD-UKTAG, 2007

Nitraatti (NO ₃ -N)	2 200	<u>Kroonin</u> <u>en</u> NOECs 11,2–26 mg/l (kovuus 14–99 mg CaCO ₃ /l) <u>Akuutti myrkyllisyys</u> LC₅₀ 63mg/l Katka (<i>Echinogammarus echinosetosus</i>) Sahlin & Ågestrand, 2018a.
--	-------	---

PM: Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan KIAB:n hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Jatkoa taulukko 2		
Priorisoidut aineet	EU:n raja-arvo Vuotuinen keskiarvo /Enimmäispitoisuus (µg/l)	Aineisto
Lyijy (Pb)	1,2 ^b / 14	Krooninen LOECs 1,7 µg/l (pH 7,3; kovuus 83 mg CaCO ₃ /l) Nilviäiset (<i>Lymnaea stagnalis</i>) 8,42 µg/l (pH:ssa 7,2; kovuus 24 mg CaCO ₃ /l) Levät (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>) Akuutti myrkyllisyys LC/EC₅₀ 80,3 µg/l viherlevät (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>) WFD, 2011a
Kadmium (Cd)	0,08 – 0,25 / 0,45–1,5 (kovuusluokasta riippuen)	Krooninen LOECs 1-10 µg/l Äyriäiset (<i>Daphnia</i>) Tunnetun kovuuden yhtälö: PNEC _{alueellinen} = 0,09 (kovuus/50) ^{0,7409} Akuutti myrkyllisyys EC₅₀ 2,60 µg/l Puronieriä (<i>Salvelinus fontinalis</i>), kovuuden mukaan säädetty (50 mg CaCO ₃ /l) WFD, 2005a.
Elohopea (Hg) eliöstössä (kala) / vedessä	20 µg/kg ^c / 0,07 ^d	Krooninen ^c NOEC 0,22 mg/kg Apina (<i>Macaca mulatta</i>) Sekundaarinen myrkytys 0,2 µg/l Viherlevät (<i>Scenedesmus acuminatus</i>) Subkrooninen altistuminen Akuutti myrkyllisyys LC₅₀ 0,7 µg/l Kultakala (<i>Carassius auratus</i>) WDF, 2005b.
Nikkeli (Ni)	4 ^b / 34	Krooninen NOEC/EC₁₀ 6,8 µg/l Nilviäinen (<i>Lymnaea stagnalia</i>) Akuutti myrkyllisyys LC₅₀ 60 µg/l Viherlevät (<i>Pedastrium duplex</i>) WFD, 2011b

a Taustapitoisuus on otettava huomioon.

b biosaatava pitoisuus

c Tarkoittaa eliöstössä

d Tarkoittaa vedessä

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Aineet, joilla ei ole HVMFS 2019:25:n mukaisia ruotsalaisia arviointiperusteita tai raja-arvoja

Alla on luettelo nollavaikutuspitoisuuksista/vaikutuspiitoisuuksista ja tiedot aineista, joille ei ole HVMFS 2019:25:n mukaisia ruotsalaisia arviointiperusteita tai raja-arvoja. Aineet esiintyvät kohonneina pitoisuuksina nykyisen toiminnan prosessivedessä tai ne on mallinnettu kohonneina pitoisuuksina haetussa toiminnassa. Näitä aineita ovat sulfaatti, kloridi, kalium, magnesium, natrium, koboltti ja ksantaatti. Näitä aineita koskeva riskinarviointi on perustunut vertailuun USA:n ja Kanadan ehdotettuihin raja-arvoihin/ohjearvoihin (taulukko 3), näiden raja-arvojen/ohjearvojen aineistoon ja/tai tehtyjen tutkimusten myrkyllisyystietoihin.

Sulfaatti

Tukholman yliopisto (Sahlin & Ågerstrand, 2018b, HaV:n toimeksiannosta) laati sulfaatin arviointiperusteita koskevia ehdotuksia vuonna 2018. Ehdotusta ei hyväksytty säännösten uudessa tarkistuksessa (HVMFS 2019:25). Tuolloin olemassa ollut aineisto mahdollisti muun muassa vain deterministisen johtaminen (NOEC/AF) kovuuden mukaan jaetuille raja-arvoille (todennäköisyyspohjainen johtaminen, HC5/AF, on toivottavaa). Sulfaattia koskevat kovuuden mukaan jaetut arviointiperusteet (deterministinen johtaminen), joita sitten ehdotettiin, mutta joita ei hyväksytty, olivat 15–56mg/l vuosikeskiarvojen osalta ja 59,6–317,8mg/l suurimman sallitun pitoisuuden osalta.

Sen, onko sulfaatti myrkyllistä vai ei vesieliöille, on monissa tutkimuksissa osoitettu riippuvan veden kovuudesta, jossa myrkyllisyys vähenee lisääntyneen kovuuden myötä, ainakin tiettyyn (korkeaan) tasoon asti. Lisäksi on merkkejä siitä, että myrkyllisyys johtuu myös useista muista tekijöistä, mukaan lukien kalsiumin, magnesiumin, kloridin ja mahdollisesti kaliumin erilaiset moolisuhteet. Siksi myrkyllisyystutkimusten tulokset ovat hyvin erilaisia myrkyllisyyden vaihdeltaessa suuresti muun muassa vesikemian, testiorganismien, vastemuuttujan ja altistusajan mukaan (Meays & Nordin, 2013; Sahlin & Ågerstrand, 2018b).

Kanadassa on kovuuskorjattuja ohjearvoja (todennäköisyyspohjainen johtaminen) sulfaattia varten, jotka ovat välillä 128–429 mg/l (kuukausikeskiarvo) veden kovuudesta riippuen (Meays & Nordin, 2013). Siksi kaivoksista peräisin olevan purkuveden osalta, jossa veden kovuus on yleensä korkea, Kanadan ohjearvo on useimmiten 309 tai 429 mg/l. Kanadan aineistoraportissa myönnetään, että aineistotiedoissa on suuria eroja, mikä johtaa epävarmuuksiin johtamisessa (Meays & Nordin, 2013). Kanadan vertailuarvojen johtamista on arvosteltu jonkin verran siitä, että se on eurooppalaisen ohjeistuksen (European Commission, 2011) mukaan käyttänyt liian alhaista turvallisuustekijää (AF=2) aineiston epävarmuuden suhteen. Jos käytettäisiin korkeinta turvallisuuskertoainta, eli AF=5 eikä 2, ohjearvo vedelle korkeimmassa kovuusluokassa (> 180 mg/l CaCO₃, jonka odotetaan olevan kaivostoiminnasta peräisin olevassa purkuvedessä) olisi 172 mg/l.

Kloridi

Kloridille on laadittu ohjearvot Kanadassa ja Yhdysvalloissa. Vuosikeskiarvon ohjearvo vaihtelee välillä 120–230 mg/l ja enimmäispitoisuuden 600–840 mg/l välillä paikallisista edellytyksistä riippuen (CCME, 2011). Alimmat pitoisuudet, joissa myrkyvaikutuksia on havaittu, vaihtelevat suuresti veden kovuuden mukaan ja joissa tutkimukset ovat osoittaneet kroonisia vaikutuksia 64–1836 mg / l pitoisuuksissa veden kovuudesta riippuen (Elphick, Bergh & Bailey, 2011; Soucek et al., 2011). Kloridin negatiivisen vaikutuksen on myös havaittu pienenevän, kun sulfaattipitoisuus on suurentunut 20 mg/l:sta 600 mg/l:aan (Elphick, Bergh & Bailey, 2011).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Kalium ja magnesium

Kaliumin ja magnesiumin osalta ei ole ohjearvoja, joihin verrata mitattuja tasoja. On vain muutamia tutkimuksia, joissa on tutkittu yksinomaan kaliumin ja magnesiumin myrkyllisiä vaikutuksia. Magnesiumin kroonisia ja akuutteja vaikutuksia on havaittu nilviäisillä niiden altistuessa 5,6 mg/l ja 96 mg/l pitoisuuksille (van Dam jne. 2010). Kaliumin osalta kroonisia vaikutuksia ja akuuttimyrkyllisiä vaikutuksia on havaittu äyriäisillä 6, 2 mg/l ja 17, 7 mg/l pitoisuuksissa (Freitas & Rocha, 2011).

Natrium

Natriumin osalta vertailua varten ei ole ohjearvoja ja/tai (nolla)vaikutuspitoisuuksia. Tutkimukset ovat osoittaneet, että niistä aineista, jotka lisäävät suolapitoisuutta vedessä, kuten kloridi, magnesium, kalium ja natrium, natrium on aine, jolla on pienin myrkyllisyys (Schuler jnei. 2018). Natriumin myrkyllisyyden tutkimiselle ei ole perusteita, koska myrkyllisyys on usein suurempi aineessa, joka yhdessä muodostaa tutkittavan molekyylin, mutta natriumin ei katsota ohjaavan akvaattista myrkyllisyyttä.

Koboltti

Stubblefield jne. tuotti äskettäin (2020) makean veden koboltin myrkyllisyystietoja todennäköisyysperusteisen raja-arvon (lajien herkkyyssäyrä) määrittämiseksi eurooppalaisten kriteerien mukaisesti (Euroopan komissio, 2011). Tutkimuksessa laadittu ja ehdotettukrooninen raja-arvo on 1,8 µg/l. Pienin raportoitu LOEC (krooninen myrkyllisyys) ja LC50 (akuuttimyrkyllisyys) ovat sorsanruoalle (*Lemna minor*) vid 4,9 µg/l ja LC 50, 1 µg/l. Eurooppalaisen johtamisen mukaisesti ehdotettua raja-arvoa vastaavaksi laadittiin myös ehdotus amerikkalaisen johtamisen mukaisesti (samasta aineistosta), joka on 7,13 µg/l. Kanadassa jo ennestään krooninen koboltin raja-arvo on jo 4 µg/l (Brittiläinen Kolumbia, 2004).

Ksantaatit

Ksantaateille ei ole ohjearvoja. Ksantaatit ovat aineryhmä, jota on tarkoitus käyttää haetun toiminnan suunnittelussa vaahdotusprosessissa. Ksantaatin myrkyllisyys vaihtelee muunnoksesta riippuen, mutta myrkyllisiä vaikutuksia on havaittu viherlevissä (*Pseudokirchneriella subcapitata*) 0, 43 mg/l (krooninen myrkyllisyys) ja 0, 5 mg/l (akuutti myrkyllisyys) pitoisuuksissa. Myrkyllisyystesteissä kalojen on havaittu olevan vähemmän herkkiä ksantaattialtistukselle, jossa on havaittu pienin akuutin myrkyllisyyden vaikutuspitoisuus 11 mg/l (DCE, 2016).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Taulukko 3. Ehdotukset raja-arvoiksi/ohjearvoiksi USA:sta ja Kanadasta sekä alhaisimmat raportoidut (nolla)vaikutuspitoisuudet (NOEC/LOEC) aineille, joilta puuttuvat ruotsalaiset arviointiperusteet tai raja-arvot.

Aine	Raja-/ohjearvo (mg/l)		NOEC/LOEC (mg/l)	
	Vuosikeskiarvo	Enimmäispitoisuus	Krooninen	Akuutti
Kalium	-	-	17,7	-
Kloridi	120–230	600–860	64	
Koboltti (µg/l)	1,8 ^a	110	4,9	90,1
Magnesium	-	-	5,6	96
Natrium	-	-	-	-
Sulfaatti (SO ₄)	128-429 ^b		53	426
Ksantaatit				
Kaliumamyyliksantaatti			0,43	0,5
Natrium-isopropyliksantaatti				0,5

^a Ehdotettu raja-arvo EU:n ohjeiden mukaisesti (Stubblefield jnei., 2020)

^b Kanadan kovuuskorjattu ohjearvo (30 päivän keskiarvo) (Meays & Nordin, 2013)

Yhdistelmävaikutukset

Kun samanaikaisesti esiintyy useita aineita, joilla on mahdollisesti myrkyllisiä vaikutuksia, myrkyllinen vaikutus voi joskus olla suurempi (additiivinen tai synergistinen vaikutus) tai pienempi (vastavaikutus tai antagonistinen vaikutus) kuin yksittäisten aineiden vaikutukset erikseen. Se, lisääntyykö myrkyllisyys vai väheneekö se, kun aineita esiintyy yhdessä, vaihtelee sen mukaan, mille aineille organismit altistuvat (Norwood ym., 2003).

Myrkyllisten yhdistelmävaikutusten riski vesieliöihin arvioidaan suuremmaksi, kun mitatut pitoisuudet ovat lähempänä raja-arvoja, arviointiperusteita ja havaittuja vaikutuspitoisuuksia kuin mitattujen pitoisuuksien ollessa kaukana näistä arvoista.

Vaikutus kalojen muuttoon

Mahdollisten myrkyllisten vaikutusten arvioinnin lisäksi on tehty myös arvio purkamisen riskistä Muonionjokeen, joka vaikuttaa vaelluskalojen muuttokuvioon.

Altistuminen kohonneille suolapitoisuuksille voi vaikuttaa kalojen vaelluskäyttäytymiseen. Tämä johtuu siitä, että korkeat liuenneiden aineiden pitoisuudet voivat vaikuttaa lohikalojen hormonijärjestelmiin ja käyttäytymiseen, mikä voi vähentää vaellushalukkuutta (Kim jne., 2015). Tämän tyyppisten vaikutuksen ekologista merkitystä vesistöön on kuitenkin vaikea arvioida, koska tutkimusaineisto ja tiedot ovat rajallisia.

Korkea kiintoaineen pitoisuus voi vaikuttaa vaelluskalojen muuttokuvioon, sillä havainnoista sekä laboratorioympäristössä että kentällä on todettu, että kalat välttävät alueita, joilla on runsaasti kiintoainetta, ja etsivät alueita, joilla on kirkkaampi vesi. Poikkeavaa käyttäytymistä on havaittu lohikaloilla 210 mg/ l kiintoainepitoisuuksissa (Bash, Berman ja Bolton, 2001). Tulokset eivät kuitenkaan ole yksiselitteisiä, koska Whitman jne. (1982) ei havainnut mitään vaikutusta kuningaslohen (*Oncorhynchus tshawytscha*) muuttoon kiintoainepitoisuuksien ollessa enintään 650 mg/l. Lisääntynyt sameus ei myöskään näytä vaikuttavan vaeltavien kalojen kykyyn tunnistaa kutualueensa tai saapua kutualueilleen (Whitman, Quinn & Brannon, 1982). Yksi selitys voi olla, että korkeat kiintoainepitoisuudet korreloivat usein sateen kanssa ja ovat siten merkki suotuisista vaellusmahdollisuuksista (Pankit, 1969).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Kiintoaineen, pilvisyyden, sameuden ja liuenneiden aineiden vaikutusriski kalojen vaelluskuvioon riippuu kalojen mahdollisuudesta valita muuttaa koskemattomissa vesissä. Jos on mahdollista valita koskemattomat vaellusreitit, kalojen on havaittu valitsevan ne (Goldstein ym., 1999; Kroon, 2005). Muutolle on myös edullista koskemattomien alueiden suurempi virtausnopeus, jota vaelluskalat näyttävät suosivan (Thorstad et al., 2008; Leander jne., 2021)

3.2 Nykyinen toiminta

3.2.1 Myrkyllisyys purkuvedessä

Muonionjokeen purkamisen aiheuttamien mahdollisten myrkyllisten vaikutusten arviointi on alun perin tehty karakterisoimalla itse purkuveden ominaisuuksia eli ennen sen sekoittumista jokeen. Kunkin myrkyllisyyden arviointiin sisältyvän yksittäisen aineen arviointiperusteet, raja-arvot ja pienimmät (nolla)vaikutuspitoisuudet on kuvattu, mukaan lukien viittaukset esitettyihin tietoihin luvussa 3.1 "Arviointiperusteet, raja-arvot ja (nolla)vaikutuspitoisuudet".

Selkeytysaltaasta tulevalle purkuvedelle (josta otetaan näytteet näytteenottopisteessä PRO6) on ominaista liuenneiden pääelementtien ja suolojen suurempi pitoisuus sekä suurempi emäksisyys verrattuna Muonionjoen viiteasemaan (SS38), ylävirtaan purkuveden päästöpuolelta. Muonionjoen viiteveteen verrattuna useimpien aineiden pitoisuus on suurempi purkuvedessä ja tärkeimmät erot havaitaan pääaineilla, jotka ovat kloridi, sulfaatti, kalium, natrium ja nitraatti (taulukko 4).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Taulukko 4. Purkuveden vesikemia (PRO6) ja viiteasema (SS38) ylävirtaan purkuveden päästöasteessa. Korkeimmat mitatut vuosikeskiarvot ja korkeimmat mitatut enimmäispitoisuudet vuosina 2019–2021 tilitetään.

Elementti	Purkuvesi (PRO6)		Purkupisteestä ylävirtaan (SS38)	
	Nykyinen tilanne (korkeimmat pitoisuudet)		Nykyinen tilanne (korkeimmat pitoisuudet)	
	Vuosikeskiarvo	Enimmäispitoisuus	Vuosikeskiarvo	Enimmäispitoisuus
pH	7,76	8,24	7,19	7,37
Emäksisyys (mg HCO ₃ -l)	2,01	2,48	0,24	0,46
DOC (mg/l)	5,25	8,80	3,89	6,8
Kloridi (mg/l)	112	180	0,65	1,30
Kokonaisfosfori (µg/l)	12,7	27,0	10,7	39,0
Kokonaistyyppi (µg/l)	1760	6200	205	330
Nitraatti (NO ₃ µg/l)	1004	1700	35,2	107
Ammoniakki (NH ₃ µg/l)	0,60	2,44	0,031	0,14
Ammonium (NH ₄ µg/l)	400	970	10,6	19,0
Alumiini (mg/l)	14,3	28,0	40,30	110,0
Arsenikki (µg/l)	0,23	0,30	0,052	0,10
Kalsium (mg/l)	31,0	44,0	3,85	5,70
Kadmium (µg/l)	0,011	0,019	0,010	0,010
Koboltti (µg/l)	0,45	1,40	0,044	0,091
Kromi (µg/l)	0,21	0,51	0,21	0,31
Kupari (µg/l)	0,26*	0,37*	0,030*	0,047*
Rauta (µg/l)	812	881	0,57	0,69
Elohopea (µg/l)	0,031	0,15	0,020	0,020
Kalium (mg/l)	35,6	67,0	0,72	0,93
Magnesium (mg/l)	30,0	40,0	1,12	1,60
Mangaani (µg/l)	140	570	7,41	20,0
Molybdeeni (µg/l)	9,68	12,0	4,22	0,42
Natrium (mg/l)	47,1	78,0	1,61	2,20
Nikkeli (µg/l)	0,55*	1,90	0,062*	0,61
Lyijy (µg/l)	0,014*	0,50	0,005*	0,073
Strontium (µg/l)	114	150	22,2	34,0
Sulfaatti (SO ₄ mg/l)	92,4	130	2,70	4,50
Uraani (µg/l)	1,32	2,1	0,078	0,16
Sinkki (µg/l)	1,34*	4,02*	0,016*	0,040*
Ksantaatit (mg/l)	0	0	0	0

Biosaattava pitoisuus

Purkuveden mitattuja pitoisuuksia on verrattu HVMFS 2019:25 :n ja alhaisimman raportoidun NOEC/LOEC:n mukaisiin arviointiperusteisiin ja raja-arvoihin. Näin siitä huolimatta, että arvioinperusteita ja raja-arvoja on itse asiassa tarkoitus käyttää vesiesiintymien tilan luokitteluun eikä purkuveden arviointiin. Vertailu on tehty purkuveden myrkyllisten ominaisuuksien osoittamiseksi.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Nykyisissä toiminnassa purkuveden pitoisuudet ennen Muonionjokeen saapumista ylittävät uraanin vuotuisen keskiarvon (jos otetaan huomioon vain liennut kokonaispitoisuus) ja elohopean enimmäispitoisuutta koskevan raja-arvon arviointiperusteet. Muiden aineiden ja metallien pitoisuudet, jotka ovat SF₆- tai prio-aineita, ovat jo alle vastaavan arviointiperusteen tai raja-arvon purkuvedessä (ennen päästämistä Muonionjokeen) (taulukko 4).

Aineet, joilla on HVMFS 2019:25:n mukaiset ruotsalaiset arviointiperusteet tai raja-arvot

Uraani

Kokonaan liunneen uraanin vuotuinen keskimääräinen kokonaispitoisuus purkuvedessä vuosina 2019–2021 oli 1,32 µg/l (taulukko 4), mitä voidaan verrata arviointiperusteeseen 0,25 µg/l (0,17 µg/l + mitattu taustapitoisuus 0,08 µg/l SS38:ssa).

Uraanin arviointiperustetta koskevassa asiakirja-aineistossa alhaisin ilmoitettu NOEC-arvo on levien osalta 2,7 µg/l, kun taas kalojen havaittu alhaisin LOEC-arvo on > 9 000 µg/l (taulukko 2). Maksimaalinen kokonaan liunneen uraanin vuosikeskiarvo purkuvedessä kyseisellä jaksolla on siten pienempi kuin puolet alimmasta raportoidusta NOEC:stä ja ja paljon alle sen pitoisuuden, jossa vaikutuksia kaloihin on havaittu. Uraanin biosaatava fraktio on huomattavasti alle pitoisuuksien, joiden voidaan odottaa aiheuttavan myrkyllisiä vaikutuksia (/Kemakta 2019)

Elohopea (Hg)

Mitattu elohopean enimmäisarvo 0,15 µg/l purkuvedessä (taulukko 4) ylittää raja-arvon 0,07 µg/l enimmäispitoisuudelle. Kun on kyse elohopean luokittelusta pintavesissä, sovelletaan yleistä poikkeusta, koska ilmakehän laskeuma aiheuttaa yleensä raja-arvon ylittymisen pintaveden osalta Ruotsissa. Pitoisuus on kuitenkin selvästi alle kaloille raportoidun alhaisimman akuutin myrkyllisen vaikutuksen 0,7 µg/l (taulukko 2).

Aineet, joilta puuttuvat HVMFS 2019:25:n mukaiset ruotsalaiset arviointiperusteet tai raja-arvot

Sulfaatti

Mitattu sulfaattipitoisuus purkuvedessä, 91 mg/l vuosikeskiarvona ja 130 mg/l mitattuna enimmäispitoisuutena (taulukko 4) alittaa kanadalaisen kovuuskorjatun ohjearvon 429 mg/l (kuukausikeskiarvo) (taulukko 3). Täten jopa varovaisempi ohjearvo 172 mg/l, jos eurooppalaisia ohjeita vastaavaa turvallisuuskeroa mukautetaan, alitetaan.

Kloridi

Kloridin korkeimmaksi vuosikeskiarvoiksi on mitattu 114 mg/l purkuvedessä ja korkeimmaksi mitatuksi pitoisuudeksi 180 mg/l (taulukko 4), mikä alittaa täten USA:n ja Kanadan raja-/ohjearvot, joiden vuosikeskiarvot vaihtelevat 120–230 mg/l välillä ja enimmäispitoisuus 600–840 mg/l (taulukko 3) välillä paikallisista edellytyksistä riippuen. Kloridin myrkyllisyys vaihtelee veden kovuuden ja sulfaattipitoisuuden mukaan.

Kalium ja magnesium

Kaliumille ja magnesiumille ei ole olemassa kansainvälisiä ohje- tai raja-arvoja, joihin verrata. Magnesiumin mitatut vuosikeskiarvot ja enimmäispitoisuudet 30,0 mg/l ja 40,0 mg/l sekä kaliumin vuosikeskipitoisuus ja enimmäispitoisuus 35,6 mg/l ja 67,5 mg/l mitattuna purkuvedestä (taulukko 4) ylittävät kuitenkin magnesiumin vaikutuspitoisuudet, jotka on havaittu 5,6 mg/l:ssa (krooninen myrkyllisyys) ja kaliumin 96 mg/l (akuutti myrkyllisyys) ja kaliumin kroonisen ja akuutin myrkyllisyyden vaikutuspitoisuudet 6,2 mg/l ja 17,7 mg/l (taulukko 3).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

3.2.2 Purkuveden vaikutus vesieliöihin

Täysin sekoittumattomana meneillään olevan toiminnan purkuveden arvioidaan voivan aiheuttaa tiettyjä myrkyllisiä vaikutuksia vesieliöiden elämään, koska useiden aineiden, kuten kloridin, kaliumin, magnesiumin, sulfaatin ja uraanin, pitoisuudet ylittävät raportoidut eliöstön vaikutuspitoisuudet ja ehdotetut kroonisen altistumisen raja-arvot. SFÄ- tai prio-aineiksi luetelluista aineista uraanin vuosikeskiarvo (jos otetaan huomioon ainoastaan liuennut kokonaispitoisuus) ja elohopean enimmäispitoisuus, jotka ylittävät voimassa olevat arviointiperusteet/raja-arvot.

Laimentamattoman purkuveden myrkyllisillä ominaisuuksilla ei kuitenkaan ole ekologista merkitystä, koska ei ole mitään syytä odottaa vesieliöiden pysyvän pumppausputken sisällä merkittävässä määrin. Sen vuoksi arvioitaessa kaivostoiminnasta Muonionjokeen virtaavan purkuveden vaikutuksia vesieliöihin purkuveden myrkyllisyyden lisäksi arvioinnissa on otettava huomioon myös laimennus.

Näin ollen on kehitetty ja validoitu hydrologinen malli purkuveden laimentamiselle purkupisteestä alavirtaan (WSP, 2022b). Tässä raportissa tilitetään purkuveden laimennusluvut ja leviäminen Muonionjoessa eri virtaamaskenaarioissa. Yhtiön omavalvonnassa vesinäytteet ja biologinen näytteenotto otetaan useilta asemilta ja hydrologinen malli on validoitu näiden näytteenottopisteiden vesikemiatiedoilla. Näytteenottopiste SS39 sijaitsee noin 1 km alavirtaan purkupisteestä ja SS60 vielä noin 10 km alavirtaan.

Hydrologisesta mallista ilmenee selvästi, että purkuvesi laimentuu voimakkaasti pian Muonionjokeen purkamisen jälkeen. Näytteenottopisteessä SS39 saadaan veden virtauksesta riippuen 62-1122-kertainenpurkuveden laimennus (taulukko 5). Pienin laimennusluku saadaan huhtikuussa, jolloin Kaunisvaaran alueen lumen sulaminen lisää purkuvirtaamia Muonionjoen virtaaman ollessa edelleen alhainen Vuosikeskiarvoksi saadaan laimennusluku 393, mikä tarkoittaa, että 0,25 prosenttia näytteenottopisteen SS39 vedestä on purkuvettä (taulukko 5). Muonionjoen veden virtaama on alimmillaan talvikuukausina, jolloin purkamista ei tapahdu nykyisessä toiminnassa.

Taulukko 5. Näytteenottopisteiden SS39 ja SS60 laimennusluvut purettaessa vettä Kaunisvaaran nykyisestä kaivostoiminnasta Muonionjokeen (WSP, 2022).

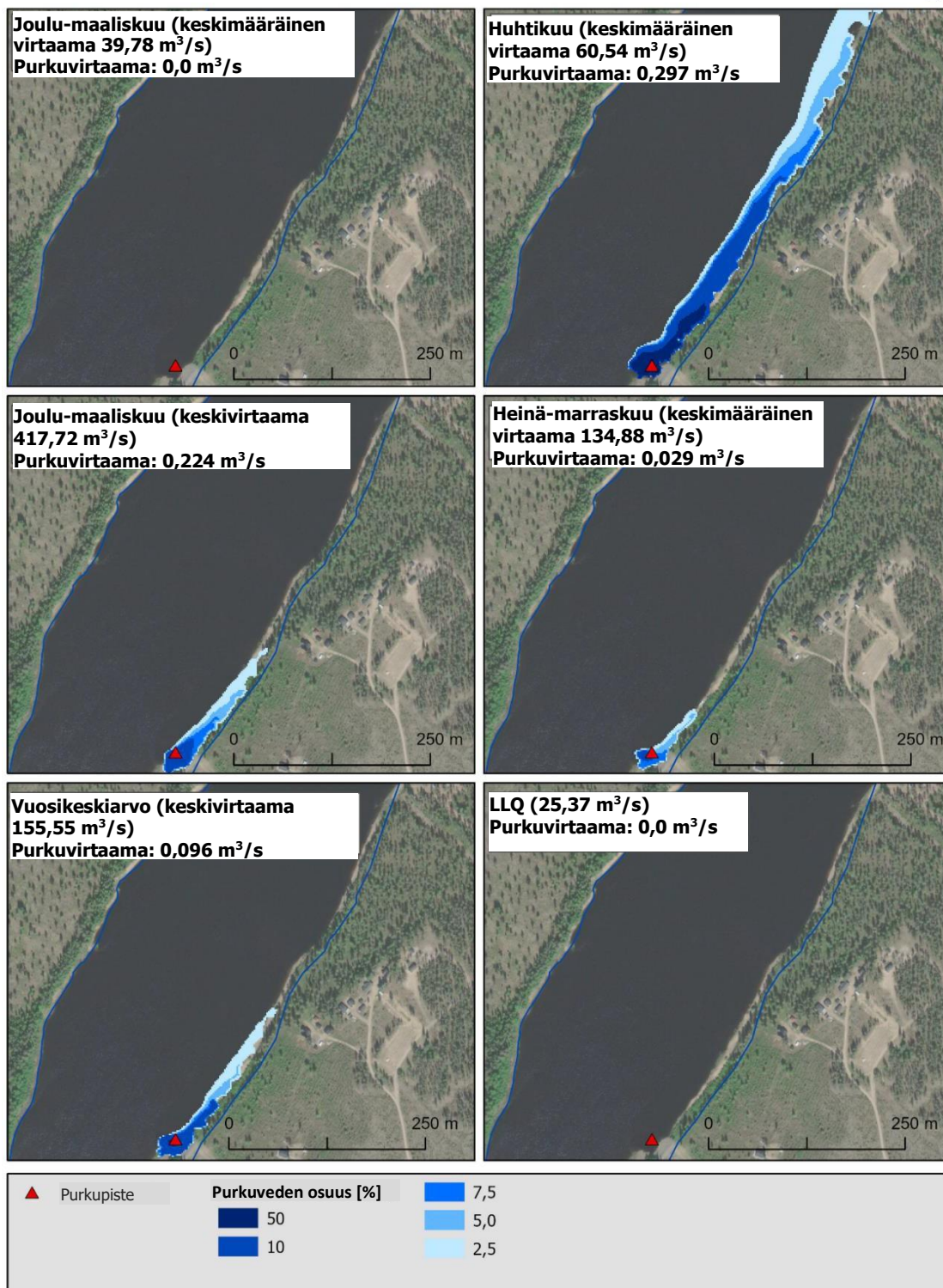
Skenaario	SS39	SS60
joulumaaliskuu	-	-
huhtikuu	62	198
touko-kesäkuu	393	1 428
heinä-marraskuu	1 122	4 057
MQ	393	1 387
LLQ	-	-

Suurin prosentuaalinen purkuveden laimennus tapahtuu jo Muonionjoen purkupisteessä, jolloin pitoisuudet laimentuvat noin puoleen. Tämä tarkoittaa, että ainoastaan aineet, joiden laimennusluku on >2 purkamisen jälkeen eli joiden laimennus on alle puolet vaaditaan, ylittävät edelleen arviointiperusteet/raja-arvot tai alimman NOEC/LOEC-arvon jossakin sekoitusvyöhykkeen osassa (sekoitusvyöhykkeen kuvaus, katso WSP 2020). Tämän jälkeen laimennus jatkuu etäisyyden kasvaessa purkamispaikasta.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Vuosikeskivirtaamassa laimennusluku 10 on saavutettu 100 metriä alavirtaan purkupisteestä, joka on lähinnä eteläistä rantaa (kuva 1). Tämä tarkoittaa, että alle 10% vedestä 100 m purkupisteestä alavirtaan olevasta vedestä on purkuvettä ja yli 90% Muoninjoen luonnollista vettä

KAUNIS IRON AB:N PÄÄSTÖT MUONIONJOKEEN - PLYYMIN LEVIÄMINEN JA SUUNTA PÄÄSTÖALUEELLA, ILMAISTUNA PURKUVEDEN OSUUTENA VUONNA 2021



Kuva 1. Muonionjoen purkuveden mallinnettu laimennus (WSP, 2022b).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Purkuveden aineet, joiden laimennusluvun lasketaan olevan >2 , ovat uraani (kokonaan liuennut pitoisuus), kalium ja magnesium vuosikeskiarvoina sekä elohopean ja kaliumin enimmäispitoisuus (taulukko 6). Nämä täten aineita, jotka laskettujen pitoisuuksien perusteella ylittävät voimassa olevat arviointiperusteet/raja-arvot tai alimmat NOEC/LOEC-arvot jossakin sekoitusvyöhykkeen osassa.

Taulukko 6. Aineet, jotka ylittävät arviointiperusteen tai alimman raportoidun (nollan)vaikutuspitoisuuden (NOEC/LOEC) ja laimennusluvun, joka vaaditaan arviointiperusteen tai NOEC/LOEC:n alittamiseen.

Aine	Pitoisuus	Arviointiperuste / NOEC/LOEC	Arviointiperusteen vaatima laimennusluku/ NOEC/LOEC	Arviointiperusteen vaatima laimennusluku/ NOEC/LOEC
Kalium (mg/l)	35,6 /67	6,2 ^a / 17,7 ^b	5,74 / 3,78	17,4 / 26,5
Elohopea (Hg) (µg/l)	0,15	0,07	2,14	46,7
Magnesium (mg/l)	30,2	5,6 ^a	5,39	18,6
Uraani (µg/l)	1,32	0,17 + 0,08 = 0,25	7,77	13,0

^a LOEC

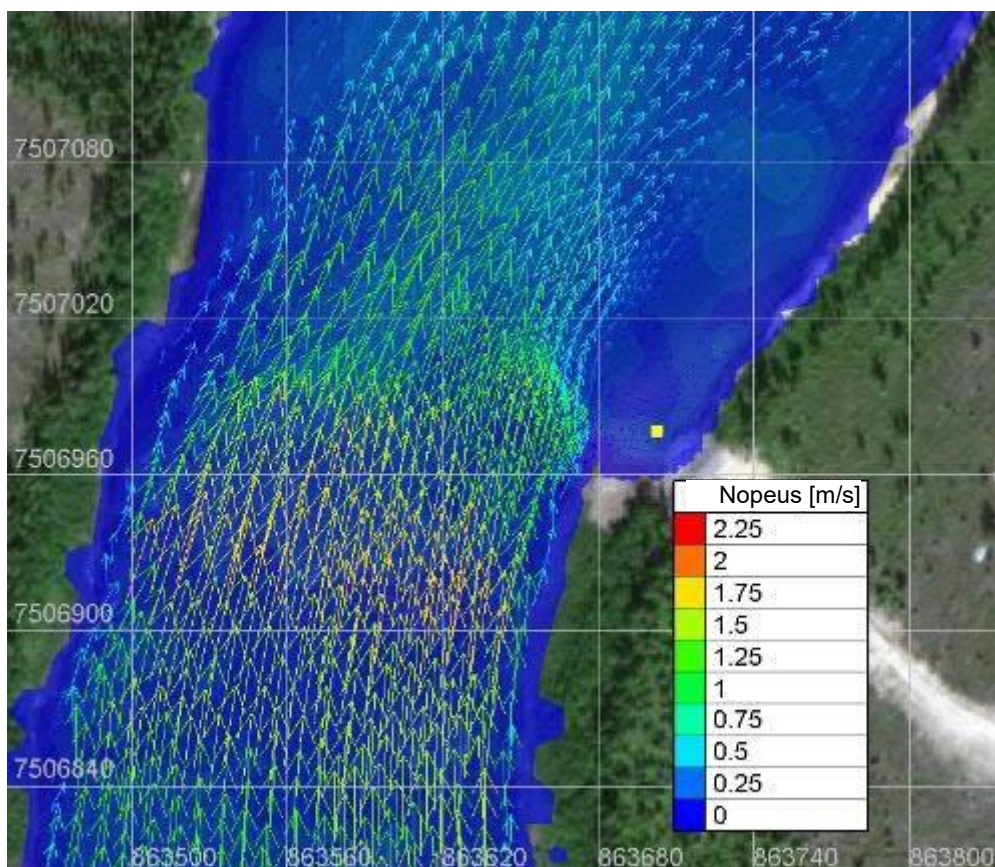
^b Akuutti myrkyllinen

Purkuveden laimennus tapahtuu nopeasti ja myös alimmassa virtaamassa purkamisen tapahtuessa (huhtikuu), purkuveden arvioidaan laimentuvan 95 prosenttisesti noin 500 metrin päässä purkupisteestä (kuva 1). Tämän tuloksena saadut pitoisuudet alittavat selvästi nykyiset arviointiperusteet/raja-arvot ja alimmat NOEC/LOEC-arvot, joten aineilla ei näin ollen arvioida olevan vaaraa aiheuttaa myrkyllisiä yhteisvaikutuksia vesieliöihin Muonionjoessa. Tämä purkuveden plyymi seuraa lähintä rantaa joen eteläpuolella (sama puoli jossa on purkupiste) ja tällä osuudella purkuvesi ei vaikuta suurimpaan osaan joen leveydestä

Maaeläimille, jotka hakevat ruokaa vedestä, kuten nääteläimet ja petolinnut, kohonneet uraanipitoisuudet voivat johtaa sekundaariseen myrkytykseen saastuneen ruoan kautta. Kalojen syömisestä aiheutuvien myrkyllisten vaikutusten sekundaarisen myrkytyksen ohjearvoksi on laskettu nääteläimille 0,75 mg/kg ja petolinnuille 0,42 mg/kg. Muissa tutkimuksissa vuosikeskipitoisuus 1,54 µg/l on antanut tulokseksi, että kokonaisten kalojen keskipitoisuus on 0,15 mg/kg, mitä voidaan verrata korkeimpaan mitattuun vuosikeskipitoisuuteen 1,32 µg/l purkuvedessä. Muonionjokeen päästettäessä uraanipitoisuus laimennetaan jo purkukohdassa noin puoleen, jolloin kertymän kaloihin tulisi olla vielä pienempi.

Nykyisen toiminnan päästöjen mallintaminen osoittaa, että kalojen (touko-marraskuun) vaellusaikana on vain hyvin rajallinen alue, jossa sekoittuneen purkuveden osuus joessa ylittää 1 prosentin. Tämä alue ulottuu keskivirtaamassa noin 500 metriä purkupisteestä alavirtaan, mutta se on vain lähinnä joen etelärantaa oleva plyymi (kuva 1). Purkuveden rajallisen leviämisen ansiosta vaeltavien kalojen siirtymäkuvioon ei katsota vaikutettavan Muonionjoessa, vaikka purkuvesi sisältäisi suurempia kiintoaineen ja liuenneiden aineiden pitoisuuksia. Tämä siksi, että purkamisen aikana on mahdollista, että kalat voivat siirtyä joen suuriin osiin, joihin ylivuotovesi ei vaikuta lainkaan ja joissa on myös suurempi virtausnopeus (kuva 2), jota vaeltavat kalat yleensä suosivat.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin



Kuva 2. Muonionjoen virtausnopeus purkuveden purkauspisteessä (keltainen merkintä) (WSP, 2020).

Riski purkuveden vaikutuksesta vaelluskalojen mahdollisuuksiin liikkua Muonionjoessa katsotaan tätä taustaa vasten vähäiseksi.

Myrkyllisten vaikutusten ja kalojen liikkumiseen vaikuttamisen riskin lisäksi purkuvesi sisältää kohonneita ravinteiden pitoisuuksia ylävirtaan päästöpisteestä olevaan veteen verrattuna (taulukko 4). Ravinteiden lisääntyneen määrän arvioidaan johtaneen vesikasvillisuuden lisääntymiseen rajoitetulla alueella, joka ulottuu noin 200 metriä alavirtaan purkupisteestä (Pelagia, 2021a).

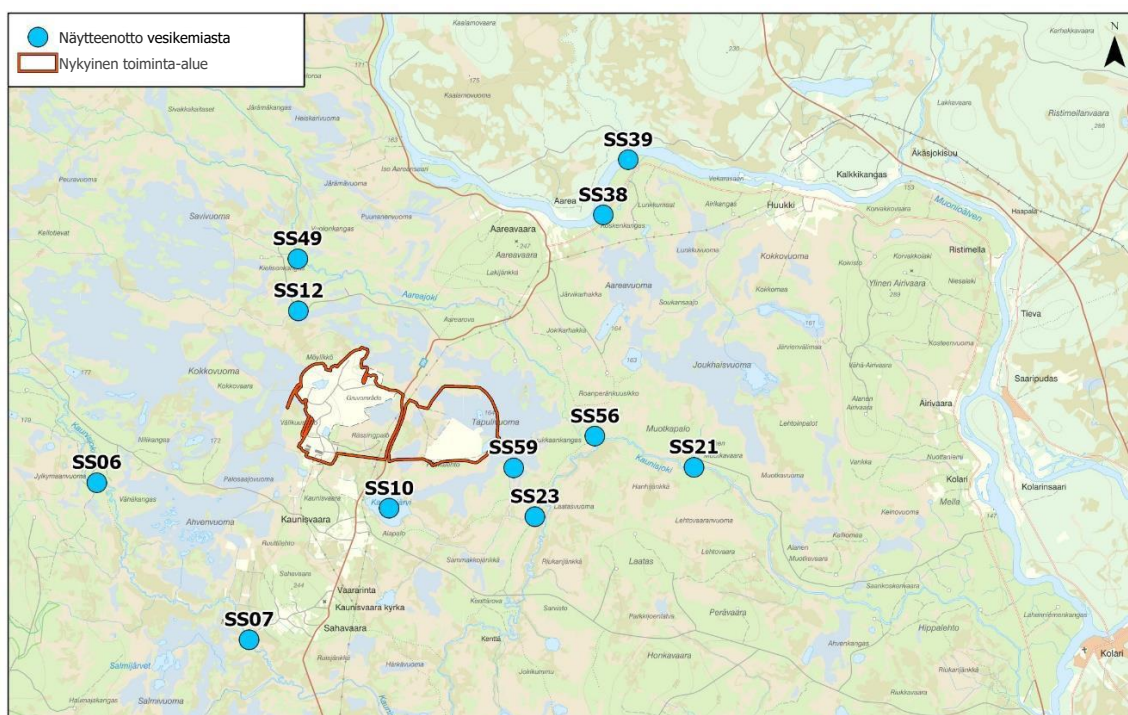
Vesieliöihin kohdistuvan vaikutusriskin kokonaisarviointi

Kokonaisuutena katsoen purkuveden vähäinen myrkyllisyys ja voimakas laimennus antavat tulokseksi vaikutusalueen, jolla voi esiintyä välittömien ja sekundaaristen myrkyllisten vaikutusten riskiä vesieliöihin, vaikutuksia vaelluskaloihin ja ravinnekuormitukseen purkuvedestä, on vain hyvin rajoitettu osa sekoitusvyöhykkeestä. Arviointi on yhdenmukainen purkupisteen alajuoksulla tehtyjen biologisten tutkimustulosten kanssa. Ne eivät ole osoittaneet kielteisiä vaikutuksia vesieliöihin nykyisestä kaivostoiminnasta ja biologiset laatutekijät indikoivat *Hyvää-Korkeaa* ekologista statusta lajeille, jotka eivät poikkea negatiivisesti yläjuoksulla olevasta vertailupaikasta (liite H3; Pelagia, 2020a; Pelagia, 2021b).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

3.2.3 Hajavalumien ympäristövaikutukset nykyisen toiminnanaikana

Sen lisäksi, että toiminnan vaikutus Muonionjoen purkuvesistöön on arvioitu, myös kaivosalueen mahdolliset hajavaikutukset on arvioitu. NHajavalumat nykyiseltä kaivosalueelta, mukaan lukien hiekka- ja selkeytysallas, voisivat yltää Aareajokeen (SS56) pohjoisessa, vaihtoehtoisesti Kaunisjärveen (SS10) ja Patojokeen (SS23) etelässä. Tapulivuoman kosteikkoalueelta, jossa hiekka- ja selkeytysallas sijaitsee, vesi valuu kaakkoon kohti Veuhkosenojaa (SS59), joka sitten virtaa alas Patojokeen Kaunisjärven alajuoksulla. Patojoki yhtyy Kaunisjokeen, johon myös Aareajoki liittyy hieman alempana. Kaikki nykyisen Kaunisvaaran kaivosaluetta ympäröivät vesistöt liittyvät näin yhteen Kaunisjoessa (SS21), joka yhtyy Muonionjokeen hieman Kolarin yläpuolella (kuvio 3).



Kuva 3. Vesikemian näytteenottpisteet Kaunis Ironin omaavolntaohjelmassa.

Näistä joista sekä Kaunisjärvestä otetaan säännöllisesti vesinäytteitä. Useimmissa näistä pisteistä näytteenotto alkoi jo vuonna 2009 eli noin kolme vuotta ennen Kaunisvaaran kaivostoiminnan aloittamista. Näiden näytteiden yhteenveto on aiemmin tilitetty hakemuksessa, liite H3, ja tulokset ovat aina vuoteen 2018 asti. Vuosien 2019 ja 2020 näytteiden tulosten täydennys on tilitetty vastaavissa taulukoissa alla Patojoen ja Kaunisjoen alaosan näytteenottpisteistä.

Näytteenottpisteessä SS23 Patojoen alaosassa pääaineiden, kuten kalsiumin, magnesiumin, kloridin ja sulfaattien, pitoisuus on kasvanut hieman vuodesta 2012–2013 verrattuna vuosiin 2009–2011 (ennen Kaivostoiminnan aloittamista Kaunisvaarassa). On todennäköistä, että hajavalumat kaivosalueelta Kaunisjärven ja Veuhkosenojan kautta, selittävät tämän pitoisuuden kasvun (taulukko 7). Mitattu pitoisuuden kasvu osoittaa selvästi, että hajavalumien laajuus on vain marginaalinen. Pääaineiden mitatut pitoisuudet ovat koholla taustapitoisuuksiin verrattuna, mutta ne ovat selvästi edelleen alle kaikkien tunnettujen (nolla)vaikutuspitoisuuksien, eikä niiden katsota aiheuttavan vesieliöihin kohdistuvien kielteisten vaikutusten riskiä.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Kaiille analysoiduille metalleille on luokiteltu Hyvä status HVMFS 2019:25 mukaan, eikä pitoisuuden myöskään nähdä kasvavan ajan myötä.

Taulukko 7. Mitatut pitoisuudet Patojoen näytteenottopisteessä SS23 vuosien 2009–2020 omavalvontanäytteissä (vuosikeskiarvot yleensä 6 näytteestä vuodessa). Luokitukset HVMFS 2019:25 mukaan, vihreä väri osoittaa *Hyvä status*.

SS23	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Liite 2												
Arsenikki (µg/l)	0,11	0,09	0,10	0,11	0,12	0,10	0,090	0,13	0,11	0,11	0,090	0,11
Kromi (µg/l)	0,11	0,12	0,25	0,29	0,18	0,17	0,20	0,21	0,21	0,24	0,20	0,20
Kupari (µg/l)	0,23	0,24	0,23	0,30	0,19	0,25	0,41	0,25	0,30	0,24	0,32	0,52*
Uraani (µg/l)	-	-	0,010	0,010	0,010	0,010	0,040	0,050	0,040	0,080	0,030	0,030
Sinkki (µg/l)	2,53	2,75	6,00*	1,91	1,71	2,79	4,47	3,94	1,59	9,22*	3,62	2,33
Ammoniakki (NH _{3-N} µg/l)	0,040	0,020	0,050	0,030	0,040	0,080	0,12	0,14	0,13	0,12	-	-
Nitraatti (NO _{3-N} µg/l)	36,8	34,4	30,7	61,3	41,6	65,8	58,7	39,0	90,1	103	61,5	39,0
Liite 6												
Kadmium (µg/l)	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Nikkeli (µg/l)	0,22	0,17	0,26	0,29	0,36	0,25	0,25	0,91	0,23	0,32	0,25	0,21
Lyijy (µg/l)	0,09	0,03	0,05	0,05	0,05	0,03	0,06	0,17	0,06	0,05	0,03	0,04
Muut parametrit												
Kalsium (mg/l)	8,46	6,63	8,84	10,4	11,5	14,7	11,7	11,7	12,6	15,2	16,9	14,1
Magnesium (mg/l)	2,36	1,90	2,60	2,77	3,38	4,41	3,65	4,11	4,99	6,42	6,54	6,26
Kloridi (mg/l)	1,15	1,00	1,10	1,10	3,80	7,10	3,00	2,60	2,00	1,90	11,8	10,0
Sulfaatti (mg/l)	3,40	2,50	2,50	3,40	3,50	5,20	6,00	8,20	10,0	9,20	15,0	13,4
Ammonium (NH _{4-N} µg/l)	26,3	17,0	82,8	72,9	44,5	149	154	112	108	74,0	95,9	52,4
TOC (mg/l)	11,1	11,7	13,1	15,3	14,9	15,0	15,4	19,6	17,1	15,6	10,1	12,8
P-TOT (µg/l)	57,3	51,2	65,8	74,6	66,8	66,2	70,8	83,0	74,5	68,0	54,3	42,6
Emäksisyys (mg HCO ₃ -/l)	0,59	0,39	0,43	0,47	0,54	0,84	0,58	0,70	0,63	0,85	0,80	0,63
pH	6,70	6,61	6,69	6,64	6,79	6,75	6,84	6,98	6,95	7,22	7,14	6,95

*Kokonaan liuennut pitoisuus ylittää arviointiperusteen, arviointi tehty biosaatavasta pitoisuudesta (HVMFS 2019:25:n mukaan)

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Näytteenottopisteessä SS21 Kaunisjoen alaosaan ei ole selkeää suuntausta pitoisuuksien muutoksista ajan myötä, ei pääaineiden, metallien tai ravinteiden osalta. Patojoen pääaineiden pitoisuuden kasvu ei ole johtanut pitoisuuksien selvään muutokseen alajuoksulla olevassa Kaunisjoessa (taulukko 8).

Taulukko 8. Mitatut pitoisuudet Patojoen näytteenottopisteessä SS21 vuosien 2009–2020 omavalvontanäytteissä (vuosikeskiarvot yleensä 6 näytteestä vuodessa). Luokitukset HVMFS 2019:25 mukaan, vihreä väri osoittaa *Hyvä status*.

SS21	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Liite 2												
Arsenikki (µg/l)	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,04	0,07	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08
Kromi (µg/l)	0,25	0,16	0,30	0,27	0,31	0,14	0,21	0,24	0,20	0,31	0,26	0,27
Kupari (µg/l)	0,56*	0,37	0,44	0,39	0,27	0,15	0,43	0,34	0,18	0,24	0,41	0,46
Uraani (µg/l)	-	-	0,09	0,08	0,08	0,04	0,07	0,11	0,07	0,10	0,12	0,09
Sinkki (µg/l)	1,38	1,90	7,54*	2,55	2,41	0,41	1,48	2,02	2,10	1,08	3,95	2,10
Ammoniakki (NH ₃ -N µg/l)	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	-	0,01	0,01	0,01	0,01	-	-
Nitraatti (NO ₃ -N µg/l)	6,60	10,80	15,21	14,28	22,10	16,55	13,71	9,74	12,80	6,19	21,16	14,67
Liite 6												
Kadmium (µg/l)	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01
Nikkeli (µg/l)	0,17	0,16	0,24	0,24	0,17	0,12	0,18	0,18	0,15	0,19	0,22	0,17
Lyijy (µg/l)	0,07	0,03	0,04	0,05	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,03
Muut parametrit												
Kalsium (mg/l)	5,74	4,98	5,32	5,21	7,08	7,68	4,66	4,47	5,07	5,90	5,56	6,87
Magnesium (mg/l)	1,58	1,41	1,40	1,51	1,97	2,14	1,34	1,31	1,49	1,72	1,74	2,00
Kloridi (mg/l)	0,86	0,77	0,7	1,2	0,8	1,20	0,80	0,70	0,60	1,30	1,11	1,29
Sulfaatti (mg/l)	3,6	2,99	3	4	3	4,1	2,8	2,7	2,66	4,3	3,90	4,00
Ammonium (NH ₄ -N µg/l)	8,40	7,03	7,84	8,49	11,22	10,08	11,40	11,04	10,40	7,56	16,95	10,33
TOC (mg/l)	7,26	8,53	9,14	9,90	9,62	9,30	10,24	10,59	10,00	9,20	7,85	8,60
P-TOT (µg/l)	21,00	23,2	20,2	26,7	24,3	21,1	19,38	23,07	22,69	23,99	25,75	20,00
Emäksisyys (mg HCO ₃ ⁻ /l)	0,34	0,29	0,28	0,23	0,34	0,41	0,22	0,31	0,23	0,35	0,27	0,33
pH	6,60	6,70	6,60	6,66	6,82	6,60	6,76	6,66	6,73	7,05	6,86	7,06

*Kokonaan liuenut pitoisuus ylittää arviointiperusteen, arviointi tehty biosaatavasta pitoisuudesta (HVMFS 2019:25:n mukaan)

Koska missään testipisteessä ei ole mitattu kohonneita metallipitoisuuksia ja pääaineiden pitoisuuden nousu on selvästi alle tunnettujen (nolla)vaikutuspitoisuuksien tai näiden aineiden ulkomaisten raja-/ohjearvojen, kaivosalueelta peräisin olevan hajavalumisen ei katsota aiheuttavan vesieliöille haitallisten vaikutusten riskiä, ei Veuhkosenojassa, Patojoessa eikä missään muussa purkuvesistössä.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesielioihin

3.3 Haettu toiminta

3.3.1 Myrkyllisyys purkuvedessä

Kunkin myrkyllisyyden arviointiin sisältyvän yksittäisen aineen arviointiperusteet, raja-arvot ja pienimmät (nolla)vaikutuspitoisuudet on kuvattu, mukaan lukien viitteet tilitettyihin tietoihin luvussa 3.1 "Arviointiperusteet, raja-arvot ja (nolla)vaikutuspitoisuudet".

Haetulle toiminnalle on metallien ja pääaineiden pitoisuudet mallinnettu purkuvedessä (WSP, 2022b), jotta voidaan arvioida haetun toiminnan vaikutusta vesiympäristöihin. Nykyisen toiminnan tapaan, purkuvesivesi myös haetussa toiminnassa sisältää korkeampia pitoisuuksia liuenneita pääaineita ja suoloja nykyisetkin ja suuremman emäksisyyden verrattuna Muonionjoen viiteasemaan purkuveden purkupisteen (SS38) yläjuoksulla, katso taulukko 9.

Verrattuna nykyiseen toimintaan lasketaan haetun toiminnan purkuveden lasketaan sisältävän myös korkeampia pitoisuuksialahinnä kobolttia, kromia, nikkeliä, sulfaattia, uraania ja sinkkiä sekä ksantaatteja. Jälkimmäistä ei käytetä tuotannossa nykyisiin.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Taulukko 9. Mallinnettu vesikemia purkuvedessä (PRO6) vuoden aikana korkeimmissa päästöissä ja korkeimmassa mitatussa vuosikeskiarvo- ja enimmäispäästöissä, t Muoniojokeen ja suurimmat mitatut vuotuiset ja keskiu- ja enimmäispitoisuudet viiteasemalla (SS38) purkuveden purkupaikanyläjuoksulla vuosina 2019–2021.

Aineet	Purkuvesi (PRO6)		Purkupisteestä ylävirtaan (SS38)	
	Haettu toiminta vuonna 11		Nykytilanne (korkeimmat pitoisuudet)	
	Vuosikeskiarvo	Enimmäispitoisuus	Vuosikeskiarvo	Enimmäispitoisuus
pH	7,13	7,33	7,19	7,37
Emäksisyys (mg HCO ₃ -l)	6,56	9,6	0,24	0,46
Kloridi (mg/l)	83,5	115	0,65	1,30
Kokonaisfosfori (µg/l)	24,9	31,7	10,7	39,0
Nitraatti (NO ₃ µg/l)	4164	5354	35,2	107
Alumiini (µg/l)	2,00	2,85	40,3	110
Arsenikki (µg/l)	0,037	0,06	0,052	0,10
Kalsium (mg/l)	128	165	3,85	5,7
Kadmium (µg/l)	0,029	0,036	0,01	0,01
Koboltti (µg/l)	4,25	4,71	0,044	0,091
Kromi (µg/l)	3,90	4,35	0,21	0,31
Kupari (µg/l)	0,011*	0,014*	0,030*	0,047*
Rauta (µg/l)	0,50	0,57	0,57	0,69
Elohopea (µg/l)	0,007	0,008	0,02	0,02
Kalium (mg/l)	59,4	82,8	0,72	0,93
Magnesium (mg/l)	30,4	35,5	1,12	1,6
Mangaani (µg/l)	0,002	0,003	7,41	20,0
Molybdeeni (µg/l)	21,5	24,0	4,22	0,42
Natrium (mg/l)	43,1	63,9	1,61	2,20
Nikkeli (µg/l)	20,7*	101	0,062*	0,61
Lyijy (µg/l)	0,0003*	0,002	0,005*	0,073
Strontium (µg/l)	131	172	22,2	34
Sulfaatti (SO ₄ mg/l)	1690	2627	2,7	4,5
Uraani (µg/l)	7,14	7,86	0,078	0,16
Sinkki (µg/l)	15,9*	18,2*	0,016*	0,040*
Ksantaatit (mg/l)	0,67		0	
TDS (mg/l)	2060	3 124	55,2	

Biosaattava pitoisuus

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Aineet, joilla on HVMFS 2019:25:n mukaiset ruotsalaiset arviointiperusteet tai raja-arvot

Arvioitaessa mahdollisia vaikutuksia vesieliöihin arviointi on perustunut vuoteen, jona purkuvedessä odotetaan suurimpia pitoisuuksia, minkä arvioidaan tapahtuvan tuotantovuonna 11 haetun toiminnan osalta (lisäys A2). E). Purkuveden mallinnettuja pitoisuuksia on verrattu HVMFS 2019:25:n mukaisiin arviointiperusteisiin ja raja-arvoihin sekä pintaveden alimpiin havaittuihin (nolla)vaikutuspitoisuuksiin.

Kromin, nikkelin, uraanin, sinkin ja nitraatin vuosikeskipitoisuuksien sekä nikkelin enimmäispitoisuuden purkuvedessä lasketaan ylittävän HVMFS 2019:25:n mukaiset arviointiperusteet ja raja-arvot. Muiden SFÄ- ja prio-aineiksi lueteltujen aineiden ja metallien pitoisuus on jo alle voimassa olevan arviointiperusteiden ja raja-arvojen pintaveden osalta jo purkuvedessä (ennen purkamista Muonionjokeen) (taulukko 9).

Kromi

Kromin mallinnettu vuosikeskipitoisuus purkuvedessä 3,9 µg/l (taulukko 9) on hieman korkeampi kuin aineen arviointiperusteen vuosikeskiarvo 3,6 µg/l. Arvioitu vuotuinen keskiarvo ylittää äyriäisten alhaisimman ilmoitetun NOEC-arvon (krooninen myrkyllisyys) 0,0005 µg/l, mutta alittaa kaloille alhaisimman ilmoitetun NOEC-arvon 10 µg/l (taulukko 2).

Uraani

Täysin liuenneen uraanin mallinnetun vuosikeskipitoisuuden purkuvedessä lasketan saavuttavan haetussa toiminnassa 7,14 µg/l (taulukko 9), kun taas pintavedessä olevan liuenneen uraanin arviointiperuste on 0,25 µg/l (0,17 µg/l + taustapitoisuus, jonka on mitattu olevan 0,08 µg/l SS38:ssa). Uraanin biosaattavan fraktion osuuden lasketaan kuitenkin alittavan arviointiperusteen jo purkuvedessä. Alhaisin raportoitu NOEC on levillä 2,7 µg/l (taulukko 2), kun taas pienin vaikutus kaloihin on havaittu > 9 000 µg/l pitoisuudessa. Liuenneen uraanin mallinnetun kokonaispitoisuuden vuosikeskiarvo on siten kolme kertaa suurempi kuin alin NOEC, mutta selvästi pienempi kuin pitoisuus, jossa vaikutuksia kaloihin on havaittu.

Sinkki

Haetuissa toimissa mallinnettu sinkin biosaattavan pitoisuuden vuosikeskiarvo haetun toiminnan purkuvedessä on 15,9 µg/l (taulukko 9), mikä ylittää sinkin vuosikeskiarvon arviointiperusteen 5,5 µg/l pintavedessä. Pitoisuus on kuitenkin pienempi kuin alin raportoitu sinkin NOEC 19,7 µg/l, joka on todettu viherlevillä (taulukko 2).

Nitraatti

Purkuveden mallinnettu nitraattipitoisuus haetussa toiminnassa on 4 164 µg/l (taulukko 9), mikä ylittää vuosikeskiarvon arviointiperusteen 2 200 µg/l. Mallinnettu pitoisuus on alle kaloille raportoidun alhaisimman NOEC:n 11 200 µg/l (taulukko 2).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Nikkeli

Mallinnettu nikkelin vuosikeski- ja enimmäispitoisuus on 20,1 µg/l biosaatava pitoisuus ja vastaavasti 101 µg/l kokonaispitoisuus purkuvedessä ylittää vuosikeskiarvon raja-arvon, joka on 4 µg/l biosaatava pitoisuus ja vastaavasti 34 µg/l enimmäispitoisuus (taulukko 9). Lasketut vuosikeskiarvot ja enimmäispitoisuudet ovat myös noin kolme kertaa suuremmat kuin alhaisin raportoitu NOEC-arvo 6,8 µg/l (taulukko 2).

Aineet, joilta puuttuvat HVMFS 2019:25:n mukaiset ruotsalaiset arviointiperusteet tai raja-arvot Sulfaatti

Mallinnettu sulfaatin vuosikeskipitoisuus haetun toiminnan purkuvedessä on 1 690 mg/l (taulukko 9), mikä ylittää kanadalaisen ohjearvon 429 mg/l veden kovuus huomioon ottaen (taulukko 3). Myös enimmäispitoisuus 2 627 mg/l ylittää selvästi ehdotetun ohjearvon. Jos kanadalainen ohjearvo korjataan suuremmalla turvakertoimella (5), ohjearvo olisi 172 mg/l ja ero purkuveteen olisi tietenkin suurempi.

Kloridi

Haetun toiminnan mallinnetun purkuveden kloridin vuosikeskipitoisuudeksi on laskettu enintään 83,5 mg/l ja enimmäispitoisuudeksi 115 mg/l, mikä on alle USA:n ja Kanadan voimassa olevien ohjearvojen. Kanadassa ja USA:ssa ohjeet/raja-arvot vaihtelevat vuosikeskiarvojen 120–230mg/l ja enimmäispitoisuuksien 600–840mg/l välillä paikallisista olosuhteista riippuen (taulukko 3). Kloridin negatiivisen vaikutuksen on myös havaittu vähenevän sulfaattipitoisuuden lisääntyessä.

Koboltti

Mallinnetun ylivuotoveden vuotuisen keskimääräisen kobolttipitoisuuden haetussa toiminnassa on laskettu olevan 4,25 µg/l (taulukko 9), mikä ylittää krooniselle altistukselle ehdotetun raja-arvon 1,8 µg/l. Laskettu vuosikeskiarvo on hieman alle alimman raportoidun LOEC:n 4,2 µg/l (taulukko 2).

Kalium ja magnesium

Suurin laskettu vuosikeskipitoisuus purkuvedessä haetulle toiminnalle on magnesiumin osalta 30,4 mg/l ja kaliumin laskettu enimmäispitoisuus on 82,8 mg/l (taulukko 9). Molemmat ylittävät havaitut vaikutuspitoisuudet. Näiden aineiden myrkyllisistä vaikutuksista on hyvin rajoitetusti aineistoa, mutta magnesiumin kroonisia ja akuutteja vaikutuksia on havaittu 5,6 mg/l ja 96 mg/l pitoisuuksissa ja kaliumin kroonisia ja akuutteja myrkyvaikutuksia on havaittu 6,2 mg/l:ssa ja 17,7 mg/l:ssa (taulukko 3).

Ksantaatit

Haetun toiminnan ksantaatin vuosikeskipitoisuuden purkuvedessä lasketaan olevan 0,67 mg/l (taulukko 9, Pålsson, 2020: Liite F2), joka on hieman suurempi kuin havaitut vaikutuspitoisuudet kroonisessa ja akuutissa altistumisessa viherlevillä. Lasketut ksantaattipitoisuudet ovat kuitenkin selvästi alle kaloille raportoitujen alhaisimpien vaikutuspitoisuuksien .

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arvot vaikutuksista vesieliöihin

3.3.2 Vesieliöihin kohdistuvan vaikutusriskin arviointi Muonionjoessa

Ilman sekoittamista Muonionjoen veteen haetun toiminnan purkuveden arvioidaan voivan vaikuttaa vesieliöihin, koska useiden aineiden pitoisuudet ylittävät asetetut raja-arvot ja arviointiperusteet sekä havaitut (nolla)vaikutuspitoisuudet eliöstöön. Tämä koskee sekä kroonista että akuuttia altistumista. Laimentamattoman purkuveden myrkyllisillä ominaisuuksilla ei kuitenkaan ole ekologista merkitystä, koska ei ole mitään syytä odottaa vesieliöiden pysyvän pumppausputken sisällä merkittävässä määrin. Sen vuoksi arvioitaessa Kaunisvaaran kaivostoiminnasta Muonionjokeen päästettävän purkuveden vaikutuksia vesieliöihin, purkuveden myrkyllisyyden lisäksi arvioinnissa on otettava huomioon myös laimennus.

Näin ollen on kehitetty ja validoitu hydrologinen malli purkuveden laimentumiselle purkupisteen alajuoksulla (WSP, 2022b). Tässä raportissa tilitetään purkuveden laimennusluvut ja leviämin eri virtausskenaarioissa Muonionjoessa sekä lasketut purkuvesimäärät haetun toiminnan tuotantovuonna 11. Hydrologinen malli on validoitu vertaamalla nykyisessä toiminnassa (WSP, 2022b) mitattuihin purkuvesistöpitoisuuksiin. Mallin avulla on laskettu sekoittuminen eri virtausskenaarioille ja laimennusluvuille yrityksen omaavalvonnassa käytetyissä näytteenottopisteissä (taulukko 10). Näytteenottopiste SS39 sijaitsee noin 1 km alavirtaan purkupisteestä ja SS60 vielä siitä noin 10 km alavirtaan.

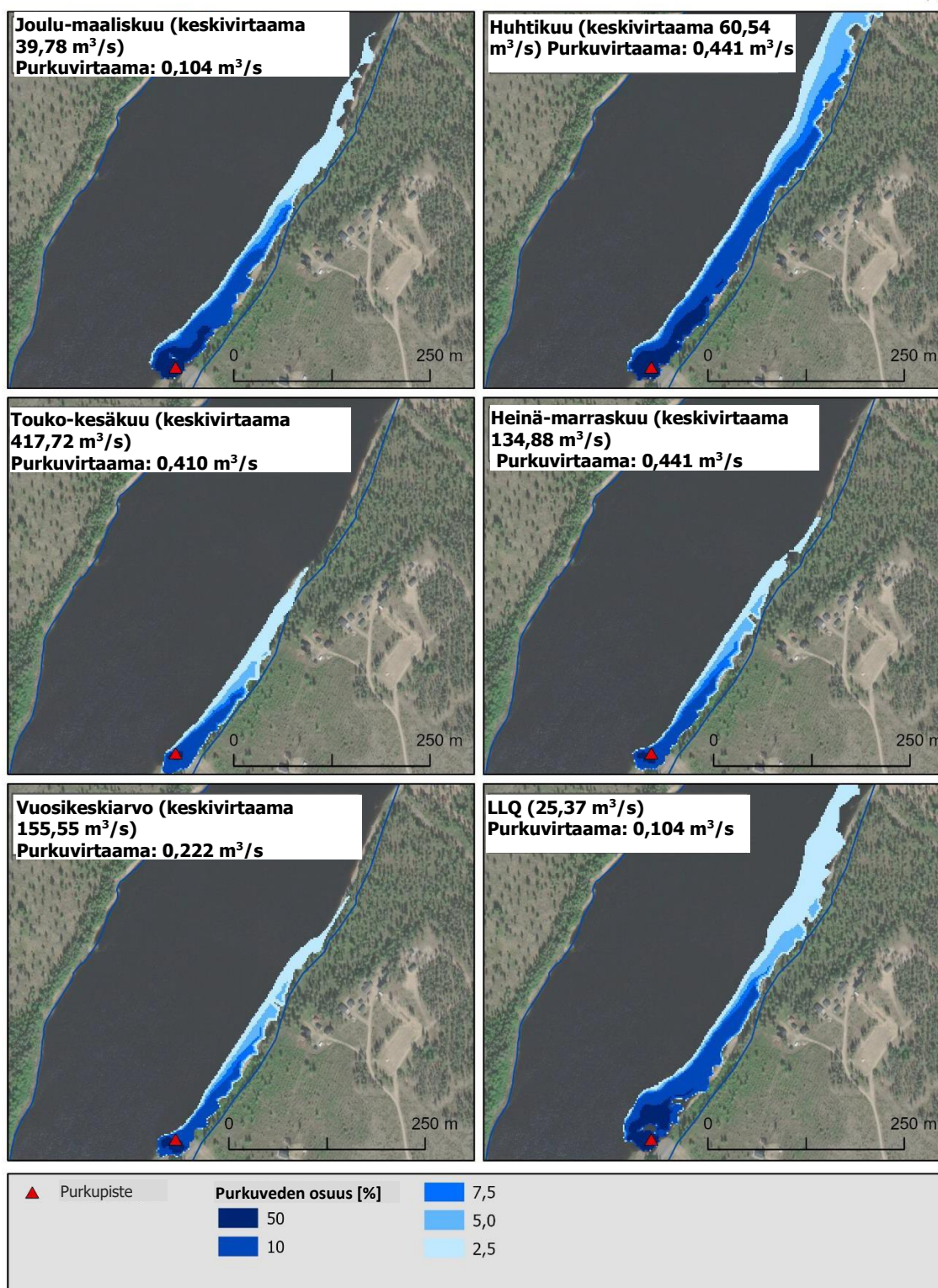
Taulukko 10. Näytteenottopisteiden SS39 ja SS60 laimennusluvut purettaessa vettä Muonionjokeen tuotantovuonna 11 Kaunisvaaran haetusta kaivostoiminnasta (WSP, 2022b).

Skenaari o	SS39	SS60
joulu- maaliskuu	138	405
huhtikuu	42	126
touko- kesäkuu	215	799
heinä- marrasku u	165	605
MQ	170	609
LLQ	116	289

Purettaessa vettä Muonionjokeen se laimentuu jo purkupisteessä puoliksi, mikä tarkoittaa, että vain niiden aineiden osalta, joiden laimennusluku on >2, arvioidaan, että päästön jälkeen on edelleen olemassa vaikutusriski. Purkuveden suurin laimennus tapahtuu purkukohdassa, ja vuosikeskivirtaamassa laimennus, jonka laimennusluku on 10, on saavutettu 150 m sisällä purkupisteestä alavirtaan (kuva 4). Tämä tarkoittaa, että alle 10% 150 m purkupisteestä alavirtaan olevasta vedestä on purkuvettä ja yli 90% Muonionjoen luonnollista vettä

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

**KAUNIS IRON AB:N PÄÄSTÖT MUONIONJOKEEN - PLYYMIN LEVIÄMINEN JA SUUNTA
PÄÄSTÖALUEELLA, ILMAISTUNA PURKUVEDEN OSUUTENA TUOTANTOVUOSI 11**



Kuva 4. Kartat kuudelle skenaariolle, jotka osoittavat purkuveden (vuosikeskiarvo ja LLQ) sekoittumisen Muonionjokeen tuotantovuonna 11 haetun toiminnan ajanjaksoilla: joulukuusta maaliskuuta, huhtikuusta, toukokuusta kesäkuuta ja heinäkuusta marraskuuta. Kuva WSP:stä, hydrologisen mallin validointi 2022 (WSP, 2022b).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

3.3.2.1 Purkamisen arvioitu vaikutus Muonionjokeen vuonna 11

Taulukossa 11 esitellään aineet, joiden pitoisuuksien purkuvedessä tuotantovuonna 11 lasketaan ylittävän kyseisen arviointiperuste/raja-arvon tai tunnetun (nolla)vaikutuspitoisuuden haetussa toiminnassa Muonionjoen vesieliöihin mahdollisesti kohdistuvien vaikutusten riskin arviointi on perustunut edellä olevassa taulukossa 10 ja kaaviossa 4 esitettyihin tuotantovuotta 11 varten (WSP, 2022a) laadittuihin sekoittumisvyöhykelaskelmiin.

Taulukko 11. Pitoisuudet purkuvedessä, jotka ylittävät arviointiperuste/raja-arvot tai alimmat (nolla)vaikutuspitoisuudet, sekä laimennusluvut arviointiperusteiden/raja-arvojen tai pienimmän (nolla)vaikutuspitoisuuden alittamiseksi

Aine	PRO6		Arviointiperuste/ Raa-arvo		(Nolla)vaikutuspitoisuus		Laimennusluku	
	Vuosike- skiarvo	Enimmäis- pitoisuus	Krooninen	Akuutti	Krooninen	Akuutti	Krooninen	Akuutti
Sulfaatti (SO ₄ mg/l)	1 690		429 ^a				3,93	
Kloridi (mg/l)	83,5	115			24	86	3,47	1,34
Koboltti (µg/l)	4,25		1,8 ^b				2,36	
Kromi (µg/l)	3,9		3,4				1,15	
Kalium (mg/l)	59,4					17,7	3,35	
Magnesium (mg/l)	30,4				5,6		5,43	
Nikkeli (µg/l)	20,7 ^c	101	4 ^c	34			5,18	2,97
Uraani (µg/l)	7,14		0,25 ^d				28,6	
Sinkki (µg/l)	15,9 ^c		5,5 ^c				2,89	
Ksantaatti (mg/l)	0,65				0,43		1,51	

^a Kanadan kovuuskorjattu ohjearvo (30 päivän keskiarvo)

^b Ehdotettu raja-arvo EU:n ohjeiden mukaisesti

^c Biosaatava pitoisuus

^d Ottaen huomioon luonnollinentaustapitoisuus

Kaikille aineille, uraania lukuun ottamatta, tarvitaan laimennus noin 20 prosenttiin (laimennusluku noin 5), jotta ne alittavat raja-arvot, arviointikriteerit ja (nolla)vaikutuspitoisuudet. Laadittujen virtaamamallien mukaan tämä tapahtuu 150 metrin sisällä purkupisteestä purkamisen yhteydessä syntyvässä plyymissä (kuva 4). Suurin osa laimennuksesta tapahtuu lähinnä purkamispistettä. Sen vuoksi näiden aineiden myrkyllisten vaikutusten riskin katsotaan syntyvän vain tällä rajoitetulla alueella.

Uraani on aine, joka tarvitsee Muonionjokeen sekoittuessaan suurimman laimennusluvun, jotta pitoisuus alittaa HVMFS 2019:25:n arviointiperusteen. Uraanin osalta tämä tarkoittaa jokeen liuennotta kokonaispitoisuutta eikä biosaatavaa osuutta, jonka katsotaan olevan myrkyllisyyden kannalta merkityksellinen osa. Uraanin biosaatava osuus arvioidaan hyvin pieneksi liuenneen uraanin kokonaismäärästä, eikä sen katsota aiheuttavan myrkyllisten vaikutusten riskiä edes väkevässä purkuvedessä (Kemakta, 2019). Uraanin laimennusluku ei sen vuoksi perustu myrkyllisyyden arviointiin, vaan sitä tulee käsitellä esimerkkinä laimennusluvusta, joka vaaditaan kokonaan suodatetun pitoisuuden arviointiperusteen sisällyttämiseksi.

Purkupisteen alajuoksulla purkuvesi leviää Muonionjoen etelärantaa seurailleen (kuva 4). Jotta liuenneen uraanin kokonaispitoisuus alittaisi arviointiperusteen 0,25 µg/l, purkuvesi on laimennettava 3,5 prosenttiin kokonaisvirtaamasta.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Keskivirtaamassa tämä saavutetaan 400 metrin etäisyydellä purkupisteestä, purkuveden vaikutusalueella (kuva 4). Tämä laskelma ei kuitenkaan liity myrkkyvaikutukseen, vaan se vastaa laimennusta, jota vaaditaan HVMFS 2019:25:n mukaisen arviointiperusteen sisällyttämiseksi, myös kun kokonaan liunneen pitoisuuden laskelma tehdään.

Maaeläimille, jotka hakevat ruokaa vedestä, kuten nääteläimet ja petolinnut, kohonneet uraanipitoisuudet voivat johtaa sekundaariseen myrkytykseen saastuneen ruoan kautta. Kalojen syömisestä aiheutuvien myrkyllisten vaikutusten sekundaarisen myrkytyksen ohjearvoiksi on laskettu nääteläimille 0,75 mg/kg ja petolinnuille 0,42 mg/kg. Laskettu vuotuinen keskimääräinen uraanipitoisuus purkuvedessä on 7,14 µg/l, ja pitoisuus kalaan, jos se olisi jatkuvasti väkevässä purkuvedessä, voisi siten kertyä uraanipitoisuuksia, jotka saattavat aiheuttaa sekundaarimyrkytyksen. Kuten aiemmin on kuvattu, Muonionjokeen purkamisen jälkeen purkuvesi laimentuu välittömästi ja laimennus jatkuu etäisyyden kasvaessa purkupisteestä. Alue, jolla kalat voisivat altistua uraanipitoisuuksille, jotka voivat aiheuttaa sekundaarisen myrkytysvaaran, jäävät selvästi alueeksi, joka on suoraan päästöpuoleen alavirran puolella. Sekundaarisen myrkytyksen riski edellyttää näin ollen, että ravintoa etsivä eläin kuluttaa vain kaloja, jotka oleskelevat suoraan purkukohdan alapuolella, mitä pidetään epätodennäköisenä.

Tätä taustaa vasten kroonisesta altistumisesta pääaineille ja metalleille aiheutuvaa myrkyllisten vaikutusten riskiä arvioidaan esiintyvän vain alueella, jolla laimennusluku on alle 6, joka saavutetaan, kun purkuveden osuus on < 16 prosenttia Muonionjoen vedestä, joka vuosikeskivirtaamassa vastaa noin 125 metriä alavirtaan purkuveden laimennusplyymissä (kuva 4)

3.3.2.2 Arvioitu vaikutus mallinnetuissa ääriskenaarioissa – enimmäispitoisuudet

Arvioitaessa mallinnettujen ääriskenaarioiden vaikutusriskiä, ainoastaan mallinnetuilla nikkelipitoisuuksilla on laimennusarvo >2 (taulukko 11). Ääriskenaariossa vaikutusten arvioimiseksi verrataan enimmäispitoisuutta vuonna 11, jolloin purkuveden pitoisuuksien lasketaan olevan suurimmillaan, virtaamaskenaarioon, jossa Muonionjoessa on pienin laskettu virtaama (LLQ).

Suurin laimennusluku vaikutusarvojen ja arviointiperusteiden alittamiseksi oli 2,97, mikä tarkoittaa, että kun purkuvettä on <34 prosenttia kokonaisvirtaamasta, havaitut vaikutusarvot alitetaan kaikkien aineiden osalta. LLQ:n skenaariossa purkuvesi on <10 % vesimassasta noin 250 metrin etäisyydellä purkukohdasta (kuva 4). Sen vuoksi akuuttimyrkyllisten vaikutusten riskin arvioidaan esiintyvän vain rajoitetulla alueella plyymissä, johon purkuvesi vaikuttaa.

3.3.3 Purkuveden vaikutus kalojen muuttoon

Haetun toiminnan päästöjen mallintaminen osoittaa, että purkuveden osuus joessa on yli 2,5 prosenttia ja kalojen vaellusjakson aikana vain noin 400 metrin rajatulla alueella (touko-marraskuu) (kuva 4). Näin ollen, kun jokeen päästetään purkuvettä, se ei vaikuta suurimpaan osaan joen leveydestä. Näin ollen kaloilla arvioidaan olevan suuri mahdollisuus liikkua joen niissä osissa, joihin purkuvesi ei vaikuta. Alueella, johon vaikutukset eivät ulotu, on myös korkeampi virtausnopeus (WSP, 2022b), jota vaelluskalat suosivat. Muonionjoessa tapahtuvan purkuveden voimakkaan laimentumisen ansiosta myös kiintoaineen ja muiden aineiden pitoisuudet laskevat nopeasti, kun etäisyys purkupisteestä kasvaa.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Kokonaisuutena katsoen purkuveden ei katsota vaikuttavan vaeltavien kalojen mahdollisuuksiin liikkua alueella.

3.3.4 Hajavalumien ympäristövaikutus haetun toiminnanaikana

Haetun toiminnan toiminta-alue käsittää nykyisen Sahavaaran avolouhoksen ja sivukivivaraston lisäksi myös Palotievan avolouhoksen sekä muun muassa sivukivivaraston, hiekkavaraston ja selkeytysaltaan laajennetut alueet.

Käytön aikana hajavalumia ei tule avolouhoksista, koska niitä tyhjennyspumpataan aktiivisesti. Sitä vastoin, kuten aiemmin kuvattiin, näytteenotto ja analyysit purkuvesistöistä ja kosteikoista alavirtaan sivukivivarastosta, prosessivesialtaasta sekä hiekka- ja selkeytysaltaasta osoittaa, että hajanainen valuminen näistä kohteista meneillään olevassa toiminnassa ei vaikuta/muuta pitoisuuksia alavirtaan olevissa vesiesiintymissä niin, että vesieliöihin kohdistuvien kielteisten vaikutusten riski olisi olemassa. (Luku 3.2.3).

Haetussa toiminnassa laajennettu hiekkavarasto muotoillaan samalla tavalla kuin nykyinen: ulkopenkereellä ja keruuojalla. Ojan vedenkorkeuden hyvin marginaalinen ero verrattuna penkereen ulkopuolella olevan kosteikkoveden tasoon tekee mahdolliseksi laajan ulosvirtauksen hiekkavarastosta ympäröivään kosteikkoon. Vaahdotushiekan varastointisolun haetulle toiminnalle rakennetaan hiekkavaraston lounaisosan matalaan kohtaan. Varastointisolun ympäröivät padot muotoillaan tiiviiksi moreenipadoiksi, joista itäinen pato (hiekkavarastoa vasten) varustetaan salaojitetulla osalla. Kosteuseristekerroksen rakennusmateriaalin, suotimen, eroosiosuojan jne. lähtökohtana ovat RIDAS/GruvRIDAS-vaatimukset. Varastointisolusta virtaava viemärintivesi tyhjennetään erityisen solun kaakkoisosassa olevan poistokanavan ja ojan kautta tai vaihtoehtoisesti pumpaamalla ja ojan kautta selkeytysaltaaseen. (YVA:n liite A, Golder 2021).

Varastointisolusta virtaava viemärintivesi tyhjennetään erityisen solun kaakkoisosassa olevan poistokanavan ja ojan kautta tai vaihtoehtoisesti pumpaamalla ja ojan kautta selkeytysaltaaseen. Laajennetun selkeytysaltaan ympäröivä penger rakennetaan tiivissydämellä tai kalvolla, minkä jälkeen nykyinen selkeytysallasta ympäröivä penger padotaan ja se toimii siten vain laiturina laajennetussa selkeytysaltaassa. Uudessa selkeytysaltaassa vedenpinnan normaali käyttökorkeus (DN) on noin 0,1 m ja patoamisraja (DG) noin 0,55 m suon yläpinnan yläpuolella penkereen alavirran puolella. Suon pohjaveden taso on selkeytysaltaassa suon pinnan tasalla tai hieman sen alapuolella. Tiivissydämen kaltevuus on siten hyvin alhainen, joten mahdollisen vuodon odotetaan olevan myös hyvin vähäinen (YVA:n liite A, Golder 2021).

Kuten edellä on kuvattu, tämän päivän hiekka- ja selkeytysaltaan ja ympäröivän kosteikon välinen rajallinen vedenvaihto on arvioitu toistuvien vesikemianäytteiden perusteella joista, jotka kuljettavat pois vettä ja ympäröivät kosteikkoa. Näytteenoton tulokset osoittavat, että vedenvaihto on erittäin vähäistä, eikä arvioida olevan vaaraa kielteisistä vaikutuksista asianomaisiin vesiesiintymiin (Luku 3.2.3).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Koska vedenvaihdon edellytykset laajennetusta hiekka- ja selkeytysaltaasta haetussa toiminnassa eivät muutu tai heikkene nykyisiin olosuhteisiin verrattuna, hajanaisen valumisen hiekka- ja selkeytysaltaasta haetussa toiminnassa ei arvioida aiheuttavan kielteisten vaikutusten riskiä ympäröiviin vesiesiintymiin.

Sahavaaraan suunnitellun sivukivivaraston osalta varastosta aktiivisen käytön/varastoinnin aikana valuva pintavesi ja pinnallinen pohjavesi kerätään ojiin ja pumpataan prosessivesialtaaseen, josta sitä otetaan raakavedeksi rikastamoon. Mahdollisesti happoa muodostavaa sivukiveä varten valmistettujen erityisten varastointisolujen vesi kerätään erilliseen järjestelmään ja käsitellään saostamalla se kemiallisesti pH-arvoa säätämällä ja tarvittaessa yhdessä esimerkiksi rautasulfaatin kanssa (YVA:n liite A, Golder 2021).

Sahavaaran avolouhoksen aktiivisen tyhjennyspumppauksen aikana pintapohjaveden kaltevuus pohjaveden laskemisen vaikutusalueella maaperässä, jossa suuri osa varastoista sijaitsee, on avolouhoksen suuntaan eikä etupäässä Kaunisjoen suuntaan. Tämä tarkoittaa sitä, että toiminnan aktiivisen käytön aikana ei ole edellytyksiä muulle kuin rajoitetulle valumalle toiminta-alueelta kohti lähintä pintaveden purkuvesistöä, joka on Kaunisjoki. Sahavaaran toiminta-alueelta toiminnan aikana tapahtuvien hajavalumien kautta tapahtuvan aineensiirron odotetaan siis olevan vähäisempää kuin jälkikäsitellylle alueelle lasketun.

Luvussa 3.4 arvioidaan vesieliöihin kohdistuvan vaikutuksen riskiä jälkikäsitelyssä toiminnassa (kun avolouhos on täytetty vedellä ja sivukivivarasto on peitetty). Siitä käy ilmi, että liuenneiden aineiden hajanainen valuminen/siirto toiminta-alueelta merkitsee tiettyä liuenneiden aineiden lisää Kaunisjokeen, mutta tuloksena olevat pitoisuudet ovat niin pieniä, että niillä ei arvioida olevan merkittävää kielteistä vaikutusta Kaunisjokeen tai muihin vesiesiintymiin. Koska hajanaisen valuman arvioidaan käytön aikana olevan pienempi kuin jälkikäsitellyllä alueella, sen ei myöskään katsota aiheuttavan riskiä merkittävästä vaikutuksesta vesieliöihin ympäröivissä vesistöissä.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

3.4 Ympäristövaikutukset päättyneen ja jälkikäsitellyn toiminnan jälkeen

Päättyneen ja viimeistelyn kaivostoiminnan jälkeen avolouhokset täytetään vedellä ja ne muodostavat avolouhosjärviä. Hajanaiset valumat sellaisista jälkikäsitellyistä kohteista, joita voidaan pitää merkityksellisinä riskinvähentämisenäkökulmasta katsoen, joihin kuuluvat Kaunisvaaran hiekkavarasto, mukaan lukien vaahdotushiekan varastointisolu, Tapulin ja Sahavaaran sivukivivarastot sekä Tapulin, Palotievan ja Sahavaaran avolouhokset, mukaan lukien niiden vaikutus kohonneiden pitoisuuksien muodossa läheisissä joissa ja järvissä, on laskettu (Geosyntec, 2022a). Kohteet, jotka eivät sisälly tutkimukseen, ovat sellaisia, kuten teollisuusalue tai kaivosalueen tiet, joita sulkemisen jälkeen voidaan pitää merkityksettöminä lähdetermeinä (saastumisen leviämisen lähde), tai sellaiset kohteet, kuten malmivarastot, jotka on viimeisteltävä ja tyhjennettävä materiaaleista jälkikäsitellyn loppuun saattamisen yhteydessä ja jotka eivät näin ollen aiheuta minkäänlaistakuormitusta tulevaisuudessa.

Laskelmat osoittavat, että sivukivivaraston, hiekkavaraston ja veden täyttämien avolouhosten hajanaiset valumat voivat johtaa tiettyjen metallien kohonneisiin pitoisuuksiin Kaunisjoessa ja Aareajoessa sekä Kaunisjärvessä, joka laskee Patojokeen. Muonionjoelle ei aiheudu kuormitusta muuten kuin Kaunisjoen kautta, joka virtaa Muonionjokeen.

Ottamatta huomioon metallien jäämistä maaperään veden kulkiessa jälkikäsitellyltä toiminta-alueelta purkuvesistöjä kohti, laskentatulokset osoittavat, että liuenneen uraanin kokonaispitoisuudet ylittävät Kaunisjärven ja Sahavaaran alajuoksulla sijaitsevan Kaunisjoen osissa vuosikeskiarvon arviointiperusteen (taulukko 12). Jos uraanin arviointi sen sijaan suoritetaan biosaatavalla pitoisuudella, arviointiperuste alitetaan kauttaaltaan. Taulukossa 12 lasketut pitoisuudet ovat kuitenkin varovaisia, koska maaperään kiinnittymistä ei oteta huomioon (Geosyntec, 2022a).

Taulukko 12. Kaivostoiminnan hajavuojojen laskettu vaikutus veden kokonais- ja taustapitoisuuteen.

Aine	Kaunisjoki Sahavaara		Kaunisjärvi ennen Patojokea		Kaunisjoki ennen Aareajokea		Aareajoki ennen Kaunisjokea		Kaunisjoki jälkeen Aareajoen	
	Yhteis - pitoisuus	Taus- ta	Yhteis - pitoisuus	Taus- ta	Yhteis - pitoisuus	Taus- ta	Yhteis - pitoisuus	Taus- ta	Yhteis - pitoisuus	Taus- ta
As (µg/l)	0,28	0,1	0,43	0,13	0,24	0,1	0,093	0,08	0,20	0,1
Cu (µg/l)	0,04 ^a	0,58	0,09 ^a	0,55	0,05 ^a	0,56	0,02 ^a	0,7	0,04 ^a	0,56
Ni (µg/l)	1,6; ^E	0,23	1,03 ^a	0,38	3,98 ^b	0,24	1,33 ^b	0,51	2,98 ^b	0,24
Pb (µg/l)	0,099 ^b	0,08	0,020 ^a	0,12	0,11 ^b	0,07	0,091 ^b	0,08	0,10 ^b	0,07
U (µg/l)	0,57	0,09	0,74	0,07	0,38	0,1	0,21	0,13	0,31	0,1
Zn (µg/l)	4,1 ^a	5,1	3,61 ^a	8,7	4,59 ^a	7,5	3,3 ^a	12,2	4,21 ^a	7,50

^a Biosaatava pitoisuus

^b Kokonaispitoisuus

3.4.1 Mahdollisten myrkyllisten vaikutusten ympäristöarviointi päättyneestä ja jälkikäsitellystä toiminnasta

Taulukosta 12 käy ilmi, että jälkikäsitellyn kaivosalueen eri osista peräisin olevat hajavalumat voivat lisätä tiettyjen metallien pitoisuuksia, jotka voivat olla suurina pitoisuuksina myrkyllisiä. Useimpien aineiden osalta metallien lisä ei kuitenkaan ole suurempi kuin voimassa olevat HVMFS 2019:25:25:n mukaiset arviointiperusteet ja raja-arvot (ja siten myös hyvällä marginaalilla kaikki tunnetut (nolla)vaikutuspitoisuudet) sisältyvät kaikkiin asianomaisiin vesiesiintymiin uraania lukuun ottamatta (liuenut kokonaispitoisuus).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Vaikutusten ja seurausten tuleva kuvaus/arviointi rajoittuu näin ollen uraaniin.

Laskettu liuenneen uraanin kokonaispitoisuus (kiinnittymistä huomioimatta) ylittää Kaunisjoessa, Patojoessa ja Kaunisjärvessä vuosikeskiarvon (0,17 µg/l + taustapitoisuus) arviointiperusteen. Aareajoessa arviointiperuste on alitettu, kun taustapitoisuus otetaan huomioon. Korkeimman uraanipitoisuuden arvioidaan syntyvän Kaunisjärvessä (0,74 µg/l) ja Kaunisjoessa Sahavaarassa (0,57 µg/l). Ne tarkoittavat uraanin liuenneita kokonaispitoisuuksia, kun taas uraanin biolisaatava osuus, joka on toksikologisesta näkökulmasta relevantti osuus arvioida, on selvästi alle 0,17 µg/l + taustapitoisuus (Kemakta, 2019).

Vertailussa raportoituihin nollavaikutuspitoisuuksiin mallinnettu liuenneen uraanin vuotuinen keskimääräinen kokonaispitoisuus on alle alimman NOEC-arvon 2,7 µg/l (taulukko 2) ja reilusti alle alimman raportoidun NOEC-arvon kaloille, joka on >9 000 µg/l. On olemassa useita esimerkkejä muista joista, joissa uraanipitoisuudet ovat paljon korkeammat kuin arviointiperuste 0,17 µg/l + taustapitoisuus ja joissa biologiset tutkimukset eivät ole osoittaneet kielteisiä vaikutuksia ekoympäristöön (Pelagia, 2021f, Sweco 2018).

Maaeläimille, jotka hakevat ruokaa vedestä, kuten näätäeläimet ja petolinnut, kohonneet uraanipitoisuudet voivat johtaa sekundaariseen myrkytykseen saastuneen ruoan tai ruoan puutteen kautta. Kalojen syömisestä aiheutuvien myrkyllisten vaikutusten sekundaarisen myrkytyksen ohjearvoksi on laskettu näätäeläimille 0,75 mg/kg ja petolinnuille 0,42 mg/kg. Aiemmissa tutkimuksissa suurin arvioitu vuotuinen keskipitoisuus kaivosalueen jokien sulkemisen jälkeen lasketaan 0,79 µg/l:ksi, mikä on noin puolet vuotuisesta keskipitoisuudesta 1,54 µg/l, jonka seurauksena kokonaisten kalojen keskimääräinen pitoisuus oli 0,15 mg/kg, mikä on selvästi alle laskettujen ohjearvojen.

Kokonaisarvio uraanin hajavalumisen vaikutuksesta kalaa syöviin petoeläimiin maalla on se, että kaivostoiminta ei vaikuta sulkemisen jälkeen ruoan saatavuuteen tai aiheuta myrkytysvaikutuksia sekundaarisen myrkytyksen kautta.

Kuten aiemmin todettiin, oletus, jossa aineensiirto lasketaan ottamatta huomioon metallien kiinnittymistä, joka tapahtuu luonnollisesti maaperän ja kosteikon läpi valuvien vesivirtojen aikana, on konservatiivinen. Metallipitoisuuksien kasvu purkuvesistöissä on näin ollen pienempi kuin taulukossa 12 on laskettu. Uraanin osalta 75 prosentin kiinnittyminen turpeeseen, jota pidetään varovaisena oletuksena (Geosyntec, 2022a), tarkoittaisi, että liuenneen uraanin kokonaispitoisuus olisi myös pienempi kuin arviointiperusteen arvo kaikissa vesissä, kun raja-arvoa korjataan taustapitoisuutta vasten (taulukko 13). Jos otetaan huomioon biosaatavan uraanin pitoisuus, niin pitoisuus on useita kymmenpotensseja arviointiperusteen ja kirjallisuudesta listattujen vaikutustasojen alapuolella.. Yksityiskohtainen kuvaus kiinnittymisen laskemisesta, katso Geosyntec (2022a).

Taulukko 13. Mallinnetut uraanipitoisuudet joissa kiinnittymisellä turpeeseen ja ilman sitä (Geosyntec, 2022a).

Paikka	Perustapaus 0 % uraanin kertymää (µg/l)	Tausta (µg/l)	75 % uraanin kertymää (µg/l)
Kaunisjoki Sahavaarassa	0,57	0,09	0,21
Kaunisjoki ennen Aareajokea	0,38	0,10	0,17
Kaunisjoki Aareajoen jälkeen	0,31	0,10	0,15
Kaunisjärvi ennen Patojokea	0,76	0,07	0,24
Aareajoki ennen Kaunisjokea	0,21	0,13	0,15

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Toiminnan päätyttyä ja suoritettun jälkikäsittelyn jälkeen Muonionjokeen ei tule suoria päästöjä kaivosalueelta. Tiettyä lisä tulee Kaunisjoen kautta sen laskeessa Muonionjokeen, mutta niin alhaisina pitoisuuksina, että sen ei katsota aiheuttavan kielteisten vaikutusten riskiä Kaunisjokeen ja tapahtuvan laimennuksen myötä veden saavuttaessa Muonionjoen pitoisuudet jäävät joessa merkityksettömiksi. Sen vuoksi ei katsota olevan olemassa riskiä, että vesieliöille aiheutettaisiin myrkyllisiä vaikutuksia eikä vaikutuksia vaelluskaloihin jälkikäsittelyvaiheessa arvioida esiintyvän..

Kokonaisarviona on, että jälkikäsitteltyjen kaivosalueiden hajanaiset valumat eivät aiheuta riskiä haitallisista vaikutuksista vesieliöihin missään asianomaisessa vesiesiintymässä.

3.5 Hannukaisen haetun toiminnan kumulatiiviset vaikutukset

Suomessa on suunnitteilla toinen kaivoshanke (Hannukainen), jossa on myös tarkoitus johtaa vettä kaivosalueelta Muonionjokeen. Tällä hetkellä raportoitu päästöpiiste (SS60) on noin 10 km alavirtaan KIAB:n toiminnan purkupisteestä. Hannukaiselle esiteltiin vuonna 2021 päivitetty laskelmat mallinnetuista päästömääristä ja virtaamista, jotka on otettu mukaan KIAB:n toiminnan hydrologiseen malliin, jolloin WSP laati laskelmat kummankin haetun toiminnan kumulatiivisesta kuormituksesta (WSP, 2022a) Näiden laskelmien ja mallinnusten tulokset esitetään taulukossa 14, mutta ne löytyvät kokonaisuudessaan WSP:n raportin liitteestä 3.

Suunnitellun Hannukaisen hankkeen kumulatiivisten vaikutusten arviointi on tehty hyvin varovaisen lähestymistavan pohjalta, jossa Hannukaisen (tuotantovuosi 19) korkeimpien laskettujen päästöpiitoisuuksien on oletettu tapahtuvan samaan aikaan kuin KIAB:n hakeman toiminnan suurimmat mallinnetut päästöt (toimintavuosi 11). Tämä on siis teoreettinen maksimiskenaario, jota ei pidetä todennäköisenä. Kaikkien mallinnettujen pitoisuuksien kumulatiivinen kuormitus on laskettu näytteenottopisteessä SS55/61, jossa näytteenotto suoritetaan tällä hetkellä säännöllisesti yrityksen omavalvonnan puitteissa. Näytteenottopiste SS55/61 sijaitsee noin 15 km Hannukaisen suunnitellusta päästöstä Muonionjokeen, mutta myös Kaunisjoen yhtymäkohdan alajuoksulla Muonionjoessa. Tässä näytteenottopisteessä molempien toimintojen purkuvesi on sekoittunut jokeen hyvällä marginaalilla, ja mallinnettujen pitoisuuksien arvioidaan siten edustavan Muonionjoen kumulatiivista kokonaiskuormitusta.

Taulukossa 14 esitetään tässä näytteenottopisteessä mallinnetut pitoisuudet, joista näkyy kummankin haetun toiminnan kokonaiskuormitus ja se, kuinka suuri kummankin haetun toiminnan osuus on tästä pitoisuudesta.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Taulukko 14. Laskelmat purkuvesistön kumulatiivisesta kuormituksesta Kaunisin ja Hannukaisen toimintojen vaikutuksesta. Laskelmat perustuvat Muonionjoen keskivirtaamaan (MQ). Näytteenottopiste SS60 sijaitsee noin 10 km KIAB:n toiminnasta alavirtaan ja SS55/61 noin 15 km Hannukaisen suunnitellusta päästöstä Muonionjokeen.

Parametri (µg/l)	Purkuvesistöpit oisuus SS60:ssä tuotantovuosi 11	Laskettu purkuvesistöpit oisuus SS55/61:ssä (Kaunisin tuotantovuosi 11 + Hannukaisen vuosi 19)	Kaunis Ironin osuus lasketusta aineensierrosta MQ:ssa (%)	Hannukaisen osuus lasketusta aineensierrosta MQ:ssa (%)
Alumiini	30,5	26,6	0,01	2,36
Arsenikki	0,05	0,04	0,10	5,02
Kalsium	3 933	3 818	4,08	12,4
Kadmium	<0,01	0,01	0,39	5,73
Kloridi	768	743	13,7	12,0
Kromi	0,21	0,26	1,83	30,7
Kupari	0,34	0,32	0,07	10,4
Rauta	344	294	0,00	0,35
Elohopea (Hg)	<0,02	0,02	0,04	6,65
Kalium	757	829	8,71	22,3
Magnesium	1 104	983	3,76	4,48
Mangaani (Mn)	4,59	4,50	0,00	13,1
Molybdeeni	0,27	0,21	10,8	5,47
Natrium	1 620	1 484	3,53	7,06
Nikkeli	0,32	0,28	35,0	5,42
Fosfori	8,79	7,69	0,38	6,17
Lyijy	0,03	0,02	0,01	8,49
Sulfaatti	5 116	6 125	33,5	29,0
Uraani	0,08	0,08	10,4	15,1
Sinkki	1,17	1,5	3,41	2,79

3.5.1 Haettujen kaivostoimintojen kumulatiiviset vaikutukset vesieliöihin

Muonionjoen vesieliöihin kohdistuvien kumulatiivisten vaikutusten mahdollisen riskin arviointi on tehty samalla tavalla kuin muissakin tämän muistion arvioinneissa. Myrkyllisten vaikutusten arviointi on tehty HVMFS 2019:25:n mukaisten arviointiperusteiden ja raja-arvojen perusteella eli aineille, jotka on luokiteltu erityisen saastuttaviksi aineiksi (SFÄ) liitteen 2 mukaisesti ja aineiksi, jotka on luokiteltu prioriteettiaineiksi (prio-aineet) liitteen mukaisesti. Arviointi on tehty myös niistä aineista, joille ei ole HVMFS 2019:25:n mukaisia ruotsalaisia arviointiperusteita tai raja-arvoja, mutta joiden arvioidaan saavuttavan kohonneet pitoisuudet Muonionjoen purkuvesistössä haettuihin toimintoihin verrattuna taustapitoisuuteen (SS38). Näiden aineiden riskinarviointi on perustunut vertailuun USA:n ja Kanadan raja-arvoihin/ohjearvoihin, jotka ovat näiden ohjearvojen ja tehtyjen tutkimusten myrkyllisyystietojen aineistona (Ch. 3.1).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Kuten edellä on kuvattu (Luku. 3.3), KIAB:n haetun toiminnan purkuvesi nostaa pääaineiden ja metallien pitoisuuksia Muonionjoen purkuvesistössä. Näiden aineiden pitoisuudet (taulukko 14), jotka ilmoitetaan tässä näytteenottopisteen SS60 laskettuina pitoisuuksina, jäävät purkuveden täydellisen sekoittumisen jälkeen Muonionjoessa selvästi kaikkien HVMFS 2019:25:n mukaisten arviointiperusteiden ja raja-arvojen alapuolelle. Myös muut purkuvedessä olevat aineet jäävät selvästi alle pienimpien havaittujen (nolla) vaikutuspitoisuuksien (taulukko 14). Esimerkiksi tuotantovuoden 11 vuotuisen keskimääräisen sulfaattipitoisuuden odotetaan olevan noin 5 mg/l ja kloridipitoisuuden noin 0,77 mg/l, verrattuna taustapitoisuuksiin (SS38) 2,7 mg/l ja 0,65 mg/l ja ohjearvoihin 128 mg/l pehmeälle vedelle ja vastaavasti 120 mg/l (ks. luku 3.1)

Näytteenottopisteessä SS55/61 KIAB:n toiminnan ja Hannukaisen toiminnan päästöjen täydellinen sekoittuminen on tapahtunut. Muonionjoen aineensiirron osuus vaihtelee sen mukaan, mikä aine on kyseessä (taulukko 14), jonka odotetaan perustuvan siihen, että toiminnat eroavat toisistaan muun muassa erilaisten malmikoostumusten johdosta.

Toimintojen kumulatiivisia vaikutuksia Muonionjokeen on arvioitu Muonionjoen molemmista toiminnoista peräisin olevan täysin sekoittuneen veden arvioituista vuosikeskipitoisuuksista, jotka on tilitetty näytteenottopisteen SS55/61 laskettuina pitoisuuksina. Tässä näytteenottopisteessä tehdyt laskelmat osoittavat Muonionjoessa (taulukko 14) pääasiassa kaliumin, sulfaatin ja sinkin hieman kohonneita pitoisuuksia verrattuna Hannukaisen yläjuoksulla oleviin pitoisuuksiin. Muiden Muonionjoessa hieman kohonneiden aineiden, kuten magnesiumin ja koboltin, pitoisuudet pienenevät sen sijaan hieman Hannukaisen alajuoksulla sijaitsevassa näytteenottopisteessä. Selitys tähän on Hannukaisen toiminnan vähäisen vaikutuksen lisäksi se, että joen virtaama lisääntyy tässä kohdassa, mikä lisää laimennusta. Kaikki kumulatiivisen kuormituksen lasketut pitoisuuden muutokset sekä aineille, joiden pitoisuus lisääntyy, että niille joiden pitoisuus vähenee, ovat yleensä mittauseräpätarkkuuden sisällä sekä analyysimenetelmien että mallin sisäisen epätarkkuustekijöiden osalta.

Hannukaisen alajuoksulla olevien SFÄ- ja prio-aineiden lasketut kohonneet pitoisuudet alittavat, aivan kuten Kaunis Ironin haetun toiminnan alajuoksulla olevat pitoisuudet, hyvällä marginaalilla kaikki HVMFS 2019:25 :25 :n mukaiset arviointiperusteet ja raja-arvot. Myös muut purkuvedessä olevat aineet jäävät selvästi alle pienimpien havaittujen (nolla)vaikutuspitoisuuksien (taulukko 14). Esimerkiksi molempien toimintojen kumulatiivisen vaikutuksen Muonionjokeen lasketaan antavan noin 6 mg/l sulfaattipitoisuuden tässä teoreettisessa maksimiskenaariossa, joka on selvästi alle tunnettujen vaikutustasojen. Kumulatiivista vaikutusta voidaan verrata 5 mg/l sulfaattipitoisuuteen KIAB:n toiminnan alajuoksulla ja taustapitoisuuteen 2,7 mg/l SS38:ssa.

Yhteenvedona arvioidaan, että Kaunisvaaran tai Hannukaisen haettu toiminta ei aiheuta haitallisten vaikutusten riskiä vesieliöille Muonionjoessa. Tämä koskee sekä kumpaakin toimintaa erikseen että niiden kumulatiivisia vaikutuksia.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

3.5.2 Kumulatiiviset vaikutukset kalojen siirtymiseen

Verrattuna KIAB:n toiminnan purkupisteessä olevaan alueeseen sekoittumisen jälkeen (1,7–7,4 km purkukohdasta alavirtaan), ei ole mitään joen osaa, johon purkuvesi (WSP 2020) ei vaikuta ollenkaan, ja vaelluskalat eivät näin ollen voi valita muuttoreittejä, joissa kaivostoiminnasta peräisin olevaa purkuvettä ei ole sekoittunut jokeen.

Täydellisen sekoittumisen jälkeen (SS60) Kaunisin purkuveden osuus on <0,01 % Muonionjoen veden kokonaisvirtaamasta (WSP, 2022b). Tämän tuloksena sameus ja liuenneiden aineiden pääosan pitoisuus lisääntyy marginaalisesti verrattuna näytteenottopisteen SS38 taustapitoisuuteen (taulukko 14 ja taulukko 3). Sulfaattipitoisuuden lasketaan lisääntyvän taustapitoisuuteen verrattuna noin 2,7 mg:sta 5 mg:aan/l. Nämä pitoisuudet ovat edelleen selvästi alle kovuuskorjatun kanadalaisen ohjearvon 128 mg/l ja myös alle varovaisemman ohjearvon 51 mg/l (jos käytetään korkeampaa turvallisuuskertoainta). Pitoisuuden lisääntymisen täydellisen sekoittumisen jälkeen arvioidaan olevan niin vähäistä, että sen ei katsota vaikuttavan kalojen vaelluskäyttäytymiseen.

KIAB:n ja Hannukaisen toimintojen päästöjen sekoittumisen jälkeen arvioidaan SS55/61:ssä kaliumin ja sulfaatin lisääntyvät jonkin verran ja muun muassa magnesiumin ja raudan hieman vähenevän (taulukko 14). Vähentymisen selittää, kuten aiemmin mainittiin, Hannukaisen toiminnan vähäinen osuus yhdessä joen lisääntyneen virtaaman kanssa. Kalojen vaellusaikana (touko-syyskuu) virtaamanopeus on kuitenkin suurempi kuin vuotuinen keskimääräinen virtaama, joka johtaa suurempaan laimennukseen ja siten pienempiin pitoisuuksiin tällä jaksolla (WSP, 2022b). Muonionjoen laskettujen pitoisuuksien ja Hannukaisen toiminnan lisän odotetaan täten olevan jopa pienempiä kuin taulukossa 14 esitetyt pitoisuudet kalojenvaelluksen kannalta merkityksellisenä ajanjaksona. Muonionjoen arvioitua pitoisuuden nousua pidetään Hannukaisen toiminnan korotuksen jälkeenkin niin vähäisenä, että vaikutusta vaelluskalojen muuttoliikkeeseen ei odoteta esiintyvän.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesielioihin

4. Natura 2000-alue Tornion ja Kalixin jokijärjestelmä

4.1 Natura 2000 - Nykytilanteen kuvaus

Kaunisvaaran hiekka ja selkeytysaltaan lähialueella on Kaunisjoki, Mellajoki, Patojoki, Aareajoki ja paljon suurempi Muonionjoki. Kaunisjärvi sijaitsee myös hiekka- ja selkeytysaltaan läheisyydessä. Kaikki nämä joet ja järvet ovat Natura 2000 -alueen Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän sivujokia (SE0820430) (läninhallitus, 2020). Koko Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän Natura 2000 -alue on hieman yli 175 000 hehtaarin laajuinen. Kaikkien vesistöjen ja järvien kokonaispituus on kymmeniätuhansia kilometrejä. Järviä alueella on yli 3 000. Tornion- ja Kalixin joet ovat Ruotsin kansallisjokia (Norrbottenin läninhallitus, 2020).

Vuonna 2020 laaditussa Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän Natura 2000 -alueen suojelusuunnitelmassa kuvataan Natura 2000 -alueen säilyttämisen tarkoitus ja tavoitteet. Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän Natura 2000-alueen säilyttämistarkoituksen mukaan *"on edistettävä biologisen monimuotoisuuden säilyttämistä säilyttämällä tai palauttamalla luontaisten luontotyyppien ja lajien suotuisa suojelun status luonnonmaantieteellisellä tasolla eli koko Natura 2000 -verkoston osalta. Yksittäisen Natura 2000 -alueen tarkoituksena on myös säilyttää tai luoda paikallisesti suotuisa säilytystaso nimetyille luontotyypeille ja lajeille."* (Norrbottenin läninhallitus, 2020).

Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän ensisijaisia säilytysarvoja on suuri, pääasiassa sääntelemätön jokijärjestelmä, jossa on luonnollisia kausiluonteisia vedenkorkeuden vaihteluita, jotka muun muassa luovat erityisen lajirikkaita rantavyöhykkeitä järvien ja jokien varsille (Norrbottenin läninhallitus, 2020). Virtaisat osuudet muodostavat erityisen lajirikkaan elinympäristön. Toimivat kutupohjat ja kalojen kasvu ympäristöt virtaisilla osuuksilla ovat tärkeitä rikkaalle vesieläimistölle. Suhteellisen hyvä veden laatu on myös suuriarvoinen ja tärkeä perusta alueen monimuotoisuudelle (Norrbottenin läninhallitus, 2020).

Luonnollinen vesiympäristö luo edellytykset rikkaalle kasvistolle ja eläimistölle, jossa nimetyt lajit lohi, saukko, lietetatar, kirjojokikorento, lapinkaura ja jokihelmisimpukka ovat erityisesti etusijalla niiden säilyttämiseksi. Taimen, jolla on keskeinen rooli jokihelmisimpukoiden kasvuun ja levittämiseen vesijärjestelmässä, on myös erityisesti priorisoitu lajin säilyttämiseksi (Norrbottenin läninhallitus, 2020).

Natura 2000-alueen Tornion ja Kalixin jokijärjestelmä on nimetty tiettyjen luontotyyppien suojelemiseksi: *Suuret joet, Pienet joet, Alppijoet, Suojärvet ja Mutarantaiset järvet.*

Eri luontotyyppien luokittelu on tehtävä ohjeasiakirjojen perusteella (Ruotsin luonnonsuojeluvirasto, 2011a&b), joissa ilmoitetaan kunkin luontotyypin kriteerit, kuten veden virtaus, vesikemialliset ominaisuudet ja tyypilliset lajit. Näiden kriteerien perusteella Kaunisvaaran alueella esiintyvät järvet ja purot on jaettu. Muonijoki kuuluu luontotyyppiin Suuret joet (3210) kun taas Aareajoki ja Kaunisjoki kuuluvat luontotyyppiin Pienet joet (3260) (taulukko 14). Kaunisvaaran alueella on useita lampia ja järviä, jotka kuuluvat luontotyyppiin Suojärvet (3160), mutta ne ovat Natura 2000 -alueen rajojen ulkopuolella (liite H9).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Kaunisjärvi ja Patojoki eivät myöskään kuulu Natura 2000-luontotyyppeihin, koska ne eivät täytä luontotyyppejä *Mutarantaiset järvet ja Pienet joet* koskevia vaatimuksia (liite H9). Mellajoki ei myöskään kuulu luontotyyppiin *Pienet joet*, koska sen ekologinen tila on saanut luokituksen Epätydyttävä (VISS, 2021).

Kaunisvaaran alueella esiintyvät Natura 2000 -luontotyypit on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14. Natura 2000 -alueen Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän nimetyt luontotyypit sekä arvio niiden mahdollisesta esiintymisestä Kaunisvaaran alueella.

Luontotyyppi	Esiintyminen Kaunisvaaran alueella?
Suuret joet	Kyllä, Muoniojoki .
Pienet joet	Kyllä, Kaunisjoki ja Aareajoki
Alppijoet	Ei
Suojärvet	Ei, ei nimetyllä N2000-alueella
Mutarantajärvet	Ei, ei nimetyllä N2000-alueella

Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän Natura 2000 -alueella on seitsemän nimettyä lajia; lohi, saukko, kivisimppu, jokihelmisimpukka, kirjojokikorento, lapinkaura ja lietetatar Kunkin lajin osalta arvioidaan jäljempänä, onko tällä merkitystä arvioitaessa meneillään olevan ja haetun kaivostoiminnan mahdollisia häiriöitä.

Saukko

Näätäeläin saukko (*Lutra lutra*) on yksi suurimmista petoeläimistämme Lajia esiintyy järvien, jokien ja rannikoiden yhteydessä, missä on mielellään runsaasti helposti pyydystettävää ruokaa. Ruotsin saukkokanta on viime vuosikymmeninä alkanut elpyä 1900-luvun loppupuolella tapahtuneen jyrkän laskun jälkeen, joka johtui suurelta osin ympäristömyrkyistä, pääasiassa PCB:stä.

Saukon suojelustatus Tornion ja Kalixin jokijärjestelmässä on arvioitu tuntemattomaksi tietojen puutteen vuoksi (Norrbottenin lääninhallitus, 2020). Suojelusuunnitelmassa todetaan kuitenkin, että läänissä on myönteinen kehityssuunta, joka koskee myös Tornionlaaksoa, jossa raportoitujen löytöjen määrä on kasvanut selvästi viimeisen kymmenen vuoden jakson aikana aikaisempiin vuosiin verrattuna (SLU Lajitietopankki, 2022d). Kaunisvaaran alueella tehtiin vuonna 2019 laaja saukkoinventaario (Pelagia, 2019), joka osoitti saukkojen esiintyvän sekä Kaunisjoella, Aareajoella että Patojoella. Sekä saukonjälkiä että ulosteita löytyi useiden jokien varsilta.

Lohi

Lohi (*Salmo salar*) on vaeltava laji, joka kutee makeassa vedessä, mutta viettää suuren osan elämästään aikuisena meressä ja on siksi riippuvainen vapaista vaellusreiteistä. Lajin lisääntyminen on riippuvainen soraisista tai kivisistä kutupohjista joihin naaras hautaa mätinsä .

Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän säilytysuunnitelmassa lohien säilytysstatuksen on arvioitu olevan *suotuisa*. Laji on *elinvoimainen* kansallisesti SLU-lajitietopankin (2022b) mukaan. Tornionjoki, jonne Muonionjoki laskee, on yksi maailman tärkeimmistä lohien lisääntymisjoista ja kolmannes Itämeren lohesta on peräisin joesta (Luke, 2022). Lohta esiintyy Muonionjoessa Kaunisvaaran alueella. Lohta ei ole saatu missään niistä monista sähkökalastustutkimuksista, joita on tehty useissa eri paikoissa Kaunisjoella ja Aareajoella.

Kivisimppu

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Kivisimppua (*Cottus gobio*) esiintyy virtaisissa vesistöissä, joissa on kirkas vesi ja kova pohja. Laji elää pääasiassa vedessä elävillä selkärangattomilla, kuten hyönteisillä ja äyriäisillä, mutta myös kalan mädillä ja poikasilla. Kivisimppua pidetään paikallaan pysyvänä lajina.

SLU Lajitietopankin (2022c) mukaan Kivisimpun on arvioitu olevan *elinvoimainen* Ruotsissa. Sen säilytysstatuksen Ruotsin boreaalisella vyöhykkeellä arvioitiin kuitenkin olevan *epätyydyttävä* vuosina 2013–2019 (Westling jne. 2020). Tornion ja Kalixin jokijärjestelmissä lajin säilytysstatuksen on arvioitu olevan *suotuisa* (Norrbottenin lääninhallitus, 2020). Kivisimppu on hyvin levinnyt Kaunisvaaran alueelle ja sitä on pyydystetty usein sähkökalastustutkimuksissa Kaunisjoella, Aareaajoella ja Muoniojoella.

Jokihelmisimpukka

Jokihelmisimpukka (*Margaritifera margaritifera*) on iso simpukka, joka on viime vuosisadalla vähentynyt jyrkästi Ruotsissa ja suuressa osassa Eurooppaa erilaisten ihmisen toimintojen seurauksena: helmikalastus, vesivoiman sääntely, uittoteiden raivaus, rehevöityminen, happamoituminen ja ympäristömyrkyt.

Helmisimpukan terveitä populaatioita arvioidaan simpukoiden lukumäärän ja niiden kokojakauman perusteella. Pienten, nuorten simpukoiden läsnäolo on osoitus toimivastalisääntymisestä.

SLU Lajitietopankki (2022g) on punalistannut jokihelmisimpukan luokassa *erittäin uhanalainen* (EN). Boreaalisen vyöhykkeen luonnonmaantieteellisellä tasolla lajilla on *ei suotuisa* säilytysstatus negatiivisella suuntauksella (Westling et ai., 2020). Tornion ja Kalixin jokijärjestelmässä lajilla on arvioitu olevan *ei suotuisa* säilytysstatus.

Tornionjoen valuma-alueella Pajalan kunnassa ei ole havaittuja löydöksiä jokihelmisimpukasta lajitietopankissa, lähin löytö on rekisteröity Juojoella, joka yhtyy Tornionjokeen heti Övertorneån yläjuoksulla. Pajalan kunnassa ja Kaunisvaaran alueella on tehty useita erilaisia jokihelmisimpukan inventaarioita ilman, että jokihelmisimpukoista on löytynyt jälkeäkään. Syyskuussa 2020 KIAB antoi Pelagia Nature & Environment AB:lle tehtäväksi inventoida jokihelmisimpukka Mellajoessa ja Aareaajoessa sekä Muonionjoen sekoitusvyöhykkeellä Muonionjoessa (sekoitusvyöhykkeen määritelmä, katso WSP, 2020), jotka ovat jokia, joihin veden purkamista (Muonionjoki) tai veden johtumista (Mellajoki Palotievan avolouhosalueella tapahtuvan maanpoiston aikana) tapahtuu tai voi tapahtua. Inventaariossa tunnistettiin useita osuuksia, joissa oli pohjan kasvualustoja ja virtaamaolosuhteita, joiden katsottiin soveltuvan jokihelmisimpukan esiintymiseen. Sitä vastoin miltään osuudella ei löytynyt jokihelmisimpukoita (Pelagia, 2021d).

Taimenen esiintyminen, erityisesti taimenen poikasten läsnäolo on edellytys jokihelmisimpukoiden lisääntymiselle. Sekä Kaunisjoella että Aareaajoella sähkökalastustutkimusten yhteydessä on pyydetty vain yksittäisiä taimenen poikasia vuodesta 2006 eli ennen kaivostoiminnan aloittamista. Näiden tutkimusten mukaan taimenen poikaskanta on paljon pienempi kuin mitä pidetään tarpeellisena jokihelmisimpukoiden todennäköiselle lisääntymiselle (Tamario ja Degerman, 2017).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesielioihin

Kirjojokikorento

Kirjojokikorentoa (*Ophiogomphus cecilia*) esiintyy Ruotsissa pääasiassa sääntelemättömissä, leveissä joissa (>50 m), joissa on sora- tai hiekkapohja ja kirkas vesi. Laji esiintyy toukka-asteella usein yhden tai muutaman metrin syvyydessä, minkä vuoksi se jää usein huomiotta pohjaeläimistön näytteenotossa. Aikuisena uros voidaan joskus nähdä partioimassa rannassa.

Lajia arvioidaan olevan *elinvoimainen* Ruotsissa (SLU Lajitietopankki, 2022a) ja EU:n tasolla. Tornion ja Kalixin jokijärjestelmässä lajin säilytysstatus on *suotuisa* (Norrbottenin lääninhallitus, 2020) ja luonnonmaantieteellisellä tasolla lajilla on *suotuisa* säilytystaso boreaalisella vyöhykkeellä (Westling et al., 2020).

Kirjojokikorentoa on löydetty Muonionjoesta Kolarin sillalta, noin 35 km alavirtaan Kaunis Ironin purkupisteen sekoitusvyöhykkeestä. On todennäköistä, että laji löytyy myös useammasta paikasta joen varrelta. Joen vaikutusalueelta ei ole löydetty kirjojokikorentoa eikä lajille sopivia elinympäristöjä.

Muut Kaunisvaaran, Aareaajoen ja Kaunisjoen joet virtaavat pääosin suoalueiden läpi ja ne ovat värjänneet vettä. Joet poikkeavat siten selvästi tunnetuista tiedoista siitä, mistä kirjojokikorentoja löydettiin, suurista joista, joissa on puhdas ja kirkas vesi ja jotka virtaavat enimmäkseen metsämaan läpi (lääninhallitus Östergötland, 2016). Näiden jokien varrella ei myöskään ole tunnistettu paikkoja, joissa olisi sopivat olosuhteet lajille, kirkasvetisiä suhteellisen suuria jokia (>100 m leveät), joissa on hiekka- ja sorapohja. Vuonna 2020 päivitetty raportti tuli Itä-Götanmaan lääninhallitukselta, joka Ruotsin ympäristönsuojeluviraston puolesta toteuttaa osajärjestelmän "Sudenkorennot ja suketajakuoriaiset" luonnonmaantieteellistä seurantaa. Ohjelmasta vastaa Tommy Karlsson, joka löysi kirjojokikorenon Muonionjoesta Kolarissa. Tommy Karlsson on myös suullisessa yhteydessä 2020-08-28 vahvistanut arvion, jonka mukaan sekä Aareaajoesta että Kaunisjoesta näyttää puuttuvan sopivia kasvupaikkoja kirjojokikorennolle, joten kohdennettua lajikartoitusta ei pidetä perusteltuna.

Lapinkaura

Lapinkaura (*Trisetum subalpestre*) on ruoho, jota esiintyy koskien rannoilla sääntelemättömien jokien varsilla alppi- tai subalppi-ilmastovyöhykkeillä Ruotsissa. Laji kasvaa pääasiassa kevättulvivien joenratojen yläosissa. Lapinkaura on kilpailukykyisesti heikko laji, joka on riippuvainen toistuvasta häirinnästä. Lajin säilytysstatus on *suotuisa* Tornion ja Kalixin jokijärjestelmissä, mutta se on luokiteltu lähes uhanalaiseksi (NT) kansallisella punaisella listalla (SLU Lajitietopankki, 2022e).

Lapinkaura on yksi Ruotsin harvinaisimmista ruohoista, joita esiintyy Tornionjoen määrätyillä jokiosuuksilla, kuten Könkämänjoella, Rautasjoella ja Torneträskissa. Lapinkauraa ei ole todettu esiintyvän Kiirunan eteläpuolella, ja lapinkauran esiintyminen Kaunisvaaran alueella arvioidaan voitavan jättää lajin tunnetun levinneisyyden ulkopuolelle.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Lietetatar

Lietetatar (*Persicaria foliosa*) on suokasvi, jota esiintyy mutaisilla tai savisilla rannoilla, jotka tulvivat osan vuotta. Laji on vahvasti valoon hakeutuva ja erittäin kilpailukyvytön. Se ei pysty puolustautumaan kaisloja, saroja tai muuta korkeampaa rantakasvillisuutta vastaan. Luonnollinen kasvupaikka on vesiranta ranta-alueen yhtenäisen kasvillisuuden ulkopuolella, jota yleensä hallitsevat sarat. Siksi laji näyttää olevan pohjimmiltaan riippuvainen suurista luonnollisista vedenpinnan vaihteluista, jotka paljastavat paljaat rannat korkeamman kasvillisuuden ulottumattomissa. Laji on punalistattu Kansallisen punaisen listan (SLU Lajitietopankki, 2022f) lähes uhanalaisten (NT) luokassa.

Kaunisvaaran alueen puroista, joista tai järvistä ei löydy sopivia elinympäristöjä lietetaterelle. Muonion- ja/tai Tornionjoen varrella voisi sen sijaan olla sopivia elinympäristöjä, mutta Tornion ja Muoniojoen varrella tehdystä laajasta inventaariotyöstä (Norrbotenin kasvisto) huolimatta lajia on löydetty vain Nedertorneån pitäjässä Tornionjoesta eli Tornionjoen suulta Perämerelle. Pajalan kunnassa (Artportalen, 2022f ja Norrbottenin kasvisto) ei ole listattu yhtään lietetataren löytöä, ja Lietetataren läsnäolo Kaunisvaaran alueella katsotaan poissuljetuksi.

Seuraavassa esitetään yhteenveto nimettyjen lajien esiintymisestä Natura 2000 -alueella Tornion ja Kalixin jokijärjestelmässä Kaunisvaaran alueella (taulukko 15).

Taulukko 15. Natura 2000 -alueen Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän nimetyt lajit sekä arvio niiden mahdollisesta esiintymisestä Kaunisvaaran alueella.

Laji	Esiintyminen Kaunisvaaran alueella?
Lohi	Kyllä, Muonionjoessa .
Saukko	Kyllä, hyvin levinnyt alueelle
Kivisimppu	Kyllä, hyvin levinnyt alueelle
Jokiheimisimpukka	Ei, ei katsota olevan olemassa eikä sitä ole löydetty ennen kaivostoiminnan aloittamista Kaunisvaarassa
Kirjojokikorento	Kyllä, Muonionjoessa .
Lapinkaura	Ei, ei katsota olevan Kaunisvaaran alueella.
Lietetatar	Ei, ei katsota olevan Kaunisvaaran alueella.

4.2 Natura 2000 – vaikutusten arviointi käynnissä olevastatoiminnasta

Nykyisen toiminnan vaikutusta nimettyihin luontotyyppeihin ja lajeihin on tehty arvioimalla, onko toiminnalla merkittävää vaikutusta luontotyyppin tai lajin suotuisaan säilytysstatukseen vaikuttaviin tekijöihin.

4.2.1 Luontotyypit

Natura 2000 -alueella Tornion ja Kalixin jokijärjestelmässä Kaunisvaaran alueeseen kuuluvat luontotyypit *Suuri joki* Muonionjoessa ja *Pieni joki* Kaunisjoessa ja *Aareaajoessa*. Nykyinen toiminta johtaa Kaunisjoen ja Aareajoen vesistöalueiden valumien pieneen vähenemiseen (Golder, 2021), mutta virtaaman väheneminen ei vaikuta vesitaseoloihin, mikä on säilytystavoite. Virtaaman vähentäminen ei myöskään vaikuta jokien ekologiseen tai hydromorfologiseen statukseen (Golder, 2021).

Metallipäästöjen ja kiintoaineen syötön, joka tapahtuu purkamisen kautta, ei katsota vaikuttavan Muonionjoen säilytysstatukseen, koska vaikutus tapahtuu vain hyvin rajoitetulla alueella suoraan purkupisteen yhteydessä (Luku 3.2.2).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Nykyisen toiminnan hajanaisilla valumilla ei ole merkittävää vaikutusta Kaunisjokeen tai Aareajokeen (luku 3.2.3) eikä näiden jokien säilytysstatukseen arvioida vaikutetavan.

4.2.2 Nimetyt lajit

Lohi, kivisimppu ja saukko

Nykyisen toiminnan potentiaalinen riski vaikuttaa Natura 2000 -alueen nimettyihin lajeihin, loheen, kivisimppuun ja saukkoon voisi tapahtua purkuveden päästöjen kautta Muonionjokeen.

Jos purkuvesipäästöt heikentäisivät veden laatua, aiheuttaisivat myrkyllisiä vaikutuksia, aiheuttaisivat elinympäristön häviämistä (kiintoaineen syötön vuoksi) tai aiheuttaisivat veteen kemiallisen leviämiseen, joka estää kalojen vaelluksen, on olemassa vaara, että se vaikuttaa säilytystavoitteisiin.

Kuten edellä on kuvattu (luku 3.3), purkuvesipäästöjen arvioidaan vaikuttavan vain selvästi rajatulla alueella, joka on suoraan alavirtaan Muonionjoen purkupisteestä. Tällä vaikutuksella ei odoteta olevan mitään merkitystä Natura 2000 -alueella nimetyille lohelle tai kivisimppulle. Arvioinnin vahvistavat Muonionjoen sekoitusvyöhykkeellä sijaitsevassa vaikutuspisteessä (SS39) tehtyjen vuotuisten kalojen lisääntymistutkimusten tulokset. Tässä kohdassa on havaittu hyviä tiheyksiä ja lohikalojen lisääntymistä (liite H3 ja Pelagia, 2020a & 2021b).

Purkuvesipäästöjen ei katsota vaikuttavan lohen lisääntymismahdollisuuksiin, koska vaeltamisen mahdollisuus sekoitusvyöhykkeellä arvioidaan edelleen hyväksi (Luku. 3.2.2). Lisäksi purkupisteen alajuoksulla olevalla rajoitetulla alueella ei ole havaittu kutualueita, joilla on mallinnettu potentiaalisesti myrkyllisten aineiden kohonneita pitoisuuksia (Pelagia, 2021a).

Saukon osalta on myös tutkittu nykyisen toiminnan potentiaalisia vaikutuksia, jotka johtuvat ravinnon saatavuuden heikkenemisestä ja saastuneen ruoan sekundaarisesta myrkytyksestä. Koska purkuveden päästöillä Muonionjokeen tai hajanaisilla valumilla muihin jokiin ei ole katsottu olevan merkittävää vaikutusta vesieliöihin, arvioinnin mukaan nykyinen toiminta ei vaikuta saukon tai muiden petoeläinten ravinnonsaantiin.

Nykyisen toiminnan aikana purkuvedessä mitattujen uraanipitoisuuksien ei arvioida johtavan siihen, että Muonionjoen kaloihin kertyy korkeampia pitoisuuksia kuin kalojen sekundaarisen myrkytyksen arvioitu ohjearvo 0,75 mg/kg (Luku. 3.2.2). Näin on, vaikka kalat altistuisivat vain laimentamattomalle purkuvedelle, mikä voidaan sulkea pois, koska se edellyttäisi, että kalat oleskelsivat yksinomaan purkuvesiputken sisällä. Muonionjokeen päästettäessä purkuvesi laimennetaan välittömästi noin puoleen, mikä tarkoittaa, että Muonionjoen kalat altistuvat alemmille uraanipitoisuuksille kuin ylivuotovedessä mitattu. Sen vuoksi saukkojen tai muiden eläinten sekundaarisen myrkytyksen riskiä ei katsota olevan olemassa.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

Kirjojokikorento

Kirjojokikorentoa ei ole havaittu tutkimusten aikana, eikä purkupisteen alajuoksulla olevan vaikutusalueen pohjan kasvualustaa pidetä sopivana elinympäristönä lajille (Luku 4.1). Muonionjoesta on löydetty kirjojokikorentoa alajuoksulla, mutta koska sekoitusvyöhykkeen alajuoksulla olevalla purkuvedellä ei ole vaikutusta, ei myöskään ole olemassa riskiä kielteisistä vaikutuksista nimettyyn kinjojokikorentolajiin.

Hajanaisten valumien vaikutus

Nykyisen toiminnan hajanaisten valumien ei katsota aiheuttavan lisääntyntä myrkyllisten vaikutusten riskiä nimetyille lajeille missään toiminta-alueen läheisissä joissa (Luku 3.2.3) ja Muonionjokeen purkamisen seurauksena vesistöihin virtaavan veden vähenemisen ei katsota aiheuttavan merkittävää vahinkoa niissä esiintyville nimetyille saukolle ja kivisimppulle.

4.3 Natura 2000 – haetun toiminnan vaikutusten arviointi

Jotta voidaan arvioida haetun toiminnan vaikutusta nimettyihin luontotyyppihin ja lajeihin, arvioidaan, onko toiminnalla merkittävä vaikutus tekijöihin, jotka vaikuttavat *luontotyyppin tai lajin suotuisaan säilytysstatukseen*.

4.3.1 Luontotyypit

Natura 2000 -alueella Tornion ja Kalixin jokijärjestelmässä Kaunisvaaran alueeseen kuuluvat luontotyypit *Suuri joki* Muonionjoessa ja *Pieni joki* Kaunisjoessa ja *Aareaajoessa*. Virtaaman väheneminen ei vaikuta virtausjärjestelmään, joka on yksi säilytystavoitteista, eikä vesistöjen ekologiseen tai hydromorfologiseen statukseen (Golder, 2021). Metallipäästöjen ja kiintoaineen syötön, joka tapahtuu purkamisen kautta, ei katsota vaikuttavan Muonionjoen säilytysstatukseen, koska vaikutus tapahtuu vain hyvin rajoitetulla alueella suoraan purkupisteen yhteydessä (Luku 3.3.2). Hajanainen valuma johtaa metallien ja tärkeimpien aineiden lievään lisääntymiseen Kaunisjärvi-Patojoessa ja Kaunisjoessa Aareaajoen alajuoksulla, mutta pitoisuudet jäävät edelleen voimassa olevien HVMFS 2019:25:25:n arviointiperusteiden ja raja-arvojen tai vaihtoehtoisesti havaittujen (nolla)vaikutuspisuuksien alle (Ch. 3.3.4). Hajanaisten valumien vaikutus säilytysstatukseen arvioidaan näin ollen pieneksi.

4.3.2 Nimetyt lajit

Haetun toiminnan vaikutusriskiä nimettyihin lajeihin loheen, kivisimppuun ja saukkoon on myös arvioitu Muonionjokeen päästetyn purkuveden vaikutuksesta ja hajanaisten valumien vaikutuksesta yrityksen ympärillä oleviin vesistöihin.

Kirjojokikorentoa ei ole havaittu haetun toiminnan vaikutusalueella, eikä pohjan elinympäristöä purkupisteen ympärillä olevaa aluetta, jossa on suuri osa purkuvettä, katsota sopivaksi elinympäristöksi lajille (Luku. 4.1), joten haetun toiminnan ei katsota vaikuttavan lajin esiintymiseen.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Lohi, kivisimppu ja saukko

Kuten edellä on kuvattu (luku 3.3), purkuveden päästöjen katsotaan aiheuttavan kielteisiä vaikutuksia vain rajoitetulla alueella, joka on välittömästi alavirtaan purkupisteestä (Luku 3.3.2 Muonionjoessa). Tämän vaikutuksen ei arvioida aiheuttavan mitään merkittävää myrkyllisen vaikutuksen riskiä Natura 2000 -alueella nimetyille lohelle tai kivisimpulle.

Myrkyllisiä vaikutuksia lukuun ottamatta purkuveden ei arvioida vaikuttavan lohen lisääntymismahdollisuuksiin, koska vaeltamisen mahdollisuus sekoitusvyöhykkeellä arvioidaan edelleen hyväksi (Luku 3.3.3). Lisäksi purkupaikkaa lähinnä olevalla alueella (Pelagia, 2021a) ei ole havaittu kutualueita.

Saukon osalta riskinarvioinnissa on otettu huomioon ruoan saatavuuden heikkenemisen ja saastuneen ravinnon sekundaarisen myrkytyksen vaikutukset. Koska purkuvesipäästöjen ei katsota olevan vaarassa aiheuttaa merkittävää vahinkoa vesieliöille haetun toiminnan aikana, arvioinnin mukaan haetulla toiminnalla ei myöskään ole riskiä vaikuttaa ravinnon saantiin.

Lasketut saavutettavat uraanipitoisuudet itse purkuvedessä voivat aiheuttaa riskin, että laimentumattomalle purkuvedelle pitkään altistuneisiin kaloihin kertyy korkeampia pitoisuuksia kuin kalojen sekundaarisen myrkytyksen arvioitu ohjearvo 0,75 mg/kg. Muonionjokeen päästetyn purkuveden nopea laimentuminen tarkoittaa kuitenkin sitä, että alueella, jolla löytyy samalla paikalla pysytteleviä kaloja (kuten kivisimppu) altistuminen kohonneille uraanipitoisuuksille on hyvin rajoitettua. Sen vuoksi saukkojen tai muiden eläinten sekundaarisen myrkytyksen riskiä ei katsota olevan olemassa.

Hajanaisten valumien vaikutus

Hajanaisten valumien haetusta toiminnasta ei arvioida lisäävän myrkyllisten vaikutusten riskiä nimetyille lajeille missään nimetyssä luontotyyppissä Pient joet (Kaunisjoki ja Aareajoki) ja *Suuret joet* (Muoniojoki) toiminta-alueen yhteydessä. (Luku 3.3.4 kohta).

4.4 Kokonaisarviointi- Natura 2000

Yhteenvedona todetaan, että Kaunisvaaran nykyisen ja haetun kaivostoiminnan ei katsota aiheuttavan merkittävää vaikutusriskiä mihinkään Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän Natura 2000 -alueen säilytysuunnitelmaan sisältyviin nimettyihin lajeihin tai luontotyypppeihin.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesielioihin

Viitteet

Banks, J.W. 1969. A Review of the Literature on the Upstream Migration of Adult Salmonids. *Journal of Fish Biology*, 1(2), pp. 85–136.

Bash, J., Berman, C. ja Bolton, S. 2001. Effects of Turbidity and Suspended Solids on Salmonids. *Measurement*. 15. marraskuuta 2021 74.

British Columbia. 2004. Tekninen raportti - veden laatua koskevat ohjeet koboltille .

Beaugelin-Seiller, K., Février, L., Gilbin, R., & Garnier-Laplace, J. 2011. Uraanin ekomyrkyllisyys makeissa vesissä: Jokien fysikaalis-kemiallisen tilan vaikutus. In *The New Uranium Mining Boom* (pp. 507-515). Springer, Berliini, Heidelberg.

CCME, Canadian Council of Ministers of the Environment. 2011. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Kloridi.

Chapman, P. M., Bailey, H. and Canaria, E. 2000. Kahteen kaivoksen jäteveteen liittyvien liuenneiden kiinteiden aineiden myrkyllisyys chironomid-toukkiin ja kirjolohen varhaisiin elinvaiheisiin. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 19(1). pp. 210–214.

DCE. 2016. Katsaus mineraalivarojen erottamiseen käytettävien kaivostekniikoiden ympäristöriskien arvioinnista mineraalivarojen teollisuudessa ja suositukset Grönlannille. Danish Center for Environment and Energy, Aarhus university.

Elphick, J.R. F., Bergh, K. D. and Bailey, H. C. 2011. Chronic toxicity of chloride to freshwater species: Kovuuden vaikutukset ja vaikutukset veden laatua koskeviin ohjeisiin. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 30(1). pp. 239–246.

European Commission. 2011. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 27. Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards. Tekninen raportti 2011 – 2055.

Freitas, E.C., & Rocha, O. 2011. Natriumin ja kaliumin akuutit ja krooniset vaikutukset trooppiseen makean veden cladoceraan *Pseudosida ramosaan*. *Ecotoxicology*, 20(1): 88-96

Geosyntec. 2022a. Metallipitoisuudet lähialueilla olevissa purkuvesistöissä kaivostoiminnan lopettamisen jälkeen, Tapuli, Palotieva ja Sahavaara, Pajalan kunta.

Geosyntec. 2022b. Prosessiveden koostumus

Golder. 2021. Kaunis Iron AB Ympäristövaikutusten arviointiselostus - Kestävän kehityksen arviointi.

Goldstein JN, Woodward DF, Farag AM. 1999. Aikuisten chinook-lohen liikkeet kutuvaelluksen aikana metallien saastuttamassa järjestelmässä, Coeur d'Alene -joella, Idahossa. *Transactions of the American Fisheries Society* 128 (1).

Goulet, R. R., Fortin, C., & Spry, D. J. 2011. Uraani. In *Fish Physiology* (Vol. 31(1). pp. 391- 428). Academic Press.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesieliöihin

HaV, 2019. Heri- ja vesiviraston ohjeet pintaveden luokittelusta ja ympäristönormeista, HVMFS 2019:25.

ITM, sovelletun ympäristötieteen laitos. 2013. Erityisen saastuttavat aineet pintavesissä: ehdotetut raja-arvot. ITM:n raportti 219. Tukholman yliopisto

Kemakta. 2021. Selvitys uraanin biokertyvyydestä kaloihin ja purkuvesistön veteen Malmbergetissä .

Kemakta. 2019 Selvitys uraanin esiintymisestä Pajalan kaivoksenpurkuvesistössä

Kim, N. N. *et al.* . 2015. Suolapitoisuuden muutosten vaikutus hajumuistiin liittyviin geeneihin ja hormoneihin aikuisella chum-lohella *Oncorhynchus keta*. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A : Molecular and Integrative Physiology*. 187. s. 40–47.

Kraemer, L.D. ja Evans, D. 2012. Uraanin biokertyvyys makean veden ekojärjestelmissä: ruokintaekologian vaikutus. *Aquatic Toxicology*. 124. s. 163–170.

Kroon, F.J. . 2005. Happamoituneen veden käyttäytymisen välttäminen (Metapenaeus). 285 (Dawson 2002). Pp. 193–204.

Leander, J. *et al.* 2021. Bubble barriers to guide downstream migrating Atlantic salmon (*Salmo salar*): Arviointi akustisen telemetrian avulla. *Ecological Engineering*. 160 (Kesäkuu 2020). Pp. 0–6.

Lepper, P., Sorokin, N., Maycock, D., Crane, M., Atkinson, C., Hope S-J. ja Comber S. 2007. Ennakkokuulemiskertomus: Vesipolitiikan puitesdirektiivin ehdotetut ympäristölaatu-normit Liite VIII aineet: arsenikki (liuennut kokonaismäärä). Ympäristökeskus, Bristol, Iso-Britannia

LKAB. 2021. Ympäristövaikutusten arviointiselostus – LKAB:n kaivos- ja malminjalostustoiminta Vitåforsissa/Malmbergetissa ja Natura 200 -alueella Tornion ja Kalixin jokijärjestelmässä.

Luukas. 2022. Tornionjoen lohi. <https://www.luke.fi/sv/om-naturresurser/fiskar-och-fiskerinaring/laxlaxen-i-torne-alv/>. 2022-03-01

Norrbottnin lääninhallitus 2020. 2020. Torne och Kalix älvsystem SE0820430. Bevarandeplan Natura 2000-område.

Itä-Götanmaan lääninhallitus. 2016. Kirjojokikorenon *Ophiogomphus cecilia* inventaario 2015 - menetelmätesti, esitutkimus ja ensimmäinen testikerta luonnonmaantieteellisessä seurannassa. Raportti 2016:8.

Maycock, D., Peters, A., Merrington, G., ja Crane, M. 2010. Vesipuitesdirektiivi (Yhdistyneen kuningaskunnan tekninen neuvoa-antava ryhmä). Vesipolitiikan puitesdirektiivin ehdotetut ympäristölaatu-normit Liite VIII aineet:sinkki (konsultaatio).

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesielioihin

Maycock, D., Sorokin, N., Atkinson, C., Rule, K. ja Crane, M. 2007. Proposed EQS for Water Framework Directive Annex VIII substances: Kromi(VI) ja kromi(III) (liuennut). Ympäristökeskus, Bristol, Iso-Britannia

Meays, C., & Nordin, R. 2013. Ympäröivän veden laatua koskevat ohjeet sulfaatile. Tekninen liite. Water Protection & Sustainability Branch: Environmental Sustainability and Strategic Policy Division, BC Ministry of Environment.

Luonnonsuojeluvirasto 2011a. Pienet joet- Joet, joissa on kelluvalehtistä lehtikasvillisuutta tai vesisammaleita. Ohjeet ruotsalaisille luontotyypeille luontotyyppidirektiivin liitteessä 1.
https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/natura-2000/natuetypersotvatten/vl-3260-mindre_vattendrag.pdf noudettu 2021-06-09).

Luonnonsuojeluvirasto 2011b. Suuret joet - Fennoskandista tyyppiä olevat joet Fennoskandian luonnonjoet EU-koodi: 3210. Ohjeet ruotsalaisille luontotyypeille luontotyyppidirektiivin liitteessä 1.
<https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/natura-2000/naturtyper/sotvatten/vl-3210-storrevattendrag.pdf> (noudettu 2021-09-15).

Norwood, W. P., Borgmann, U., Dixon, D. G., & Wallace, A. 2003. Metalliseosten vaikutukset vesielioöstöön: havaintojen ja menetelmien tarkastelu. *Human and Ecological Risk Assessment*, 9(4), 795-811.

Pelagia. 2019. Saukkoinventaario Kaunisvaaran ympäristössä Pajalan kunnassa vuonna 2019.

Pelagia. 2020a. Ympäristötutkimukset pintavesiesiintymistä rautamalmikaivoksen ympäristössä Kaunisvaarassa, Pajalan kunnassa, vuonna 2019.

Pelagia. 2020b. Pesivien lintujen inventaario Kaunisvaaran ympäristössä, Pajalan kunnassa vuonna 2019.

Pelagia. 2021a. Vesikasvillisuuden kartoitus Muoniojoessa syyskuussa 2020.

Pelagia. 2021b Ympäristötutkimukset pintavesiesiintymistä rautamalmikaivoksen ympärillä Kaunisvaarassa, Pajalan kunnassa vuonna 2020.

Pelagia. 2021c. Ympäristötutkimus Lina-joessa, Malmbergetissa 2021.

Pelagia. 2021d. Helmisimpukoiden inventaario Muoniojoessa, Mellajoessa ja Aareaajoessa syyskuussa 2020 (Pelagia, 2021d)

Pelagia. 2021e. Vesinäytteenotto Kaunisvaaran kosteikoista vuosina 2019–2020. Pelagia.

2021f. Natura 2000 -tutkimus LKAB:n kaivostoiminnasta Vitåforsissa. Pålsson, B. 2020.

Laskelma ksantaatista prosessivedessä

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitetty arviot vaikutuksista vesielioihin

Riethmuller, N., Markich, S. J., Van Dam, R. A., & Parry, D. 2001. Veden kovuuden ja emäksisyyden vaikutukset uraanin myrkyllisyyteen trooppiselle makean veden lampipolyypille (*Hydra viridissima*). *Biomarkkerit*, 6(1), 45-51.

Sahlin, S. & Ågerstrand, M. 2018a Nitrate, EQS Data Overview. ACES-raportin numero 13. Department of Environmental Science and Analytical Chemistry, Stockholms Universitet.

Sahlin, S. & Ågerstrand, M. 2018b. Sulfate, EQS Data Overview. ACES-raportin numero 14. Department of Environmental Science and Analytical Chemistry, Stockholms Universitet.

Schuler, M. S., Cañedo-Argüelles, M., Hintz, W. D., Dyack, B., Birk, S., & Relyea, R. A. 2019. Makean veden eköjärjestelmien suojelemiseksi suolaantumiselta tarvitaan säännöksiä. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374(1764), 20180019.

Sjoberg, K. 1987. Temporal relationships between fish-eating birds and their prey in a North Swedish river. Väitöskirja Uumajan yliopisto. ISBN 91-7174-309-x.

SLU Artdatabanken 2020. 2022a. Kirjojokikorento (*Ophiogomphus cecilia*).
<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/ophiogomphus-cecilia-101461>.

SLU Artdatabanken 2020. 2022b. Lax (*Salmo salar*).
<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/Salmo%20salar-100126>.

SLU Artdatabanken 2020. 2022c. Stensimpa (*Cottus gobio*).
<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/cottus-gobio-102609>.

SLU Artdatabanken 2020. Saukko *Lutra lutra*.
<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/lutra-lutra-100077>.

SLU Artdatabanken 2020. 2022e. Lapinkaura (*Trisetum subalpestre*).
<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/trisetum-subalpestre-1605>.

SLU Artdatabanken 2020. 2022f. Lietetatar (*Persicaria foliosa*).
<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/persicaria-foliosa-1263>.

SLU Artdatabanken 2020. 2022g. Jokihelmisimpukka (*Margaritifera margaritifera*).
<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/Margaritifera%20margaritifera-101268>

Sone, B. N. 2015. Uraanin spesifikaatio, biosaatavuus ja imeytyminen merilohessa (*Salmo salar* L.) nuoresa lohessa sekä pH:n vaikutus. Master's thesis, Norwegian University of Life Sciences, Ås.

Soucek, D. J. *et al.* 2011. Veden kovuuden ja sulfaatin vaikutus kloridin akuuttiin myrkyllisyyteen herkille makean veden selkärangattomille. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 30. s. 930-938.

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

Stubblefield, W. A., Van Genderen, E., Cardwell, A. S., Heijerick, D. G., Janssen, C. R., & De Schamphelaere, K. A. 2020. Koboltin akuutti ja krooninen myrkyllisyys makean veden organismeille: käytetään lajiherkkyyden jakautumista koskevaa lähestymistapaa veden laatua koskevien kansainvälisten standardien laatimiseksi. *Environmental Toxicology and Chemistry*.

Sweco. 2018. Ympäristövaikutukset LKAB:n purkuvesistöihin Rakkuvesistöön, Luossajärveen, Luossajokeen ja Pahtajokeen/Rautasjokeen – Tänään ja haetun toiminnan osalta.

Tamario, C., & Degerman, E., 2017. Jokihelmisimpukka maisemassa – Tilatekijöiden vaikutus levinneisyyteen ja valikoitumiseen. SLU Aqua raportoi 2017:14.

Thorstad, E.B., Økland, F., Aarestrup, K., & Heggberget, T. G. 2008. Tekijät, jotka vaikuttavat atlantinlohen kutuvaellukseen joessa, painottaen ihmisen vaikutuksia. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 18(4), 345-371.

US EPA. 1988. Veden laatustandardien arviointiperusteiden yhteenvedot: Kooste valtion/liittovaltion kriteereistä. Washington D.C.

Van Dam, R. A., Hogan, A.C., McCullough, C. D., Houston, M. A., Humphrey, C. L., & Harford, A. J. 2010. Magnesiumsulfaatin myrkyllisyys vesieliöissä ja kalsiumin vaikutus hyvin alhaisessa ionipitoisessa vedessä. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 29(2), 410- 421.

van Herwijnen, R. & Verbruggen, E.M.J. 2014. Uraanin vedenlaatustandardit. Proposal for new standards according to the Water Framework Directive. RIVM:n kirjeraportti 270006003/2014. National Institute for Public Health and the Environment. Bilthoven, Alankomaat.

Westling, T., Toräng, T., Haldin, M. & Naeslund, M. 2020. Ruotsin lajit ja luontotyyppit EU:n laji- ja luontotyyppidirektiivissä. Vuoden 2019 tulokset raportoinnista EU:lle säilytysstatuksesta 2013–2018. Ruotsin luonnonsuojeluvirasto, Tukholma.

WFD, 2005a. Ympäristölaatunormit, ainetietolomake. Kadmium ja sen yhdisteet.

WFD. 2005b. Ympäristölaatunormit, ainetietolomake. Elohopea ja sen yhdisteet.

WFD, 2011a. Lyijy EQS asiakirjat. Elohopea ja sen yhdisteet.

WFD, 2011b. Nikkeli EQS asiakirjat. Elohopea ja sen yhdisteet.

ITM, 2013; WFD-UKTAG, 2007 2007. Proposed EQS for Water Framework Directive Annex VIII substances: Ammoniakki (ionisoimaton).

Whitman, R.P., Quinn, T.P. ja Brannon, E. L. 1982. Influence of Suspended Volcanic Ash on Homing Behavior of Adult Chinook Salmon. *Transactions of the American Fisheries Society*. 111. s. 63–69.

WSP. 2020. Kaunis Iron AB:n purkuveden leviäminen ja laimentuminen Muonionjoessa

PM: KIAB:n Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan kaivostoimintaa koskevaan hakemukseen perustuvat päivitettyt arviot vaikutuksista vesieliöihin

WSP. 2022a. Analyysi vaikutuksista Muonionjoen ympäristön tilaan.

WSP. 2022b. Muonionjoen hydrodynaamisen mallin, Tracer-kokeiden ja vesikemian tulosten todentaminen.

VISS 2020. 2022. Vesitietojärjestelmä Ruotsi - Mellajoki.

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA93932937>. 2022-03-01