

2022-10-07

Versio: 2

Tila: Lopullinen versio

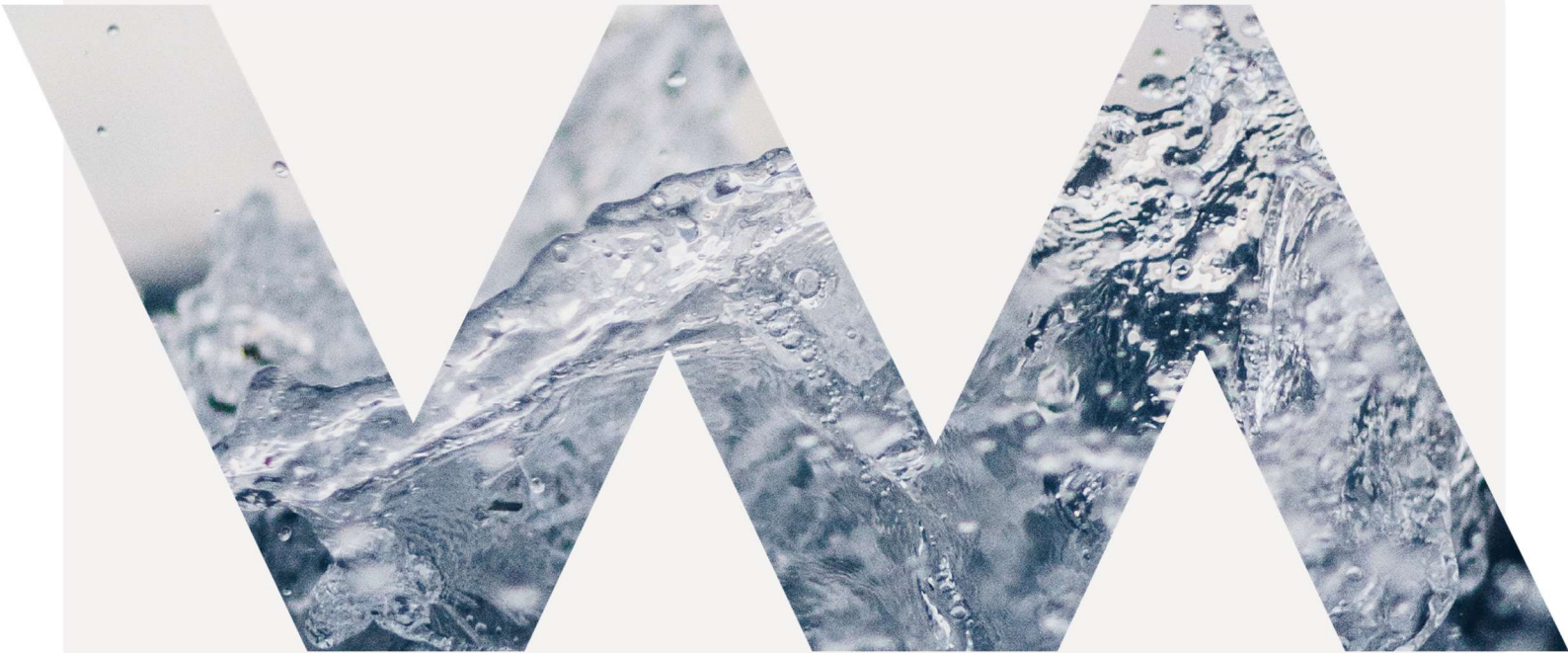
# Liite B5 –

## Vaikutus Viscaria-kaivoksen

### purkuvesistöihin

#### – nykyisin ja haetussa toiminnassa

COPPERSTONE VISCARIA AB



Vatten & Miljökonsulterna AB  
Osoite: Aurorum 2, 977 75 Luleå

  
[vmkonsulterna.se](http://vmkonsulterna.se)

# Vaikutus Viscaria-kaivoksen purkuvesistöihin – nykyisin ja haetussa toiminnassa

## **Tilaaaja**

Copperstone Viscaria AB

## **Konsultti**

Vatten & Miljökonserterna i Norr AB

Aurorum 2

977 75 Luleå

Puhelin: 073-402 39 35

Sähköposti: [etunimi.sukunimi@vmkonserterna.se](mailto:etunimi.sukunimi@vmkonserterna.se)

Kotisivu: [www.vmkonserterna.se](http://www.vmkonserterna.se)

Toimeksiannon vastaava: Maria Widmark

Käsittelijät: Maria Widmark ja Peter Wihlborg (Geosyntec)

Tarkastaja: Anna Mäki

## Yhteenveto

Copperstone Viscaria AB hakee ympäristökaaren mukaista lupaa kupari- ja rautamalmin louhintaan Viscarian kaivoksella Kiirunassa. Tässä raportissa kuvataan nykytilanne ja tuleva haetun toiminnan vaikutus koskien vesikemialia ja virtauksia järvissä ja vesistöissä.

1990-luvun lopusta lähtien Pahtajoki on ollut käytöstä poistetun ja jälkikäsitellyn Viscaria-kaivoksen purkuvesistönä johtamalla ylimääräistä vettä vedellä täytetystä maanalaisesta kaivoksesta ja suotovettä jälkikäsitellystä hylkykivivarastosta Pahtajokeen valuvaan ns. Tvillingtjärnarna-järviin tien E10 pohjoispuolella. Ylimääräinen vesi Viscaria-kaivoksen rikastushiekka- ja selkeytsaltaalta johdetaan Luossajärveen. Valuma Luossajärvestä johdetaan keinotekoisesti osittain pumppaamalla Luossajokijärjestelmään ja osittain ohjatulla valutuksella Luossajärven purkukanava, josta vesi valuu Pahtajokijärjestelmän suuntaan. Purkuvesistöjen nykytilannetta kuvataan tehtyjen vesikemiallisten ja biologisten tutkimusten perusteella. Tulevat virtaamat ja pitoisuudet liittyvissä järvissä ja vesistöissä haettuun toimintaan liittyen on laskettu äskettäin kehitetyllä hydrodynaamisella mallilla.

### Nykyinen ympäristön biologinen ja vesikemian tila vaikutuksenalaisissa järvissä ja vesistöissä

Biologiset tutkimukset osoittavat koskemattomia pohjaeläimistöjä ja piilevien yhteisöjä, joiden laatutekijät osoittavat korkeaa tai hyvää tilaa. Kalakantojen tila arvioidaan huonommaksi kuin hyvä Pahtajoen ylä- ja keskiosissa sekä Tvillingtjärnarna-järvien osavalmu-alueella. Pahtajoen alemmassa osassa, lähellä Rautajoen luusuaa, esiintyy kuitenkin taimenia, mikä merkitsee hyvää tilaa. Tvillingtjärnarna-järvet kuormittuvat Viscarian kaivoksen metalleilla, mutta jossain määrin myös Luossajärven vuotojen kautta.

Luossajärveen vaikuttavat nykyään Viscarian ja LKAB:n kaivosalueiden päästöt ja vuodot. Laimenemisen, biologisten prosessien ja yhteensovittamisen vuoksi vaikutusaste on Pahtajoella pienempi. Luossajärven ja Pahtajoen veden laatuun vaikuttaa lähinnä vähäisesti myrkylliset aineet (makroelementit), kuten sulfaatti, kalsium, kloridi ja natrium, jotka ovat lähinnä peräisin LKAB: toiminta-alueen rapautumisprosesseista. Myös LKAB:n sivukivivarastosta vuotavista räjähtämättömistä räjähteistä peräisin olevan nitraattityypen ja jossain määrin myös ammoniumtyypen tasot ovat kohonneet. Vuoto kummaltakin kaivosalueelta aiheuttaa metallien, erityisesti uraanin ja sinkin, kohonneita pitoisuuksia purkuvesistöissä. Rautasjoessa, jossa virtaama on monikertainen, vaikutus on hyvin rajallinen.

### Haetun toiminnan vaikutus – kuivatusvaihe

Ennen kuin malmin louhinta voidaan aloittaa, nykyinen maanalainen kaivos on tyhjennettävä pohjavedestä. Kaikki vesi puhdistetaan, ennen kuin noin 0,17 m<sup>3</sup>/s valutetaan purkuvesistöön. Purku voidaan tehdä Luossajärven purkukanavaan tai jaettuna sekä Luossajärven purkukanavaan että Leväjokeen (virtaa Luossajärveen). Hakija ehdottaa, että valutettava tilavuus jaetaan Pahtajoen (Luossajärven purkukanava) ja Luossajärven (via Leväjoki) välillä, toisaalta Luossajärven vesitaseen säilyttämiseksi ja toisaalta Pahtajoen virtaaman vaikutuksen vähentämiseksi. Jos 80 l/s valutetaan Luossajärveen Leväjoen kautta ja 87 l/s Pahtajokeen Luossajärven purkukanavan kautta, Luossajärvi saa noin 33 l/s nettovirtaaman (nykyinen virtaama Luossajärveen Viscarian alueelta on suurimmillaan noin 47 l/s). Vaikutukset hydrologiseen järjestelmään ja purkuvesistöön aiheutettuihin pitoisuuksiin ovat vähäisimmät, jos tämä virtaama voi valua Luossajoen kautta. Jos valutus jaetaan Luossajärven ja Pahtajoen välillä, Pahtajoen hydrologinen järjestelmä pysyy hyvänä kuivatusvaiheen aikana.

Valutuksen vaikutus purkuvesistöjen vedenlaatuun kuivatusvaiheen aikana on mallinnettu. Tulevat pitoisuudet ovat alempia kuin nykyiset, jos kaikki valutettu vesi on puhdistettu. Purkuvesistöihin johdettava vesi aiheuttaa sen, että saastuttavien SF<sub>6</sub>-aineiden kupari ja sinkki tilan odotetaan olevan hyvän ja että priorisoidun aineen uraanin pitoisuudet alenevat

Pahtajoessa ja Luossajärvässä. Tämän seurauksena riski vedenlaadun muutoksista johtuvista negatiivisista vaikutuksista Pahtajoen vesieliöihin on erittäin pieni veden kuivatusvaiheen aikana

### Haetun toiminnan vaikutus – tuotantovaihe

Koska haetulla toiminnalla on tulevia virtaamia, massakuljetukset ja pitoisuudet purkuvesistöissä on mallinnettu ja arvioitu kolmen eri valutusskenaarion osalta. Skenaario 1: puhdistamaton ylijäämävesi päästetään Pahtajokeen (Luossajärven purkukanavan kautta); Skenaario 2: puhdistettu ylijäämävesi päästetään Pahtajokeen (Luossajärven purkukanavan kautta); Skenaario 3: puhdistettu ylijäämävesi jaetaan Pahtajokeen (Luossajärven purkukanavan kautta) ja Luossajärveen (Leväjoen kautta). Haettu toiminta merkitsee myös sitä, että pintavaluma Viscarian alueelta Luossajärveen ja Viscarian kaivokselta Tvillingtjärnarna-järviin loppuu. Hakija puoltaa skenaariota 3, jolloin suurin osa laatutekijöistä osoittaa hyvää tilaa eikä huononnusta, minkä vuoksi vain tätä vaihtoehtoa käsitellään jäljempänä.

Päästöskenaariossa 3 metallien pitoisuudet vähenevät yleisesti. Arviointiperusteet kuparille ja sinkille täyttyvät, ja uraanin pitoisuudet vähenevät sekä Luossajärvässä että Pahtajoessa. Esimerkiksi koboltin, kuparin, uraanin, sinkin tai kloridin valutettavien pitoisuuksien ei katsota aiheuttavan haitallisten biologisten vaikutusten riskiä missään purkuvesistöistä. Sulfaatin osalta Pahtajoessa tai Rautasjoessa ei ole odotettavissa kielteisiä vaikutuksia, kun taas Luossajärven yleisesti korkeista sulfaattipitoisuuksista ja Tvillingtjärnarna-järvien satunnaisesti korkeista sulfaattipitoisuuksista aiheutuvia kielteisiä vaikutuksia ei voida sulkea pois. On syytä painottaa, että sulfaattipitoisuudet eivät ole lisääntyneiden päästöjen seurausta, vaan ne ovat seurausta Luossajärven ja Tvillingtjärnarna-järvien laimentumisen vähenemisestä sisään virtaaman pienenemisen vuoksi. Nitraattipitoisuudet, joiden lähteenä ovat ammoniumnitraattipohjainen räjähdysaine, tulevat olemaan suhteellisen korkeat avolouhoksen räjäytystöiden aikana, mutta pitoisuudet laskevat muutamassa vuodessa nopeasti, kun maanalaisessa kaivoksessa käytetään vähemmän räjähdysainetta, ja nitraatin arviointiperusteiden odotetaan täyttyvän. Jos käytetään typenpoistoa, Luossajärven tilan heikentymistä ei tapahdu, ja arviointiperusteet Pahtajoessa täyttyvät.

Tämän alueen vesistöjen morfologia on sopeutunut kevättulvan yhteydessä tapahtuviin erittäin suuriin virtaamiin, joissa esimerkiksi pohjat ja niiden kasvisto ja eläimistö eivät ole herkkiä tietyn laajuisille virtaamien muutoksille. Jakamalla ylijäämävesi niin, että keskimäärin 108 l/s valutetaan Luossajärveen ja siitä noin 47 l/s kompensoi luonnollisen valuman poistumista, nettovalutus Luossajärveen nykyiseen tilanteeseen verrattuna on noin +61 l/s. Jäljellä oleva noin 81 l/s valutetaan Pahtajokeen. Tämä jako johtaa siihen, että virtausvaikutuksen ja virtausenergian tila voi ylläpitää hyvää ja korkeaa tilaa samalla kun virtauksen vuorokausivaihtelu vähenee, minkä vuoksi muutosnopeus jää hieman hyvän tilan alle. Haettu toiminta ei myöskään vaikuta liitettävyyteen tai morfologiseen tilaan missään ajankohtaisessa vesistöissä. Haettavan toiminnan ei arvioida vaikuttavan Rautasjoen hydromorfologisiin laatutekijöihin eikä myöskään joen biologiaan.

### Haetun toiminnan kumulatiiviset vaikutukset

Valutetut pitoisuudet ja virtauksen vaikutus alavirran purkuvesistöihin on hyvin pieni tai täysin merkityksetön. Nykyisin harjoitetaan vain muutamaa ympäristöhaitallista toimintaa, joilla on päästöjä jokeen. Toiminnot sijoittuvat useita kymmeniä kilometrejä ylävirtaan Rautasjoen luusuasta eivätkä ne vaikuta Tornionjoen veden laatuun. Haetun toiminnan marginaaliset vaikutukset aiheuttavat siksi olemattomia kumulatiivisia vaikutuksia Tornionjoen vesiympäristöön, vaikka mukaan otettaisiin nykyiset ja mahdolliset tulevat alavirtaan olevat toiminnot, joissa on vastaava vaikutusprofiili.

### Vaikutus toiminnan päättymisen jälkeen

Kun kaivosveden nosto louhituissa kaivoksissa loppuu, kaivokset täytetään uudelleen, kunnes veden taso saavuttaa avolouhoksen ulosvirtausalueen, josta vettä valutetaan uudelleen. Kaivoksista tulevan veden arvioidaan tällöin voivan sisältää kohonneita pitoisuuksia, varsinkin uraanin, sinkin, kuparin ja koboltin osalta. Copperstone on valmistautunut purkamaan enintään noin 100 m<sup>3</sup>/h puhdistettua vettä kaivoksen täyttöjakson aikana. Jopa ilman puhdistamista arviointiperusteet kuparille ja sinkille täyttyvät sekä Luossajärvessä että Pahtajoessa, kun taas uraanipitoisuus tulee olemaan suunnilleen samalla tasolla kuin nykyisin. Jo ennen kuin virtaama palautuu luonnonkaltaiseen tilaan, on hydrologisen järjestelmän tila kokonaisuutena hyvä. Koska heikentymistä ei tapahdu, ei negatiivisten vaikutusten riskiä ole alavirtaan olevissa biotoopeissa tai luonnonympäristöissä.

## Sisältö

1.1	Tausta ja tarkoitus .....	8
1.2	Tarkistus .....	8
1.3	Hankkeen rajaus.....	8
2.1	Alueen kuvaus .....	8
2.2	Ympäristölaatonormit ja tilaluokitus.....	9
2.3	Tilaluokituksen ja vaikutusten arvioinnin arviointikriteerit.....	11
2.3.1	Tietty saastuttavat ja priorisoidut aineet .....	12
2.3.2	Ravinteet .....	13
2.3.3	Hydromorfologiset laatutekijät .....	14
2.3.4	Muut aineet, joilta puuttuvat arviointiperusteet.....	14
2.4	Purkuvesistöjen nykyisten ja tulevien tasojen mallintaminen.....	15
3.1	Biologia.....	16
3.1.1	Pohjaeläimistö .....	16
3.1.2	Piilevät .....	16
3.1.3	Kasviplankton .....	17
3.1.4	Kala.....	17
3.1.5	Suun vauriot .....	17
3.2	Veden nykyinen laatu päästöissä ja purkuvesistöissä .....	17
3.2.1	Näytteenottopisteet.....	17
3.2.2	Makroelementit .....	19
3.2.3	Johtavuus ja kovuus .....	24
3.2.4	Valaistusolosuhteet .....	25
3.2.5	pH ja emäksisyys.....	27
3.2.6	Ravinteet .....	29
3.2.7	Metallit .....	35
3.3	Nykyiset päästöjen ja purkuvesistöjen virtaamat .....	48
3.4	Nykyiset päästö määrät ja massakuljetukset .....	49
3.5	Muut toiminnot, joista aiheutuu päästöjä nykyisiin purkuvesistöihin .....	55
3.5.1	Luossajärvi ja Pahtajoki.....	55
3.5.2	Rautasjoki.....	55
3.5.3	Tornionjoki.....	55
4.1	Kaivoksen tyhjennyksen päästöskenaario .....	56
4.2	Tuotantovaiheen päästöskenaariot .....	56
4.3	Suojatoimet.....	57
4.3.1	Pysyvät suojatoimet.....	57
4.3.2	Mahdolliset suojatoimet.....	58
4.3.3	Tarveohjatut suojatoimet .....	59

5.1	Purkuvesistöön virtaavan ylijäämäveden virtaama .....	59
5.2	Purkuvesistöön laskettavan puhdistetun veden laatu .....	60
5.3	Päästöt ja massakuljetukset.....	60
5.4	Vaikutus purkuvesistöjen vedenlaatuun.....	62
5.4.1	Valutus Luossajärven purkukanavaan .....	62
5.4.2	Jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen.....	65
5.5	Vaikutus purkuvesistöjen virtaamaan.....	67
5.6	Vaikutus purkuvesistöjen biologiaan .....	70
5.6.1	Muuttuneen vedenlaadun vaikutus.....	70
5.6.2	Virtausmuutosten vaikutus .....	71
5.6.3	Vaihtuvien virtaamien vaikutus – ehdotetuilla suojaustoimenpiteillä.....	72
6.1	Purkuvesistöön purettavan ylijäämäveden virtaama .....	72
6.2	Ylimääräisen purkuvesistöön virtaavan veden laatu .....	73
6.3	Päästöt ja massakuljetukset.....	74
6.3.1	Skenaariot 1 ja 2 – valutus Luossajärven purkukanavaan.....	74
6.3.2	Skenaario 3 – jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen .....	79
6.4	Vaikutus purkuvesistöjen vedenlaatuun.....	84
6.4.1	Skenaariot 1 ja 2 – valutus Luossajärven purkukanavaan.....	85
6.4.2	Skenaario 3 – jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen .....	89
6.4.3	Yhteenvedo pitoisuuksista tällä hetkellä ja erilaisissa päästöskenaarioissa.....	92
6.5	Nitraatin vaikutus sekä mahdollisen typenpoiston vaikutukset .....	96
6.6	Vaikutus purkuvesistöjen virtaamaan.....	97
6.6.1	Vaikutukset hydrologiseen järjestelmään .....	99
6.7	Vaikutus purkuvesistöjen biologiaan .....	103
6.7.1	Muuttuneen vedenlaadun vaikutus.....	103
6.7.2	Virtausmuutosten vaikutus .....	106
6.7.3	Vaihtuvien virtaamien vaikutus – ehdotetuilla suojaustoimenpiteillä.....	107
6.8	Kumulatiiviset vaikutukset .....	108
6.8.1	lähialueella.....	108
6.8.2	Tornionjoki.....	108
7.1	Viscarian alueen purkuvesistöille aiheuttama kuormitus.....	109
7.2	Vaikutus purkuvesistöjen vedenlaatuun.....	111
7.3	Vaikutus purkuvesistöjen virtaamaan.....	112
7.4	Vaikutus purkuvesistöjen biologiaan .....	113

## 1 Johdanto

### 1.1 Tausta ja tarkoitus

Copperstone Viscaria AB hakee ympäristökaaren mukaista lupaa kupari- ja rautamalmin louhintaan Viscarian kaivoksella Kiirunassa. Tämä raportti toimii pohjana ympäristövaikutusten arvioinnille (YVA) ja kuvaa vesikemian ja -biologian haetun toiminnan nykyistä ja tulevaa tilannetta niissä järvissä ja vesistöissä, joihin haettu toiminta vaikuttaa suoraan tai välillisesti.

### 1.2 Tarkistus

Tämä raportti perustuu aiempaan raporttiin Liite B5 – Vaikutus Viscaria-kaivoksen purkuvesistöihin – nykyisin ja haetussa toiminnassa, jonka laatija on Sweco, päiväys 28.3.2022. Sen jälkeen kun maa- ja ympäristötuomioistuimien antoi täydennyspyynnön 1.7.2022 on mallinnuksiin sekä esityksen tietojen laskelmiin tehty muutoksia, mikä on johtanut uuteen raporttiin. Lähinnä kyse on muutoksista, jotka liittyvät haettuun toimintaan sekä lukuihin: 3.3, 3.4, 4, 5, 6 ja 7.

### 1.3 Hankkeen rajaus

Nykytilanteen kuvaus käsittää ne veden kemialliset ja biologiset parametrit, joilla on merkitystä, jotta saataisiin hyvä kuva tämänhetkisestä tilanteesta vaikutuksen alaisissa järvissä ja vesistöissä. Pohjana on käytetty Copperstonen nykyisen itsevalvontaohjelman puitteissa tapahtuneen näytteenoton tuloksia.

Tässä raportissa kuvattujen tulevaisuudenskenaarioiden ympäristövaikutus koskee kuivatusvaihetta, käyttövaihetta kaivostoiminnan 100 % louhittuun kaivoksessa ja toiminnan päättymisen jälkeen.

Tässä tutkimuksessa raportoidaan purkuvesistöille ekologisesti merkityksellisiksi arvioidut aineet. Muiden aineiden päästöjen ei katsota johtavan tilan heikkenemiseen eikä niillä siten ole mitään todellista vaikutusta vesi-ilmentymien biologiaan.

## 2 Edellytykset ja menetelmät

### 2.1 Alueen kuvaus

Suljetun ja jälkihoidetun Viscaria-kaivoksen alue sijaitsee Luossajärven ja Kiirunavaaran länsipuolella, malmiradan ja E10-tien eteläpuolella (kuva 1). Alue sijaitsee Tornionjoen ja Kalixjoen päävaluma-alueiden rajalla. Alueen vesistöihin vaikuttavat tällä hetkellä sekä Viscaria-kaivoksen aiempi kaivostoiminta (jälkihoidettu) että nykyinen toiminta (LKAB).

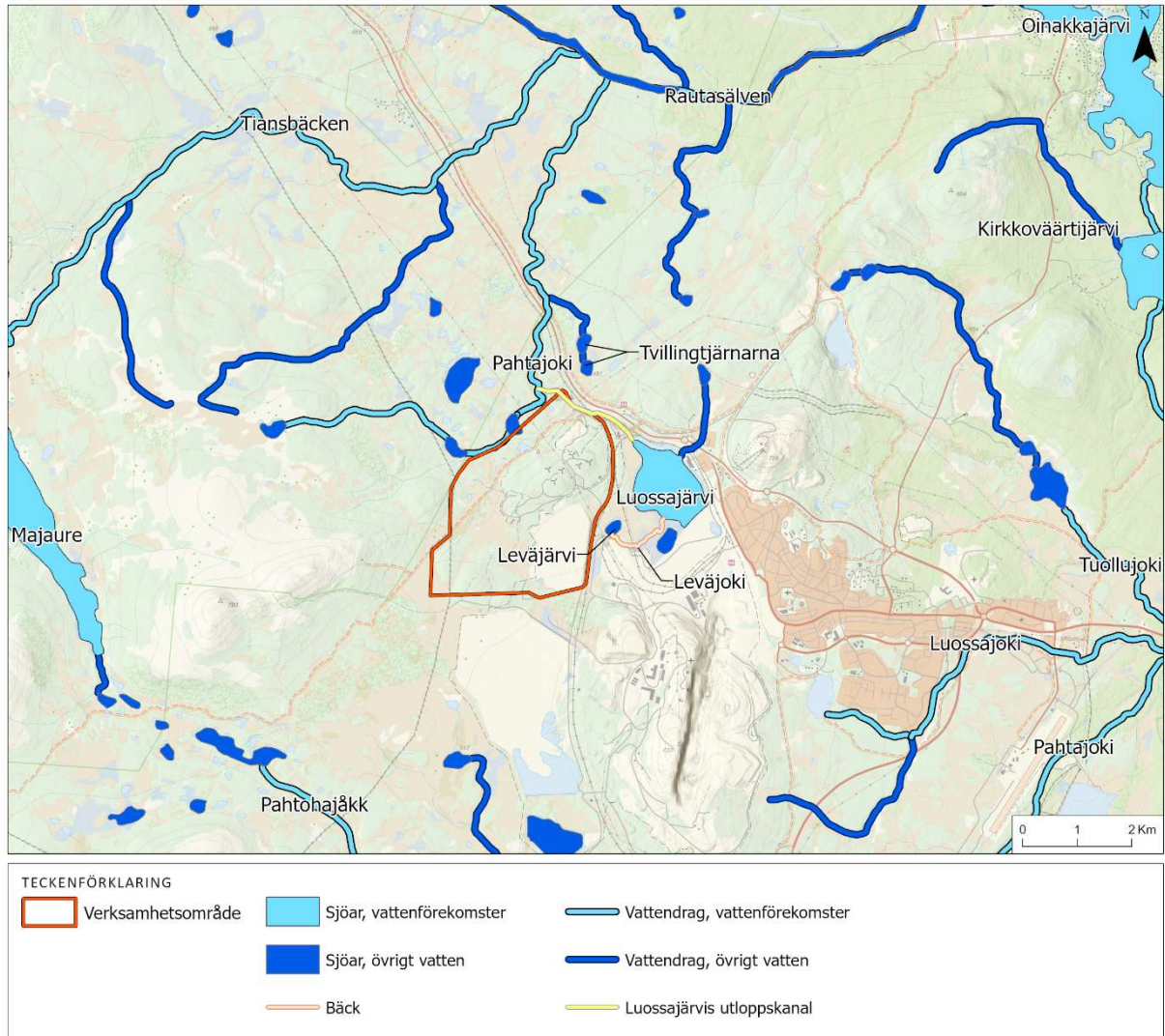
Viscarian kaivosalueen länsipuolen ohittaa Pahtajoki, joka virtaa pohjoiseen rautatien ja E10-tien alta Pahtajänkän kosteikon kautta Rautasjokeen, joka on Tornionjoen merkittävä sivujoki. 1990-luvun lopusta lähtien Pahtajoki on ollut käytöstä poistettu ja jälkikäsitellyn Viscaria-kaivoksen purkuvesistönä johtamalla ylimääräistä vettä vedellä täytetystä maanalaisesta kaivoksesta ja suotovettä jälkikäsitelystä hylkykivivarastosta Pahtajokeen valuvaan ns. Tvillingtjärnarna-järviin tien E10 pohjoispuolella.



Ylimääräinen vesi Viscaria-kaivoksen rikastushiekka- ja selkeytsaltaalta johdetaan Leväjoen kautta Luossajärveen. LKAB:n toiminnan seurauksena Luossajärven itäosa kuivui, ja vuonna 2011 rakennettiin uusi laskukohta Luossajärvestä Pahtajokeen. Purkukanava Luossajärvestä päättyy ennen Pahtajokea ja valutettu vesi suodattuu noin 600 metriä pitkän kosteikkoalueen läpi ennen päätymistään puroon. Valutus Pahtajokeen tapahtuu pääosin kesän vuosipuoliskon aikana.

Pahtajoki ja Rautasjoki kuuluvat Natura 2000 -alueeseen Tornion- ja Kalix-joissa (SE0820430).

Kuva 1. Viscarian haettavaa toimintaa varten tarkoitetun alueen sijainti (punainen monikulmio) sekä



alueen vesistöjä ja järviä. Vaaleansiniset järvet ja vesistöt ovat päätettyjä vesi-ilmentymiä, tummansiniset muuta vettä. Luossajärven purkukanava on nyt yksi uusi päätetty muu vesi. Lähde: VISS.

## 2.2 Ympäristölaatunormit ja tilaluokitus

Ruotsissa kaikki vesistöiksi ja järviksi määritellyt vesi-ilmentymät ovat vesiviranomaisten laatuluokitusten alaisia. Tiedot löytyvät Ruotsin vesitietojärjestelmän (Vatteninformationsystem Sverige (VISS)) tietokannasta ([www.viss.lst.se](http://www.viss.lst.se)). Pintaveden ekologisen tilan luokitus perustuu biologiselle, fysikaalis-kemialliselle ja hydromorfologiselle laadulle. Pintaveden ekologinen tila viisiasteisella asteikolla; korkea, hyvä, kohtalainen, epätydyttävä ja huono tila.

Ruotsin meri- ja vesiviranomainen (HaV) on viimeksi tammikuussa 2019 tarkistanut pintaveden luokitusta ja ympäristön laatustandardeja koskevat määräykset (HVMFS 2019:25). Asetuksen

liitteessä 2 järvien ja vesistöjen fysikaalis-kemiallisten laatutekijöiden arviointiperusteista esitetään mm. tiettyjen saastuttavien (SFÄ) pitoisuudet, joita käytetään ekologisen tilan luokittelussa. HVMFS 2019: 25:n liitteessä 6 esitetään raja-arvot pintaveden kemiallisen tilan luokittelulle. Tämä koskee useimpia aineita, mm. tiettyjä metalleja, joita on luonnostaan purkuvesistöissä ja myös haetun toiminnan seurauksena tapahtuneessa ylivuotovedessä.

Luossajärven vesi-ilmentymän (WA76574251) ekologinen tila arvioidaan kohtalaiseksi, kun taas kemiallinen tila ei ole hyvä elohopea- ja PBDE-arvojen (koskee kaikkia Ruotsin pintavesi-ilmientymiä) sekä PFOS ja bentso(a) pyreenipitoisuuksien vuoksi. Ympäristölaatuormina on hyvä ekologinen tila 2027 ja hyvä kemiallinen pintaveden tila lukuun ottamatta elohopeaa ja PBDE:tä (vähemmän tiukat vaatimukset) sekä PFOS:ää ja bentso(a)pyreeniä (myöhemmät tavoitevuodet) (Taulukko 1).

Kaivosalueen ohi virtaava Pahtajoki on jaettu kahdeksi vesi-ilmentymäksi, mutta vain alemman ilmentymän vesipäästöillä (WA64104032) on vaikutusta haetun toiminnan osalta. Ylemmän vesi-ilmentymän (WA73598312) virtaamiin vaikuttaa kuitenkin jonkin verran pohjaveden aleneminen osissa sen valuma-alueesta kaivoksen seurauksena. Ylemmän vesi-ilmentymän (WA73598312) ekologinen tila on korkea, kun taas kemiallinen tila ei pääse hyvälle tasolle johtuen elohopeasta ja PBDE:stä. Ympäristölaatuormina on korkea ekologinen tila ja hyvä kemiallinen pintaveden tila, lukuun ottamatta elohopeaa ja PBDE:tä (vähemmän tiukat vaatimukset). Pahtajoen alemman vesi-ilmentymän (WA64104032) ekologinen tila on korkea, kun taas kemiallinen tila ei pääse hyvälle tasolle johtuen elohopeasta ja PBDE:stä. Ympäristölaatuormina on hyvä ekologinen tila ja hyvä kemiallinen pintaveden tila, lukuun ottamatta elohopeaa ja PBDE:tä (vähemmän tiukat vaatimukset) (Taulukko 1).

Rautasjoen Pahtajoen luusuasta Tornionjokeen muodostaa vesi-ilmentymän (WA47755367), jonka ekologinen tila on hyvä, mutta joka ei saavuta hyvää kemiallista tilaa johtuen elohopeasta ja PBDE:stä. Ympäristölaatuormina on hyvä ekologinen tila ja hyvä kemiallinen pintaveden tila, lukuun ottamatta elohopeaa ja PBDE:tä (vähemmän tiukat vaatimukset) (Taulukko 1).

Tvillingtjärnarna-järvien ja sen valuma-alue ei ole vesihallinnon mukaan nimetty vesi-ilmentymä vaan sitä kutsutaan ns. muuksi vedeksi, joten se ei kuulu ympäristölaatuormien piiriin. Luossajärveltä Pahtajoelle lähtevä purkukanava ei myöskään ole ympäristölaatuormien piirissä, koska sitä ei VISS:n mukaan ole määritelty vesi-ilmentymäksi tai muuksi vedeksi.

Taulukko 1. Luossajärven, Pahtajoen (ylempi ja alempi) ja Rautasjoen vesi-ilmientymien ympäristölaatu­normit ja tila (VISS, 2022).

Vesi-ilmientymä		Luossajärvi WA76574251	Pahtajoki (ylempi) WA73598312	Pahtajoki (alempi) WA64104032	Rautasjoki (WA47755367)	
Päätetyt ympäristölaatu­normit, MKN		Hyvä ekologinen tila 2027 Hyvä kemiallinen tila <sup>1,2</sup>	Korkea ekologinen tila Hyvä kemiallinen tila <sup>1</sup>	Hyvä ekologinen tila 2027 Hyvä kemiallinen tila <sup>1</sup>	Hyvä ekologinen tila Hyvä kemiallinen tila <sup>1</sup>	
Nykyinen tila		Kohtalainen ekologinen tila Ei saavuta hyvää kemiallista tilaa	Korkea ekologinen tila Hyvä kemiallinen tila <sup>1</sup>	Epättydyttävä ekologinen tila Ei saavuta hyvää kemiallista tilaa	Hyvä ekologinen tila Ei saavuta hyvää kemiallista tilaa	
Ekologinen tila	Laatutekijä	Tila				
Biologia	Kasviplankton	Epättydyttävä	Ei ajankohtainen	Ei ajankohtainen	Ei ajankohtainen	
	Piilevät	Hyvä	Korkea	Korkea	Korkea	
	Pohjaeläimistö	Korkea <sup>3</sup> Hyvä <sup>3</sup>	Ei luokiteltu	Korkea	Korkea	
	Kala	Kohtalainen	Ei luokiteltu	Epättydyttävä	Hyvä	
Fysikaalis-kemialliset	Ravinteet	Kohtalainen	Korkea	Korkea	Korkea	
	Happamoituminen	Ei luokiteltu	Ei luokiteltu	Ei luokiteltu	Ei luokiteltu	
	Tietyt saastuttavat aineet, SFÄ	Arsenikki	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä
		Kupari	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä
		Kromi	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä
		Uraani	Kohtalainen	Ei luokiteltu	Kohtalainen	Hyvä
		Sinkki	Kohtalainen	Hyvä	Hyvä	Hyvä
		Ammoniakki	Ei luokiteltu	Hyvä	Hyvä	Hyvä
Nitraatti	Kohtalainen	Ei luokiteltu	Hyvä	Hyvä		
Hydromorfologia	Liitettävyys	Huono	Korkea	Korkea	Korkea	
	Hydrologinen järjestelmä	Ei luokiteltu	Ei luokiteltu	Ei luokiteltu	Ei luokiteltu	
	Morfologinen tila	Kohtalainen	Korkea	Korkea	Korkea	
Kemiallinen tila	Priorisoidut aineet	PBDE	Ei saavuta hyvää	Ei saavuta hyvää	Ei saavuta hyvää	
		Lyijy	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä
		Kadmium	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä
		Elohopea	Ei saavuta hyvää	Ei saavuta hyvää	Ei saavuta hyvää	Ei saavuta hyvää
		Nikkeli	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä
		PFOS	Ei saavuta hyvää	Ei luokiteltu	Ei luokiteltu	Ei luokiteltu

1. Poikkeus (vähemmän tiukat vaatimukset) lyijylle ja PBDE:lle.

2. Myöhemmät tavoitteet PFOS:lle ja benzo(a)pyreenille (2027).

3. Parametri ASPT on luokiteltu korkeaksi, kun taas BQI on luokiteltu hyväksi.

### 2.3 Tilaluokituksen ja vaikutusten arvioinnin arviointikriteerit

Ruotsin meri- ja vesiviranomaisen määräyksiä HVMFS 2019:25 on käytetty sekä purkuvesisten nykyisten pitoisuuksien tilaluokitusta varten että tueksi laskennallisten pitoisuuksien vaikutusten arvioinnissa purkuvesistöissä haetun toiminnan yhteydessä riippumatta siitä, ovatko purkuvesistöt nimettyjä vesi-ilmientymiä vai ei. Määräysten liitteet 2 ja 6 sisältävät arviointiperusteet SFÄ:lle ja vastaavasti raja-arvot priorisoiduille aineille. Jotkut näistä liittyvät

haettuun toimintaan (Taulukko 2). Arviointikriteerit ja raja-arvot on luotu Ruotsin vesien herkimpien vesieliöiden suojelemiseksi.

### 2.3.1 Tietyt saastuttavat ja priorisoidut aineet

Aineille, jotka sisältyvät laatutekijään tietyt saastuttavat aineet (SFÄ), tasoja on verrattu Ruotsin meri- ja vesiviranomaisen määräysten HVMFS 2019:25 arviointikriteereihin (Taulukko 2 ja Taulukko 3) ja sitten luokiteltu tilaltaan hyväksi (vihreä) tai kohtalaiseksi (keltainen).

Ammoniakkitypen (NH<sub>3</sub>-N) pitoisuus on laskettu ammoniakkitypen (NH<sub>4</sub>-N) perusteella, pH ja lämpötila seuraavien kaavojen mukaisesti:

$$Pitoisuus\ NH_3-N = jae\ NH_3-N \times pitoisuus\ NH_4-N$$

$$Jae\ NH_3-N = 1/(10^{(pKa-pH)} + 1)$$

$$pKa = 0,0901821 + 2\ 729,92 / T\ (T = \text{Lämpötila esitetty kelvineinä})$$

Aineiden, jotka sisältyvät ryhmään priorisoidut aineet (PRIO), pitoisuuksia on verrattu Ruotsin meri- ja vesiviranomaisen määräysten HVMFS 2019:25 arviointikriteereihin (taulukot 2 ja 3) ja sitten ne on luokiteltu tilaltaan hyväksi (vihreä) tai kohtalaiseksi (keltainen).

Kadmiumin luokittelussa otetaan huomioon veden kovuus ilmaistuna milligrammoina kalsiumkarbonaattia/l. Kovuus on laskettu kalsiumin Ca ja magnesiumin Mg pitoisuuksilla seuraavasti:

$$Kovuus\ (mg\ CaCO_3/l) = (Ca + (Mg/24) \times 40) / 40 \times 100.$$

Kuparin, sinkin, nikkelin ja lyijyn osalta HVMFS 2019:25:n vuosikeskiarvot on ilmoitettu biologisina hyötyosuuksina. Jotta nykyisiä pitoisuuksia (2018–2021) voitaisiin verrata näihin arvoihin, liuenneet pitoisuudet on muutettu biologisiksi hyötyosuuksiksi käyttämällä Bio-metin hyötyosuustyökälyä (versio 5.1) liuenneen metallin, pH:n, DOC- ja kalsiumpitoisuuden perusteella. Alhaisimmat (min) ja korkeimmat (max) pitoisuudet on kuitenkin ilmoitettu liuenneina pitoisuuksina, koska HVMFS 2019:25:n suurimmat sallitut arvot on ilmaistu liuenneina pitoisuuksina.

Luokitettaessa vuosikeskiarvoja, joiden odotetaan syntyvän haetun toiminnan purkuvesistössä, biologiset hyötyosuudet on laskettu. Nykytilanteen enimmäispitoisuuksia ja tulevaisuuden skenaarioiden arvioituja enimmäispitoisuuksia, jotka esiintyvät tilapäisesti tai lyhyen ajan (maksimi kuukausikeskiarvo normaalivuosina tai enimmäiskuukausikeskiarvo), on verrattu arvioinnin sallittuihin enimmäispitoisuuksiin ja luokiteltu sitten tilaltaan hyväksi (vihreä) tai kohtalaiseksi (keltainen). Koska tietyillä saastuttavilla aineilla (SFÄ) ei ole sallittujen enimmäispitoisuuksien arvoja, esim. kuparilla ja sinkillä, näille aineille ei ole luokiteltu enimmäispitoisuuksia.

*Taulukko 2. SFÄ:n arviointikriteerit ja PRIO:n raja-arvot sisämaan pintavesien hyvän tilan osalta (HVMFS 2019: 25). Arseenin, uraanin ja sinkin vuosiarvot on luotu ottamaan huomioon luonnon taustapitoisuus, ja kadmiumin raja-arvot riippuvat veden kovuudesta (mg CaCO<sub>3</sub>/l) (näiden aineiden paikkakohtaiset arviointikriteerit ja raja-arvot, ks. taulukko 3).*

Yksikkö: 5 µg/l	Tietyt saastuttavat aineet (SFÄ)							Priorisoidut aineet			
	As	Zn	Cu	Cr	U	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Cd	Ni	Pb	Hg
Vuosikeskiarvo	0,5 + tausta	5,5 + tausta <sup>1</sup>	0,5 <sup>1</sup>	3,4	0,17 + tausta	1,0	2 200	≤0,08 – 0,25 <sup>2</sup>	4 <sup>1</sup>	1,2 <sup>1</sup>	-
Suurin sallittu pitoisuus yksittäisessä tapauksessa	7,9	-	-	-	8,6	6,8	11 000	≤0,45 – 1,5 <sup>2</sup>	34	14	0,07

1. Koskee biologista hyötyosuutta.
2. Riippuu veden kovuudesta (mg CaCO<sub>3</sub>/l).

HaV:n määräyksen HVMFS 2019:25 mukaan sinkin, arseenin ja uraanin luonnollinen taustapitoisuus on otettava huomioon. Taulukko 3:ssa on siksi esitetty näille aineille paikkakohtaiset arvot, joissa luonnollinen taustapitoisuus on lisätty vastaavaan arviointiperusteeseen. Tässä raportissa luonnon taustapitoisuuksien likiarvona on käytetty vuosien 2018–2021 keskimääräistä pitoisuutta eri vesistöjen referenssiasemilla. Pahtajoen ja Luossajärven osalta on käytetty Pahtajoen referenssiasemaa AVA14. Rautasjoen osalta taustapitoisuutena on käytetty referenssiasemaa AVA24. Muiden aineiden osalta käytetään annettuja arviointiperusteita ja raja-arvoja, Taulukko 2. Kadmiumille käytetään HaV:n määräysten mukaisesti eri kovuusrajoja.

*Taulukko 3. Paikkakohtaiset taustapitoisuuden sisältävät arviointikriteerit arseenille, uraanille ja sinkille. Kadmiumin raja-arvot riippuvat veden kovuudesta (mg CaCO<sub>3</sub>/l).*

Yksikkö: 5 µg/l	Purkuvesistö	Tietty saastuttavat aineet (SFÄ)			Priorisoidut aineet
		As	Zn <sup>1</sup>	U	Cd
Vuosikeskiarvo	Luossajärvi	0,55	6,6	0,30	0,25
	Pahtajoki	0,55	6,6	0,30	0,15
	Rautasjoki	0,54	6,6	0,41	≤0,08
Suurin sallittu pitoisuus yksittäisessä tapauksessa		7,9	-	8,6	Luossajärvi: 1,5 <sup>2</sup> Pahtajoki: 0,9 <sup>2</sup> Rautasjoki: ≤ 0,45 <sup>2</sup>

1. Koskee biologista hyötyosuutta.

2. Kovuus Luossajärven, Pahtajoen ja Rautasjoen osalta ovat keskimäärin >200 mg CaCO<sub>3</sub>/l (luokka 5), >100 mg CaCO<sub>3</sub>/l (luokka 4) ja vastaavasti <40 mg CaCO<sub>3</sub>/l (luokka 1), ks. taulukko 7.

### 2.3.2 Ravinteet

Ravinteet-laaturajajien tilan määrää kokonaisfosforin ekologinen suhde (EY-arvo), joka kuuluu johonkin viidestä tilakategoriasta (korkea, hyvä, kohtalainen, epätydyttävä ja huono). Kunkin aseman EK-arvo on laskettu ajanjakson keskiarvon perusteella. Kauden 2018–2021 keskiarvojen laskelmissa raportointirajaa pienempien kokonaisfosforipitoisuuksien osalta on käytetty puolta raportointirajasta.

EK-arvojen laskemiseen purkuvesistöjen asemilla, joissa kalsium-, magnesium- ja kloridipitoisuus on selvästi kohonnut (Pahtajoki; näytteenotkohdat AVA02, AVA18 ja KVA179, katso kuva 2), on käytetty yksinkertaistettua menetelmää (kaava 2.2 HVMFS 2019 -oppaassa: 25, ravinteet vesistöt; HaV, 2020a). Syynä on se, että näiden aineiden korkeat pitoisuudet antaisivat harhaanjohtavia tuloksia (liian korkeat EK-arvot). Sitä vastoin tavallista kaavaa (kaava 2.1 HVMFS 2019:25 vesistöjen ravinteita käsittelevässä oppaassa; HaV, 2020a) on käytetty vertailuasemilla, joiden kalsiumin, magnesiumin ja kloridin tasot eivät ole kohonneet. Luossajärven asemilla KVA145 ja AVA01 pohjoisesta Tvillingtjärn-järvestä alavirtaan kokonaisfosforin viitearvot on laskettu vaihtoehtoisella järville tarkoitettulla kaavalla (kaava 1.2 HVMFS 2019 -oppaassa:25, ravinteet järvissä; HaV, 2020b), koska sameusanalyysit puuttuvat.



### 2.3.3 Hydromorfologiset laatutekijät

HaV:n määräyksen HVMFS 2019:25 arviointikriteerien mukaan hydromorfologinen tila tulee arvioida laatutekijöiden liitettävyyden, hydrologisen tilan ja morfologisen tilan perusteella. Haettu toiminta ei myöskään vaikuta liitettävyyteen tai morfologiseen tilaan purkuvesistöissä mutta kylläkin hydrologisessa järjestelmässä. Määräyksen liitteen 3 mukaan vaikutus vesistöjen hydrologiseen tilaan luokitellaan parametrien erityinen virtausvaikutus, tilavuuspoikkeama, virtauksen muutosnopeus ja vedenkorkeuden muutosnopeus perusteella. Määräyksen ohjeessa kuvataan, miten tämä tulee toteuttaa, ja siitä ilmenee, että luokittelu tarkoittaa säänneltyjen ja sääntelemättömien olosuhteiden välistä suhdetta vesistöissä. On syytä korostaa, että haettuun toimintaan ei sisälly purkuvesistön virtaamien aktiivista säätelyä.

Laskettaessa haetun toiminnan vaikutusta purkuvesistöjen hydrologiseen järjestelmään, mallinnettua viitesuhdetta (nykytilannetta) on verrattu haetun toiminnan mallinnettuihin olosuhteisiin (perustuu päivä tietoihin kaudelta 1999–2021, ks. hakemuksen liite B3).

Parametrien erityinen virtausvaikutus laskelmien tulee perustua vuoden keskimääräiseen vesivirtaukseen, mutta myös joenuoman leveyden muutokseen, joka aiheutuu muuttuvasta keskivirtaamasta. Mallinnusta joenuoman leveyden muuttumisesta ei ole tehty. Tarkkoja virtausvaikutuksen arvoja on siis ollut vaikea laskea. Jos joenuoman leveyden muutos jätetään huomiotta, ts. oletetaan, että leveys eri skenaarioissa on sama kuin nykyisin (mikä merkitsee varovaisista oletuksista), vuotuisen keskimääräisen virtauksen muutosta voidaan käyttää likimääräisenä virtausvaikutuksen mittana.

Tilavuuspoikkeaman ja virtauksen muutosnopeuden laskelmat on tehtävä päivä- tai tuntitietojen perusteella. Tässä raportissa tilavuuspoikkeama ja virtauksen muutosnopeus lasketaan päivittäisillä tiedoilla haetun toiminnan nykyisistä virtaamista ja vaikutuksen alaisista virtaamista (Hakemuksen liite B3). Parametri tilavuuspoikkeama on HVMFS 2019:25:n liitteen 3 mukaisesti laskettu vesistöjen virtaaman keskimääräisenä tilavuuspoikkeamana haetun toiminnan vaikutuksen jälkeisen virtaaman (pohjaveden alenemisesta aiheutuva vaikutus ynnä ylivuoto) ja nykyisen virtaaman välillä.

Virtauksen muutosnopeuden parametria laskettaessa HVMFS 2019:25:n liitteen 3 mukaan verrataan vuorokausivaihteluita nykyisessä virtaamassa ja vaikuttavassa virtaamassa (pohjaveden laskusta ja poistovirtauksesta aiheutuva vaikutus) vesistöissä.

Koska itse purkuvesistöjen vedenkorkeutta ei ole mallinnettu, ei tässä raportissa ole tehty laskelmia parametrien vedenkorkeuden muutosnopeus osalta.

HVMFS 2019:25:n, liitteen 3 mukaan painotettu arvio parametreista erityinen virtausvaikutus, tilavuuspoikkeama, virtauksen muutosnopeus ja vedenkorkeuden muutosnopeus tarjoavat laatutekijän hydrologisen järjestelmän arviointiin, jossa huonoimman tilan omaava parametri on ratkaiseva. Tässä raportissa painotus tehdään parametreilla erityinen virtausvaikutus, tilavuuspoikkeama ja virtauksen muutosnopeus.

### 2.3.4 Muut aineet, joilta puuttuvat arviointiperusteet

Ruotsalaiset arviointiperusteet sulfaatin osalta puuttuvat. Kanadan Brittiläisen Kolumbian osavaltio on kuitenkin kehittänyt suuntaviivat sulfaatin arvioinnille (Ambient Water Quality Guidelines for Sulphate, Minister of Environment, Province of British Columbia, 2013). Sulfaatin toksisuutta säätelee veden kovuus, ja Taulukko 4 alla esittää kanadalaiset eri kovuuksien arviointiperusteet. Tässä taulukossa esitetyt arvoja on käytetty vesiliöille aiheutuvien haittavaikutusten riskin arvioinnissa tukena. Arvoja ei ole käytetty sulfaatin tilan luokitteluun.

Taulukko 4. Suuntaviivat sulfaatile. Lähde: Ambient Water Quality Guidelines for Sulphate, Ministry of Environment, Province of British Columbia, 2013. Katso kohtien sijainti kuvasta 2.

Kovuus (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	Arviointiperuste sulfaatti (30 päivän keskiarvo) (mg/l)	Arviointiperuste nykyisissä purkuvesistöissä
Hyvin pehmeää, 0–30	128	
Pehmeästä kohtuullisen pehmeään, 31–75	218	Rautasjoki Pahtajoesta alavirtaan, KVA180 (keskikovuus 31 mg CaCO <sub>3</sub> /l)
Kohtuullisen pehmeästä/kovasta kovaan, 76–180	309	Pahtajoki Luossajärvestä alavirtaan, AVA02, AVA18 ja KVA179 (keskikovuus 108–142 mg CaCO <sub>3</sub> /l)
Erittäin kovaa, 181–250	429	
> 250	*	Luossajärvi, KVA145 (keskikovuus 525 mg CaCO <sub>3</sub> /l) ja Tvillingtjärn- järvi (keskikovuus 319 mg CaCO <sub>3</sub> /l)

\* Kovuuksien ollessa yli 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l on suositeltavaa, että paikkakohtaiset ohjearvot tuotetaan toksisuustesteillä.

Tietyille muille aiheille, joille ei ole ruotsalaisarviointiperusteita, on tässä raportissa tehty vertailu muissa maissa käytössä olevilla tai kirjallisuudesta saatavilla vaikutusarvoilla, ks. Taulukko 5. Näitä arvoja käytetään, samoin kuin Brittiläisen Kolumbian suuntaviivoja sulfaatile, arvioimaan haitallisten vaikutusten riskiä vesieliöille eikä kyseisten aineiden tilan luokitteluun.

Taulukko 5. Vaikutusarvot aineille, joilta puuttuvat arviointiperusteet

Aine	Arvo		Huomautus	Viite
	Krooninen	Akuutti		
Cl (mg/l)	120	640	-	CCME, 2011
Co (µg/l)	1,06		PNEC-arvo <sup>1</sup>	ECHA, 2021

1. Predicted No Effect Concentration, joka ilmaisee sellaisen pitoisuuden, joka ei todennäköisesti aiheuta haitallisia vaikutuksia vesiympäristössä.

## 2.4 Purkuvesistöjen nykyisten ja tulevien tasojen mallintaminen

Puhdistetun ylimääräisen veden tulevien pitoisuuksien ja ylivuotomäärien sekä niistä aiheutuvien pitoisuuksien ennustamiseksi haetun toiminnan purkuvesistöissä Pahtajoki ja Rautasjoki Copperstone on teettänyt geokemialliset laskelmat (Hakemuksen liite A2:1), puhdistustekniset tutkimukset (Hakemuksen liite A2:3) ja virtausmallinnukset (Hakemuksen liite B3). Hydrodynaaminen pinta- ja pohjavesimalli sisältää selkeytysaltaan puhdistetun ylijäämäveden sekä kaivosalueen kaatopaikkojen vuotoveden. Kalibroimalla malli todellisilla vedenlaadun mittauksilla eri purkuvesistöjen vastaanottoasemilta se kuvaa myös purkuvesistön nykyistä vedenlaatua.

Luvussa 5 raportoidaan arvioidut ympäristövaikutukset vaikutuksen alaisiin järviin ja vesistöihin alun kuivatusvaiheessa ja luvussa 6 esitetään arvioidut pitoisuudet ja arvioidut ympäristövaikutukset haetun toiminnan tuotantovaiheessa 100 % louhityksessa kaivoksessa. Luvussa 7 raportoidaan arvioitu ympäristövaikutus päättyneen kaivostoiminnan jälkeen.

Tulokset raportoidaan jo perustetuista näytteenottokohdista Pahtajoella Luossajärven purkukanavasta alavirtaan, Luossajärnessä ja Rautasjoen alapuolisesta Pahtajoen purkukanavasta. Koska haetun toiminnan tuotantovaiheeseen liittyy Tvillingtjärnjärvijärjestelmän kuormituksen väheneminen, myös näistä vesistä raportoidaan tulevia pitoisuuksia.

Kun vesi valuu turpeen, kosteikkoalueiden ja järvalueen läpi, voi hyvin suuri osa metalleista ja ravinteista kiinnittyä tai hajota. Jotta tätä vaikutusta ei yliarvioitaisi, on käytetty vain retentiota, joka voidaan laskea mitatuilla pitoisuuksilla ylä- ja alavirran välillä olevien mittauspisteiden avulla. Tällä tavoin saadaan konservatiivinen kuva kiinnittymisestä, joka tapahtuu soilla ja vesistöissä, katso liite B3.

## 3 Nykytila

### 3.1 Biologia

Copperstone Resources on viime vuosina tilannut Pelagia AB:n suorittamaan biologisia tutkimuksia vesistöissä ja järvissä Viscaria-kaivoksen toiminta-alueen ympäristössä. Tutkimusten tulokset vuosilta 2015–2021 on koottu hakemuksen liitteeseen B7. Tämän raportin kattamissa purkuvesistöissä tehtyjen tutkimusten tulokset on koottu alle (ks. taulukko 6 ja kuvio 2). Näiden alueiden lisäksi on koottu myös Una Soahkejärven (viite, sijainti AVA20) sekä eteläisen ja pohjoisen Tvillingtjärnen-järven (sijainnit AVA28 ja AVA29) tutkimusten tulokset.

Copperstone on myös mittauttanut kalojen ja sedimentin metallipitoisuuksia. Näiden tutkimusten tuloksista ei ole tehty tiivistelmää tähän raporttiin vaan ne raportoidaan Pelagian raportissa (Liite 7).

#### 3.1.1 Pohjaeläimistö

Tutkimukset osoittavat, että vesistöjen pohjaeliöstö on yleensä lajikoostumukseltaan normaalia (yksilöiden ja lajien lukumäärä) ja niiden tila on korkea useimmilla asemilla lukuun ottamatta AVA01:tä (pohjoisesta Tvillingtjärnjärvestä alavirtaan) ja AVA24:ää (Rautasjoen referenssiasema), joiden tila on hyvä. Vertailujärvenä toimivalla Soahkejärvellä pohjaeläimistön tila on hyvä pohjasedimentissä (profundaalivyöhyke) ja korkea rantavyöhykkeellä (litoraalivyöhyke). Tvillingtjärnarna-järvissä tila on korkea profundaalivyöhykkeellä (rantavyöhykettä ei ole tutkittu).

#### 3.1.2 Piilevät

Piileviä koskevat analyysit osoittavat korkean tilan suurimmalla osalla vesistökohteista IPS-indeksin (Indice de Polluo-sensibilité Spécifique; ilmaisee ravinteiden ja orgaanisen saastumisen vaikutuksen) perusteella, lukuun ottamatta AVA01:ssä pohjoisesta Tvillingtjärnjärvestä alavirtaan, jossa tila on hyvä. Happamuusindeksin ACID osalta useimmat vesistöalueet ovat olosuhteiltaan lähellä neutraaleja tai emäksisiä. Myös AVA02:ssa (Pahtajoki E10-tien varrella) olosuhteet ovat tulosten perusteella neutraaleja tai emäksisiä, lukuun ottamatta vuotta 2015, jolloin ne ovat tulosten mukaan kohtuullisen happamia. Sekä vertailujärven, Una Soahkejärven, että pohjoisen Tvillingtjärnjärven tila on hyvä (IPS), kun taas tulokset eroavat happamuusindeksin suhteen, joka on vastaavasti lähellä neutraaleja ja emäksisiä olosuhteita.

Piilevien kuoren muodonmuutosanalyysien tulokset osoittavat, että kuoren muodonmuutosten osuus on pienempi tai yhtä suuri kuin 1 % vesistösijainneissa, mutta myös järvisijainneissa Una Soahkejärvi ja Norra Tvillingtjärnjärvi, mikä ilmaisee mitätöntä tai heikkoa ympäristövaikutusta. Sijainnissa AVA01 (pohjoisesta Tvillingtjärnjärvestä alavirtaan) havaittiin vuonna 2020 1,5 % kuoren muodonmuutoksia, mikä on arvioitu heikoksi ympäristövaikutukseksi. Muina vuosina sijainnin vaikutus oli mitätön.



### 3.1.3 Kasviplankton

Järvien kasviplanktonnäytteet osoittavat, että Una Soahkejärven tila oli vuosina 2015–2017 korkea (luokiteltu silloisilla arviointiperusteilla) ja hyvä vuonna 2021 (uusia arviointiperusteita käyttämällä). Tvillingtjärnarna-järvien tila sen sijaan oli huono vuonna 2021, kun taas aiemmat näytteet pohjoisesta Tvillingtjärn-järvestä osoittivat korkeaa tilaa (luokiteltuna silloisilla arviointiperusteilla).

### 3.1.4 Kala

Sähkökalastustutkimuksia on tehty vesistöissä vuosina 2018–2021, mutta ei joka vuosi kaikilla asemilla. Tulokset osoittavat, että Pahtajoen referenssiasemien AVA19 (Una Soahkejoen yhtymäkohta) ja AVA14:n (Abborrtjärn-järvestä alavirtaan) tila on vastaavasti kohtalaisesta epätydyttävään. Vuonna 2018 AVA19:stä pyydettiin hauki ja made, kun taas samana vuonna AVA14:stä saatiin vain yksi hauki. Asemalla AVA02 E10-tien varrella Luossajärven purkukanavasta alavirtaan arvioitiin vuoden 2020 tilanne huonoksi, sillä vain yksi made ja kymmenpiikki saatiin saaliiksi. Alempana Pahtajoella, AVA18:ssa, taimenta saatiin sekä vuosina 2020 että 2021, mikä merkitsi, että tila voitiin luokitella hyväksi.

AVA01:ssä pohjoisesta Tvillingtjärn-järvestä alavirtaan ei saatu kalaa vuonna 2020 (huono tila), mutta sitä vastoin vuonna 2021 saatiin haukea ja kymmenpiikkiä, mikä vastaa huonoa tilaa. Vuonna 2021 sähkökalastettiin Rautasjoen referenssisijainnista AVA24 (Pahtajoesta ylävirtaan) ja sijainnista AVA25 (Tiansbäckenistä ylävirtaan), mikä antoi täysin erilaiset tulokset. AVA24:stä saatiin taimenta ja mutua (hyvä tila), kun taas AVA25:stä ei saatu mitään kalaa (huono tila). Samana vuonna Tiansbäckenissä (paikallinen AVA26, Rautasjoen sivujoki) pyydettiin sekä taimenta, kirjoeväsimppua että mutua, mikä vastaa hyvää tilaa.

Verkkokalastustutkimukset Soahkejärvellä vuosina 2015 ja 2021, pohjoisella Tvillingtjärn-järvellä vuonna 2015 ja eteläisellä Tvillingtjärn-järvellä vuonna 2021 antoivat suhteellisen vähän kalaa. Soahkejärveltä ja pohjoiselta Tvillingtjärn-järveltä saatiin vain haukea, kun taas eteläisestä Tvillingtjärn-järvestä saatiin haukea ja kymmenpiikkiä. Kaikkien kolmen järven tila arvioidaan kohtalaiseksi.

### 3.1.5 Suun vauriot

Surviaissääsken toukkien suuvaurioita tutkittiin vuonna 2018 eteläisessä Tvillingtjärn-järvessä (AVA28) ja Levjäjärvessä Viscarian toiminta-alueella. AVA28:sta löydettiin yksi suun vaurio ja Levjäjärveltä ei löytynyt yhtään. Suuvammojen osuus oli Ruotsin ei-vaikutuksenalaisten vesien yleisen taustasisällön mukainen.

## 3.2 Veden nykyinen laatu päästöissä ja purkuvesistöissä

Tässä osiossa esitetään tulokset Copperstone Resourcesin vesianalyyseistä poisto- ja purkuvesistöasemilla. Eri parametrien pitoisuudet raportoidaan keski-, minimi- ja maksimiarvoina ajanjaksolta tammikuu 2018 – elokuu 2021. Keskiarvoa laskettaessa nykyisen raportointirajan alapuolella olevat arvot on korvattu puolella nykyisestä raportointirajasta. Pitoisuudet on luokiteltu Ruotsin meri- ja vesiviranomaisen määräyksen HVMFS 2019:25 arviointikriteerien ja raja-arvojen mukaisesti. Jakson keskiarvoja on verrattu arviointiperusteiden ja raja-arvojen vuosikeskiarvoihin, kun taas mitattuja enimmäistasoja on verrattu yksittäistapauksessa (vain tietyille aineille) sallittuun enimmäispitoisuuteen.

Joidenkin taulukoissa esitettyjen aineiden osalta raportoidaan myös lukuina ajanjaksojen keskiarvot ja aikasarjat, jotta saadaan yleiskuva ja parempi näkökulma asemien välisestä vedenlaadun eroista.

### 3.2.1 Näytteenottopisteet

Taulukko 6 6 ja kuva 2 ilmaisevat tässä raportissa kuvatut asemat, jotka sisältyvät jatkuvaan päästö- ja purkuvesistövalvontaan.

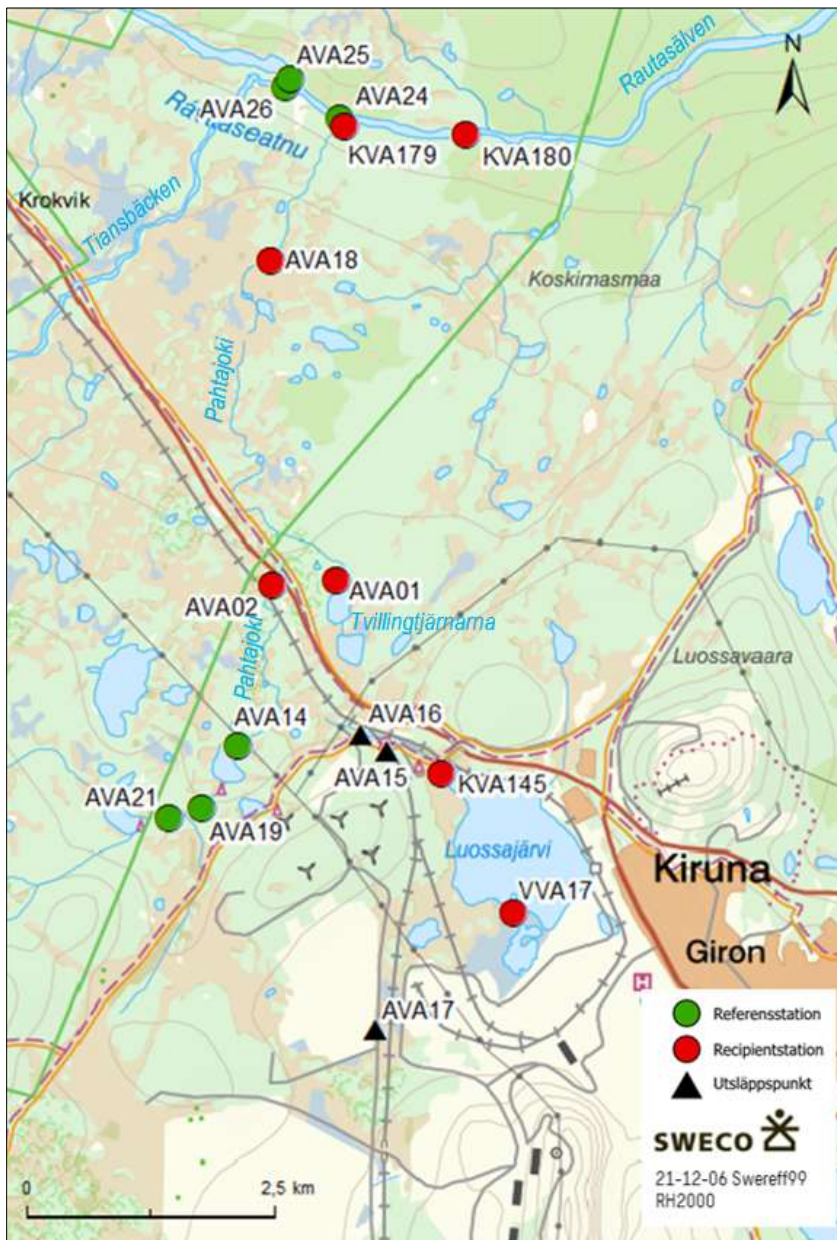
Taulukko 6. Näytteenottoaikat päästöille ja purkausvesistöille Luossajärvi, Pahtajoki ja Rautasjoki, joihin ovat vaikuttaneet vesistöihin ja tietokantaan sisältyvien näytteiden määrä (määrä voi vaihdella hieman parametrasta riippuen).

Näytteenotto- okohta	Selitys	Vesi-ilmentymä	Näytteen määrä	Aikajakso
<b>Päästö</b>				
AVA15	Ulosvirtaus Viscaria- kaivoksesta	-	34	Huhti 2018–elo 2021
AVA16	Ulosvirtaus hylkykivivarastosta	-	14	Touko 2018–elo 2021
AVA17	Ulosvirtaus Viscarian nykyisestä rikastushiekka- altaasta	-	21	Touko 2018–elo 2021
VVA17	Leväjoki, ulosvirtaus Luossajärveen	-	41	Tammi 2018–elo 2021
<b>Luossajärvi</b>				
KVA145	Ulosvirtaus Luossajärvestä Pahtajokeen	WA76574251 <sup>1</sup>	68	Tammi 2018–elo 2021
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>				
AVA01	Ulosvirtaus Norra Tvillingtjärn-järvestä	Muu vesi	38	Huhti 2018–elo 2021
<b>Pahtajoki</b>				
AVA21	Una Soahkejoki; referenssi	WA73598312	7	Helmi 2021–elo 2021
AVA19	Una Soahkejoki alavirran yhtymäkohta Gullijoen kanssa, referenssi	WA73598312	12	Heinä 2020–elo 2021
AVA14	Pahtajoki Abbortjärn- järvestä alavirtaan, referenssi	WA64104032	34	Huhti 2018–elo 2021
AVA02	Pahtajoki, rautatiestä ja E10-tiestä ylävirtaan	WA64104032	33	Huhti 2018–elo 2021
AVA18	Pahtajoen alajuoksun ulosvirtaus Tvillingtjärnarna-järvistä ja noin 1 km ylävirtaan Rautasjoen luusuasta	WA64104032	35	Huhti 2018–elo 2021
KVA179	Pahtajoen ulosvirtaus Rautasjokeen	WA64104032	42	Tammi 2018–elo 2021
<b>Rautasjoki</b>				
AVA26	Tiansbäckenin ulosvirtaus, Rautasjoen sivujoki Pahtajoelta ylävirtaan.	WA48365070	3	Heinä 2021–elo 2021
AVA25	Rautasjoki Tiansbäckeniltä ylävirtaan, referenssi	WA29092425	7	Helmi 2021–elo 2021
AVA24	Rautasjoki Pahtajoelta ylävirtaan (Tiansbäckeniltä alavirtaan), referenssi	WA29092425	6	Helmi 2021–elo 2021
KVA180	Rautasjoki, noin 1 km Pahtajoelta alavirtaan <sup>2</sup>	WA47755367	42	Tammi 2018–elo 2021

1. Luossajärvi on jälleen yksi päätetty vesi-ilmentymä. Luossajärven purkukanava Luossajärvestä Pahtajokeen on nyt päätetty muu vesi.

2. Vuonna 2018 asema KVA180 sijaitsi noin 500 m alavirtaan Pahtajoen purkuaukosta (jossa sekoittuminen oli hyvin rajallista), mutta se siirrettiin sen jälkeen kokeenotto- ja turvallisuussyistä pisteeseen runsaat 1000 m alavirtaan.

Aseman uusi sijainti heijastaa Pahtajoen sekoitusvyöhykkeen alaosaan sijaitsevan Rautasjoen pisteen vedenlaatua.



Kuva 2. Kartta näytteenottokohdista, jotka sisältyvät Copperstone Viscaria AB:n jatkuvaan päästöjen ja purkuvesistöjen valvontaan.

### 3.2.2 Makroelementit

Rapautumisprosessien seurauksena kaivoksen, hylkykivivaraston ja hiekkavaraston vedessä pitoisuudet ovat korkeammat erityisesti kalsiumin ja sulfaatin, pitoisuuksien osalta (taulukko 7 ja kuvio 3a–d). Korkeimmat pitoisuudet havaitaan kuitenkin Leväjoella (VVA17), mikä johtuu siitä, että puroon vaikuttaa pitkälti LKAB:n toiminta-alueelta tuleva rapautuminen.

Purkuvesistössä makroelementtitasot ovat myös koholla, erityisesti Luossajärvestä, mutta myös Tvillingtjärnarna-järvissä ja Pahtajoessa Luossajärvestä alavirtaan (Taulukko 7 ja kuvio 3a–c). On syytä huomata, että Tvillingtjärnarna-järvissä kloridipitoisuus on koholla huolimatta siitä, että pitoisuudet kaivoksen ja hylkykivivaraston vedessä ovat alhaiset (Taulukko 7 ja kuva 4a–b). Tämä viittaa siihen, että Luossajärvestä Tvillingtjärnarna-järviin on luultavasti vuotanut vettä joko järven purkukanavan tai vanhan hulevesiojan kautta, joka lähtee Luossajärven

pohjoispuolen veturivajoista. Rautasjoessa Pahtajoen ulosvirtauksesta alavirtaan pitoisuudet ovat pääsääntöisesti vain hieman koholla (Taulukko 7, kuvat 3a, 3d ja 4a).

*Taulukko 7. Makroelementtien keskimääräiset, vähimmäis- ja enimmäispitoisuudet päästöasteissa ja vaikutuksen alaisena olevissa purkuvesistöissä kaudella 2018–2021.*

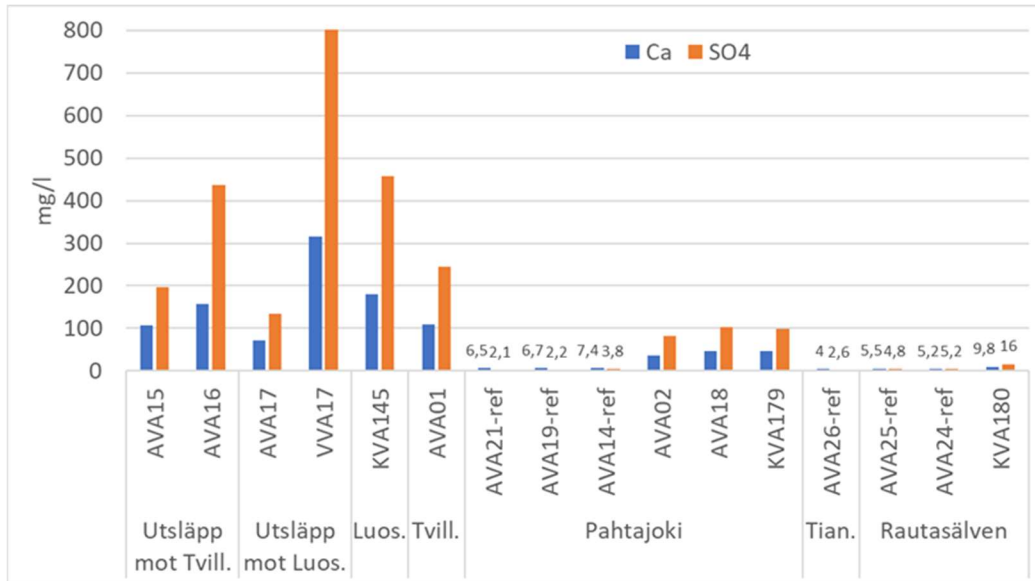
Yksikkö: 5 mg/l Näytteenotto- ohja	Ca		Cl		F		Mg		SO <sub>4</sub>	
	K- arvo	Min- max	K-arvo	Min- max	K- arvo	Min- max	K- arvo	Min- max	K- arvo	Min- max
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>										
AVA15 Kaivos	106	96- 114	1,7	1,5- 3,1	0,11	<0,2- 0,15	8,7	7,8- 9,7	196	179- 211
AVA16 Hylkyk.varasto	158	125- 197	1,4	1,2- 1,9	0,08	<0,1- <0,2	15	11-18	437	330- 569
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>										
AVA17 Rikastushiekka- allas	72	42- 107	3,0 <sup>3</sup>	<0,1- 130 <sup>3</sup>	0,14	<0,2- 0,6	6,9	4,1- 10	135 <sup>4</sup>	3,0- 820 <sup>3</sup>
VVA17 Leväjoki	324	156- 473	118	40- 210	0,64	0,28- 1,3	32	16-47	810	372- 1220
<b>Luossajärvi</b>										
KVA145 Luusua	179	6,6- 231	61	1,3-79	0,44	<0,2- 0,86	19	0,7- 24	458	11- 609
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>										
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	109	41- 168	21	4,6-54	0,17	<0,2- 0,31	11	4,1- 18	245	90- 420
<b>Pahtajoki</b>										
AVA21 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	6,5	2,1- 9,0	0,58	<0,65 -1,0	0,06 <sup>2</sup>	<0,1- <0,2	1,7	0,6- 2,3	2,1	0,8- 3,9
AVA19 Una Soahkejoki-ref	6,7	2,8-12	0,58	<0,65 -1,4	0,07 <sup>2</sup>	<0,1- <0,2	1,5	0,6- 2,5	2,2	1,0- <5
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn-ref	7,4	1,7-21	0,73	0,23- 6,1	0,08	<0,10- 0,13	1,6	0,4- 2,8	3,8	1,2-46
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	36	9,3- 111	11	1,0-37	0,11	<0,1- 0,23	4,4	1,5- 13	81	6,1- 290
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	46	10- 118	12	2,2-38	0,11	<0,2- 0,21	5,5	1,3- 12	103	19- 270
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	47	10- 181	11	2,0-40	0,11	<0,1- 0,21	5,7	1,3- 20	99	19- 290
<b>Tiansbäcken</b>										
AVA26 <sup>1</sup> Rautasjoen sivujoki.	4,0	3,5- 4,7	1,0	0,9- 1,2	0,13	0,12- 0,14	1,2	1,1- 1,4	2,6	2,1- 3,2
<b>Rautasjoki</b>										
AVA25 <sup>1</sup> Ylävirt. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	5,5	3,4- 7,3	1,3	0,8- 1,8	0,09	<0,1- 0,13	1,0	0,6- 1,4	4,8	3,1- 6,4
AVA24 <sup>1</sup> Yläv. Pahtaj.-ref	5,2	3,6- 7,0	1,4	0,9- 1,8	0,09	<0,1- <0,2	1,2	0,8- 1,5	5,2	3,3- 7,9
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	9,8	3,8- 49 <sup>4</sup>	2,5	0,8- 14 <sup>4</sup>	0,10	<0,1- 0,16	1,6	0,6- 5,6	16	2,5- 125 <sup>4</sup>

1. Vain muutama analyysi tältä asemalta (ks. taulukko 6).

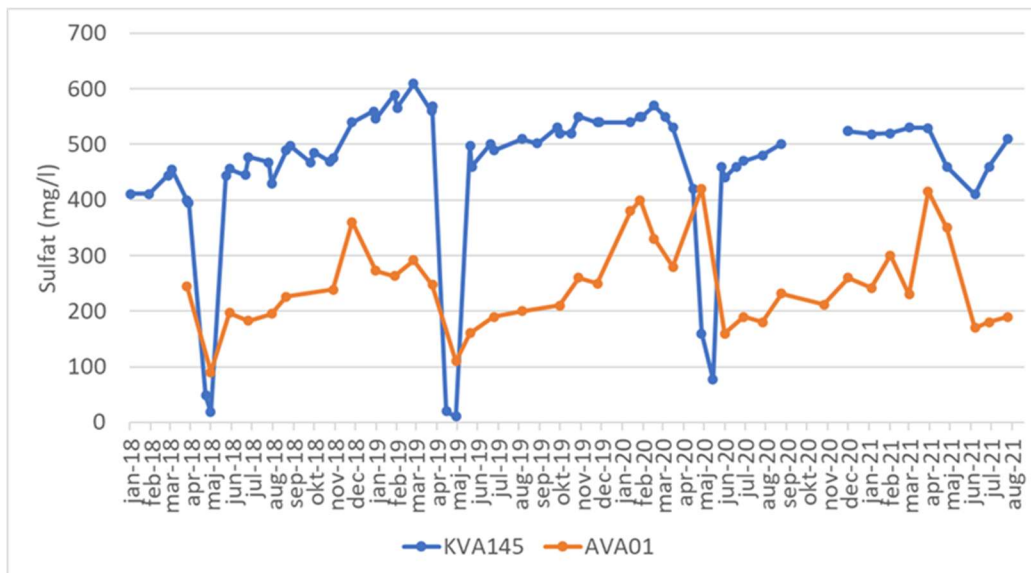
2. Kaikki arvot ovat raportointirajan alapuolella.

3. Maksimiarvo on yksittäinen erittäin korkea arvo, joka mitattiin 9.5.2021 ja joka on poistettu keskiarvolaskelmasta. Keskiarvo tämä puuttuva arvo mukaan lukien; Cl = 9,0 mg/l, SO<sub>4</sub> = 167 mg/l.

4. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin vuonna 2018, jolloin asema sijaitsi noin 500 m Pahtajoen luusuasta alavirtaan, jossa sekaantuminen ajoittain oli hyvin rajallista. Vuodesta 2019 lähtien asema sijaitsee runsaat 1 km alavirtaan.



Kuva 3a. Kauden 2018-2021 kalsiumin ja sulfaatin keskipitoisuudet eri asemilla.

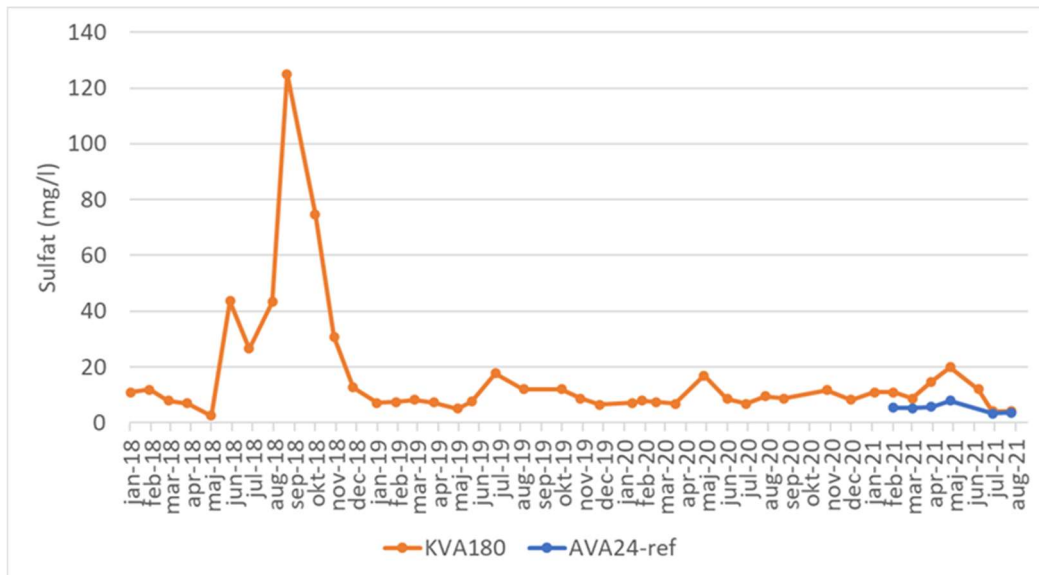


Kuva 3b Sulfaattipitoisuuden vaihtelu Luossajärven luusuassa (KVA145) ja pohjoisesta Tvillingtjärn-järvestä (AVA01) alavirtaan.

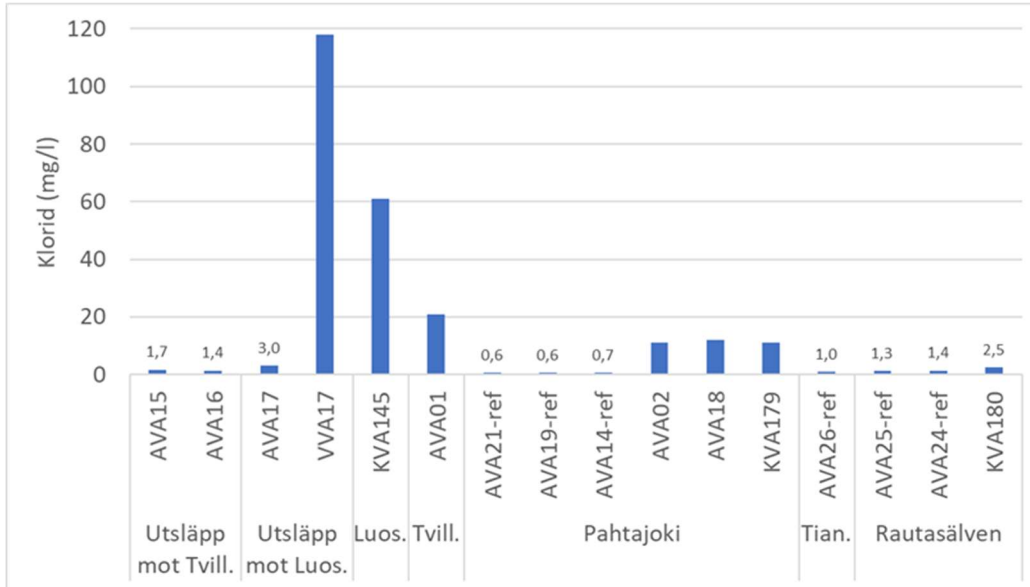




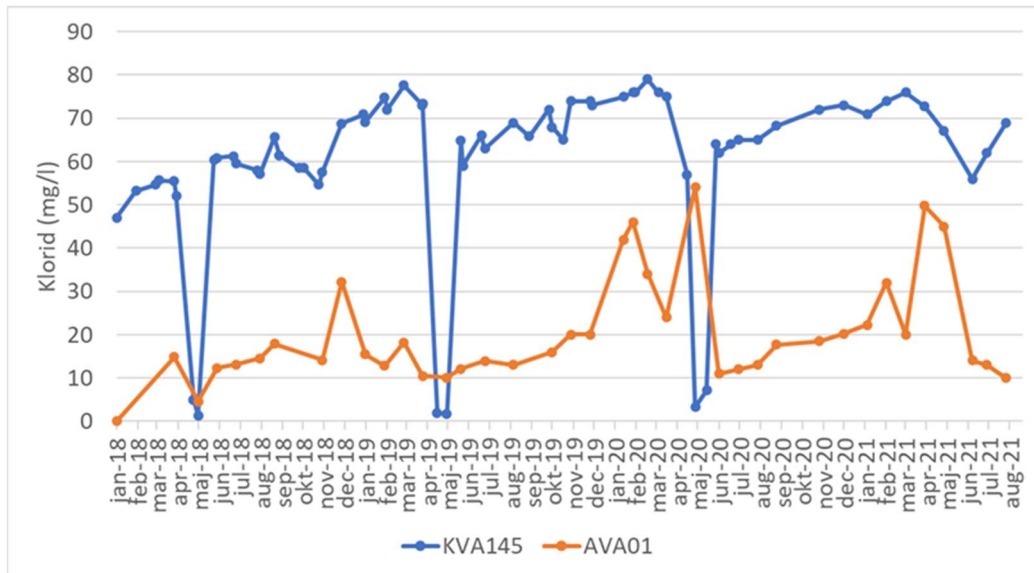
Kuva 3c. Sulfaattipitoisuuden vaihtelu Pahtajoen referenssi-asemalla (AVA14), Luossajärvestä (AVA02) ja Tvillingjärnarna-järvistä (AVA18) alavirtaan.



Kuvio 3d. Sulfaattipitoisuuden vaihtelu Rautasjoessa Pahtajoesta (KVA180) alavirtaan sekä referenssi-asemalla (AVA24).



Kuva 4a Kauden 2018-2021 kloridin keskipitoisuudet eri asemilla.



4b. Kloridipitoisuuden vaihtelu Luossajärven luusuassa (KVA145) ja pohjoisesta Tvillingtjäm-järvestä (AVA01) alavirtaan.

### 3.2.3 Johtavuus ja kovuus

Johtavuuden ja kovuuden arvot ovat kohonneet kaivoksen, hylkykivivaraston ja rikastushiekka-altaan vesissä. Kaikkein korkeimmat arvot mitataan kuitenkin Leväjoesta, joka myös kuuluu LKAB:n toiminta-alueella tapahtuvan rapautumisen vaikutuspiiriin. Makroelementtien osalta tasot purkuvesistössä ovat koholla ennen kaikkea Luossajärvessä, mutta myös Tvillingtjärnarna-järvissä ja Pahtajoessa Luossajärvestä alavirtaan. Rautasjoessa Pahtajoesta alavirtaan mitataan vähäinen kohoaminen (Taulukko 8 ja kuva 5).

*Taulukko 8. Veden johtavuus ja kovuus päästöasteissa ja vaikutuksen alaisena olevissa purkuvesistöissä kaudella 2018–2021.*

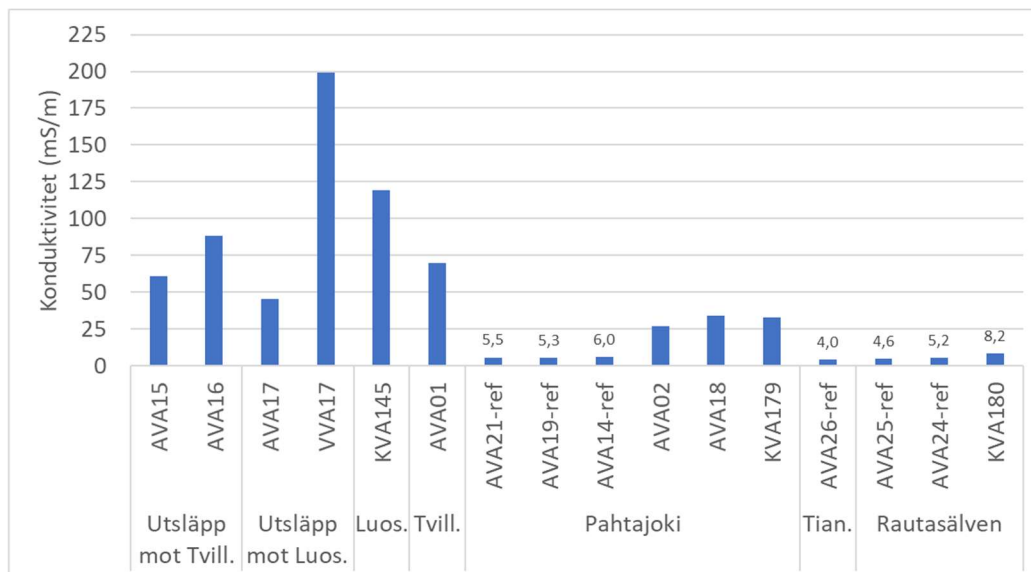
Näytteenotto kohta	Sähkönjohtavuus mS/m		Kovuus mg CaCO <sub>3</sub> /l	
	K-arvo	Min–max	K-arvo	Min–max
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>				
AVA15 Kaivos	61	57-64	301	273-325
AVA16 Hylkyk.varasto	88	73-103	459	360-569
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>				
AVA17 Rikastushiekka-allas	45 <sup>2</sup>	27–218 <sup>2</sup>	208	123-311
VVA17 Leväjoki	199	102-289	942	455-1356
<b>Luossajärvi</b>				
KVA145 Luusua	119	5-150	525	19-677
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>				
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	70	28-113	319	119-492
<b>Pahtajoki</b>				
AVA21 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	5,5	1,8-7,6	23	8-32
AVA19 Una Soahkejoki-ref	5,3	2,8-8,9	23	10-40
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn-ref	6,0	1,6-18	25	6-64
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	27	7,2-80	108	30-333
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	34	8,1-83	138	30-346
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	33	8,1-85	142	31-536
<b>Tiansbäcken</b>				
AVA26 <sup>1</sup> Rautasjoen sivujoki.	4,0	3,4-4,8	15	13-18
<b>Rautasjoki</b>				
AVA25 <sup>1</sup> Ylävirt. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	4,6	2,7-6,2	18	11-24
AVA24 <sup>1</sup> Yläv. Pahtaj.-ref	5,2	3,3-6,6	19	12-24
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	8,2	3,3–36 <sup>3</sup>	31	12–145 <sup>3</sup>

1. Vain muutama analyysi tältä asemalta (ks. taulukko 6).

2. Maksimiarvo (218 mS/m) on yksittäinen erittäin korkea arvo, joka mitattiin 9.5.2021 ja joka on poistettu keskiarvolaskelmasta. Keskiarvo tämä puuttuva arvo mukaan lukien = 54 mS/m.

3. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin vuonna 2018, jolloin asema sijaitsi noin 500 m Pahtajoen luusua alavirtaan, jossa sekaantuminen ajoittain oli hyvin rajallista. Vuodesta 2019 lähtien asema sijaitsee runsaat 1 km alavirtaan.





Kuva 5. Kauden 2018-2021 johtavuuden keskiarvot eri asemilla.

### 3.2.4 Valaistusolosuhteet

Viscarian kaivoksen ja hylkykivivaraston vesi on merkitsemättömän vähäisesti värjätynyttä, kun taas rikastushiekka-altaan vesi on kohtalaisen värjätynyttä. Pahtajoen vesi on kohtalaisen värjätynyttä, kun taas vesi Luossajärnessä ja Rautasjoessa on heikosti värjätynyttä. Kiintoaineksen pitoisuudet ovat yleisesti ottaen alhaiset, mutta ajoittain on rikastushiekka-altaan vedestä mitattu kohonneita kiintoainepitoisuuksia (Taulukko 9 ja kuvio 6).

Taulukko 9. Erialaisten veden valaistusolosuhteisiin liittyvien parametrien pitoisuudet purkupaikoissa ja vaikutuksen alaisissa purkuvesistöissä kaudella 2018–2021.

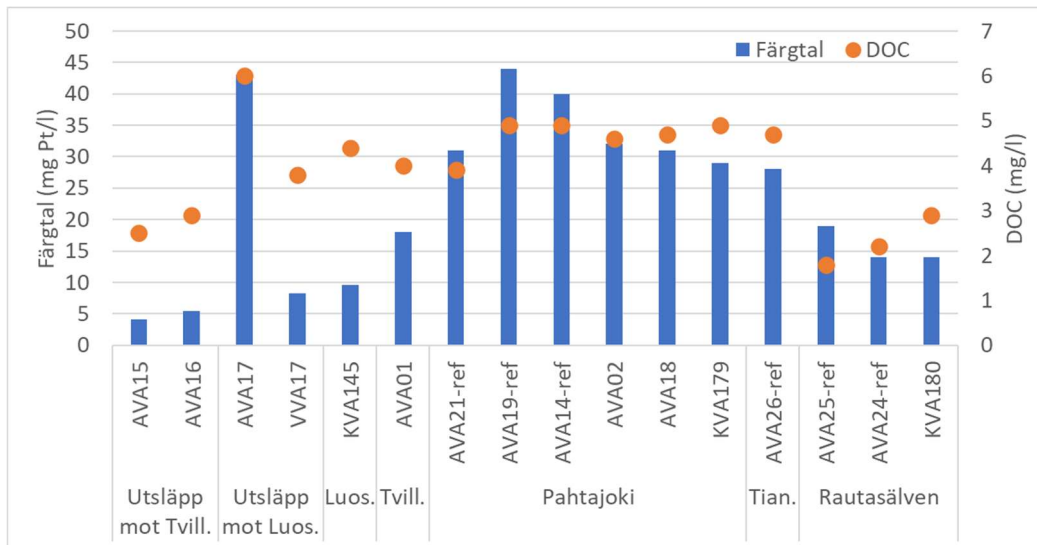
Näytteenotto kohta	Väri mg Pt/l		Absorbanssi <sup>3</sup> 420nm/5 cm		DOC mg/l		Kiintoaineet mg/l	
	K-arvo	Min–max	K-arvo	Min–max	K-arvo	Min–max	K-arvo	Min–max
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>								
AVA15 Kaivos	4,1	<5–7,5	0,4	0,2-0,8	2,5	0,9-8,0	2,1 <sup>2</sup>	<4–5,2
AVA16 Hylkyk.varasto	5,5	<5–10	0,9	0,4-1,6	2,9	1,0-5,5	2,2 <sup>2</sup>	<4–4,5
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>								
AVA17 Rikastushiekka-allas	43	15-90	1,6	0,4-2,6	6,0	0,8-9,7	2,3 <sup>2,4</sup>	<4–75 <sup>4</sup>
VVA17 Leväjoki	8,2	<5–25	0,4	0,4-0,4	3,8	1,3-7,5	2,7 <sup>2</sup>	<4–17
<b>Luossajärvi</b>								
KVA145 Luusua	9,6	<5–60	0,4	0,2-0,8	4,4	1,6-23	2,5 <sup>2</sup>	<4–20
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>								
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	18	5-45	1,5	0,8-2,0	4,0	0,8-12	2,4 <sup>2</sup>	<4–8,1
<b>Pahtajoki</b>								
AVA21 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	31	15-50	-	-	3,9	2,3-5,8	2,0	<4–<4
AVA19 Una Soahkejoki-ref	44	25-70	1,8	1,6-2,2	4,9	3,1-8,7	2,0 <sup>2</sup>	<4–<4
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn-ref	40	20-70	1,7	1,4-2,2	4,9	1,2-9,8	3,4 <sup>2</sup>	<4–25
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	32	10-55	1,3	1,2-1,4	4,6	0,8-8,4	2,1 <sup>2</sup>	<4–4,5
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	31	15-100	1,1	0,8-1,4	4,7	1,7-16	2,0 <sup>2</sup>	<4–<4
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	29	10-70	1,1	0,8-1,4	4,9	1,7-19	2,0 <sup>2</sup>	<4–<4
<b>Tiansbäcken</b>								
AVA26 <sup>1</sup> Rautasjoen sivujoki.	28	15-35	-	-	4,7	3,8-5,3	2,0 <sup>2</sup>	<4–<4
<b>Rautasjoki</b>								
AVA25 <sup>1</sup> Ylävirt. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	19	8-70	-	-	1,8	1,3-2,2	3,7	<4–14
AVA24 <sup>1</sup> Yläv. Pahtaj.-ref	14	8-20	-	-	2,2	1,8-2,4	2,0 <sup>2</sup>	<4–<4
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	14	<5–60	0,5	0,4-0,6	2,9	0,7-8,8	2,0 <sup>2</sup>	<4–<4

1. Vain muutama analyysi täältä asemalta (ks. taulukko 6).

2. Ei mikään tai vain jokin yksittäinen arvo ylittää analyysin raportointirajan.

3. Vain kolme absorbanssianalyysiä joului-syyskuulta 2020.

4. Maksimi-arvo on yksittäinen erittäin korkea arvo, (75 mg/l) joka mitattiin 14.12.2020 ja joka on poistettu keskiarvolaskelmasta. Keskipitoisuus tämä puuttuva arvo mukaan lukien = 5,8 mg/l.



Kuva 6. Värin ja liuennan organisen hiilen (DOC) keskiarvot eri asemilla kaudella 2018–2021.

### 3.2.5 pH ja emäksisyys

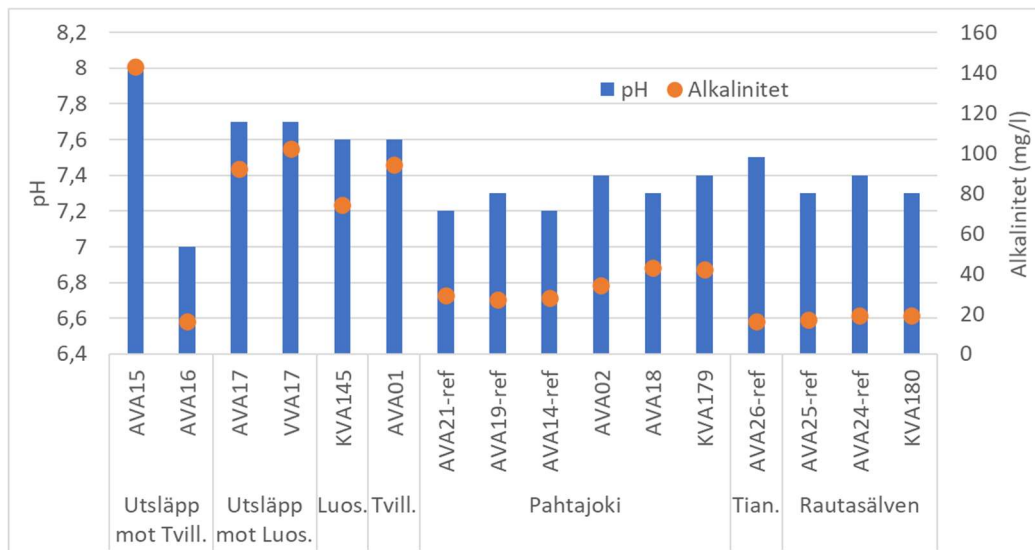
Kaivoksen ja rikastushiekka-altaan pH ja emäksisyys ( $\text{HCO}_3$ ) jonkin verran koholla, kuten myös Leväjoessa ja Luossajärvässä. Myös Tvillingtjärnarna-järvissä pH on koholla, ja kesäaikaan pH-arvot kohoavat yli 9:ään. Hylkykivivaraston suotoveden pH-arvo on neutraali. Pahtajoessa vaikutus on rajallisempi, mutta Luossajärven purkukanavasta alavirtaan on havaittavissa lievää kohoamista ylävirran asemiin verrattuna. Rautasjoessa Pahtajoesta alavirtaan vaikutus pH-lukuun ja emäksisyyteen on hyvin vähäinen (Taulukko 10 ja kuvio 7).

Taulukko 10. Veden pH ja emäkisyys päästöasteissa ja vaikutuksen alaisena olevissa purkuvesistöissä kaudella 2018–2021.

Näytteenotto kohta	pH		Emäkisyys mg/l	
	K-arvo	Min–max	K-arvo	Min–max
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>				
AVA15 Kaivos	8,0	7,8-8,1	143	130-150
AVA16 Hylkyk.varasto	7,0	6,7-7,2	16	12-24
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>				
AVA17 Rikastushiekka-allas	7,7	7,3-8,1	92	46-130
VVA17 Leväjoki	7,7	7,4-8,2	102	73-140
<b>Luossajärvi</b>				
KVA145 Luusua	7,6	7,0-8,3	74	8,7-110
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>				
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	7,6	7,2-9,3	94	38-160
<b>Pahtajoki</b>				
AVA21 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	7,2	6,9-7,6	29	7,2-40
AVA19 Una Soahkejoki-ref	7,3	6,9-7,7	27	8,5-48
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn-ref	7,2	6,8-7,6	28	5,3-52
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	7,4	7,1-7,8	34	11-60
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	7,3	6,9-7,9	43	11-71
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	7,4	7,0-7,9	42	11-69
<b>Tiansbäcken</b>				
AVA26 <sup>1</sup> Rautasjoen sivujoki.	7,5	7,4-7,6	16	14-20
<b>Rautasjoki</b>				
AVA25 <sup>1</sup> Ylävirt. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	7,3	7,1-7,5	17	8,9-23
AVA24 <sup>1</sup> Yläv. Pahtaj.-ref	7,4	7,3-7,5	19	12-24
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	7,3	6,6–7,8 <sup>2</sup>	19	9,1–33 <sup>2</sup>

1. Vain muutama analyysi täältä asemalta (ks. taulukko 6).

2. Korkeimmat arvot mitattiin vuonna 2018, jolloin asema sijaitti noin 500 m Pahtajoen luusuasta alavirtaan, jossa sekoittuminen ajoittain oli hyvin rajallista. Vuodesta 2019 lähtien asema sijaitsee runsaat 1 km alavirtaan.



Kuva 7. Kauden 2018-2021 pH:n ja emäksisyyden keskiarvot eri asemilla.

### 3.2.6 Ravinteet

#### Fosfori

Kaivoksesta, hylkykivivarastosta ja rikastushiekka-altaasta lähtevän veden kokonaisfosforitasot ovat hyvin alhaiset. Leväjoessa, jonka valuma myös suuntautuu LKAB:n teollisuusalueelle, pitoisuudet ovat hieman korkeammat, mutta niitä pidetään edelleen alhaisina (Taulukko 11 ja kuva 8).

Kaikkien purkuvesistöjen asemilla fosforipitoisuudet ovat alhaisia ja vastaavat korkeaa tilaa, lukuun ottamatta Luossajärven luusuaa, (KVA145) jossa keskipitoisuus on hieman koholla kahden korkeamman lukeman johdosta (maaliskuu 2018 ja huhtikuu 2019), minkä vuoksi tilasta tulee kohtalainen hyvän sijasta. Sekä Pahtajoessa että Rautasjoessa fosforin kokonaispitoisuudet ovat alhaiset ja vastaavat korkeaa tilaa (Taulukko 11).

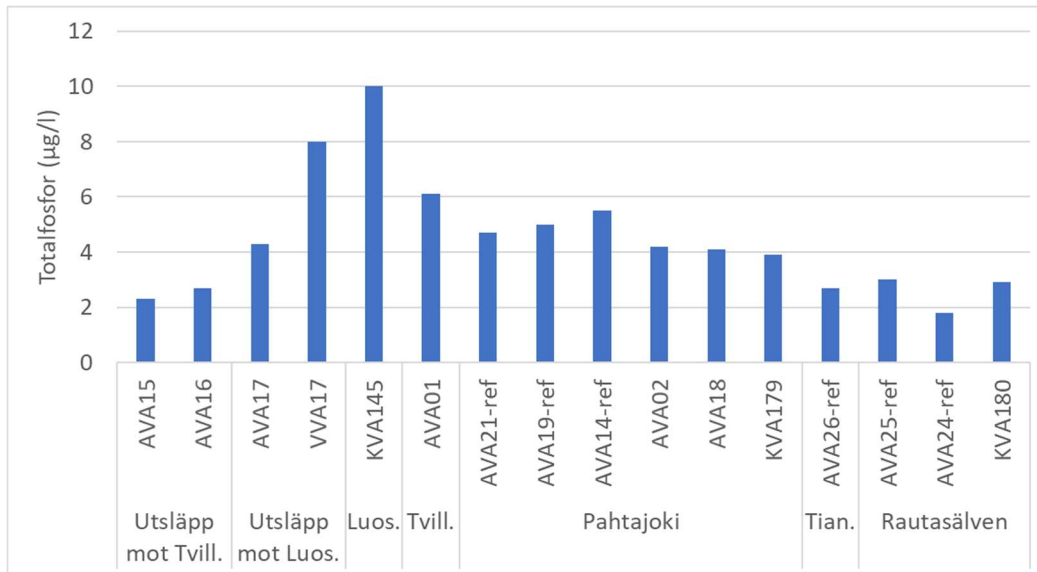
Taulukko 11. Fosforin kokonaispitoisuudet päästöasteissa ja vaikutuksen alaisena olevissa purkuvesistöissä kaudella 2018–2021. Purkuvesistöjen asemien pitoisuudet on luokiteltu tilaltaan seuraavasti: sininen=korkea tila, vihreä=hyvä, keltainen=kohtuullinen, oranssi=epätyydyttävä ja punainen=huono tila. Purkukohdille ei anneta tilaluokitusta.

Näytteenotto kohta	Yht-P µg/l	
	K-arvo	Min-max
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>		
AVA15 Kaivos	2,3	<1,0–5,0
AVA16 Hylkyk.varasto	2,7	1,2-8,0
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>		
AVA17 Rikastushiekka-allas	4,3	3,4-8,0
VVA17 Leväjoki	8,0	1,8-60
<b>Luossajärvi</b>		
KVA145 Luusua	10,0 <sup>2,3</sup>	3,0–196 <sup>3</sup>
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>		
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	6,1 <sup>2</sup>	1,7-17
<b>Pahtajoki</b>		
AVA21 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	4,7	3,6-6,7
AVA19 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	5,0	3,9-7,3
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn-ref	5,5 <sup>2</sup>	3,3-17
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	4,2 <sup>2</sup>	1,9-16
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	4,1 <sup>2</sup>	2,6-11
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	3,9 <sup>2</sup>	1,9-10
<b>Tiansbäcken</b>		
AVA26 <sup>1</sup> Rautasjoen sivujoki.	2,7	1,7-3,3
<b>Rautasjoki</b>		
AVA25 <sup>1</sup> Ylävirt. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	3,0	1,8-5,4
AVA24 <sup>1</sup> Yläv. Pahtaj.-ref	1,8	1,4-2,0
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	2,9 <sup>2</sup>	1,1-11

1. Vain muutama analyysi tältä asemalta (ks. taulukko 6).

2. Liian korkean raportointirajan (<50 µg/l) ylittäviä tuloksia ei ole otettu mukaan keskiarvo- ja tilalaskelmaan.

3. Maksimiarvo on yksittäinen erittäin korkea arvo (196 µg/l), joka mitattiin 10.5.2020. Arvo katsotaan poikkeavaksi arvoksi ja on poistettu keskiarvo- ja tilalaskelmasta. Keskipitoisuus tämä poikkeava arvo mukaan lukien = 13,8 µg/l, joka merkitsee kohtalaista tilaa epätyydyttävän tilan rajalla. Mediaaniarvo = 6,0 µg/l, joka merkitsee hyvää tilaa.



Kuva 8. Jakson 2018-2021 kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvot eri asemilla.

## Typpi

Tässä osiossa raportoidaan eri typpifraktioiden pitoisuudet. Nitraattityppi ja ammoniumtyppi kuuluvat ryhmään tietyt saastuttavat aineet (SFÄ) arviointikriteereillä, ja näiden fraktioiden pitoisuudet on siksi tilaluokiteltu.

Kaivoksesta (AVA15) ja rikastushiekka-altaasta (AVA17) lähtevän veden kokonaistyyppi- ja nitraattityppipitoisuudet ovat alhaiset. Sitä vastoin kaivosveden ammoniumtyppipitoisuus on hieman koholla, mikä yhdessä suhteellisen korkean pH-arvon kanssa johtaa myös hieman kohonneisiin ammoniakkityppipitoisuuksiin (Taulukko 12 ja kuvio 10). Hylkykivivaraston suotovesi sisältää hieman kohonneita typpipitoisuuksia, joista suurin osa on nitraattityppeä. Leväjoessa, jonka valuma myös suuntautuu LKAB:n teollisuusalueelle, kokonaistyyppi- ja nitraattityppipitoisuudet ovat merkittävästi koholla (Taulukko 12 ja kuva 9a-b).

Pohjoisesta Tvillingtjärn-järvestä alavirtaan kaikkien typpifraktioiden tasot ovat hieman koholla ja ajoittain korkeat pH-arvot (kesällä noin pH 9) merkitsevät myös ammoniakkitypen vuosittaisen arviointiarvon ylittymistä (Taulukko 12 ja kuva 10).

Myös Luossajärven purkukanavassa (KVA145) kokonaistyyppipitoisuus on koholla ja nitraattityppi ylittää arviointiperusteen vuosiarvon. Ammoniakkitypen tila on sitä vastoin hyvä (Taulukko 12, kuvat 9a-c ja 10).

Pahtajoessa Luossajärven purkukanavasta (AVA02) alavirtaan kokonaistyyppipitoisuus on koholla ylävirran aseisiin verrattuna ja, kuten Luossajärvestä, kohoaminen aiheutuu suurelta osin nitraattitypestä. Nitraattitypen tila on kuitenkin hyvä. Yleisesti ottaen alhaiset ammoniumtyppipitoisuudet yhdessä kohtalaisen kohonneiden pH-arvojen kanssa johtavat myös alhaisiin ammoniakkityppipitoisuuksiin (Taulukko 12 ja kuvat 9d ja 10).

Rautasjoessa Pahtajoen (KVA180) sisäänvirtauksesta alavirtaan kaikkien typpifraktioiden tasot ovat alhaiset, mutta nitraattitypen osalta on havaittavissa lievää nousua. Nitraattitypen ja ammoniakkitypen tila on hyvä Rautasjoessa (Taulukko 8 sekä kuvat 9a-b ja 10).

Taulukko 12. Erialaisten typpimuotojen pitoisuudet päästöasteissa ja vaikutuksen alaisena olevissa purkuvesistöissä kaudella 2018–2021. Tilaluokituksen värit: vihreä=hyvä tila, keltainen=kohtalainen tila. Purkukohdille ei anneta tilaluokitusta.

	Yht-N mg/l		NO <sub>3</sub> -N mg/l		NH <sub>4</sub> -N mg/l		NH <sub>3</sub> -N µg/l	
Arviointiperuste			Vuosi: 2,2 Max: 11				Vuosi: 1,0 Max: 6,8	
<b>Näytteenotto kohta</b>	K-arvo	Min-max	K-arvo	Min-max	K-arvo	Min-max	K-arvo	Min-max
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>								
AVA15 Kaivos	0,21 <sup>4</sup>	<0,1–7,62 <sup>4</sup>	0,05	<0,06–0,14	0,107	<0,015–0,13	1,2	0,08–2,2
AVA16 Hylkyk.varasto	1,5	<0,1–2,4	1,3	0,49–1,8	0,008 <sup>2</sup>	<0,015–<0,02	0,01	0,01–0,03
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>								
AVA17 Rikastushiekka-allas	0,27 <sup>6</sup>	<0,1–130 <sup>6</sup>	0,07 <sup>6</sup>	<0,06–16 <sup>6</sup>	0,019	<0,015–0,12	0,14	0,02–0,26
VVA17 Leväjoki	17,5	5,9–33,2	15,3	5,5–31,9	0,024	<0,015–0,07	0,14	0,02–0,44
<b>Luossajärvi</b>								
KVA145 Luusua	5,6	0,27–11,3	4,7	<0,06–7,9	0,097	<0,015–0,52	0,40	0,03–2,2
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>								
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	1,0	<0,1–2,8	0,61	<0,06–2,3	0,089	<0,015–0,34	1,2	0,02–11,2
<b>Pahtajoki</b>								
AVA21 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	0,17	<0,1–0,24	0,08 <sup>2</sup>	<0,10–<0,50	0,009 <sup>2</sup>	<0,015–<0,04	0,04	0,01–0,11
AVA19 Una Soahkejoki-ref	0,15	<0,1–0,28	0,05 <sup>2</sup>	<0,06–0,08	0,009 <sup>2</sup>	<0,015–<0,04	0,04	0,01–0,11
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn	0,22	<0,1–0,80	0,06	<0,06–0,48	0,015	<0,015–0,07	0,04	0,005–0,18
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	1,0	0,11–7,2	0,57	<0,06–2,1	0,015	<0,015–0,14	0,05	0,01–0,18
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	0,78	0,23–2,6	0,48	<0,06–1,2	0,046	<0,015–1,10	0,07	0,01–0,72
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	0,86	0,25–3,6	0,49	<0,06–1,7	0,021	<0,015–0,11	0,07	0,01–0,15
<b>Tiansbäcken</b>								
AVA26 <sup>1</sup> Rautasjoen sivujoki.	0,22	0,20–0,24	0,05 <sup>2</sup>	<0,10–<0,10	0,008 <sup>2</sup>	<0,015–<0,015	0,07	0,03–0,09
<b>Rautasjoki</b>								
AVA25 <sup>1</sup> Ylävirt. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	0,20	<0,1–0,35	0,10	<0,10–0,14	0,009 <sup>2</sup>	<0,015–<0,04	0,03	0,01–0,05
AVA24 <sup>1</sup> Yläv. Pahtaj.-ref	0,19	0,13–0,26	0,11	<0,10–0,14	0,008 <sup>2</sup>	<0,015–<0,015	0,03	0,01–0,07
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	0,23 <sup>3</sup>	<0,1–4,65 <sup>3,5</sup>	0,13	<0,06–0,92 <sup>5</sup>	0,008 <sup>2</sup>	<0,015–0,04	0,03	0,003–0,13

1. Vain muutama analyysi tältä asemalta (ks. taulukko 6).

2. Ei mikään tai vain jokin yksittäinen arvo ylittää analyysin raportointirajan.

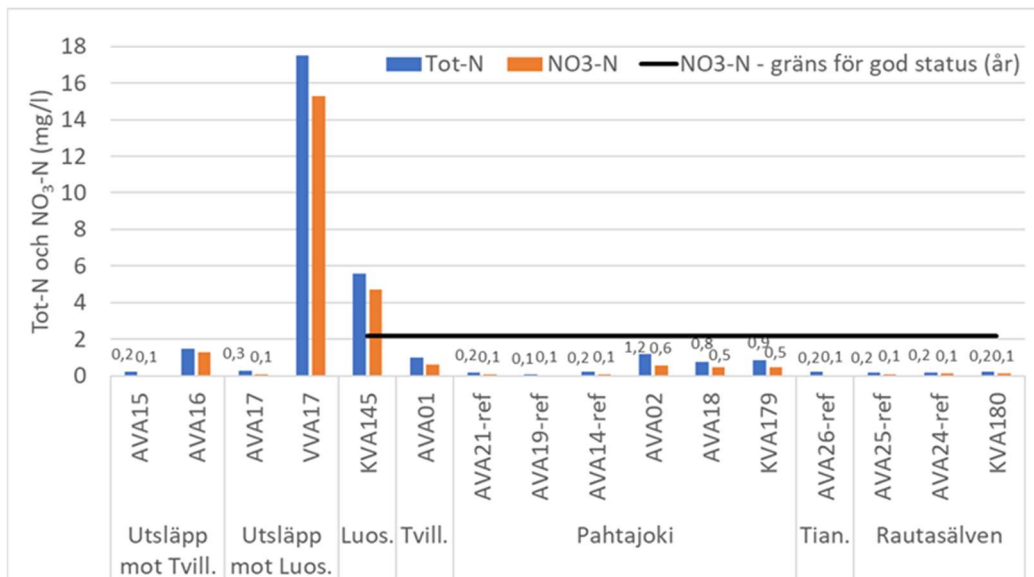
3. Maksimi-arvo on yksittäinen erittäin korkea arvo, joka mitattiin 14.6.2020 ja jota ei ole otettu mukaan keskiarvolaskelmaan. Samana päivänä oli pitoisuus Pahtajoessa alhaisempi kuin KVA180:ssä (0,23 mg/l AVA18:ssa ja 3,6 mg/l KVA179:ssä), samaan aikaan kuin pitoisuus NO<sub>3</sub>-N KVA180:ssä oli <0,1 mg/l. Keskipitoisuus tämä puuttuva arvo mukaan lukien = 0,33 mg/l.

4. Maksimi-arvo on yksittäinen erittäin korkea arvo, joka mitattiin 14.6.2020 ja jota ei ole otettu mukaan keskiarvolaskelmaan. Samana päivänä NO<sub>3</sub>-N -ja NH<sub>4</sub>-N -pitoisuudet olivat <0,1 ja <0,015 mg/l. Keskipitoisuus tämä puuttuva arvo mukaan lukien = 0,43 mg/l.

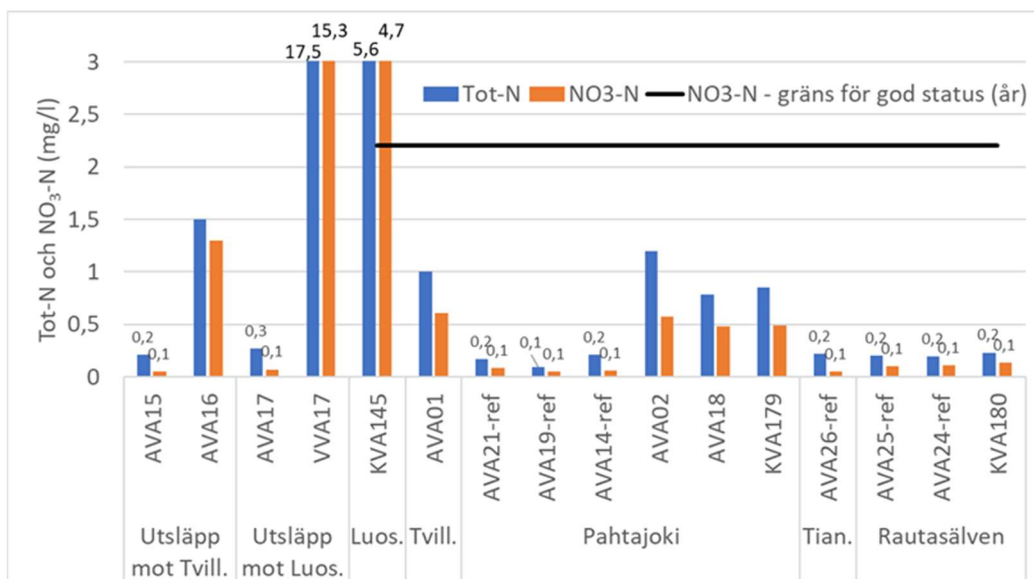
5. Korkeimmat arvot mitattiin vuonna 2018, jolloin asema sijaitsi noin 500 m Pahtajoen luusuasta alavirtaan, jossa sekoittuminen ajoittain oli hyvin rajallista. Vuodesta 2019 lähtien asema sijaitsee runsaat 1 km alavirtaan.

6. Maksimi-arvo on yksittäinen erittäin korkea arvo, joka mitattiin 14.12.2020 ja joka on poistettu keskiarvolaskelmasta. Tot-N = 1,1 mg/l, NO<sub>3</sub>-N=0,83 mg/l.

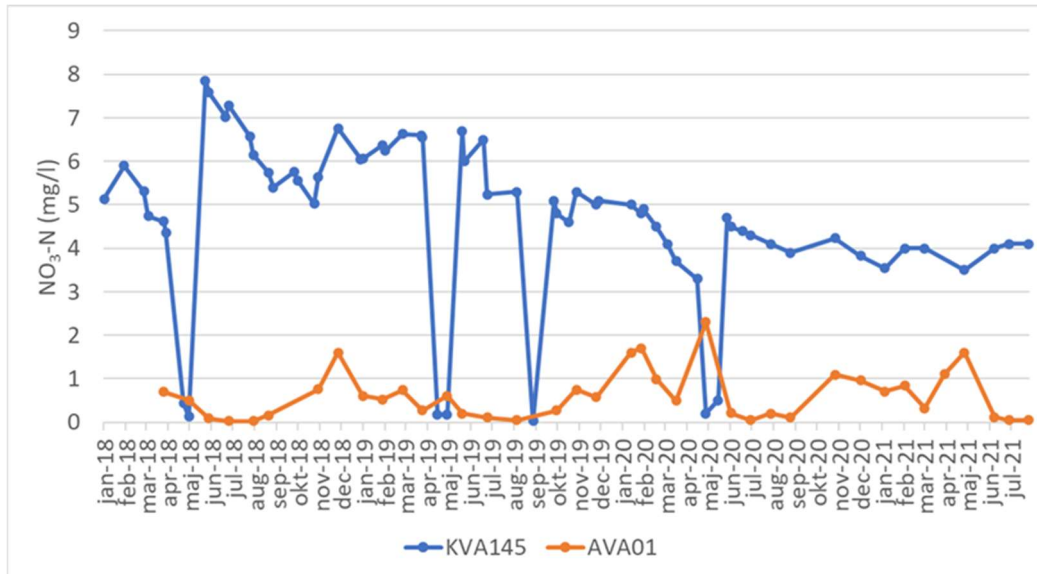




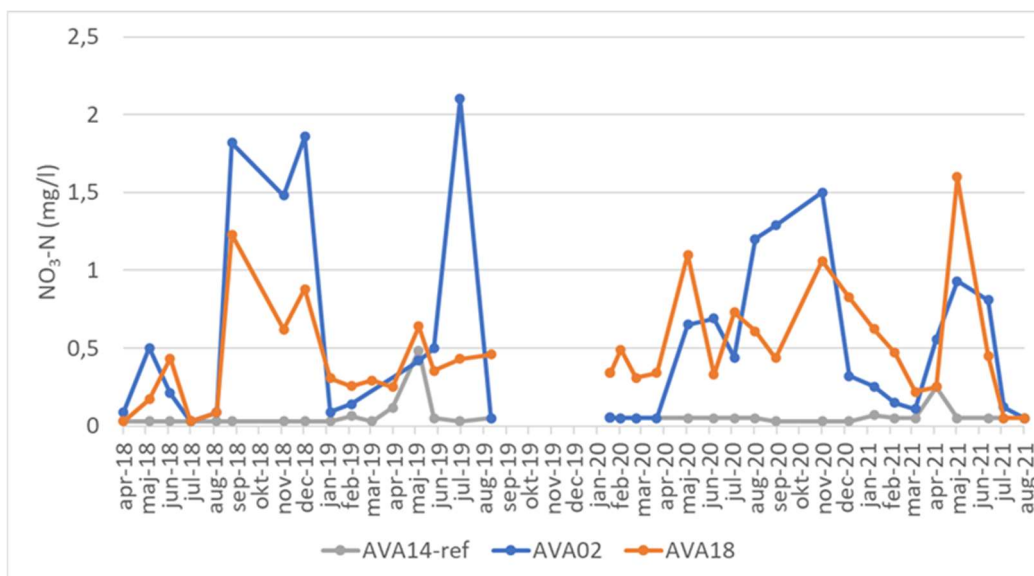
Kuva 9a. Kauden 2018-2021 kokonaistypen ja nitraattitypen keskiarvot eri asemilla. Kuviossa näkyy myös arviointiarvon vuosiarvo nitraattitypelle (2,2 mg/l, koskee purkuvesistöjen asemaa).



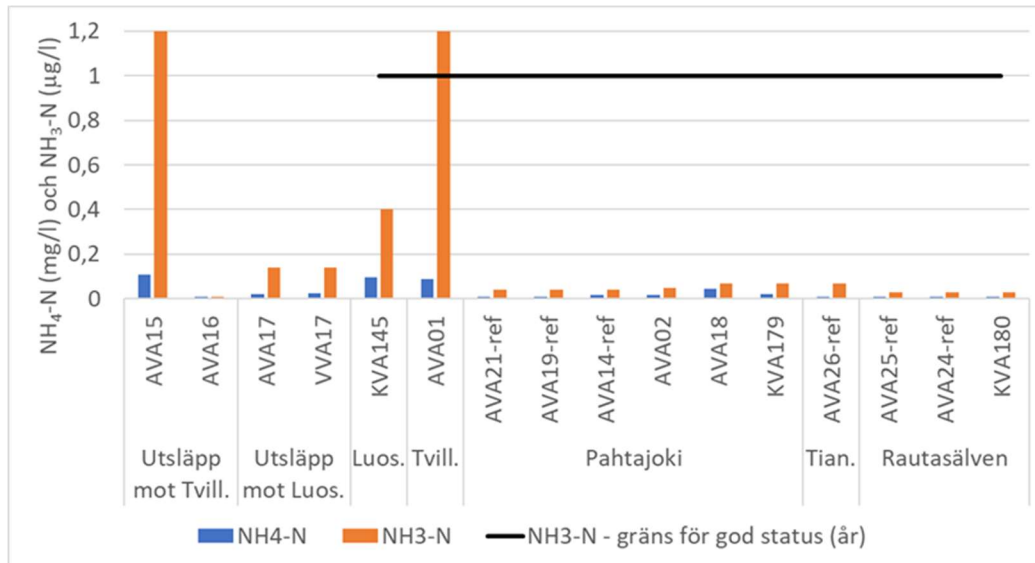
Kuvio 9b. Kauden 2018-2021 kokonaistypen ja nitraattitypen keskiarvot eri asemilla. Kuviossa näkyy myös arviointiarvon vuosiarvo nitraattitypelle (2,2 mg/l, koskee purkuvesistöjen asemaa). HUOM! Alempi asteikko verrattuna kuvioon 9a.



Kuvio 9c. Nitraattitypen pitoisuuden vaihtelu Luossajärven luusuassa (KVA145) ja pohjoisesta Tvillingtjärnen järvestä (AVA01) alavirtaan.



Kuvio 9d. Nitraattitypen pitoisuuden vaihtelu Pahtajoen referenssiasemalla (AVA14), Luossajärvestä (AVA02) ja Tvillingtjärnen järvestä (AVA18) alavirtaan.



Kuva 10. Keskiarvot ammoniumtypelle (NH<sub>4</sub>-N) ja ammoniakityypelle (NH<sub>3</sub>-N) eri asemilla ajanjaksolla 2018–2021. Kuviossa näkyy myös arviointiarvon vuosiarvo ammoniakityypelle (2,2 mg/l, koskee purkuvesistöjen asemia). On huomattava, että ammoniakityypen ja ammoniumtypen yksiköt poikkeavat toisistaan.

Nitriittityypen pitoisuuksia ei yleisesti ottaen ole analysoitu. Useita analyyskejä löytyy kuitenkin Leväjoesta (VVA17) ja pari analyysiä Luossajärven luusuasta (KVA145), ks. Taulukko 13.

Taulukko 13. Nitriittityypen pitoisuudet Leväjoessa ja Luossajärvessä ajanjaksolla 2018–2021.

Näytteenotto kohta	NO <sub>2</sub> -N µg/l	
	K-arvo	Min-max
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>		
VVA17 Leväjoki	44	<15–140
<b>Luossajärvi</b>		
KVA145 Luusua	32 <sup>1</sup>	29–34 <sup>1</sup>

1. Vain kaksi nitriittityyppiä koskevaa analyysiä: syys ja jouluku 2019.

### 3.2.7 Metallit

#### Tiettyt saastuttavat aineet

Korkeita uraani- ja sinkkipitoisuuksia esiintyy lähinnä kaivoksen (AVA15) vedessä, kun taas alhaisempia arvoja mitataan rikastushiekka-altaasta (AVA17). Myös Leväjoessa (VVA17) uraanipitoisuus on korkea. Kuparipitoisuudet ovat korkeimmillaan hylkykivivaraston (AVA16) ja rikastushiekka-altaan suotovedessä. Korkeimmat arsenikkipitoisuudet mitataan kaivoksen ja rikastushiekka-altaan vedestä, kun taas pitoisuudet ovat alhaisia Leväjoen ja hylkykivivaraston vedessä. Kromipitoisuudet ovat ylimalkaan alhaiset purkupisteissä (Taulukko 14 ja kuvat 11a, 12a ja 13).

Luossajärvessä (KVA145) uraanipitoisuus on korkea ja ylittää arviointiperusteen vuosi- ja enimmäisarvon. Arsenikin, kuparin ja sinkin pitoisuudet ovat koholla suhteessa luonnollisiin tasoihin, mutta tila on hyvä (Taulukko 14 ja kuvio 11a-b).

Asemalla AVA01 alavirtaan pohjoisesta Tvillingtjärn-järvestä uraani- ja sinkkipitoisuudet ovat korkeat ja ylittävät arviointiperusteet, kun taas muiden metallien tila on hyvä (Taulukko 14, kuvat 11a-b ja 12a-b).

Pahtajoen asemilla, jotka sijaitsevat ylävirtaan Luossajärven luusuasta, kaikkien SFÄ-metallien pitoisuudet ovat alhaiset ja vastaavat hyvää tilaa. Luossajärvestä alavirtaan ja edelleen Rautasjoelle uraanipitoisuudet ovat selkeästi koholla ja ylittävät arviointiperusteen. Myös sinkkipitoisuus on koholla, mutta tila on kuitenkin hyvä. Sekä uraanin että sinkin keskimääräiset pitoisuudet ovat Tvillingtjärnarna-järvien (AVA18) luusuasta alavirtaan korkeammat kuin suoraan Luossajärveltä (AVA02) alavirtaan, mikä johtuu AVA02:n pitoisuuksien putoamisesta talvella, kun Luossajärven valutus päättyy samaan aikaan, kun Tvillingtjärnarna-järvistä valuva korkean pitoisuuden vesi jatkaa valumistaan Pahtajokeen (Taulukko 14 ja kuvat 11a, 11c, 12a ja 12c).

Rautasjoessa SFÄ-metallien pitoisuudet ovat alhaiset ja lähellä referenssiaseman (AVA24) taustapitoisuuksia. Asemalla KVA180 on nähtävissä tiettyä kohoamista, näytteenotot vuoden 2018 aikana tehtiin suhteellisen lähellä Pahtajoen luusuua, jossa puron veden sekoittuminen on ajoittain hyvin rajallista. Uraanipitoisuus ylittää siis arviointiperusteet Pahtajoen luusuan läheisyydessä, mutta hieman pitemmällä alavirrassa, Pahtajoen alaosan sekoittumisvyöhykkeessä, uraanipitoisuus alittaa arviointiperusteet (Taulukko 14 ja kuva 11d).

*Taulukko 14. Erialaisten tiettyjä saastuttavia aineita (SFÄ) merkitsevien metallien pitoisuudet purkupisteissä ja vaikutuksen alaisissa purkuvesistöissä kaudella 2018–2021. Arsenikin, uraanin ja sinkin arviointiperusteet sisältävät referenssiasemalta saadun taustapitoisuuden. Arvot koskevat liuenneita pitoisuuksia 0,45 µm:n suodattimella suodatuksen jälkeen, ellei muuta ilmoiteta. Tilaluokituksen värit: vihreä=hyvä tila, keltainen=kohtalainen tila.*

Yksikkö: 5 µg/l	As		Cr		Cu <sup>2</sup>		U		Zn <sup>2</sup>	
Arviointiperuste	Vuosi: 0,55 <sup>4</sup> /0,54 <sup>5</sup> Max: 7,9		Vuosi: 3,4 Max: -		Vuosi: 0,5 Max: -		Vuosi: 0,30 <sup>4</sup> /0,41 <sup>5</sup> Max: 8,6		Vuosi: 6,6 <sup>4,5</sup> Max: -	
Näytteenotto kohta	K-arvo	Min– max	K- arvo	Min– max	K-arvo	Min– max	K- arvo	Min– max	K- arvo	Min– max
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>										
AVA15 Kaivos	0,88	0,49- 1,6	0,02	<0,01– 0,06	0,23	0,44- 2,7	28	22-33	195	280- 479
AVA16 Hylkyk.varasto	0,16	0,12- 0,24	0,06	<0,01– 0,09	1,6	9,6-26	0,10	0,03- 0,31	150	293- 466
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>										
AVA17 Rikastushiekka- allas	0,46	0,15- 0,76	0,09	0,02- 0,18	1,1	8,9-26	5,6	3,1- 9,6	9,6	9,0-60
VVA17 Leväjoki	0,12	0,06- 0,17	0,14	<0,01– 0,88	0,24	1,4-8,4	24	11-43	7,3	3,9-32
<b>Luossajärvi</b>										
KVA145 Luusua	0,14	<0,05– 0,46	0,12	<0,01– 0,73	0,18	0,41- 6,0	13	0,28- 22	1,9 <sup>6</sup>	1,0-20
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>										
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	0,15	0,08- 0,30	0,06	<0,01– 0,27	0,12	0,23- 2,3	11	3,2-31	17	1,0- 109
<b>Pahtajoki</b>										
AVA21 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	0,04	<0,05– 0,08	0,13	0,06- 0,18	0,04	0,32- 1,2	0,12	0,04- 0,20	1,0	0,67- 3,5
AVA19 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	0,06	<0,05– 0,08	0,21	0,12- 0,63	0,03	0,59- 1,5	0,08	0,03- 0,14	1,1	0,66- 5,2
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn-ref	0,05	<0,05– 0,09	0,22	0,07-2,3	0,04	0,34- 1,5	0,13	0,02- 1,1	1,1	0,87- 7,3
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	0,07	<0,05– 0,12	0,17	0,03- 0,83	0,05	0,41- 1,4	1,2	0,19- 4,2	1,5	0,7-18
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	0,06	<0,05– 0,15	0,13	<0,01– 1,2	0,04	0,35- 1,7	2,1	0,06- 6,6	3,1	0,54- 20
KVA179 Rautasjoen ulosvirtaus	0,06	<0,05– 0,17	0,15	<0,01– 1,1	0,04	0,42- 2,5	2,3	0,23- 14	2,8	0,93- 19
<b>Tiansbäcken</b>										
AVA26 <sup>1</sup> Rautasjoen sivujoki.	0,04	<0,05– 0,06	0,08	0,04- 0,10	0,01	0,18- 0,33	0,22	0,15- 0,31	0,14	0,24- 0,49
<b>Rautasjoki</b>										
AVA25 <sup>1</sup> Ylävirt. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	0,05	<0,05– 0,06	1,1	0,04-6,8	0,07	0,26- 1,2	0,19	0,06- 0,43	3,4 <sup>7</sup>	1,0– 20 <sup>7</sup>
AVA24 <sup>1</sup> Yläv. Pahtaj.-ref	0,04	<0,05– 0,06	0,11	0,02- 0,23	0,03	0,20- 0,80	0,24	0,07- 0,39	1,1	0,39- 2,8
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	0,05	<0,05– 0,12	0,15	<0,01– 0,90	0,04	0,12– 0,83 <sup>3</sup>	0,42 <sup>3</sup>	0,03– 2,1 <sup>3</sup>	1,8	0,39- 6,7

1. Vain muutama analyysi tältä asemalta (ks. taulukko 6).

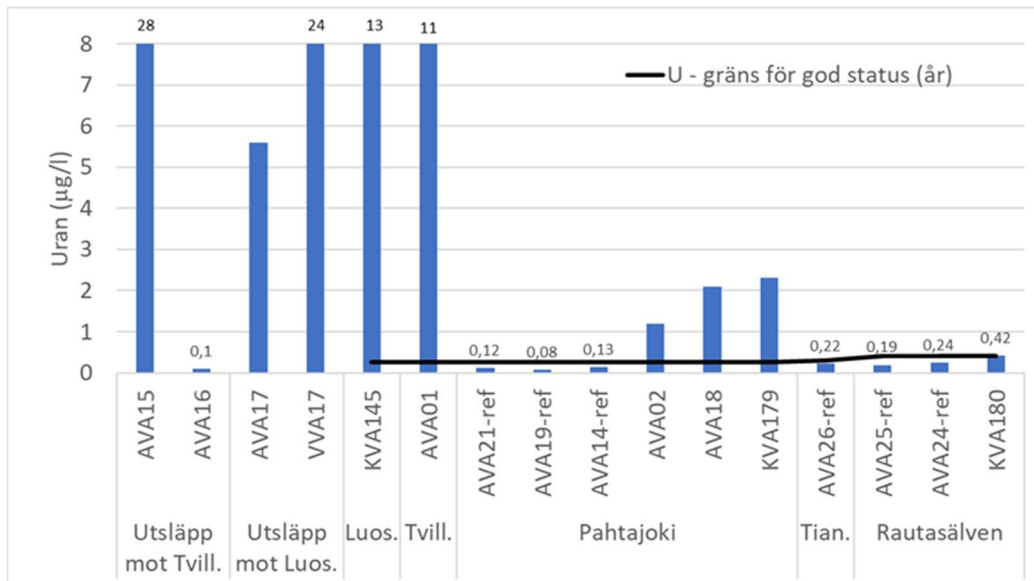
2. Keskimääräiset pitoisuudet koskevat biologista hyötöosuutta, minimi- ja maksimi-arvot ilmoitetaan liuenneina pitoisuuksina.

3. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin vuonna 2018, jolloin asema sijaitti noin 500 m Pahtajoen luusuasta alavirtaan, jossa sekoittuminen ajoittain oli hyvin rajallista. Vuodesta 2019 lähtien asema sijaitsee runsaat 1 km alavirtaan. Jakson 2019–2021 (30 näytettä) uraanipitoisuuden keskiarvo on 0,30 µg/l, mikä vastaa hyvää tasoa.

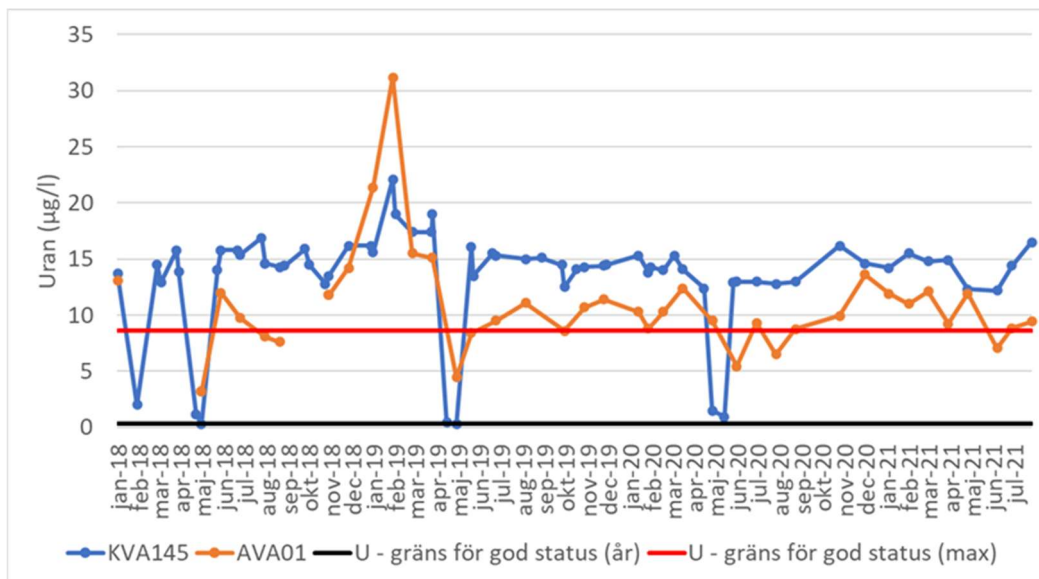
4 ja 5. AVA14 koskien Luossajärveä<sup>4</sup> ja Pahtajokea<sup>4</sup> sekä AVA24<sup>5</sup> koskien Rautasjokea, ks. taulukko 3.

6. Tiettyjä talvinäytteitä vuodelta 2018 ja 2019 ei ole otettu mukaan, koska niiden arvioidaan olevan näytteenotossa käytetyn poranterän kontaminoimia.

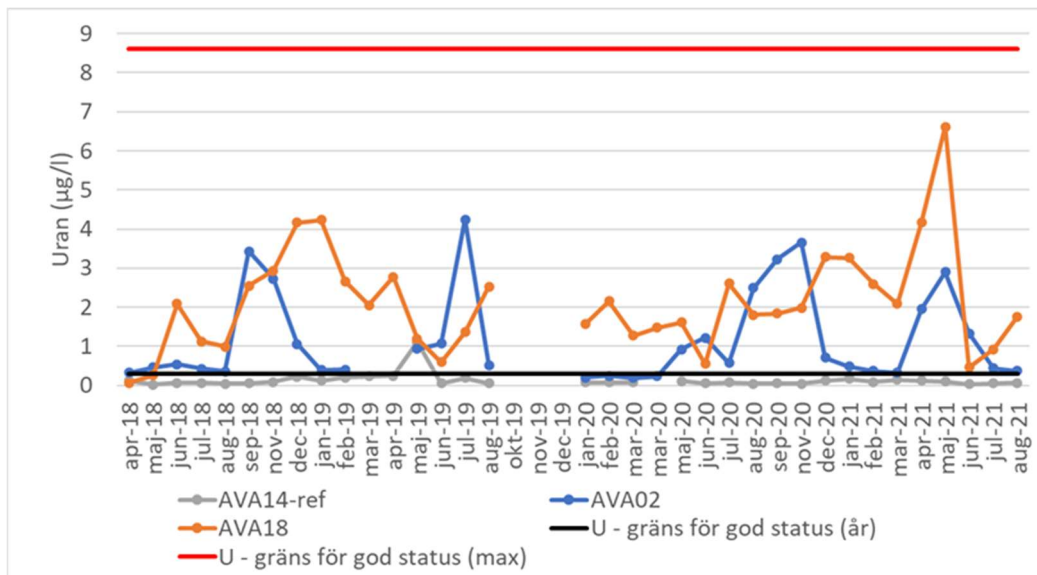
7. Maksimiarvo on yksittäinen korkea arvo, joka mitattiin 14.02.2021 ja on poistettu biologisen hyötyosuuden keskiarvolaskelmasta. Keskipitoisuus tämä puuttuva arvo mukaan lukien = 5,3 µg/l.



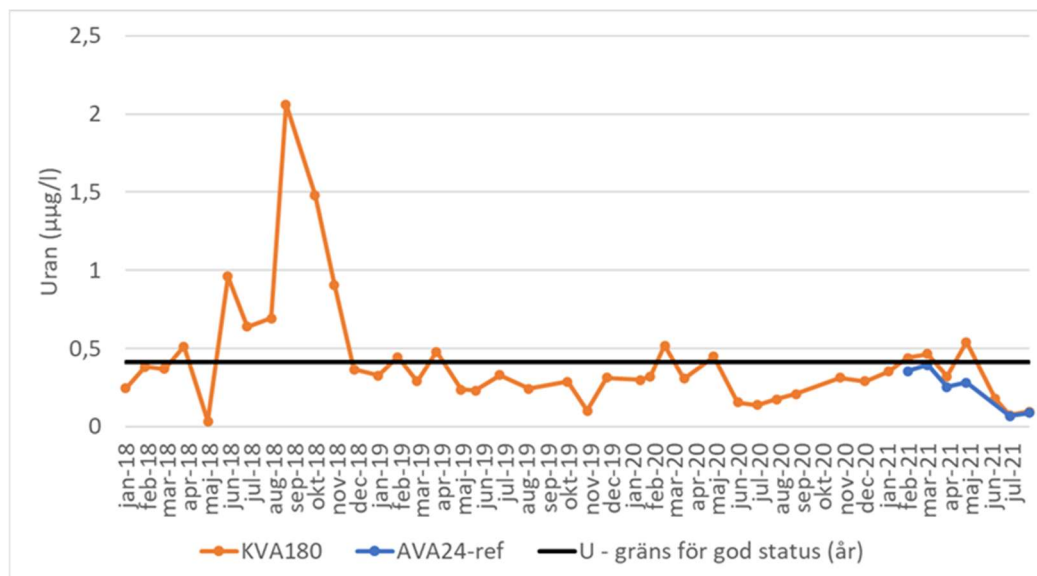
Kuva 11a. Jakson 2018-2021 uraanipitoisuuden keskiarvot eri asemilla. Kuviossa näkyy myös arviointiperusteen vuosiarvo (0,25 µg/l Luossajärven ja Pahtajoen sekä 0,41 µg/l Rautasjoen osalta). On huomattava, että Y-akseli on sovitettu sellaiseksi, että alhaisia pitoisuuksia sisältävien asemien pylväät ovat näkyvissä.



Kuvio 11b. Uraanipitoisuuden vaihtelu Luossajärven luusuassa (KVA145) ja pohjoisesta Tvillingtjärn-järvestä (AVA01) alavirtaan. Kuviossa näkyvät myös arviointiperusteen vuosi- ja enimmäisarvot (0,25 µg/l ja 8,6 µg/l).

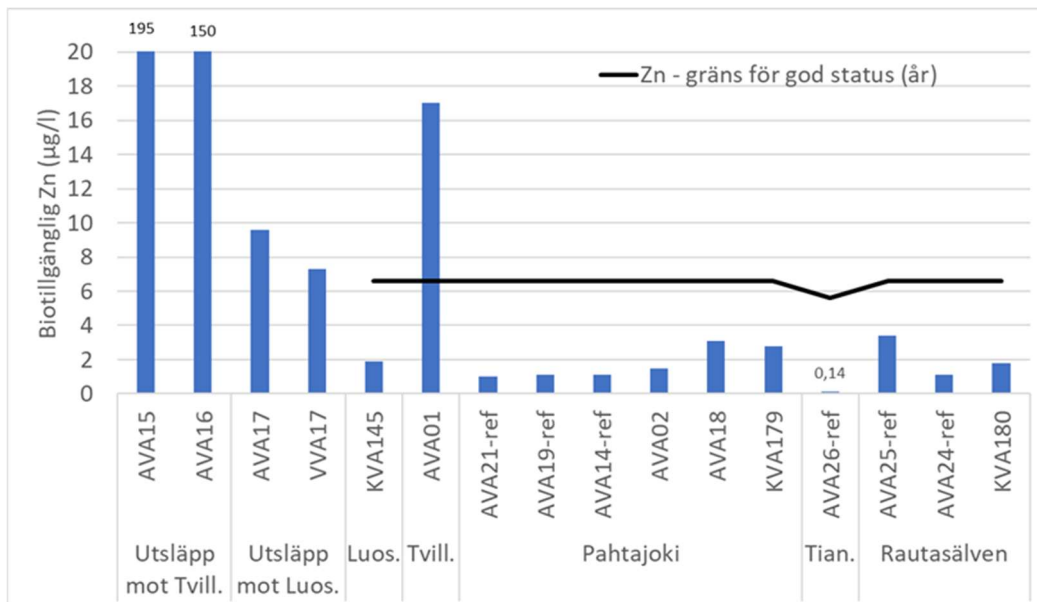


Kuvio 11c. Uraanipitoisuuden vaihtelu Pahtajoessa, referenssiasiemalla (AVA14), Luossajärvestä (AVA02) ja Tvillingjärnarna-järvistä (AVA18) alavirtaan. Kuviossa näkyvät myös arviointiperusteen vuosi- ja enimmäisarvot (0,25 µg/l ja 8,6 µg/l) Pahtajoen osalta.

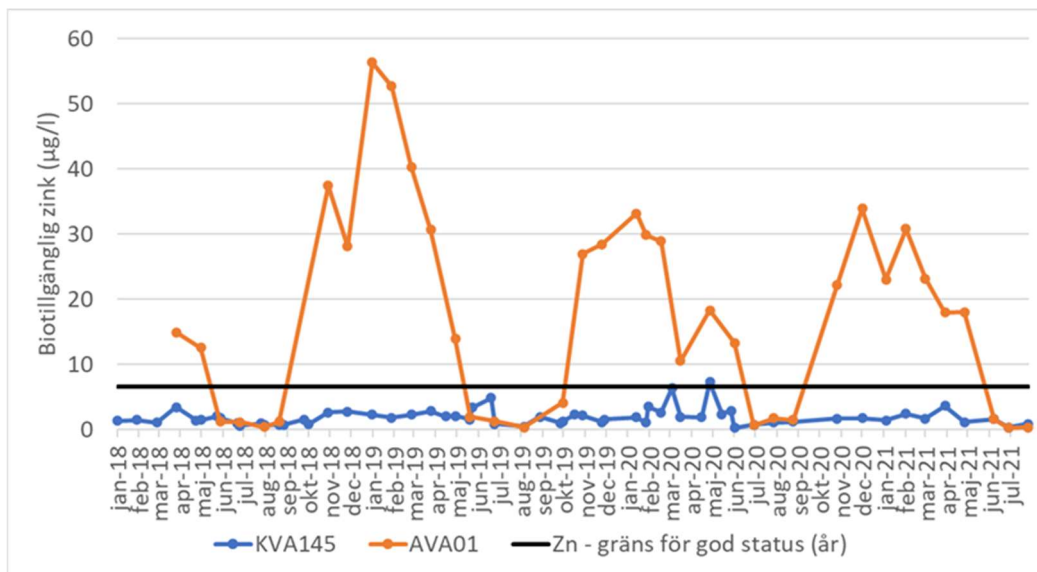


Kuva 11d. Uraanipitoisuuden vaihtelu Rautasjoessa Pahtajoesta (KVA180) alavirtaan sekä referenssiasiemalla (AVA24). Kuviossa näkyvät myös arviointiperusteen vuosi- ja enimmäisarvot (0,41 µg/l ja 8,6 µg/l).



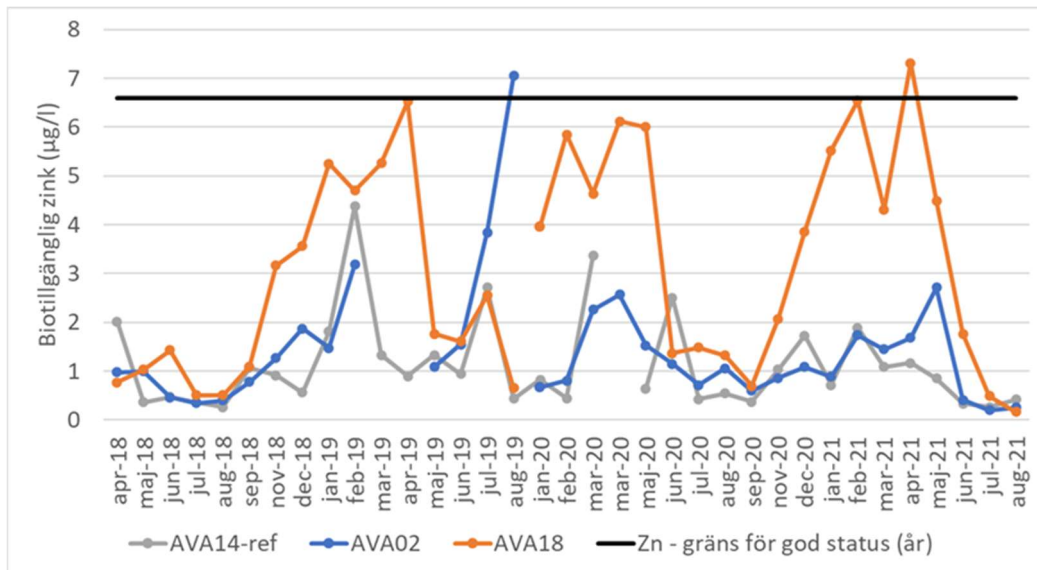


Kuva 12a. Jakson 2018-2021 biologisesti hyödynnettävän sinkin keskiarvot eri asemilla. Kuviossa näkyy myös arviointiperusteen vuosiarvo (6,6 µg/l Luossajärven, Pahtajoen ja Rautasjoen sekä 5,6 µg/l Tiansbäckenin osalta). On huomattava, että Y-akseli on sovitettu sellaiseksi, että alhaisia pitoisuuksia sisältävien asemien pylväät ovat näkyvissä.

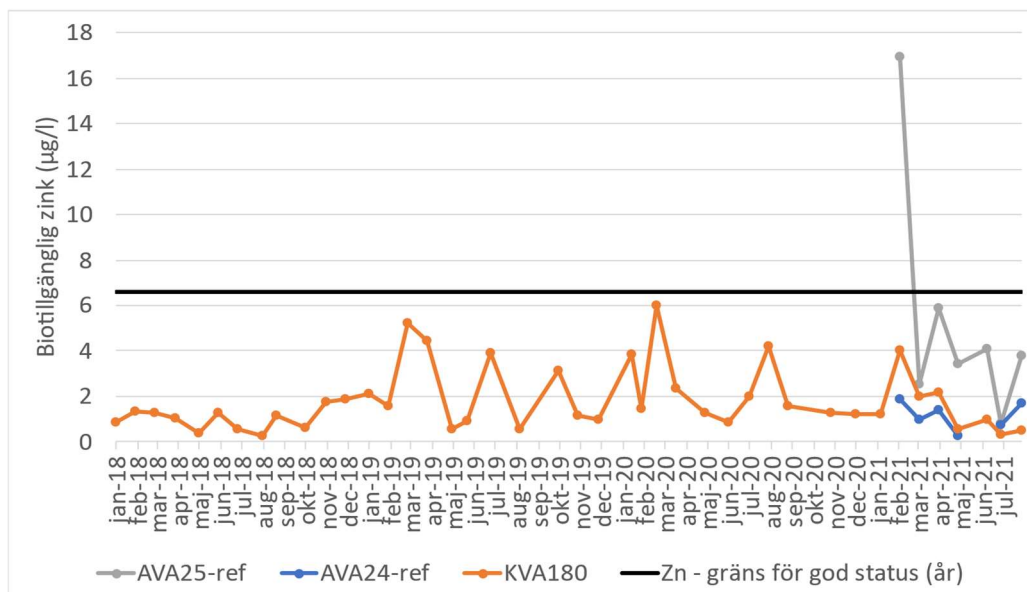


Kuvio 12b. Biologisesti hyödynnettävän sinkkipitoisuuden vaihtelu Luossajärven luusuassa (KVA145) ja pohjoisesta Tvillingjärven-järvestä (AVA01) alavirtaan. Kuviossa näkyy myös arviointiperusteen vuosiarvo (6,6 µg/l).

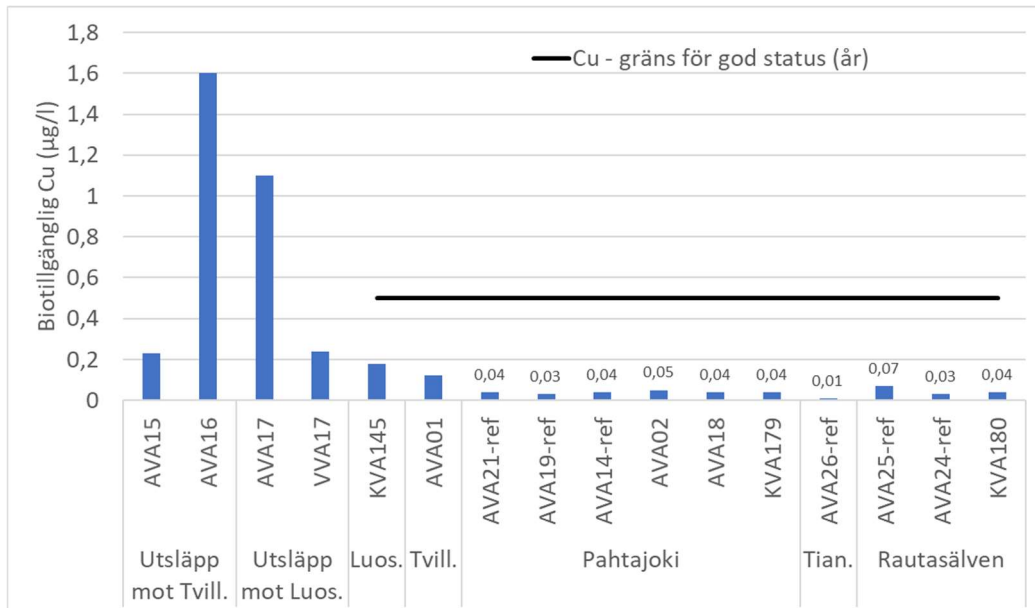




Kuva 12c. Biologisesti hyödynnettävän sinkkipitoisuuden vaihtelu Pahtajoen referenssiasiemalla (AVA14), Luossajärvestä (AVA02) ja Tvillingtjärnarna-järvistä (AVA18) alavirtaan. Kuviossa näkyy myös arviointiperusteen vuosiarvo (6,6 µg/l).



Kuvio 12d. Biologisesti hyödynnettävän sinkkipitoisuuden vaihtelu Rautasjoessa Pahtajoesta (KVA180) alavirtaan sekä referenssiasiemilla (AVA25 ja AVA24). Kuviossa näkyy myös arviointiperusteen vuosiarvo (6,6 µg/l).



Kuva 13. Jakson 2018-2021 biologisesti hyödynnettävän kuparin keskiarvot eri asemilla. Kuviossa näkyy myös arviointiarvon vuosiarvo (0,5 µg/l koskien purkuvesistöjen asemia).

### Priorisoidut aineet

Kaivoksen (AVA15) ja hylkykivivaraston (AVA16) vesien kadmium- ja nikkelpitoisuudet koholla. Korkeimmat pitoisuudet mitataan hylkykivivaraston suotovedestä. Rikastushiekka-altaassa (AVA17) ja Leväjoessa (VVA17) pitoisuudet ovat alhaisempia. Elohopea- ja lyijypitoisuudet ovat ylimalkaan alhaiset purkupisteissä (Taulukko 15, kuvat 14 ja 15).

PRIO-metallien tila on hyvä kaikilla purkuvesistöjen asemilla. Nikkelpitoisuus on kuitenkin koholla Tvillingtjärn-järvi-järjestelmässä (AVA01) ja tiettyssä määrin myös Luossajärven (KVA145). Kummallakin asemalla myös kadmiumpitoisuus on hieman koholla. Myös Pahtajoessa Luossajärveltä alavirtaan ja Tvillingtjärnarna-järvissä on nähtävissä tietty näiden metallien pitoisuuden kohoaminen (Taulukko 15 ja kuvat 14 ja 15).

Taulukko 15. Erialaisten priorisoituja aineita merkitsevien metallien pitoisuudet purkupisteissä ja vaikutuksen alaisissa purkuvesistöissä kaudella 2018–2021. Arvot koskevat liuenneita pitoisuuksia 0,45 µm:n suodattimella suodatuksen jälkeen, ellei muuta ilmoiteta. Tilalukituksen värit: vihreä=hyvä tila, keltainen=ei saavuta hyvää tilaa.

Yksikkö: 5 µg/l	Cd		Hg		Ni		Pb	
Raja-arvo	Vuosi: ≤ 0,08–0,25 <sup>7</sup> Max: ≤ 0,45–1,5 <sup>7</sup>		Vuosi: - Max: 0,07		Vuosi: 4 <sup>2</sup> Max: 34		Vuosi: 1,2 <sup>2</sup> Max: 14	
Näytteenotto kohta	K-arvo	Min–max	K-arvo	Min–max	Keskia rvo <sup>2</sup>	Min–max	Keskia rvo <sup>2</sup>	Min–max
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>								
AVA15 Kaivos	0,155	0,071- 0,338	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	14,6	17-29	0,002	<0,01– 0,083
AVA16 Hylkyk.varasto	1,31	1,03- 1,56	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	13,7	38-64	0,002	<0,01– 0,022
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>								
AVA17 Rikastushiekka-allas	0,069	0,019- 0,122	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	1,4	2,6-5,5	0,012	0,016- 0,272
VVA17 Leväjoki	0,036 <sup>5</sup>	<0,007– 0,753 <sup>5</sup>	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	1,1	1,1-5,9	0,007	<0,01– 0,365
<b>Luossajärvi</b>								
KVA145 Luusua	0,024	<0,002– 0,141	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	0,43	0,3-6,7	0,005	<0,01– 0,493
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>								
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	0,024	<0,002– 0,065	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	2,0	2,7-9,8	0,002	<0,01– 0,103
<b>Pahtajoki</b>								
AVA21 Una Soahkejoki-ref	0,001	<0,002– 0,002	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	0,08	0,17-0,29	0,011	0,012- 0,152
AVA19 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	0,002	<0,002– 0,009	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	0,08	0,18-0,41	0,014	<0,01– 0,430
AVA14 Alavirt. Abborttjärn-ref	0,002	<0,002– 0,013	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	0,09	0,12-0,38	0,005	<0,01– 0,200
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	0,003	<0,002– 0,008	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	0,13	0,15-0,60	0,008	<0,01– 0,811
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	0,006	<0,002– 0,016	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– 0,002	0,29	0,34-1,8	0,008	<0,01– 0,458
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	0,007	<0,002– 0,018	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	0,28	0,38-1,6	0,013	<0,01– 1,51
<b>Tiansbäcken</b>								
AVA26 <sup>1</sup> Rautasjoen sivujoki.	0,001	<0,002– 0,002	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	0,06	0,18-0,20	0,011	0,082- 0,139
<b>Rautasjoki</b>								
AVA25 <sup>1</sup> Ylävirt. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	0,004	<0,02– 0,013	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	0,23	0,21-0,71	0,040	0,013- 0,517
AVA24 <sup>1</sup> Yläv. Pahtaj.- ref	0,001	<0,02– 0,003	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	0,14	0,19-0,33	0,025	0,061- 0,185
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	0,003	<0,002– 0,017	0,001 <sup>3</sup>	<0,002– <0,002	0,17	0,15– 0,69 <sup>4</sup>	0,035 <sup>6</sup>	<0,01– 3,37 <sup>6</sup>

1. Vain muutama analyysi tältä asemalta (ks. taulukko 6).

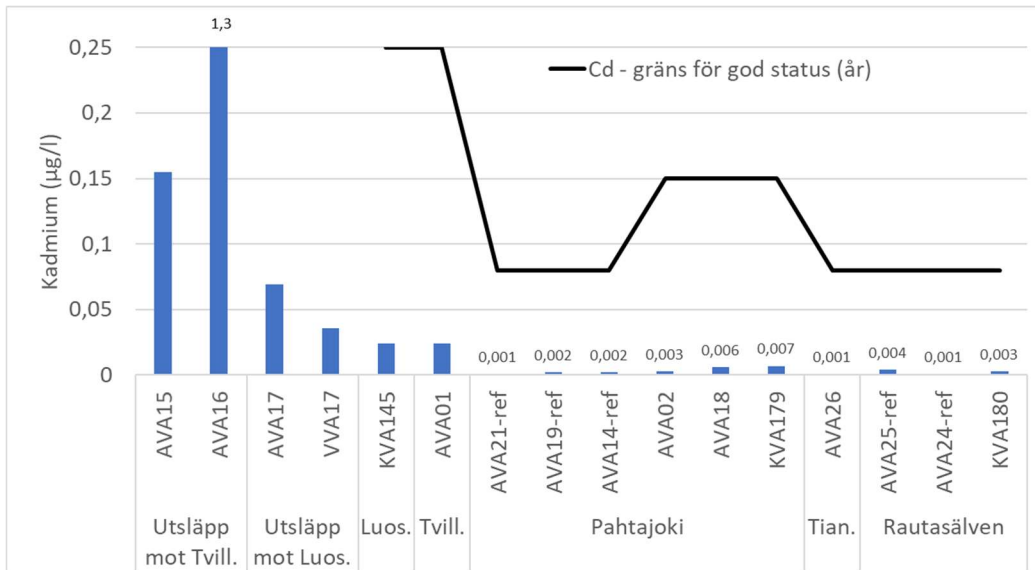
2. Keskimääräiset pitoisuudet koskevat biologista hyötyosuutta, minimi- ja maksimiarvot ilmoitetaan liuenneina pitoisuuksina.

3. Ei mikään tai vain jokin yksittäinen arvo ylittää analyysin raportointirajan.

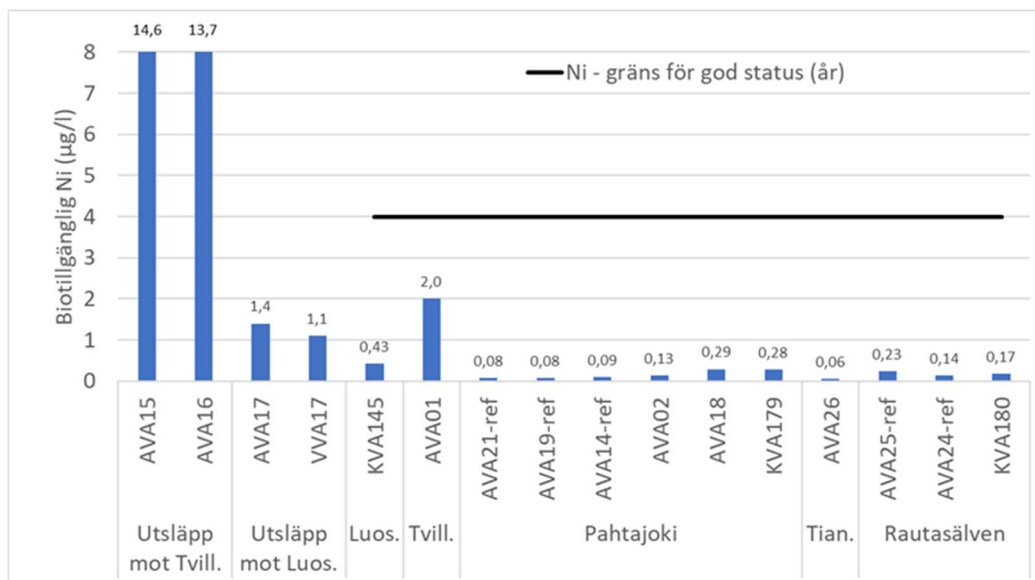
4. Korkeimmat arvot mitattiin vuonna 2018, jolloin asema sijaitti noin 500 m Pahtajoen luusuaasta alavirtaan, jossa sekoittuminen ajoittain oli hyvin rajallista. Vuodesta 2019 lähtien asema sijaitsee runsaat 1 km alavirtaan.

5 ja 6. Maksimiarvo on yksittäinen korkea arvo, joka on poistettu keskiarvolaskelmasta. Keskipitoisuus tämä puuttuva arvo mukaan lukien: <sup>5</sup> = 0,054 µg Cd/l. <sup>6</sup> = 0,135 µg biologisesti hyödynnettävä Pb/l.

7. Raja-arvo on riippuvainen veden kovuudesta, ks. taulukko 2



Kuva 14. Jakson 2018-2021 kadmiumpitoisuuden keskiarvot eri asemilla. Kuviossa näkyy myös raja-arvon vuosiarvo (riippuvainen veden kovuudesta, 0,25 µg/l Luossajärven, 0,15 µg/l f Pahtajoen sekä 0,08 µg/l Rautasälven osalta). On huomattava, että Y-akseli on sovitettu sellaiseksi, että alhaisia pitoisuuksia sisältävien asemien pylväät ovat näkyvissä.



Kuva 15. Jakson 2018-2021 biologisesti hyödynnettävän nikkelin keskiarvot eri asemilla. Kuviossa näkyy myös raja-arvon vuosiarvo (4 µg/l). On huomattava, että Y-akseli on sovitettu sellaiseksi, että alhaisia pitoisuuksia sisältävien asemien pylväät ovat näkyvissä.

### Muut metallit

Muista hivenaineista ennen kaikkea kobolttin, mangaanin, molybdeenin ja strontiumin pitoisuudet ovat koholla Viscaria-kaivoksen (AVA15) vedessä. Rikastushiekka-altaan vedessä (AVA17) pitoisuudet ovat alhaisempia. Leväjoessa (VVA17, johon vaikuttaa myös LKAB:n teollisuusalueelta tapahtuva vuoto, ovat ensi sijassa molybdeenin, strontiumin ja vanadiinin pitoisuudet koholla (Taulukko 16 ja Taulukko 17 sekä kuva 17).

Luossajärvessä (KVA145) molybdeenin, strontiumin ja vanadiinin pitoisuudet ovat koholla suhteessa Pahtajoen asemilla Luossajärvestä ylävirtaan sijaitsevien asemien tasoihin Tvillingjärven-järjestelmässä on, mainittujen metallien lisäksi, myös kohonnut kobolttipitoisuus (Taulukko 16 ja kuvat 16 ja 17). Myös strontiumin ja vanadiinin pitoisuudet ovat korkeammat

kuin kaivoksen ja hylkykiven vesissä, mikä viittaa siihen, että järjestelmään todennäköisesti vaikuttaa Luossajärven vesi (ks. kohtaa kloridista 4.2).

Pahtajoessa useiden aineiden pitoisuudet ovat alhaisemmalla tasolla kuin Luossajärvessä ja Tvillingtjärn-järjestelmässä. Poikkeuksen muodostavat alumiini, rauta ja mangaani, joiden pitoisuudet Luossajärven luusuasta ylävirtaan ovat luontaisesti korkeampia (Taulukko 16).

Rautasjoessa Pahtajoen luusuasta alavirtaan vaikutus on hyvin rajallinen. Tietty strontiumin pitoisuuden kohoaminen on kuitenkin nähtävissä (Taulukko 17 ja kuva 17).

*Taulukko 16. Erilaisten hivenaineiden pitoisuudet, jotka eivät ole SFÄ-aineita tai priorisoituja aineita purkupisteissä ja vaikutuksen alaisissa purkuvesistöissä kaudella 2018–2021. Arvot koskevat liuenneita pitoisuuksia 0,45 µm:n suodattimella suodatuksen jälkeen.*

Yksikkö: 5 µg/l	Al		Ba		Co		Fe	
Näytteenotto kohta	K-arvo	Min-max	K-arvo	Min-max	K-arvo	Min-max	K-arvo	Min-max
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>								
AVA15 Kaivos	0,35	<0,2– 0,85	14	12-16	22	15-29	0,009	0,001- 0,075
AVA16 Hylkyk.varasto	6,3	4,2-10	20	16-23	4,5	2,1-12	0,007	0,003- 0,011
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>								
AVA17 Rikastushiekka-allas	5,8	1,4-16	25	12-41	0,32	0,03-0,98	0,172	0,027- 0,77
VVA17 Leväjoki	1,7	<0,2–12	30	18-37	1,6	0,08-13	0,013	0,004- 0,047
<b>Luossajärvi</b>								
KVA145 Luusua	2,7	<0,2–23	27	2,1-61	0,13	0,04-0,60	0,021	0,001- 0,261
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>								
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	4,5	<0,2–22	26	12-44	0,31	0,10-0,65	0,030	0,006- 0,123
<b>Pahtajoki</b>								
AVA21 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	15	2,2-40	18	8,4-25	0,10	0,02-0,29	0,347	0,051- 1,2
AVA19 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	15	7,9-40	14	8,5-22	0,07	0,03-0,11	0,322	0,172- 0,813
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn-ref	13	3,9-37	15	4,3-29	0,07	0,02-0,18	0,266	0,076- 0,681
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	8,8	1,9-23	16	4,0-51	0,05	0,02-0,12	0,172	0,022- 0,503
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	5,7 <sup>2</sup>	0,36– 81 <sup>2</sup>	28	7,3-60	0,07 <sup>2</sup>	0,03–1,9 <sup>2</sup>	0,117 <sup>2</sup>	0,012– 3,0 <sup>2</sup>
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	6,8	1,3-23	26	7,3-49	0,09	0,02-0,51	0,163	0,006- 1,1
<b>Tiansbäcken</b>								
AVA26 <sup>1</sup> Rautasjoen sivujoki.	9,3	3,1-17	4,6	4,1-4,9	0,02	0,02-0,03	0,164	0,107- 0,225
<b>Rautasjoki</b>								
AVA25 <sup>1</sup> Ylävirt. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	5,8	1,3-15	11	6,2-16	0,02	0,01-0,05	0,054	0,006- 0,146
AVA24 <sup>1</sup> Yläv. Pahtaj.-ref	4,9	3,1-6,8	10	6,1-12	0,02	0,01-0,02	0,125	0,029- 0,221
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	6,8	1,4-25	12	6,2-21	0,03	0,01-0,14	0,069	0,006- 0,184

1. Vain muutama analyysi tältä asemalta (ks. taulukko 6).

2. Maksimiarvo on yksittäinen erittäin korkea arvo, joka mitattiin 08.04.2018 ja joka on poistettu keskiarvolaskelmasta. Keskipitoisuus tämä puuttuva arvo mukaan lukien: Al=7,8 µg/l, Co=0,12 µg/l ja Fe=0,199 µg/l.

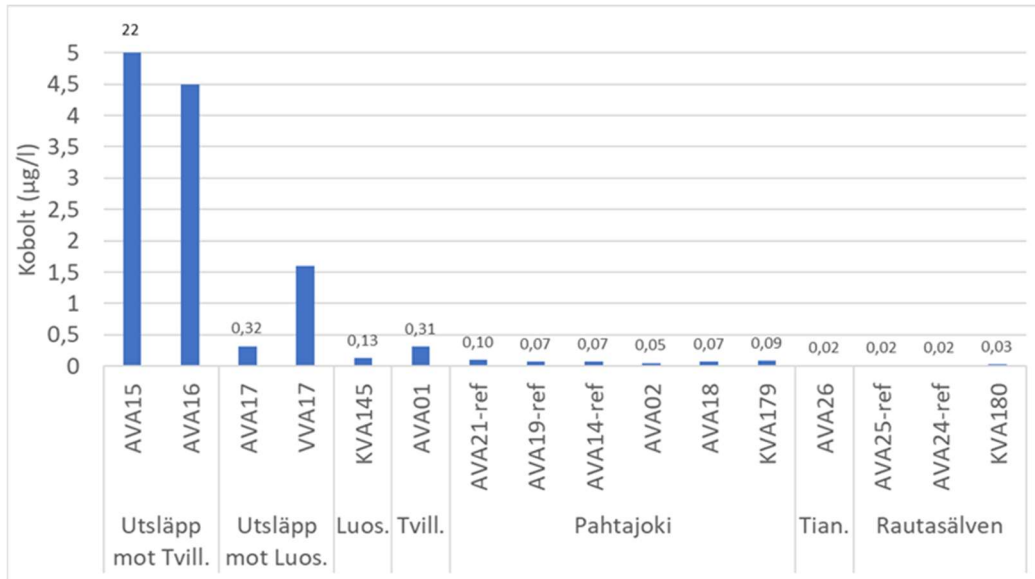
Taulukko 17. Erilaisten hivenaineiden pitoisuudet, jotka eivät ole SFÄ-aineita tai priorisoituja aineita purkupisteissä ja vaikutuksen alaisissa purkuvesistöissä kaudella 2018–2021. Arvot koskevat liuenneita pitoisuuksia 0,45 µm:n suodattimella suodatuksen jälkeen.

Yksikkö: 5 µg/l	Mn		Mo		Sb		Sr		V	
Näytteenotto- ta	K- arvo	Min- max	K- arvo	Min- max	K- arvo	Min- max	K-arvo	Min- max	K-arvo	Min- max
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>										
AVA15 Kaivos	781	569- 928	14	13-16	0,06	0,05- 0,08	142	132- 153	0,04	0,01- 0,17
AVA16 Hylkyk.varasto	11	3,1-56	0,59	0,34- 1,1	0,06	0,04- 0,06	218	174- 254	0,09	0,05- 0,13
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>										
AVA17 Rikastushiekka- allas	33	1,2- 159	4,6	2,5-6,5	0,14	0,12- 0,17	105	63- 157	0,11	0,04- 0,16
VVA17 Leväjoki	65	0,4- 165	27	12-46	0,38	0,23- 0,54	1139	468- 1940	4,2	1,2-11
<b>Luossajärvi</b>										
KVA145 Luusua	10	0,2- 156	16	0,40-37	0,20	0,16- 0,24	589	17- 766	0,82	0,04- 2,2
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>										
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	36	0,7-81	7,2	2,9-12	0,08	0,07- 0,09	256	82- 488	0,46	0,07- 1,5
<b>Pahtajoki</b>										
AVA21 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	23	1,1-69	0,29	0,06- 0,50	0,01	<0,01- 0,01	16	6,6- 22	0,15	0,07- 0,23
AVA19 <sup>1</sup> Una Soahkejoki-ref	26	5,0-51	0,21	0,08- 0,29	0,01	<0,01- 0,01	14	6,8- 23	0,12	0,10- 0,14
AVA14 Alavirt. Abborttjärn- ref	38	0,4- 241	0,29	0,07- 1,7	0,01	<0,01- 0,01	16	4,0- 63	0,12	0,06- 0,23
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	8,6	1,9-49	2,1	0,30- 6,3	0,03	0,01- 0,05	111	26- 336	0,12	0,04- 0,26
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	16 <sup>2</sup>	0,5- 101 <sup>2</sup>	2,8	0,08- 6,5	0,03	0,03- 0,04	128	27- 367	0,08	0,02- 0,97 <sup>2</sup>
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	13	0,6-62	2,6	0,72-15	0,04	0,03- 0,06	130	28- 492	0,11	0,03- 1,1
<b>Tiansbäcken</b>										
AVA26 <sup>1</sup> Rautasjoen sivujoki.	0,9	0,5- 1,2	1,4	0,88- 1,7	0,01	<0,01- <0,01	16	14-19	0,08	0,06- 0,09
<b>Rautasjoki</b>										
AVA25 <sup>1</sup> Ylävirt. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	2,0	0,7- 4,6	0,66	0,27- 1,1	0,01	<0,01- 0,04	23	13-32	0,04	0,02- 0,08
AVA24 <sup>1</sup> Yläv. Pahtaj.-ref	0,9	0,4- 1,2	0,85	0,52- 1,1	0,01	<0,01- <0,01	24	15-29	0,06	0,05- 0,07
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	1,5	<0,03 -7,6 <sup>3</sup>	1,0	0,06- 3,2 <sup>3</sup>	0,01	<0,01- 0,01	34	9,6- 131 <sup>3</sup>	0,06	0,03- 0,14

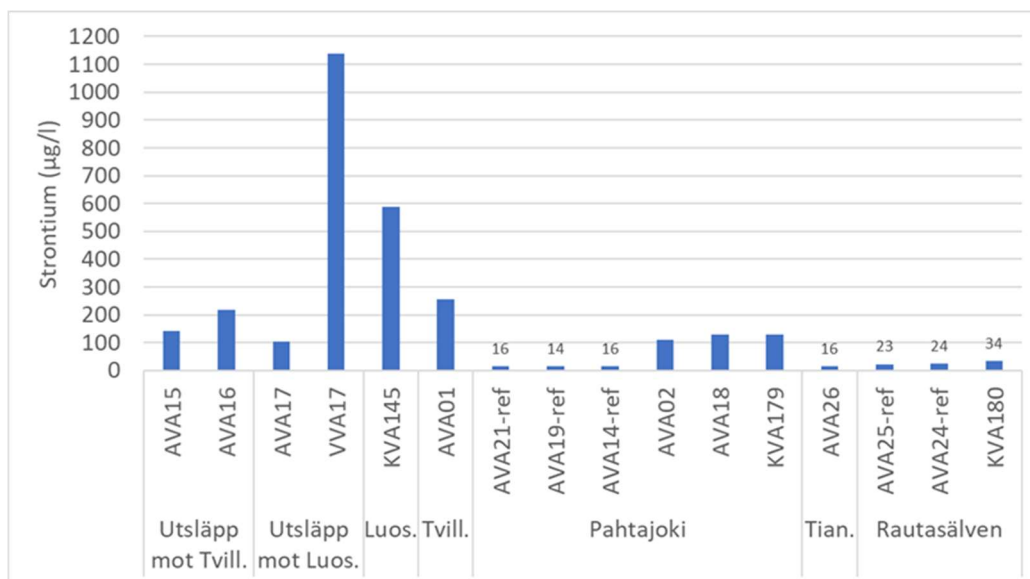
1. Vain muutama analyysi tältä asemalta (ks. taulukko 6).

2. Maksimi-arvo on yksittäinen erittäin korkea arvo, joka mitattiin 08.04.2018 AVA18:ssa ja joka on poistettu keskiarvolaskelmasta. Keskipitoisuus tämä puuttuva arvo mukaan lukien: Mn=18 µg/l, V=0,11 µg/l.

3. Korkeimmat arvot mitattiin vuonna 2018, jolloin asema sijaitti noin 500 m Pahtajoen luusuasta alavirtaan, jossa sekoittuminen ajoittain oli hyvin rajallista.



Kuva 16. Jakson 2018–2021 koboltin keskipitoisuudet eri asemilla. On huomattava, että Y-akseli on sovitettu sellaiseksi, että alhaisia pitoisuuksia sisältävien asemien pylväät ovat näkyvissä.



Kuva 17. Jakson 2018–2021 strontiumin keskipitoisuudet eri asemilla.



### 3.3 Nykyiset päästöjen ja purkuvesistöjen virtaamat

Taulukko 18 luettelee nykyiset luontaiset virtaamat ja purkupisteet ja purkuvesistöjen asemat. Virtaamat on laskettu mallintamalla jakso

*Taulukko 18. Purkuasemien ja purkuvesistöjen asemien luonteenomaiset virtaamat. LLQ=alhaisin alavirtaama, MLQ, keskiarhainen virtaama, MQ=vuosittainen keskivirtaama, MHQ=keskikorkea virtaama, HHQ=korkein ylävirtaama.*

Näytteenotto kohta	Yksikkö: m <sup>3</sup> /s				
	LLQ	MLQ	MQ	MHQ	HHQ
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>					
AVA15 Kaivos	0,004	0,006	0,028	0,122	0,170
AVA16 Hylkyk.varasto	0	0	0,004	0,067	0,104
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>					
AVA17 Rikastushiekka-allas	0,004	0,006	0,052	0,859	0,989
VVA17 Leväjoki	0,031	0,036	0,164	1,55	1,82
<b>Luossajärvi</b>					
KVA145 Luossajärven luusua	0	0	0,178	2,087	2,563
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>					
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	0,010	0,015	0,078	0,400	0,580
<b>Pahtajoki</b>					
AVA21 Una Soahkejoki-ref	0,002	0,007	0,113	0,81	1,21
AVA19 Una Soahkejoki-ref	0,009	0,024	0,180	1,26	1,89
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn-ref	0,012	0,029	0,222	1,56	2,34
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	0,012	0,029	0,427	2,88	4,11
AVA18, 4 km alav. Tvillingtj.	0,028	0,047	0,600	3,85	5,79
KVA179 Rautasjoen ulosvirtaus	0,028	0,048	0,623	4,03	6,08
<b>Rautasjoki</b>					
AVA25 Yläv. Tiansb. ja Pahtaj.-ref	0,471	1,09	28,0	282	426
AVA24 Yläv. Pahtaj.-ref	0,471	1,09	28,0	282	426
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	0,955	1,72	29,3	289	434

Taulukko 19 raportoi myös normaalivuoden, kuivan vuoden ja kostean vuoden vuosittainen keskivirtaama purku- ja purkuvesistöjen asemilla (DHI, 2022), joiden osalta purkumäärät ja massakuljetukset on laskettu.

Taulukko 19. Nykyiset vuosittaiset keskivirtaamat ja normaalivuoden aikaiset keskivirtaamat (loka 1999–syys 2000) purku- ja purkuvesistöjen asemilla, joiden osalta nykyiset purkumäärät ja massakuljetukset on laskettu.

Näytteenotto kohta	Normaalivuosi		Kuiva vuosi		Kostea vuosi	
	m <sup>3</sup> /s	Mm <sup>3</sup> /vuosi	m <sup>3</sup> /s	Mm <sup>3</sup> /vuosi	m <sup>3</sup> /s	Mm <sup>3</sup> /vuosi
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>						
AVA15 Kaivos	0,029	0,93	0,027	0,85	0,037	1,17
AVA16 Hylkyk.varasto	0,004	0,13	0,004	0,11	0,005	0,16
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>						
AVA17 Rikastushiekka-allas	0,054	1,70	0,056	1,76	0,071	2,23
VVA17 Leväjoki	0,174	5,49	0,172	5,42	0,215	6,79
<b>Luossajärven luusua</b>						
KVA145 Luusua	0,193	6,10	0,189	5,96	0,247	7,80
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>						
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	0,085	2,69	0,075	2,37	0,106	3,36
<b>Pahtajoki</b>						
AVA19 Una Soahkejoki – ref.	0,203	6,42	0,158	5,0	0,265	8,37
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn – ref.	0,252	7,95	0,198	6,23	0,328	10,3
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	0,476	15,0	0,411	13,0	0,613	19,3
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	0,670	21,1	0,571	18,0	0,859	27,1
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	0,697	22,0	0,592	18,7	0,894	28,2
<b>Rautasjoki</b>						
AVA24 Yläv. Pahtajoki – ref.	29,9	942,2	27,5	867,0	37,9	1 194
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	31,2	983,7	28,7	903,8	39,6	1 248

### 3.4 Nykyiset päästömäärät ja massakuljetukset

Taulukko 20 ja Taulukko 21 sekä kuvat 18–23 luettelevat nykyiset vuosittaiset päästöt päästö pisteissä sekä vuosikuljetukset purkuvesistöissä joukosta aineita normaalivuoden, kuivan vuoden ja kostean vuoden aikana.

Taulukko 20. Joukkoa metalleja koskevat päästömäärät purkupisteissä sekä joukkokuljetukset kyseisissä purkuvesistöissä (normaalivuosi, kostea vuosi ja kuiva vuosi).

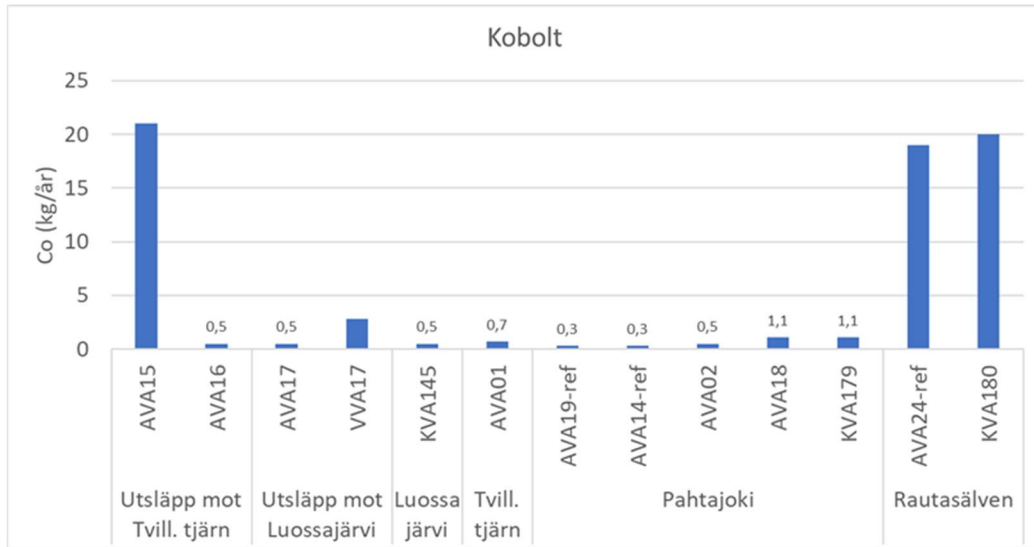
Aine	Co		Cu		U		Zn	
Yksikkö	kg/vuosi		kg/vuosi		kg/vuosi		kg/vuosi	
Näytteenotto kohta	Normaa livuosi	Kuiva- kosteaa vuosi	Normaa livuosi	Kuiva- kosteaa vuosi	Normaa livuosi	Kuiva- kosteaa vuosi	Normaa livuosi	Kuiva- kosteaa vuosi
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>								
AVA15 Kaivos	22	20-28	0,7	0,7- 0,9	26	24-33	356	327- 453
AVA16 <sup>1</sup> Hylkyk.var.	0,5	0,5-0,6	1,9	1,8- 2,3	0,01	0,01- 0,01	50	47-60
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>								
AVA17 <sup>1</sup> Rik.hiekka-all	0,5	0,6-0,7	24	25-31	9,5	10-12	53	55-69
VVA17 Leväjoki	2,8	1,9-3,2	15	16-18	80	79-88	42	42-47
<b>Luossajärvi</b>								
KVA145 Luusua	0,5	0,4-0,6	14	14-18	90	92-107	32	34-37
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>								
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	0,9	0,8-1,2	2,1	1,8- 2,9	26	24-32	68	58-90
<b>Pahtajoki</b>								
AVA19 Una Soahkejoki – ref.	0,2	0,2-0,3	6,0	4,5- 8,4	0,3	0,3-0,4	13	10-18
AVA14 Alavirt. Abborrtjärn – ref.	0,3	0,3-0,4	7,8	5,9-11	0,4	0,3-0,5	16	13-22
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	0,5	0,4-0,6	15	13-20	15	19-18	43	38-54
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	0,8	0,7-1,0	21	17-28	25	28-31	92	76-106
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	0,9	0,7-1,1	21	18-29	25	28-32	96	78-109
<b>Rautasjoki</b>								
AVA24 Yläv. Pahtajoki – ref.	19	17-24	772	700- 997	64	61-76	1 773	1 692- 2 081
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	20	18-25	811	734- 1 072	91	91-108	1 917	1 811- 2 251

1. Arvot aiemmasta mallinnuksesta ja raportista.

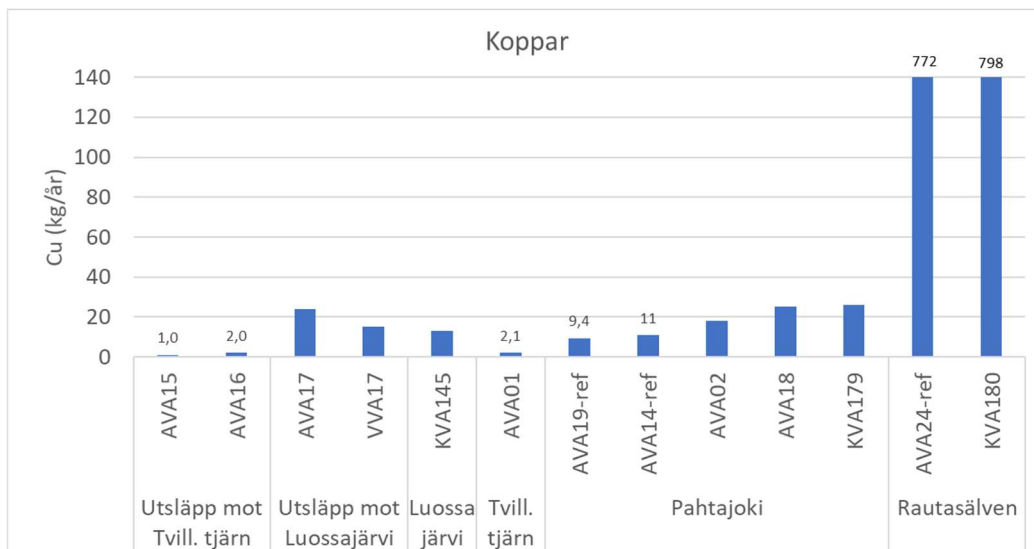
Taulukko 21. Nykyiset sulfaattia, kloridia ja kalsiumia koskevat päästömäärät purkupisteissä sekä joukkokuljetukset kyseisissä purkuvesistöissä (normaalivuosi, kostea vuosi ja kuiva vuosi).

Aine	SO <sub>4</sub>		Cl		Ca	
	tonnia/vuosi		tonnia/vuosi		tonnia/vuosi	
Yksikkö						
Näytteenotto kohta	Normaali vuosi	Kuiva– kostea vuosi	Normaali vuosi	Kuiva– kostea vuosi	Normaali vuosi	Kuiva– kostea vuosi
<b>Päästöt Tvillingtjärnarna-järvien suuntaan</b>						
AVA15 Kaivos	179	165-225	1,5	1,4-1,9	95	88-120
AVA16 <sup>1</sup> Hylkyk.var.	62	59-75	0,19	0,18-0,23	21	20-26
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>						
AVA17 <sup>1</sup> Rik.hiekka-all	228	237-300	5,0	5,2-6,6	121	126-159
VVA17 Leväjoki	3 722	3 620– 4 319	568	552-663	1 504	1 460– 1 8001
<b>Luossajärvi</b>						
KVA145 Luusua	3 021	3 067– 3 641	399	409-482	1 155	1 112– 1 379
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>						
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	592	549-719	49	47-59	243	224-302
<b>Pahtajoki</b>						
AVA19 referenssi	13	11-17	2,7	2,2-3,4	24	19-28
AVA 14 referenssi	17	13-21	3,4	2,8-4,2	31	25-36
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	2 628	2 871– 3 339	349	384-444	614	800-800
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	3 395	3 516– 4 225	413	439-517	771	936-944
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	3 398	3 517– 4 231	413	438-517	773	936-996
<b>Rautasjoki</b>						
AVA24 Yläv. Pahtajoki – ref.	2 580	2 483– 3 078	706	680-840	2 930	2 766– 3 554
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	6 333	6 232– 7 611	1 183	1 163– 1 391	3 857	3 824– 4 646

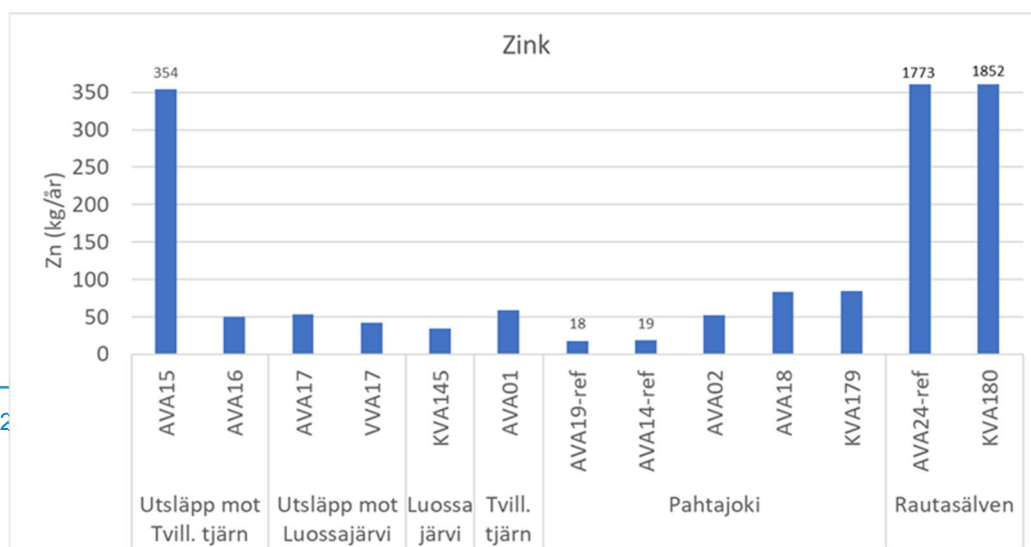
1. Arvot aiemmasta mallinnuksesta ja raportista.



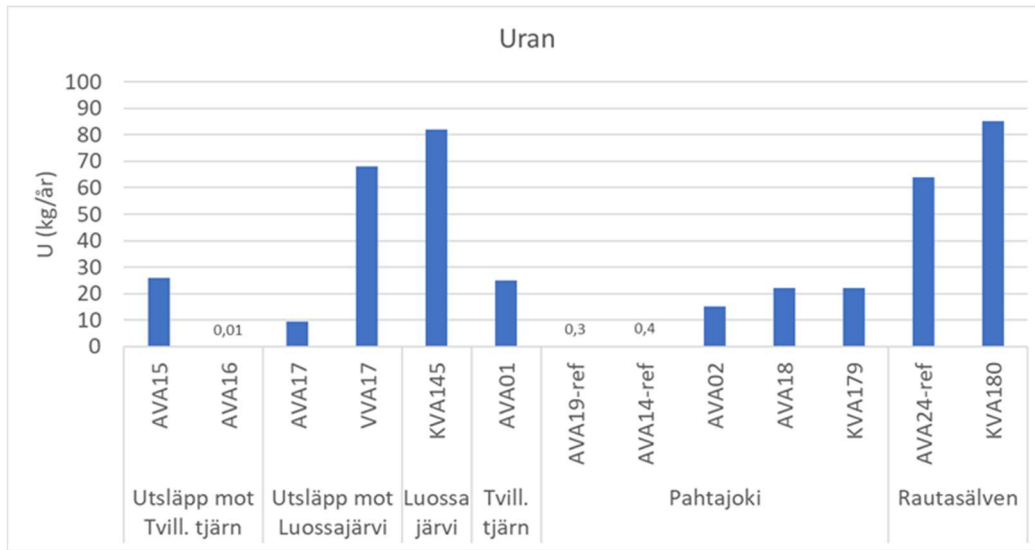
Kuva 18. Koboltin nykyiset päästömäärät ja massakuljetukset (irtain, suodatettu) normaalivirtaaman mukaisen vuoden aikana.



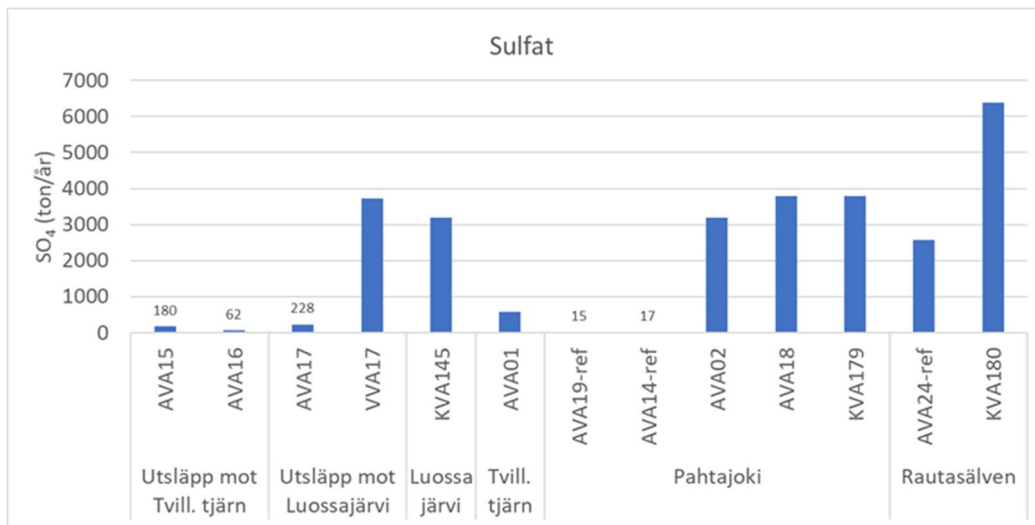
Kuva 19. Kuparin nykyiset päästömäärät ja massakuljetukset (irtain, suodatettu) normaalivirtaaman mukaisen vuoden aikana.



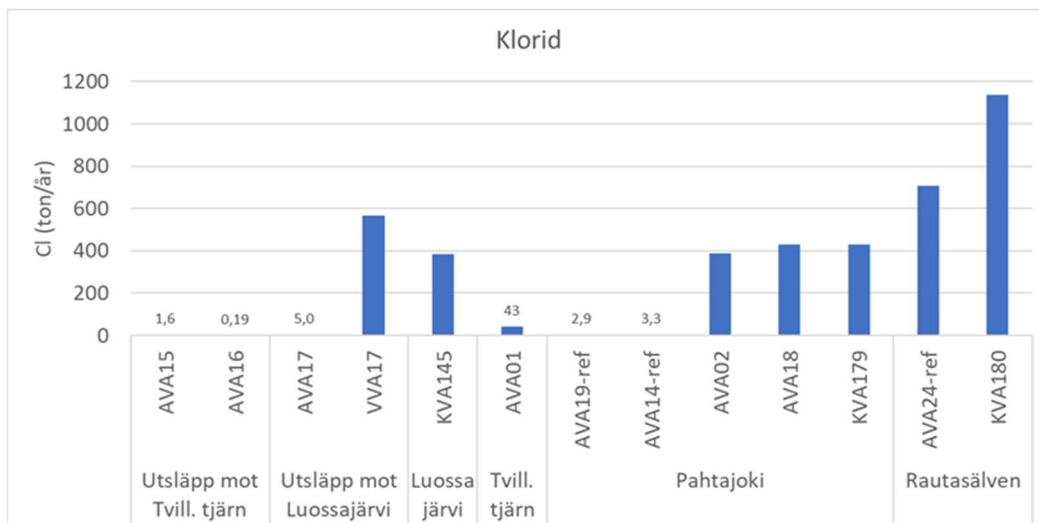
Kuva 20. Sinkin nykyiset päästömäärät ja massakuljetukset (irtain, suodatettu) normaalivirtaaman mukaisen vuoden aikana.



Kuva 21. Uraanin nykyiset päästömäärät ja massakuljetukset (irtain, suodatettu) normaalivirtaaman mukaisen vuoden aikana.



Kuva 22. Sulfaatin nykyiset päästömäärät ja massakuljetukset normaalivirtaaman mukaisen vuoden aikana.



Kuva 23. Kloridin nykyiset päästömäärät ja massakuljetukset normaalivirtaaman mukaisen vuoden aikana.



### 3.5 Muut toiminnot, joista aiheutuu päästöjä nykyisiin purkuvesistöihin

Tässä kohdassa raportoidaan ilmoitusvelvollisuuden alaiset toiminnot, joiden aikana tapahtuu veden purkausta niihin purkuvesistöihin, joita haettu toiminta koskee. Tiedot perustuvat lääninhallitusten geotietoluetteloon (2022).

#### 3.5.1 Luossajärvi ja Pahtajoki

Viscaria-kaivos sijaitsee LKAB:n Kiirunan kaivoksen (A-toiminta) toiminta-alueen vieressä, jonka pääprosessivesipäästöt tapahtuvat etelään kohti Rakkurin järjestelmää, joka puolestaan virtaa Kalixjokeen. Hulevesi mm. hylkykivivarastoista ja LKAB:n rikastushiekka-altaasta valuvat kuitenkin Leväjoen kautta pohjoiseen Luossajärvelle. Luossajärven vesi virtaa osittain itään Luossajokeen ja edelleen Tornionjokeen, osittain länteen Pahtajokeen, joka virtaa Rautasjokeen ja edelleen Tornionjokeen. Päästö koostuu pääasiassa makroelementeistä (suoloista), kuten kalsium, kloridi ja sulfaatti, mutta myös typestä ja metalleista.

Koska LKAB:n rautakaivoksen ympärillä olevat muodonmuutosvyöhykkeet laajenevat ajan myötä, osia Kiirunan keskusta-alueista siirretään asteittain paikkaan, joka on noin kolme kilometriä nykyisestä sijainnistaan itään. Kiirunan länsiosan asuinalueiden hulevedet johdetaan Luossajärvelle.

Kiirunan jätevedenpuhdistamon (B-toiminto) toiminta sijoittuu noin kuuden kilometrin päähän nykyisestä keskustasta itään, hieman lentokentän pohjoispuolelle (A-toiminto). Lentokenttä sijaitsee Luossajoen sivujoen vieressä ja puhdistamon vedenpurku tapahtuu suoraan Luossajokeen, joka puolestaan laskee Tornionjokeen heti Jukkasjärveltä ylävirtaan. Jätevedenpuhdistamon päästöt koostuvat pääosin ravinteista ja orgaanisesta aineesta.

Muita Kiirunan luvanvaraisiatomintoja, joiden päästöt kohdistuvat Luossajokeen, ovat Kiirunan krematorio, Kiirunan lämpölaitos, Kiirunan kaatopaikka, Stena miljø AB:n välivarasto ja Kuusakosken Kiirunan laitos (kaikki B-toimintoja). Kiirunaan suunnitellaan väliaikaista B-toimintoa eli elohopealla saastuneen Ala Lombolo -järven ruoppausmateriaalin käsittelyä, jonka päästöt johdetaan myös Luossajokeen.

#### 3.5.2 Rautasjoki

Rautasjoen yläjuoksulla Pahtajoen luusuan ylä- ja alajuoksulla on yksittäisiä loma-asuntoja, joilla on oma viemäri. Muuta luvanvaraista toimintaa, jossa päästöjä tapahtuisi veteen, ei ole. Rautasjoki laskee Vakojaureen, joka on järvi Tornionjoessa.

#### 3.5.3 Tornionjoki

Katterjokkan ja Björklidenin jätevedenpuhdistamot sijaitsevat Tornionjoessa kauimpana yläjuoksulla, noin 110 ja 80 km ylävirtaan Rautasjoen luusuasta (B-toimintoja). Laitosten päästöjen purkuvesistöjä ovat Vassijaure ja Torniojärvi. Joitakin kilometrejä Vakojaurelta alavirtaan (Rautasjoen laskukohdasta alavirtaan) joki virtaa ohi Kurravaaran taajaman, jossa on laaja vapaa-ajan asutus yksittäisine viemäreineen. Laxforsenissa noin 10 km Kurravaarasta alavirtaan Luossajoki laskee Tornionjokeen. Luossajoen vesi on useiden toimintojen aiheuttamien päästöjen vaikutuksen alaisena, ks. kohta 3.5.1.

Jukkasjärvellä ja Vittangissa on Kiirunan kunnan jätevedenpuhdistamot, joiden päästöt tapahtuvat Tornionjokeen. Jukkasjärven ja Vittangin välisellä Svappavaaralla on lisäksi neljä luvanvaraista ympäristöhaitallista toimintaa, joiden päästöt tapahtuvat Luongasjoen sivujoen kautta Tornionjokeen: LKAB:n rautakaivokset Mertainen, Gruvberget ja Leveäniemi (A-toiminnot). Maa- ja ympäristöoikeuden vuonna 2016 antaman ympäristöluvan jälkeen muuttuneen markkinatilanteen seurauksena Mertaisen kaivoksella ei ole tapahtunut varsinaista tuotantoa. Svappavaarassa myös Svevialla on jälkikäsitteilylaitos (A-toiminta).

Joitakin kilometrejä Luongasjoen luusuasta Tornionjoessa ja noin 10 km Vittangista ylävirtaan sijaitsee Nunasvaara. Talga Resources on hiljattain jättänyt maa- ja ympäristöoikeudelle

lupahakemuksen saada louhia grafiittia alueella ja laskea ylijäämävetensä Tornionjokeen. Yhtiö suunnittelee myös hakevansa ympäristölupaa kaivostoiminnalle lähellä sijaitsevalla Niskan alueella. Päästöjen suunnitellaan tällöin tapahtuvan Vittanginjokeen, joka yhdistyy Tornionjokeen Vittangissa.

Vittangista alavirtaan on käynnissä kuusi luvanvaraista ympäristöhaitallista toimintoa: Tapulin kaivos (A-toiminto, laskee Muonionjokeen), Pajalan lentoasema (A-toiminto), Pajalan jätevedenpuhdistamo ja jätevesilietteen kuivatuslaitos (B-toimintoja), Ylitornion jätevedenpuhdistamo (B-toiminto) sekä Haaparannan/Tornion yhteinen jätevedenpuhdistamo Sundholmen Tornionjoen suussa Pohjanlahdella (B-toiminto).

Tornionjoen valuma-alueella on myös runsaat 20 louhosta (sora- tai kivi-), kaikki B-toimintoja.

## 4 Haettu toiminta

### 4.1 Kaivoksen tyhjennyksen päästöskenaario

Ennen kuin malmin louhinta voidaan aloittaa, nykyinen maanalainen kaivos on tyhjennettävä pohjavedestä. Luvussa 5 raportoidaan purkuvesistöjen lasketut pitoisuudet kaivoksen tyhjennyksen yhteydessä. Tyhjennyksen aikana kaikki vesi ehdotetaan puhdistettavaksi ennen kuin se lasketaan purkuvesistöön. Puhdistuskapasiteetti on 600 m<sup>3</sup>/h (noin 0,167 m<sup>3</sup>/s) ja tyhjennyksen suunnitellaan tapahtuvan jatkuvalla pumppuvirtauksella vuoden aikana, joka vastaa puhdistuskapasiteettia. Purku tapahtuu joko Luossajärven purkukanavaan tai jaettuna päästönä sekä Luossajärven purkukanavaan että Leväjokeen.

### 4.2 Tuotantovaiheen päästöskenaariot

Luvussa 6 raportoidaan lasketut pitoisuudet purkuvesistöissä haetussa toiminnassa kaivoksen ollessa toiminnassa eli täydellä tuotannolla täysin louhitussa kaivoksessa. Selvitys koskee toisaalta skenaarioita suojoitoimilla, kuten vedenpuhdistus, päästöjen vähentämiseksi sekä purkuvesien jakamista Luossajärven purkukanavaan ja Leväjoen välillä, toisaalta skenaarioita ilman suojoitoimia.

Tässä raportissa haetulle toiminnalle mallinnetaan ja esitetään seuraavassa kolme erilaista päästöskenaariota:

**Skenaario 1.** Ylijäämävesi valutetaan Pahtajokeen (Luossajärven purkukanavan päässä) ilman suojoitoimia.

**Skenaario 2.** Ylijäämävesi valutetaan Pahtajokeen (Luossajärven purkukanavan päässä) pysyvien suojoitoimien kanssa.

**Skenaario 3.** Vesi jaetaan Pahtajoen ja Luossajärven välille (päästö Leväjokeen) säännöllisten suojaustoimenpiteiden myötä – puhdistetun ylijäämäveden päästö, joka jaetaan Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen.

Copperstone pitää parhaana skenaariota 3, mikä merkitsee, että kaivosalueen puhdistettu ylijäämävesi lasketaan purkuvesistöön kahdessa purkukohtassa: Luossajärven Leväjoen kautta ja Pahtajokeen Luossajärven purkukanavan loppupään kautta. Eri purkuvesistöihin johdettavat määrät vaihtelevat kaivoksen toiminnan vaiheiden välillä. Tämä on selvitetty luvussa 4.3. Haettu toiminta pitää sisällään myös sen, että nykyiset jatkuvat päästöt Viscarian alueen rikastushiekka-altaasta (AVA17) Luossajärven ja kaivoksesta (AVA15) Tvillingjärnarna-järviin loppuvat, katso kuva 2.

Luvussa 6 raportoidaan purkuvesistöjen lasketut pitoisuudet kaivoksen toiminnan päättymisen jälkeen.

## 4.3 Suojatoimet

Varmistaakseen ulkoisen vaikutuksen purkuvesistöön yhtiö ehdottaa pysyviä suojatoimia, joita tarvitaan esimerkiksi siihen, että veden ympäristölaatonormeja voitaisiin seurata ja että voidaan huolehtia siitä, ettei heikentymistä ajan mittaan tapahdu, katso kohdista 4.3.1 ja 4.3.2 mahdolliset suojatoimet, jotka voidaan tulevan arvioinnin jälkeen ottaa käyttöön. Lisäksi on tarveohjattuja suojatoimia, katso luku 4.3.3, jotka voidaan käynnistää, jos valvontaohjelmassa (Liite A5) kuvatulla näytteenotolla ja valvonnalla osoitettu vaikutus uhkaa heikentää laatutekijöitä, katso luvut 5, 6 ja 7.

### 4.3.1 Pysyvät suojatoimet

#### Mukautettu veden ohjaus Pahtajokeen ja Luossajärveen

On välttämätöntä, että merkittävä määrä vettä on tarpeen valuttaa, jotta kaivos voidaan pitää kuivana. Vuoden aikana on valutettava keskimäärin (mallinnettu 20 vuodelle käyttäen luonnollista vaihtelua kuivien ja sateisten vuosien välillä) 167 l/s kuivatusvaiheen aikana ja täydessä tuotannossa keskimäärin 189 l/s, joka normaalisti vastaa suurinta kuormitusta. Jälkikäsitteilyvaiheessa valutetaan keskimäärin 51 l/s.

Copperstone on ensisijaisesti valinnut Pahtajoen purkuvesistöksi, mutta myös Luossajärveä voidaan käyttää purkuvesistönä, koska tämä minimoi haitallisen vaikutuksen Pahtajoen virtaukseen, lähinnä tilavuuspoikkeamana, jonka tulisi olla mahdollisimman pieni.

LKAB kompensaatiopumppaa nykyisin noin 50 litraa vettä Luossajokeen, joka virtaa Lompolojärvien kautta Tornionjokeen. LKAB on ilmaissut toiveensa saada pumpata enintään 100 l/s Luossajärvestä, mutta nykyisin tämä ei ole mahdollista, koska ei ole paikallista veden lähdettä, joka täyttäisi tämän tarpeen. Mahdollisena suojatoimenpiteenä Copperstone voi palauttaa sen vesitilavuuden, jonka toiminta johtaa vedenkäsittelyyn ja joka ei siten valu luonnollisesti Luossajärveen. Tämä vastaa noin 47 l/s virtausta. Tällä toimenpiteellä ensisijaisesti ylläpidettäisiin Luossajärven vesitasetta. Koska Copperstonen valuttama vesi on puhtaampaa kuin Luossajärven vesi, tämä ei heikennä järven vedenlaatua. Toimella on suurin vaikutus, jos purku Luossajärven purkukanavan kautta käy vähiin tai loppuu.

LKAB vastaa nykyisin Luossajärven pinnan säätelystä. Käytännössä se tapahtuu säätämällä järven pohjoisosan ulostulon virtausta luukuilla. Lisäksi LKAB pumppaa vettä järven itäosasta Luossajokijärjestelmän suuntaan, jonka luonnollinen kulku yläosassa on muuttunut Kiirunavaaran kaivoksen muodonmuutosalueella. Vettä pumpataan siksi putkissa muodonmuutosalueen ohi alas kohti alavirran Yli- ja Alalompolo-järviä kohti.

Tämän johdosta yhtiö ehdottaa, että valutettava tilavuus jaetaan Pahtajoen ja Luossajärven välillä seuraavasti vaihteittain.

**Vedenpoisto:** 80 l/s valutetaan Luossajärveen ja loput, keskimäärin 87 l/s, Pahtajokeen. Tämän jälkeen luonnollinen valutus Viscarian alueelta Luossajärveen vähenee, minkä vuoksi vaiheen 2 lopussa noin 47 l/s tästä 80 l/s kompensoi valutuksen vähenemistä. Nettovalutus Luossajärveen nykyiseen tilanteeseen verrattuna on tuolloin noin +33 l/s.

**Täysimittainen tuotanto:** 108 l/s valutetaan Luossajärveen ja siitä noin 47 l/s kompensoi luonnollisen valuman poistumista, jolloin nettovalutus Luossajärveen nykyiseen tilanteeseen verrattuna on noin +61 l/s. Jäljellä oleva noin 81 l/s valutetaan Pahtajokeen.

**Lopetettu toiminta:** Kaikki valuma valuu luonnollisesti joko Luossajärveen tai Pahtajokeen. Aluksi valuma on keskimäärin 51 l/s, kun kaivosta ja avolouhoksia täytetään uudelleen, ennen kuin täysin luonnollinen virtaus muodostuu

ja virtausjärjestelmä suurelta osin palautuu sellaiseksi kuin se oli ennen kaivoksen louhintaa.

### **Purkuveden puhdistaminen ioninvaihtotekniikalla tyhjennyksen ja kaivostoiminnan aikana**

Purkuvedestä puhdistetaan enintään 600 m<sup>3</sup>/h päästöskenaarioissa 2 ja 3. Päästöskenaarioissa 2 ja 3 valutettu ylijäämävesi puhdistetaan ioninvaihtotekniikalla, joka on kuvattu hakemuksen Liitteessä A2:2. Sen avulla voidaan kuparin ja sinkin pitoisuuksia laskea niin paljon, että niiden ympäristölaatumit täyttyvät kaikissa vaiheissa ja skenaarioissa. Ioninvaihtotekniikka puhdistaa myös uraania, joten sen pitoisuudeksi purkuvedessä tulee < 1 µg/l, joka on pienempi arvo kuin mitä ympäröivän purkuvesistön pitoisuudet alavirtaan ovat nykyisin. Laskelmiin sisältyy myös vesi, joka valutetaan puhdistamon ohi suuren virtauksen jaksoissa kevätulamisen aikana sekä kesällä ja syksyn sadannan mukaisilla suuremmilla virtaamilla. Koska muun muassa kuparin, sinkin ja uraanin pitoisuudet Luossajärvessä ovat koholla aiemman toiminnan vuoksi ja koska yhtiö pitää parhaana puhdistetun veden purkua pienemmillä pitoisuuksilla, veden syöttö järveen (skenaario 3) ei aiheuta Luossajärven tai alavirtaan Luossajoen vedenlaadun heikkenemistä.

### **Kaivoksen veden puhdistus ja selektiivinen valutus uudelleentäytön aikana.**

Kun kaivosveden nosto louhituissa kaivoksissa loppuu, kaivokset täytetään uudelleen enintään 485 m<sup>3</sup>/h virtaamalla, kunnes veden taso saavuttaa avolouhoksen ulosvirtausalueen, josta vettä valutetaan uudelleen. Kaivoksista tulevan veden arvioidaan tällöin voivan sisältää kohonneita pitoisuuksia, varsinkin sinkin, kuparin ja koboltin osalta. Nämä alkuaineet ovat mobilisoituneet kaivosten käyttövaiheen aikana sulfidimineraalin hapettuessa, mikä on tuottanut rapautumistuotteita, jotka ovat sittemmin liunneet kaivoksen veteen, kun vedenkorkeus myöhemmin on noussut aiemmissa kaivosalueissa. Mahdollisena suojatoimena haittavaikutusten vähentämiseksi siitä että kaivoksen vedenpinnan laskulla on laskeva vaikutus pohjaveteen aiheuttaa alentuneen virtaaman, voidaan tietty purkuveden määrä ylläpitää kaivoksen täyttämisen aikana.

Copperstone on valmis purkamaan selektiivisesti enintään noin 100 m<sup>3</sup>/h (27,8 l/s) puhdistettua vettä kaivoksen täyttämiskäytön aikana ja siten vähentää haittavaikutuksia, kuten virtaaman alenema ja varsinkin mahdollinen vaikutus kaivoksesta pois valuvan veden kohonneista pitoisuuksista alavirtaan olevissa biotoopeissa ja luonnonympäristöissä.

#### **4.3.2 Mahdolliset suojatoimet**

##### **Purkuveden puhdistaminen MBBR-tekniikalla**

MBBR-prosessia (Moving Bed Biofilm Reactor, kantoaineilmastus) käytetään monissa eri prosessikonfiguraatioissa optimaalisten ratkaisujen luomiseksi jäteveden puhdistamista varten. Siinä hyödynnetään aktiiviliete- ja biokalvojärjestelmien etuja ilman että niiden haittapuoleet ovat rajoituksena. Biokalvotekniikan perusajatuksena on jatkuvasti toiminnassa oleva, tukkeutumaton biokalvoreaktori ilman tarvetta vastahuuhteluun tai paluulietteen kierrätykseen, pieni painehäviö laitoksessa ja suuri biokalvon ominaispinta-ala. Tämä saavutetaan sillä, että biokalvo muodostuu pieniin kantoaineosiin, jotka pidetään suspendoituneena reaktorissa ilmastuksella ja/tai mekaanisella sekoituksella. Ensimmäisessä vaiheessa ammonium muunnetaan nitriitiksi/nitraatiksi hapettavissa olosuhteissa, minkä jälkeen nitriitti/nitraatti muunnetaan typpikaasuksi hapettomissa olosuhteissa. Odotettu puhdistumisaste on yli 80 % vähennys nitraattityypessä, katso Liite A2.4.

### 4.3.3 Tarveohjatut suoja- toimet

#### Veden syöttö Pahtajoen ylempässä osassa sekä Natura 2000 -alueella ja läheisillä suoalueilla

Suoja- toimissa pumpataan tarvittaessa enintään 1–5 l/s Pahtajoen ylempään osaan purkamalla kohdasta AVA14 ylävirtaan. Vesi voidaan johtaa purojärjestelmään Gullijoen alemmassa osassa tai pidempään alavirtaan kohdasta AVA14. Tarkoituksena on kompensoida kaivokseen suodattuvan veden määrää sen vedenpinnan laskettua ja pintavalumaa, joka sisältyy kaivoksen vedenkäsitteilyyn, jotka yhdessä aiheuttavat pienemmän tilavuuspoikkeaman Pahtajoessa. Copperstone luo myös valmiuden pumpata enintään 5 l/s vettä Natura 2000 -alueen mahdollisesti vaikutuksenalaiseen osaan. Ensisijaisesti kyseessä on alue toiminta-alueen ja Stuur Soahkejavri -järven välissä, jossa DHL:n pohjavesimallinnus (Liite B3) osoittaa mahdollista pintapohjaveden mahdollista laskua, mikä voi vaikuttaa suo- ympäristöihin ja niissä oleskeleviin lajeihin. Myös muita alueita voivat koskea tämän tyyppinen suo- jatoimi. Tämä vesi voi koostua ylijäämävedestä, joka tavallisesti puretaan toiminnan aikana, mutta on hyvät mahdollisuudet pumpata ylös paikallisesti pohjavettä kaivoksen yhteydessä, ja siinä on matalat metallipitoisuudet sinkki mukaan lukien. Porareikien näyteenottoa on tehty syksystä 2021 talveen 2022, katso Liite B 20:1. Tätä pumpausta tehdään yhdessä kohdassa siten, että se nostaa vettä, joka olisi voinut suotautua kaivokseen, joten muu vaikutus paikalliseen pohjaveden pintaan on epätodennäköinen.

Toimet voidaan aloittaa kuivatusvaiheen jälkipuolella ja niitä voidaan jatkaa kaivoksen normaalin käyttövaiheen aikana ja lopettaa, kun kaivos on jälleen täytetty eikä mitään vaikutuksia havaita virtaamissa sekä pohjaveden tasoissa kyseisillä suo- alueilla. Toimenpiteen tarpeellisuudesta kertoo valvova pohjavesitarkkailu, jollaisen suorittamiseen kyseisillä alueilla yritys pyytää lupaa. Kun kaivoksen vedenpoisto saavuttaa syvyyden, jossa vaikutus näkyy pohjaveden valvonnassa, tullaan toimia tekemään niinä jaksoina, jolloin on riski heikentyneelle ekologiselle toimivuudelle vesistöissä ja sen ympärillä. Siten pumpausta ei tapahdu suuren virtaaman jaksoina eikä ennen kuin vaikutus on havaittu. Valvonta osoittaa myös, milloin toimien soveltuva vaikutus on saavutettu, ja pumpaaminen voidaan keskeyttää tai mukauttaa sopivaan virtaamaan. Tällä toimella vedenpinnan tasot palautetaan rajautuvissa kosteikoissa ja vähennetään siten haitallista ekologista vaikutusta, jonka vähäinen pohjaveden lasku voi aiheuttaa tälle elinympäristölle. Tämä vesi ei vaikuta tilavuuden poikkeamaan kohdassa AVA14, koska se olisi lopulta valunut Pahtajokeen.

#### Vähemmän hylkykiveä tuottava louhintasuunnitelma

Riippuen siitä, miten Copperstone laatii lopullisen louhintasuunnitelman, voi hylkykiven määrä vähentyä olennaisesti. Suuri osa malmista voidaan louhia maanalaisessa kaivoksessa, mikä voi vähentää hylkykiven määrää 25–50 % valitusta louhintasuunnitelmasta riippuen. Pienempi hylkykiven määrä merkitsee vastaavasti pienempää vaikutusta. Kun lopullinen louhintasuunnitelma on päätetty, voidaan määrittää myös kaivannaisjätteiden määrät, jotka täytetään louhittuihin tilavuuksiin. Tämä johtaa lisävähennykseen siihen materiaaliin, josta voi huuhtoutua metalleja, samalla kun uudelleen täytössä vähenee suotautuminen, joka voi tapahtua louhitun kaivoksen käytävistä ja kuiluista.

## 5 Haetun toiminnan ympäristövaikutukset – kuivatusvaihe

### 5.1 Purkuvesistöön virtaavan ylijäämäveden virtaama

Vedenpoiston aikana kaikki vesi puhdistetaan ennen kuin se lasketaan Luossajärven purkukanavaan tai vaihtoehtoisesti jaettuna Luossajärven purkukanavan ja Leväjoen välille. Kaivoksen vedenpoiston suunnitellaan tapahtuvan vuoden mittaan jatkuvalla pumppuvirtauksella, joka vastaa puhdistamon kapasiteettia eli. 600 m<sup>3</sup>/h (n. 0,167 m<sup>3</sup>/s). Tämä merkitsee vuositilavuutta 5,26 Mm<sup>3</sup> vuodessa.

Puhdistetun veden jakamiseen on kaksi vaihtoehtoa: kaikki vesi johdetaan Luossajärven purkukanavaan tai vesi jaetaan niin, että 80 l/s johdetaan Leväjokeen ja edelleen Luossajärveen ja loput 87 l/s Luossajärven purkukanavaan. Luossajärveen johdettava vesi aiotaan pumpata edelleen Luossajokeen sen lisäksi mitä LKAB nykyisin pumpppaa.

## 5.2 Purkuvesistöön laskettavan puhdistetun veden laatu

Taulukko 22 esittää pitoisuudet vedessä, joka ohjataan kaivosalueelta sen jälkeen kun se on puhdistettu (puhdistamo, jonka puhdistuskapasiteetti on enintään 600 m<sup>3</sup>/h). Kuparin ja sinkin pitoisuuksien arvioidaan olevan huomattavasti HaV:n pintaveden arviointiperusteita alhaisemmat ja kobolttipitoisuuden olevan alle ECHA:n PNEC-arvon. Uraanipitoisuus ylittää arviointiperusteet mutta on merkittävästi alhaisempi kuin nykyisin mitattava pitoisuus (13 µg/l) Luossajärven purkukanavassa (KVA145). Myös sulfaatin ja kloridin pitoisuudet ovat merkittävästi alhaisemmat puhdistetussa vedessä verrattuna nykyisiin pitoisuuksiin KVA145:ssä (458 vs. 61 mg/l).

*Taulukko 22. Laatu puhdistetussa vedessä, joka ohjataan kaivosalueelta sen jälkeen kun se on puhdistettu puhdistamossa.*

pH	Co µg/l	Cu µg/l	U µg/l	Zn µg/l
7,5	1,0	5,0	2,0	10
SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Ca mg/l	DOC mg/l	
273	1,0	128	2,0	

## 5.3 Päästöt ja massakuljetukset

Tässä osiossa raportoidaan vuotuiset päästöt ja vuotuiset kuljetukset (massavirtaamat) purkuvesistöjen asemilla haetun toiminnan eri päästöskenaarioissa, kun puhdistettua vettä valutetaan joko Luossajärven purkukanavaan tai jaetusti Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen. Tiettyjen aineiden massavirtaamat raportoidaan normaalina vuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Kaivoksen vedenpoiston aikana nykyinen virtaama kaivoksesta (AVA15) Tvillingtjärn-järjestelmään jatkuu kuten myös purku nykyisestä rikastushiekka-altaasta (AVA17) Luossajärveen.

Kohdissa 5.1 ja 5.2 raportoitujen virtaamien ja pitoisuuksien perusteella lasketut vuosittaiset erilaisten aineiden päästöt (Taulukko 23).

*Taulukko 23. Kaivoksen vedenpoiston yhteydessä laskettujen erilaisten aineiden vuosipäästöt.*

Co kg/vuosi	Cu kg/vuosi	U kg/vuosi	Zn kg/vuosi
5,3	26,3	10,5	52,6
SO <sub>4</sub> tonnia/vuosi	Cl tonnia/vuosi	Ca tonnia/vuosi	
1 435	5,3	699	

Taulukko 24 luettelee päästömäärät ja massavirtaamat purkuvesistöihin, kun puhdistettu vesi valutetaan Luossajärven purkukanavaan sekä kun valutus jaetaan Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen.

Taulukko 24. Päästömäärät Luossajärven purkukanavaan ja kun valutus jaetaan Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen sekä massakuljetukset kyseisiin purkuvesistöihin valikoitujen metallien osalta. Vertailua varten esitetään nykyiset massakuljetukset

Näytteenotto ohja	Aine	Co	Cu	U	Zn	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca
	Yksikkö	kg/vuosi	kg/vuosi	kg/vuosi	kg/vuosi	tonnia/vuosi	tonnia/vuosi	tonnia/vuosi
	Skenaario	Normaalivuos	Normaalivuos	Normaalivuos	Normaalivuos	Normaalivuos	Normaalivuos	Normaalivuos
<b>Päästöt Luossajärven purkukanavaan ja edelleen Pahtajokeen</b>								
Valutus		5,3	26	11	52,6	1 435	5,3	699
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>								
VVA17 <sup>1</sup> Leväjoki	Nykyinen	2,8	15	80	42	3 722	568	1 504
	Luossajärven purkukanava	2,8	15	80	42	3 722	568	1 504
	Jaettu valutus	5,3	28	85	67	4 411	571	1 839
<b>Luossajärvi</b>								
KVA145 <sup>1</sup> Luossajärven luusua	Nykyinen	0,5	14	90	32	3 021	400	1 155
	Luossajärven purkukanava	0,5	14	90	32	3 021	400	1 155
	Jaettu valutus	0,8	17	72	39	2 700	309	1 046
<b>Tvillingjärven järjestelmä</b>								
AVA15 <sup>1</sup> Kaivos	Nykyinen	22	0,7	26	356	179	1,5	95
	Luossajärven purkukanava	22	0,7	26	356	179	1,5	95
	Jaettu valutus	22	0,7	26	356	179	1,5	95
AVA01 <sup>1</sup> Alavirt. P Tvillingtj.	Nykyinen	0,9	2,1	26	68	592	49	243
	Luossajärven purkukanava	0,9	2,1	26	68	595	49	244
	Jaettu valutus	0,9	2,4	24	68	555	38	236
<b>Pahtajoki</b>								
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	Nykyinen	0,5	15	15	43	2 628	349	614
	Luossajärven purkukanava	2,5	25	17	80	4 367	359	1 007
	Jaettu valutus	1,2	22	15	66	2 989	315	782
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	Nykyinen	0,8	21	25	92	3 395	413	771
	Luossajärven purkukanava	2,9	31	24	114	5 010	402	1 140
	Jaettu	1,5	27	27	134	3 880	374	965



	valutus							
KVA179	Nykyinen	0,9	21	25	95	3 398	413	773
Ulosvirtaus Rautasjokeen.	Luossajärven purkukanava	2,9	32	24	117	5 022	400	1 142
	Jaettu valutus	1,5	28	27	137	3 973	373	965
<b>Rautasjoki</b>								
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	Nykyinen	20	811	91	1 917	6 333	1 183	3 857
	Luossajärven purkukanava	22	821	89	1 948	7 901	1 187	4 230
	Jaettu valutus	21	818	91	1 949	6 244	1 170	3 915

1. Arvioidut tulevat pitoisuudet Leväjoessa (VVA17), Luossajärvessä (KVA145) ja pohjoisessa Tvillingtjärn-järvessä (AVA01) ovat riippumattomia siitä, valutetaanko vesi vain Luossajärven purkukanavaan, koska valutus ei vaikuta niihin suoraan.

## 5.4 Vaikutus purkuvesistöjen vedenlaatuun

Tässä osiossa raportoidaan lasketut tulevat pitoisuudet purkuvesistöissä nykyisen maanalaisen kaivoksen vedenpoistossa, kun puhdistettua vettä valutetaan joko Luossajärven purkukanavaan tai jaetusti Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen. Pitoisuudet raportoidaan taulukkomuodossa vuosikeskiarvoina, normaalin vuoden korkeimpina kuukausikeskiarvoina ja kuukausittaisena enimmäiskeskisarvoina (vastaa korkeinta kuukausikeskiarvoa, joka voi esiintyä purkuvesistöissä, tyypillisen vuoden virtaamista riippumatta). Vertailun vuoksi raportoidaan Norjan merenkulku- ja vesiviraston määräyksen HVMFS 2019:25 mukaiset arviointiperusteet ja raja-arvot (sinkin ja uraanin paikakohtaiset arviointiperusteet, katso Taulukko 3), sekä mallinnetut vuosikeskiarvot(DHI, 2021) nykyisistä pitoisuuksista (ei siis jaksossa 2.5 ilmoitettuja ajanjaksojen keskiarvoja).

Kuparin ja sinkin biologisesti hyödynnettävät pitoisuudet on laskettu Bio-met-työkalulla (versio 5.1), jos liuennut pitoisuus ylittää arviointiperusteen vuosiarvot. Biologisesti hyödynnettävien pitoisuuksien laskelmat on tehty käyttämällä nykyhetken pH:n keskiarvoja (mitattua, katso kohta 3.2.5, pH:ta ei ole mallinnettu ja nykyhetken pH-arvoon ei ole arvioitu kohdistuvan merkittävää vaikutusta) sekä Ca- ja DOC-pitoisuuksien mallinnettuja vuosikeskiarvoja.

### 5.4.1 Valutus Luossajärven purkukanavaan

Taulukko 25 ja Taulukko 26 luettelevat laskennalliset (mallinnetut) pitoisuudet, joita esiintyy purkuvesistöissä haetun toiminnan puhdistetun ylijäämäveden päästöjen tapahtuessa Luossajärven purkukanavaan (skenaario 2).

Yhteenvetona voidaan todeta laskelmien osoittavan, että purku Luossajärveen johtaa hyvää tilaa vastaaviin kupari- ja sinkkipitoisuuksiin poikkeuksena sinkki asemalla AVA01 sekä kobolttipitoisuuksiin, jotka alittavat PNEC-arvon kaikilla purkuvesistöjen asemilla.

Pahtajoen uraanipitoisuuden arvioidaan vähenevän hieman, ja uraanipitoisuuden arvioidaan pysyvän nykytasolla Luossajärvessä ja Tvillingtjärnarna-järvissä. Uraanipitoisuuksien arvioidaan edelleen olevan kohtalaista tilaa vastaavilla tasoilla Luossajärvessä, Tvillingtjärnen-järvessä ja Pahtajoessa. Rautasjoessa toiminnalla ei ole vaikutusta uraanipitoisuuteen, ja tila jää edelleen hyväksi.

Luossajärnessä (KVA145) pitoisuudet säilyvät nykytasolla, koska vedenpoisto ei koske tätä valuma-aluetta, kun vesi puretaan vain Luossajärven purkukanavaan eikä järven läpivirtaama muutu.

Tvillingtjärnen-järnessä (AVA01) metallipitoisuudet sekä sulfaatti-, kloridi- ja kalsiumpitoisuudet pysyvät nykytasolla. Tämä johtuu siitä, että nykyinen metallien aiheuttama kuormitus nykyisestä kaivoksesta säilyy vedenpoistovaiheessa. Myös vuoto Luossajärvestä Tvillingtjärnen-järviin kohonneilla sulfaatti-, kloridi- ja kalsiumpitoisuuksilla jatkuu edelleen.

Vedenpoistovaiheen aikana kobolttin, kuparin ja sinkin pitoisuuksien arvioidaan kasvavan nykyisiin verrattuna koko Pahtajoessa. Sitä vastoin uraanin pitoisuus laskee, varsinkin Tvillingtjärnen-järvistä alavirtaan (AVA18 ja KVA179). Sulfaattipitoisuuden odotetaan nousevan hieman koko Pahtajoessa (AVA02, AVA18 ja KVA179). Kloridipitoisuus pienenee hieman, kun taas kalsiumpitoisuuden arvioidaan lisääntyvän hieman koko Pahtajoessa nykyiseen verrattuna.

Rautasjoen (KVA180) ei arvioida joutuvan millään merkittävällä tavalla vaikutuksen alussa, joskin vähäisessä määrin kobolttin, sulfaatin ja kalsiumin pitoisuuksien arvioidaan lisääntyvän nykyiseen verrattuna.

*Taulukko 25. Mallinnetut vuotuiset keskimääräiset pitoisuudet vaikutuksen alaisissa purkuvesistöissä normaalivuoden aikana (riippumatta tyyppivuodesta) valituista metalleista Luossajärven purkukanavaan valutuksessa. Vertailun vuoksi esitetään myös nykytilanteen mukaiset mallinnetut tasot. Arvot koskevat liuennutta pitoisuutta 0,45 µm:n suodattimella suodatuksen jälkeen. Tapauksissa, joissa kuparin ja sinkin liuenneet pitoisuudet ylittävät arviointiperusteet, lasketut biologisesti hyödynnettävät pitoisuudet ilmoitetaan sulkeissa. SFÄ:tä muodostavien metallien tasot on luokiteltu HVMFS 2019:25:n mukaan (vihreä = hyvä tila, keltainen = kohtalainen tila). Kobolttin vertailu tapahtuu PNEC-arvoon (ECHA, 2022).*

Aine	Co µg/l				Cu µg/l				U µg/l				Zn µg/l			
	PNEC-arvo: 1,06				Vuosi: 0,5 biol.hyöd. Max: -				Vuosi: 0,30 <sup>1</sup> /0,41 <sup>2</sup> Max: 8,6				Vuosi: 6,6 biol.hyöd. <sup>1,2</sup> Max: -			
Näytteen ottoaika	Nykyinen vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - suurin	Nykyinen vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - suurin	Nykyinen vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - suurin	Nykyinen vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - suurin
<b>Luossajärvi</b>																
KVA145 Luusua	0,08	0,08	0,09	0,11	2,4 (0,11)	2,4 (0,11)	2,4	2,7	15	15	17	19	5,5 (1,8)	5,5 (1,8)	6,4	7,4
<b>Tvillingtjärnen-järvien järjestelmä</b>																
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	0,32	0,32	0,61	0,67	0,6 (0,04)	0,6 (0,04)	1,1	1,4	11	11	15	17	35 (14)	35 (14)	65	70
<b>Pahtajoki</b>																
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	0,04	0,18	0,34	0,40	0,8 (0,04)	1,2 (0,13)	1,5	1,8	0,8	0,7	1,7	2,5	2,3 (1,0)	4,1 (2,4)	7,6	8,8
AVA18 4 km alav.	0,05	0,16	0,30	0,36	0,7 (0,04)	1,1 (0,11)	1,3	1,6	1,3	0,8	1,7	2,3	6,0 (2,6)	5,0 (2,8)	9,3	10

Tvillingtj.																	
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjoke en.	0,05	0,16	0,30	0,36	0,7 (0,04)	1,1 (0,10)	1,3	1,6	1,3	0,8	1,7	2,3	6,0 (2,6)	4,9 (2,8)	9	10	
<b>Rautasjoki</b>																	
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	0,02	0,03	0,05	0,08	0,7 (0,06)	0,7 (0,08)	0,8	1,0	0,2	0,2	0,3	0,4	4,1 (3,3)	4,0 (3,3)	7,6	8,8	

1. Luossajärven ja Pahtajoen paikkakohtainen arviointiperuste uraanin osalta.
2. Rautasjoen paikkakohtainen arviointiperuste uraanin osalta.

*Taulukko 26. Mallinnetut sulfaatin, kloridin, kalsiumin ja liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) vuotuiset keskimääräiset pitoisuudet normaalivuonna haetun toiminnan vaikutuksen alaiseksi joutuissa purkuvesistöissä (skenaario 2). Suunnitellun vedenpuhdistuksen vaikutusta ei ole arvioitu.*

Aine	SO <sub>4</sub> mg/l				Cl mg/l				Ca mg/l				DOC mg/l			
	Puuttuu				Puuttuu				Puuttuu				Puuttuu			
Arv.perusta mg/l																
Näytteen ottoaika	Nykyinen vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - suurin	Luossajärven purkukanava - suurin	Nykyinen vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - suurin	Luossajärven purkukanava - suurin	Nykyinen vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - suurin	Nykyinen vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - vuosikeskiarvo	Luossajärven purkukanava - suurin	Luossajärven purkukanava - suurin
	<b>Luossajärvi</b>															
KVA145 <sup>1</sup> Luusua	514	514	542	591	68	68	72	80	185	185	196	205	4,8	4,8	5,1	5,4
<b>Tvillingtjärven järjestelmä</b>																
AVA01 <sup>1</sup> Alavirt. P Tvillingtj.	257	258	341	364	23	23	33	36	104	105	137	148	1,8	3,4	3,6	3,7
<b>Pahtajoki</b>																
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	109	218	283	318	15	11	32	39	30	46	87	106	4,2	2,2	4,1	4,5
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	143	208	246	278	17	11	28	33	36	43	76	93	4,0	2,4	4,2	4,5
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjoke en.	140	205	244	271	16	11	27	32	35	42	75	92	4,0	2,4	4,2	4,6

Rautasjoki																
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	7,5	16	60	40	1,5	1,5	2,2	2,3	5,5	6,7	13	24	3,1	1,8	2,1	3,0

1. Arvioidut tulevat pitoisuudet Luossajärnessä (KVA145) ja pohjoisessa Tvillingtjärn-järnessä (AVA01) ovat riippumattomia siitä, valutetaanko vesi vain Luossajärven purkukanavaan, koska valutus ei vaikuta niihin suoraan.

#### 5.4.2 Jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen

Taulukko 27 ja Taulukko 28 luettelevat mallinnetut pitoisuudet purkuvesistöissä, kun puhdistetun ylijäämäveden purku vedenpoistovaiheessa jaetaan Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen.

Yhteenvedon voidaan todeta laskelmien osoittavan, että jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen johtaa hyvää tilaa vastaaviin kupari- ja sinkkipitoisuuksiin sekä kobolttipitoisuuksiin, jotka alittavat PNEC-arvon kaikilla purkuvesistöjen asemilla. Uraanipitoisuuden arvioidaan edelleen olevan kohtalaista tilaa vastaavilla tasoilla Luossajärnessä, Tvillingtjärnarna-järvissä ja Pahtajoessa. Rautasjoessa toiminnalla ei kuitenkaan ole vaikutusta uraanipitoisuuteen, ja tila jää edelleen hyväksi.

Tämä vaihtoehto tuo toisaalta suuremman virtaaman Luossajärveen (KVA145) ja vaikuttaa järven pitoisuuksiin. Uraanin, sulfaatin, kloridin ja DOC:n vuosittaiset keskimääräiset pitoisuudet tulevat pieneneväksi. Uraanin tilan arvioidaan edelleen olevan kohtalainen, mutta tiettyä paranemista tapahtuu. Sitä vastoin kobolttin, kuparin ja sinkin vuosittaisen keskimääräisten pitoisuuksien arvioidaan suurenevan. Kaikkien kolmen aineen tila on kuitenkin edelleenkin hyvä.

Rautasjoen (KVA180) ei arvioida joutuvan millään merkittäväällä tavalla vaikutuksen alaiseksi, joskin sulfaatin ja kalsiumin pitoisuuksien arvioidaan vähäisessä määrin lisääntyvän nykyiseen verrattuna.

*Taulukko 27. Mallinnetut vuotuiset keskimääräiset pitoisuudet normaalivuonna Co, Cu, U ja Zn osalta haetun toiminnan vaikutuksen alaiseksi joutuviissa purkuvesistöissä (skenaario 3). Arvot koskevat liuenneutta pitoisuutta 0,45 µm:n suodattimella suodatuksen jälkeen. Tapauksissa, joissa kuparin ja sinkin liuenneet pitoisuudet ylittävät arviointiperusteen arvot, lasketut biologisesti hyödynnettävät pitoisuudet ilmoitetaan suluissa. SFÄ:tä muodostavien metallien tasot on luokiteltu HVMFS 2019:25:n mukaan (vihreä = hyvä tila, keltainen = kohtalainen tila). Kobolttin vertailu tapahtuu PNEC-arvoon (ECHA, 2022).*

Aine	Co µg/l				Cu µg/l				U µg/l				Zn µg/l			
	PNEC-arvo: 1,06				Vuosi: 0,5 biol.hyöd. Max: -				Vuosi: 0,30 <sup>1</sup> /0,41 <sup>2</sup> Max: 8,6				Vuosi: 6,6 biol.hyöd. <sup>1,2</sup> Max: -			
Näytteen ottokohta	Nykyinen vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - normaalivuoden korkein	Jaettu valutus - suurin kuukausikeskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - normaalivuoden korkein	Jaettu valutus - suurin kuukausikeskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - normaalivuoden korkein	Jaettu valutus - suurin kuukausikeskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - normaalivuoden korkein	Jaettu valutus - suurin kuukausikeskiarvo
	<b>Luossajärvi</b>															
KVA145 Luusua	0,08	0,14	0,13	0,23	2,4 (0,11)	3,1 (0,22)	3,1	3,7	14	13	14	14	5,5 (1,8)	6,8 (2,7)	8,2	9,2
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>																
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	0,32	0,32	0,62	0,67	0,6 (0,04)	0,7 (0,06)	1,2	1,6	11	11	15	15	35 (14)	35 (16)	65	70
<b>Pahtajoki</b>																
AVA02	0,04	0,06	0,10	0,19	0,8 (0,04)	0,9 (0,05)	1,3	1,4	0,8	0,7	1,9	2,7	2,3 (1,0)	2,8 (1,3)	4,9	5,1

Alavirt. Luossajärvi																	
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	0,05	0,06	0,09	0,18	0,7 (0,04)	0,8 (0,05)	1,4	1,3	1,3	1,2	2,0	2,5	6,0 (2,6)	6,0 (2,7)	12	15	
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjoke en.	0,05	0,06	0,09	0,18	0,7 (0,04)	0,8 (0,05)	1,2	1,3	1,3	1,2	2,0	2,5	6,0 (2,6)	6,0 (2,6)	12	15	
<b>Rautasjoki</b>																	
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	0,02	0,02	0,02	0,02	0,7 (0,06)	0,7 (0,06)	0,8	0,9	0,2	0,2	0,4	0,4	4,1 (3,3)	4,1 (3,3)	80	9,7	

1. Luossajärven ja Pahtajoen paikkakohtainen arviointiperuste.
2. Rautasjoen paikkakohtainen arviointiperuste.

Kokonaisuutena molemmassa vaihtoehdoissa puhdistetun poistoveden pitoisuudet vedenpoistovaiheessa tulevat olemaan arviointiperusteiden alapuolella (ks. kohta 5.2). Poikkeuksen muodostaa uraanipitoisuus, mutta pitoisuus tulee olemaan merkittävästi pienempi kuin tällä hetkellä Luossajärven purkukanavassa (ks. kohta 3.2.7).

*Taulukko 28. Mallinnetut sulfaatin, kloridin, kalsiumin ja liuennon orgaanisen hiilen (DOC) vuotuiset keskimääräiset pitoisuudet normaalivuonna haetun toiminnan vaikutuksen alaiseksi joutuissa purkuvesistöissä (skenaario 3). Suunnitellun vedenpuhdistuksen vaikutusta ei ole arvioitu.*

Aine	SO <sub>4</sub> mg/l				Cl mg/l				Ca mg/l				DOC mg/l			
	Puuttuu				Puuttuu				Puuttuu				Puuttuu			
Arv.perusta mg/l																
Näytteen otko kohta	Nykyinen vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - normaaliavuoden korkein	Jaettu valutus - suurin kuukausikeskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - normaaliavuoden korkein	Jaettu valutus - suurin kuukausikeskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - normaaliavuoden korkein	Jaettu valutus - suurin kuukausikeskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - vuosikeskiarvo	Jaettu valutus - normaaliavuoden korkein	Jaettu valutus - suurin kuukausikeskiarvo
<b>Luossajärvi</b>																
KVA145 Luusua	514	486	529	540	68	56	62	63	185	184	199	201	4,8	3,4	3,7	4,4
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>																
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	257	248	338	348	23	19	28	29	104	104	139	147	1,8	2,9	3,3	3,5
<b>Pahtajoki</b>																
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	109	146	302	347	15	16	34	41	30	36	73	107	4,2	3,7	4,0	4,6
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	143	162	260	302	17	16	28	35	36	39	63	89	4,0	3,6	4,1	4,6

KVA179 Ulosvirtaus Rautasjoke en.	140	159	253	294	17	16	27	34	35	38	62	86	4,0	3,6	4,1	4,7
<b>Rautasjoki</b>																
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	7,5	8,6	19	28	1,5	1,5	2,3	2,3	5,5	5,7	9,9	14	3,1	1,8	2,2	3,0

## 5.5 Vaikutus purkuvesistöjen virtaamaan

Vedenpoistovaiheen aikana pumppaus tapahtuu jatkuvasti virtauksella, joka vastaa puhdistamon kapasiteettia eli 600 m<sup>3</sup>/h, mikä merkitsee noin 167 l/s virtaamaa. Tämä virtaama esitetään laskettavaksi Pahtajokeen Luossajärven purkukanavan kautta koko vuoden ajan tai vaihtoehtoisesti jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavan ja Leväjoen välillä, jolloin 80 l/s johdetaan Leväjokeen ja loput eli keskimäärin 87 l/s Luossajärven purkukanavaan.

HaV:n määräyksen HVMFS 2019:25 liitteen 3 mukaan vaikutus vesistöjen hydrologiseen tilaan luokitellaan parametrien erityinen virtausvaikutus, tilavuuspoikkeama, virtauksen muutosnopeus ja vedenkorkeuden muutosnopeus perusteella. Laskelmissa on verrattu Pahtajoen ja Rautasjoen nykytilanteen mallinnettuja vuorokausivirtaamia (kaudella 1999–2021) mallinnettuihin virtaamiin vedenpoistovaiheessa. Vedenpoistovaiheessa Pahtajoen perusvirtaama kuitenkin pienenee asteittain lisääntyvän pohjaveden laskemisen seurauksena, jolloin nettovaikutus perusvirtaamaan on pienempi. Tätä vähentymistä ei ole otettu huomioon, joten poikkeamaa koskevat laskelmat ovat varovaisia.

Taulukko 29 esittää parametrien tilan Pahtajoen alavesistön yksittäisten vesi-ilmentymien osalta, mutta myös vesi-ilmentymän koko pituudelta. Lopuksi raportoidaan hydrologisen järjestelmän laatutekijän painotettu tila (kolmen parametrin painotus, jossa huonoimman tilan osoittavan parametrin on oltava ratkaiseva).

Laskelmat on tehty kolmelle vesi-ilmentymän asemalle (AVA14, AVA02 ja KVA179: kolme eri osaa), koska vaikutus vesi-ilmentymän eri osiin on erilainen. Yläosaan, Abortjärven-järven luusuasta Luossajärven luusuaan, kohdistuu äärimmäisen vähäinen vaikutus vedenpoiston yhteydessä, kun taas Pahtajoen Tvillingtjärn-järjestelmän luusuaan Pahtajoen ylä- ja alajuoksulla kohdistuu vaihteleva vaikutus vedenpoistovaiheen aikana. Rautasjoen osalta poikkeamat on laskettu asemalle KVA180, joka sijaitsee noin 1 km alavirtaan Pahtajoen luusuasta.

Taulukko 29 esittää parametrien suhteelliset poikkeamat ja tilat sekä vesi-ilmentymän painotetun tilan. Tuloksista käy ilmi, että parametrien ominaisvirtausvaikutus- ja tilavuuspoikkeama on suurin AVA02:ssa ja hieman pienempi Pahtajoen luusuassa (KVA179) eri skenaarioissa. Molempien osien ja koko vesi-ilmentymän tila muuttuu näiden parametrien osalta kohtalaiseksi, kun vedenpoisto johdetaan Luossajärven purkukanavaan. Jaetussa valutuksessa molempien osien ja koko vesi-ilmentymän tila muuttuu nimettyjen parametrien osalta hyväksi. Virtaaman muutosnopeuteen ei sen sijaan kohdistu minkäänlaista vaikutusta, mikä antaa parametrille korkean tilan. Vesi-ilmentymän painotetuksi tilaksi tulee kuitenkin kohtalainen, kun vedenpoisto johdetaan Luossajärven purkukanavaan, ja hyvä jaetulla valutuksella.

Rautasjoessa, jossa virtaama on suuri, poikkeama muuttuu marginaaliseksi ja parametrien ja hydrologisen järjestelmän tilaksi tulee korkea.





Taulukko 29. Arvioitu suhteellinen poikkeama ja tila Pahtajoen alemmassa vesi-ilmentymässä WA64104032 ja Rautasjoessa WA47755367 koskien laatutekijän hydrologisen järjestelmän parametreja haetun toiminnan vedenpoistovaiheessa puhdistetun ylijäämäveden valutuksen vaikutuksesta eri vaihtoehdossa. Yksi vaihtoehto tarkoittaa valutusta Luossajärven purkukanavaan ja toinen jaettua valutusta Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen. Poikkeamat on luokiteltu HVMFS 2019:25:n hydrologisen järjestelmän arviointiperusteiden mukaan. Sininen = korkea tila, vihreä = hyvä tila ja keltainen = kohtalainen tila.

Vesi-ilmentymä, -asema, osa-alue	Vaihtoehdot	Suhteellinen poikkeama		
		Erityinen virtausvaikutus	Volyymin poikkeama	Muutostahti
<b>Pahtajoen alempi vesi-ilmentymä (WA64104032)</b>				
AVA14 Abbotjärven-järven luusuasta Luossajärven luusuahan (650 m)	Luossajärven purkukanava	-1%	0%	0%
	Jaettu valutus	-1%	0%	0%
AVA02 Luossajärven purkukanavasta Tvillingstjärnarna-järvien luusuahan (2000 m)	Luossajärven purkukanava	39%	39%	0%
	Jaettu valutus	20%	20%	0%
KVA179 Tvillingstjärnarna-järvien luusuasta Rautasjoen luusuahan (5400 m)	Luossajärven purkukanava	27%	27%	0%
	Jaettu valutus	14%	14%	0%
Vesi-ilmentymän koko pituuden (8050 m) tila	Luossajärven purkukanava	Kohtalainen tila	Kohtalainen tila	Korkea tila
	Jaettu valutus	Hyvä tila	Hyvä tila	Korkea tila
Nykyinen tila	Nykytila	Kohtalainen tila		
Vesi-ilmentymän hydrologisen järjestelmän koko pituus	Luossajärven purkukanava	Kohtalainen tila		
	Jaettu valutus	Hyvä tila		
<b>Rautasjoen vesi-ilmentymä (WA47755367)</b>				
KVA180 1 km Pahtajokea alavirtaan	Luossajärven purkukanava	0,20%	0,50%	-0,70%
	Jaettu valutus	0,20%	0,50%	-0,70%
Hydrologisen järjestelmän painotettu tila	Luossajärven purkukanava	Korkea tila		
	Jaettu valutus	Korkea tila		

Jatkuva valutus tarkoittaa ennen kaikkea sitä, että matalat virtaamat lisääntyvät tuntuvasti Pahtajoella, mutta jossain määrin myös Rautasjoessa. Vaihtoehto, jossa on jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen, eroaa valutuksesta pelkästään Luossajärven purkukanavaan seurauksena pienemmät virtaamat Pahtajoessa, mikä kohottaa tämän vesi-ilmentymän tilaa. Kohdassa Taulukko 30 verrataan nykyisiä alhaisia virtaamia vedenpoiston aiheuttamiin alhaisiin virtaamiin molemmissa valutusskenaarioissa.

Taulukko 30. Alhaiset virtaamat Pahtajoessa ja Rautasjoessa (LLQ, pienin alhainen virtaama ja MLQ, keskimääräinen alhainen virtaama) nykyisin ja kaivoksen vedenpoiston aikana valutuksessa Luossajärven purkukanavaan sekä jaetussa valutuksessa Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen.

Näytteenotto kohta	Yksikkö, m <sup>3</sup> /s					
	Nykyinen LLQ	LLQ vedenpoiston aikana -Luossajärven purkukanava	LLQ vedenpoiston aikana -jaettu valutus	Nykyinen MLQ	MLQ vedenpoiston aikana -Luossajärven purkukanava	MLQ vedenpoiston aikana -jaettu valutus
<b>Pahtajoki</b>						
AVA02 Luossajärvestä alavirtaan	0,012	0,179	0,099	0,029	0,196	0,116
AVA18 4 km Tvillingtjärnarna-järvien luusuasta alavirtaan	0,028	0,194	0,114	0,047	0,214	0,134
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen	0,028	0,195	0,115	0,048	0,214	0,134
<b>Rautasjoki</b>						
KVA180 1 km Pahtajoesta alavirtaan	0,955	1,123	1,04	1,72	1,89	1,81

## 5.6 Vaikutus purkuvesistöjen biologiaan

### 5.6.1 Muuttuneen vedenlaadun vaikutus

#### Valutus Luossajärven purkukanavaan

Kohdasta 5.4.1 käy ilmi, että vedenpoisto valutuksella Luossajärven purkukanavaan aiheuttaa kupari- ja sinkkipitoisuuksia, jotka ovat marginaalisesti hyvän tilan pitoisuuksien raja-arvojen (arviointiperusteet) alapuolella, sekä kobolttipitoisuuksia, jotka ovat selvästi alle PNEC-arvon. Tämä koskee kaikkia purkuvesistöjä poikkeuksena sinkin pitoisuudet Tvillingtjärna-järvissä, joissa pitoisuus säilyy samana kuin nykyisin ja luokitellaan kohtuulliseksi. Valutus ei kohdistu Tvillingtjärna-järviin suoraan. Sama pätee Luossajärveen. Tämän vuoksi koboltti-, kupari- ja sinkkipitoisuuksien ei arvioida vedenpoistovaiheen aikana valutuksessa Luossajärven purkukanavaan aiheuttavan kielteisiä vaikutuksia minkään purkuvesistön vesieliöihin.

Uraanipitoisuuden arvioidaan olevan edelleen kohtalaista tilaa vastaavilla tasoilla Pahtajoessa sekä hyvää tilaa vastaavilla Rautasjoessa. Koska uraanipitoisuuksien lasketaan olevan samat kuin nykyisin Pahtajoessa vedenpoiston yhteydessä, tämä merkitsee myös sitä, että uraanin mahdolliset ekologiset riskit ovat samat nykyiseen verrattuna, vaikka uraanipitoisuudet ylittäisivätkin vielä arvioperusteen. Kloridipitoisuuden tulisi laskea jonkin verran Pahtajoessa ja niiden lasketaan alittavan kanadalaiset ohjearvot sekä kroonisten että akuuttien vaikutusten osalta.

Sulfaattipitoisuudet nousevat jonkin verran valutuksessa Luossajärven purkukanavaan ja niiden arvellaan olevan 205–218 mg/l vuosikeskiarvona, ja korkeimpien kuukausikeskiarvojen noin 244–318 mg/l. Pahtajoessa kovuus, joka on nykyään noin 108–142 mg CaCO<sub>3</sub>/l ja jonka arvioidaan nousevan haetun toiminnan myötä, merkitsee ohjearvoa 309 mg/l Brittiläisen Kolumbian arviointiperusteissa. Siten niin vuosikeskiarvo kuin korkeimmat kuukausikeskiarvopitoisuudet ovat sulfaatin ohjearvojen alapuolella, paitsi suurin kuukausikeskiarvo kohdassa AVA02. Koska Pahtajoen sulfaattipitoisuuksien lasketaan olevan alemmat kuin nykyisin ja suurin kuukausikeskiarvo kohdassa AVA02 on vain hieman ohjearvon yli, pitoisuuksien ei katsota aiheuttavan haitallisten vaikutusten riskiä.

Yleisesti ottaen kobolttin, kuparin, uraanin, sinkin ja kloridin pitoisuuksien ei valutuksessa Luossajärveen arvioida aiheuttavan kielteisten biologisten vaikutusten riskiä missään

purkuvesistöistä. Pahtajoessa tai Rautasjoessa ei sulfaatin osalta ei katsota syntyvän kielteisiä vaikutuksia.

### Jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen

Kuten kohdasta 5.4.2 käy ilmi, laskelmat osoittavat, että jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen tuottaa yleisesti alemmat metallien ja sulfaatin pitoisuudet Pahtajoessa kuin valutus pelkästään Luossajärven purkukanavaan. Kuparin ja sinkin tila olisi hyvä ja kobolttipitoisuudet olisivat alle PNEC-arvon kaikissa purkuvesistöissä.

Uraanipitoisuuden lasketaan alenevan, ja se vastaa edelleen kohtalaista tilaa vastaavilla tasoilla Luossajärven, Tvillingtjärnarna-järvissä ja Pahtajoessa. Koska uraanipitoisuuksien lasketaan olevan samat kuin nykyisin Luossajärven, Tvillingtjärnarna-järvissä ja Pahtajoessa vedenpoiston yhteydessä, tämä merkitsee myös sitä, että uraanin mahdolliset ekologiset riskit ovat samat nykyiseen verrattuna, vaikka uraanipitoisuudet ylittäisivätkin vielä arvioperusteen. Kloridipitoisuuden arvioidaan laskevan kaikissa purkuvesistöissä paitsi kohdassa AVA02 Pahtajoessa, jossa pitoisuus hieman nousee. Kloriditasot alittaisivat kanadalaiset ohjearvot sekä kroonisten että akuuttien vaikutusten osalta.

Sulfaattipitoisuudet vähenisivät jaetussa valutuksessa Luossajärven ja Tvillingtjärna-järvissä. Luossajärven luusuan (KVA145) sulfaattipitoisuuden arvioidaan jaetussa valutuksessa olevan vuosikeskiarvona 486 mg/l, ja korkeimpien kuukausikeskiarvojen noin 529–540 mg/l, mikä on korkeampi kuin ohjearvo. Kovuus Luossajärven, joka nykyisin on 525 mg CaCO<sub>3</sub>/l ja jonka arvioidaan nousevan haetussa toiminnassa (sekä vedenpoiston että käyttövaiheen aikana), on kuitenkin paljon korkeampi kuin 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l, mikä merkitsee, että Luossajärven sulfaatin viitearvon arvioidaan olevan selvästi korkeampi kuin 429 mg/l. Luossajärvelle ei ole laskettu paikkakohtaista arvoa, mutta kohonneiden sulfaattipitoisuuksien kielteisten vaikutusten riskiä, mutta koska vuosikeskiarvo ja korkeimmat kuukausikeskipitoisuudet ovat alempia kuin nykyisin, riski alenee.

Kuten mainittu, Tvillingtjärna-järvien sulfaattipitoisuus tulee hieman laskemaan ja olemaan alempi kuin Brittiläisen Kolumbian ohjearvo. Pitoisuudet nousevat paikoittain Pahtajoessa, mutta niiden arvioidaan alittavan ohjearvon 309 mg/l, joka koskee vesistöä. Rautasjoessa jaettu valutus aiheuttaa vain pienen sulfaattipitoisuuden nousun, johon ei liity kielteisten vaikutusten riskiä.

Yleisesti ottaen koboltin, kuparin, uraanin, sinkin ja kloridin pitoisuuksien jaetussa valutuksessa ei arvioida aiheuttavan kielteisten biologisten vaikutusten riskiä missään purkuvesistöistä. Pahtajoessa tai Rautasjoessa ei sulfaatin osalta ei katsota syntyvän kielteisiä vaikutuksia. Samalla tavoin kuin muissakin päästökkenaarioissa ei kuitenkaan voida sulkea pois Luossajärven yleisesti korkeiden sellaisten sulfaattipitoisuuksien haittavaikutuksia, jotka kuitenkin pienenevät nykyisistä pitoisuuksista.

### 5.6.2 Virtausmuutosten vaikutus

Jatkuva virtaus kaivoksen vedenpoiston aikana saa Pahtajoen virtaukset kasvamaan hieman nykyisestä, erityisesti talvella ja muina vähäisen virtaaman aikoina, jolloin ylivuoto lisää merkittävästi virtaamia vesistöissä. Luonnollinen virtausdynamiikka pysyy muuttumattomana, mutta pohjavalunta lisääntyy.

Tämän alueen vesistöjen morfologia on sopeutunut erittäin suuriin virtaamiin kevättulvan yhteydessä, jolloin vakaita olosuhteita pysyvine ja eroosioherkkine sedimenttikerroksineen ei suuremmissa määrin esiinny. Pahtajoen ja Rautasjoen pohjat muodostuvat sen sijaan luultavasti suurelta osin lohkoista ja kivistä, joiden eläimistö ja kasvisto ei ole herkkä tietyille määrälle virtaamien muutoksia. Sääntelemättömissä luonnonvesissä luonnollinen virtaaman vaihtelu on yleensä suuri ja virtaaman ero mm. kevättulvan ja keskikesän perusvirtaaman aikana voi olla huomattava.

Vedenpoistovaiheen valutus aiheuttaa sen, että hiukkasten sedimentoitumisolosuhteet voivat huonontua jonkin verran alhaisten virtaamien aikana. Pahtajoen suurempien vedenkorkeuksien ja virtausnopeuksien ei kuitenkaan katsota aiheuttavan merkittävää eroosiota vesistön uomassa. Vedenpoistovaiheen aikana odotettavissa olevien hieman suurempien vedenkorkeuksien ja virtaamien ei näin ollen arvioida vaikuttavan merkittävästi vesieliöiden olosuhteisiin.

### 5.6.3 Vaihtuvien virtaamien vaikutus – ehdotetuilla suojaustoimenpiteillä

Copperstone kuvaa mahdollisia suojaustoimenpiteitä kuivatusvaiheen aikana tapahtuvien virtausmuutosten vähentämiseksi Pahtajoessa, mikä vähentää entisestään haitallisten vaikutusten biologiaan kohdistuvaa riskiä (ks. 4.3 Suojelutoimet) Yksi suojaustoimenpide on pumpata vedenpoiston jälkimmäisessä vaiheessa vettä enintään 5 l/s Pahtajoen alemman vesi-ilmentymän yläosaan, valutuksella AVA14:stä ylävirtaan. Tarkoituksena on kompensoida kaivokseen suodattuvan veden määrää sen laskettua. Toimenpidettä jatketaan kaivoksen käyttövaiheen aikana ja se lopetetaan, kun kaivos täytetään uudelleen toiminnan päätyttyä. Pumpaus on tarkoitettu tapahtumaan vain alhaisen virtaaman jaksojen aikana, jolloin on olemassa vaara, että vesistössä syntyy negatiivinen vaikutus, minkä vuoksi pumpausta ei tapahdu normaalin- tai korkean virtaaman jaksojen aikana. Toimenpiteellä on siis myönteinen vaikutus tilavuuspoikkeamaan ja erityinen virtausvaikutus AVA14:ään, jonka odotetaan tapahtuvan vedenpoiston loppuvaiheessa, mikä varmistaa, että osittainen vesistöosuus ei päädy tilavuuspoikkeaman suhteen kohtalaiseen tilaan

Copperstone kuvaa myös suojaustoimenpiteen, johon sisältyy toiminnassa tarvittavan ja muuten luonnostaan järveen valuvan veden palauttaminen Luossajärveen. Tämä suoja toimi tarkoittaisi, että Luossajärven vesitasapaino säilyisi ja tilavuuspoikkeama ja erityinen virtausvaikutus Pahtajoen alemmassa vesi-ilmentymässä valutuksessa vain Luossajärven purkukanavaan pieneneisi noin 19 %:iin AVA02:ssa ja noin 13 %:iin KVA179:ssä (vrt. Taulukko 29). Tämä puolestaan merkitsee sitä, että laatutekijä hydrologisen järjestelmän tila olisi hyvä. Muuttuneiden virtaamien biologiaan aiheuttamien kielteisten vaikutusten arvioidaan siksi jäävän kokonaan pois.

## 6 Haetun toiminnan ympäristövaikutukset – tuotantovaihe

### 6.1 Purkuvesistöön purettavan ylijäämäveden virtaama

Taulukko 31 luettelee tulevat ylivuotovirtaamat haetussa toiminnassa. Ylivuotovirtaamiin ei vaikuta se, mihin vesi sitten puretaan, joko Luossajärven purkukanavaan (skenaariot 1 ja 2) tai jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen (skenaario 3). Ylivuotovirtaukset kokonaisuudessaan ovat samat riippumatta skenaariosta tai siitä, onko vesi osittain puhdistettua tai käsittelemätöntä. Ylivuoto aiheutuu osin osittain puhdistetun prosessiveden puhdistuksesta (puhdistamo, jonka kapasiteetti on jopa 600 m<sup>3</sup>/h) ja osin puhdistamattomana laskettavasta vedestä (ohitus). Puhdistamatonta vettä laskettaessa koko virtaus on puhdistamaton.

*Taulukko 31. Luonteenomaisia ylivuotoja haetun toiminnan aikana (sisältää sekä puhdistetun että puhdistamattoman ohivirtausveden). LLQ=alhaisin alavirtaama, MLQ, keskimääräinen alavirtaama, MQ=vuosittainen keskivirtaama, MHQ=keskikorkea virtaama, HHQ=korkein ylävirtaama. Virtaamat on laskettu mallintamalla kaudelle 1999–2021 ja niihin sisältyvät normaalit vuodet, kuivat vuodet ja kosteat vuodet.*

Valutus	Yksikkö: m <sup>3</sup> /s				
	LLQ	MLQ	MQ	MHQ	HHQ
Ylivuotoveden kokonaisvirtaus	0,105	0,111	0,189	0,328	0,401

Taulukko 32 esittää myös haetun toiminnan vuotuiset keskimääräiset virtaukset ja vuotuiset ylivuotoveden määrät normaaleille, kuiville ja kosteille vuosille. Taulukossa näkyvät arvot puhdistetulle vedelle, puhdistamattomalle ohitusvedelle ja kokonaisylivirtaukselle.

*Taulukko 32. Keskimääräiset vuotuiset virtaamat ja vuotuiset ylivuotoveden määrät haetussa toiminnassa normaalivuosina (loka 2013–syys 2014), kuivina vuosina (loka 2010–syys 2011) ja kosteina vuosina (loka 1999–syys 2000).*

Skenaario	Valutus	Normaalivuosi		Kuiva vuosi		Kostea vuosi	
		m <sup>3</sup> /s	Mm <sup>3</sup> /vuosi	m <sup>3</sup> /s	Mm <sup>3</sup> /vuosi	m <sup>3</sup> /s	Mm <sup>3</sup> /vuosi
1	Puhdistamattoman veden päästöt	0,194	6,13	0,183	5,78	0,218	6,88
2 ja 3	Puhdistetun veden päästöt	0,150	4,71	0,151	4,76	0,155	5,23
	Ohita	0,045	1,42	0,032	1,03	0,063	1,65
	Yhteensä	0,194	6,13	0,183	5,78	0,218	6,88

## 6.2 Ylimääräisen purkuvesistöön virtaavan veden laatu

Taulukko 33 ja Taulukko 34 luettelevat pitoisuudet ylijäämävedessä, joka valutetaan haetussa toiminnassa purkuvesistöön ilman puhdistusta (skenaario 1: Luossajärven purkukanavaan) tai puhdistettuna (skenaario 2: Luossajärven purkukanavaan ja skenaario 3: jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen). Ylivuotovesi koostuu skenaarioissa 2 ja 3 toisaalta puhdistetusta prosessivedestä (puhdistamo, jonka kapasiteetti on jopa 600 m<sup>3</sup>/h) ja toisaalta puhdistamattomana laskettavasta vedestä (ohitus). Näissä skenaarioissa raportoidut pitoisuudet vastaavat pitoisuuksia, jotka syntyvät sen jälkeen, kun puhdistettu vesi on sekoitettu ohitusveteen. Skenaariossa 1 lasketaan kaikki vesi ulos puhdistamattomana.

*Taulukko 33. Tiettyjen metallien pitoisuudet puhdistamattoman ylijäämäveden valituksessa (purkuskenaario 1) ja ylijäämäveden puhdistamisen yhteydessä (purkuskenaariot 2 ja 3) normaalina vuonna, kosteana vuonna ja vastaavasti kuivana vuonna.*

Aine	Co		Cu		U		Zn	
Yksikkö	µg/l		µg/l		µg/l		µg/l	
Skenaario	Normaalivuosi	Kuiva-kostea vuosi	Normaali vuosi	Kuiva-kostea vuosi	Normaali vuosi	Kuiva-kostea vuosi	Normaali vuosi	Kuiva-kostea vuosi
Puhdistamattoman vesi (1)	6,3	6,6-5,9	13	14-13	4,1	4,2-3,9	54	62-54
Puhdistettu vesi (2 ja 3)	1,5	1,6-1,3	4,3	4,0-4,3	1,6	1,4-1,6	14	12-16

*Taulukko 34. Sulfaatin, kloridin, kalsiumin ja DOC:n (liuennut orgaaninen hiili) pitoisuudet puhdistamattoman ylijäämäveden valituksessa (purkuskenaario 1) ja ylijäämäveden puhdistamisen yhteydessä (purkuskenaariot 2 ja 3) normaalina vuonna, kosteana vuonna ja vastaavasti kuivana vuonna.*

Aine	SO <sub>4</sub>		Cl		Ca		DOC	
Yksikkö	mg/l		mg/l		mg/l		mg/l	
Skenaario	Normaalivuosi	Kuiva-kostea vuosi	Normaalivuosi	Kuiva-kostea vuosi	Normaalivuosi	Kuiva-kostea vuosi	Normaalivuosi	Kuiva-kostea vuosi
Puhdistamattoman vesi (1)	150	188-152	1,5	1,6-1,3	318	399-354	2,0	2,0-2,0

Puhdistettu vesi (2 ja 3)	151	188-152	1,5	1,6-1,34	443	445-368	0	0
---------------------------	-----	---------	-----	----------	-----	---------	---	---

### 6.3 Päästöt ja massakuljetukset

Tässä osiossa raportoidaan vuotuiset päästöt ja vuotuiset kuljetukset (massavirtaamat) purkuvesistöjen asemilla haetun toiminnan eri päästöskenaarioissa, kun puhdistamatonta tai puhdistettua vettä valutetaan joko Luossajärven purkukanavaan (skenaariot 1 ja 2) tai jaetusti Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen (skenaario 3). Tiettyjen aineiden massavirtaamat raportoidaan normaalina vuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Kuten edellä mainittiin, haettu toiminta merkitsee, että virtaukset rikastushiekka-altaasta (AVA17) Luossajärveen ja kaivoksesta (AVA15) Tvillingjärven järjestykseen päättyvät. Siksi näiden asemien massavirtaamia ei raportoida.

#### 6.3.1 Skenaariot 1 ja 2 – valutus Luossajärven purkukanavaan

Taulukko 35 ja Taulukko 36 sekä kuvat 24–29 esittävät päästömäärät ja massavirtaamat purkuvesistöissä, kun puhdistamatonta (skenaario 1) tai puhdistettua (skenaario 2) vettä lasketaan Luossajärven purkukanavaan.

*Taulukko 35. Päästömäärät Luossajärven purkukanavaan ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä joukossa metalleja purkuskenaariossa 1 (puhdistamaton vesi) ja 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Vertailua varten esitetään nykyiset massakuljetukset.*

Näytteenottokohta	Aine	Co		Cu		U		Zn	
	Yksikkö	kg/vuosi		kg/vuosi		kg/vuosi		kg/vuosi	
	Skenaario	Norma alivuosi	Kuiva-kostea vuosi	Norma alivuosi	Kuiva-kostea vuosi	Norma alivuosi	Kuiva-kostea vuosi	Norma alivuosi	Kuiva-kostea vuosi
<b>Päästöt Luossajärven purkukanavaan ja edelleen Pahtajokeen</b>									
Valutus	Skenaario 1	39	38-40	76	76-81	26	25-27	351	363-382
	Skenaario 2	14	11-16	30	25-33	11	9,2-13	114	86-139
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>									
VVA17 Leväjoki	Nykyinen	2,8	1,9-3,2	15	16-18	80	79-88	42	42-47
	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	1,4	1,0-1,6	8,3	8,0-9,4	69	68-74	32	32-35
<b>Luossajärvi</b>									
KVA145 Luusua	Nykyinen	0,5	0,4-0,6	14	14-18	90	92-107	32	34-37
	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	0,2	0,2-0,3	7,8	7,6-10	72	73-85	22	23-25
<b>Tvillingjärven järjestykseen</b>									
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	Nykyinen	0,9	0,8-1,2	2,1	1,8-2,9	26	24-32	68	59-90
	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	0,001	0,001-0,001	0,7	0,7-1,0	9,0	8,7-11	0,8	0,8-0,9
<b>Pahtajoki</b>									
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	Nykyinen	0,5	0,4-0,6	15	13-20	15	19-18	43	38-54
	Skenaario 1	15	13-15	40	36-45	17	20-20	286	264-311
	Skenaario 2	5,5	4,3-6,4	23	19-28	15	17-17	122	84-151
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	Nykyinen	0,8	0,7-1,0	21	17-28	25	28-31	92	76-106
	Skenaario 1	16	14-16	45	40-52	20	23-23	299	271-328
	Skenaario 2	5,7	4,5-6,8	28	22-34	17	20-21	130	91-163
KVA179	Nykyinen	0,9	0,7-1,1	21	18-29	25	28-32	95	78-109

Ulosvirtaus Rautasjokeen	Skenaario 1	16	14-16	46	41-53	20	23-23	301	272-332
	Skenaario 2	5,8	4,5-6,9	28	23-35	17	20-21	132	92-166
<b>Rautasjoki</b>									
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	Nykyinen	20	18-25	811	734- 1 072	91	91-108	1 917	1 811- 2 251
	Skenaario 1	34	32-40	835	757- 1 073	88	87-103	2 140	2 030- 2 081
	Skenaario 2	25	22-31	818	738- 1 056	85	83-98	1 971	1 836- 2 317

1. Päästöt Luossajärveen Leväjoen (VVA17) kautta sekä massakuljetukset Luossajärvestä (KVA145) ja pohjoisesta Tvillingjärvenjärvestä (AVA01) ovat riippumattomia skenaarioista 1 ja 2, koska päästö ei vaikuta niihin suoraan.

*Taulukko 36. Päästömäärät Luossajärven purkukanavaan ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä sulfaatin, kloridin ja kalsiumin osalta purkuskenaariossa 1 (puhdistamaton vesi) ja 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Vertailua varten esitetään nykyiset massakuljetukset. Koska suunniteltu vedenpuhdistus ei vähennä näiden aineiden pitoisuuksia ulos purkautuvassa vedessä, päästöt molemmissa skenaarioissa ovat samat.*

Näytteenott okohta	Aine	SO <sub>4</sub>		Cl		Ca	
	Yksikkö	tonnia/vuosi		tonnia/vuosi		tonnia/vuosi	
	Skenaario	Normaalivuosi	Kuiva- kosteavuosi	Normaalivuosi	Kuiva- kosteavuosi	Normaalivuosi	Kuiva- kosteavuosi
<b>Päästöt Luossajärven purkukanavaan ja edelleen Pahtajokeen</b>							
Valutus	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	970	1 099- 1 060	9,6	9,6-9,9	2 527	2 438- 2 300
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>							
VVA17 Leväjoki	Nykyinen	3 722	3 620- 4 319	568	552-663	1 757	1 708- 2 087
	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	3 482	3 371- 4 006	564	547-658	1 361	1 312- 1 615
<b>Luossajärvi</b>							
KVA145 Luusua	Nykyinen	3 021	3 067- 3 641	400	409-482	1 115	1 112- 1 379
	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	2 500	2 491- 3 024	349	349-424	889	869- 1 100
<b>Tvillingjärvenjärvien järjestelmä</b>							
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	Nykyinen	592	549-719	49	47-59	243	224-302
	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	468	437-555	65	61-77	163	150-199
<b>Pahtajoki</b>							
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	Nykyinen	3197	2 871- 3 339	349	384-444	614	800-800
	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	3 275	3 470- 3 952	326	343-411	1 898	1 795- 1 877
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	Nykyinen	3 395	3 517- 4 225	413	439-517	771	936-994
	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	3 707	3 863 - 4 480	382	396-479	2 043	1 892- 2 044
KVA179 Ulosvirtaus	Nykyinen	3 398	3 517- 4 231	413	439-517	773	946-996

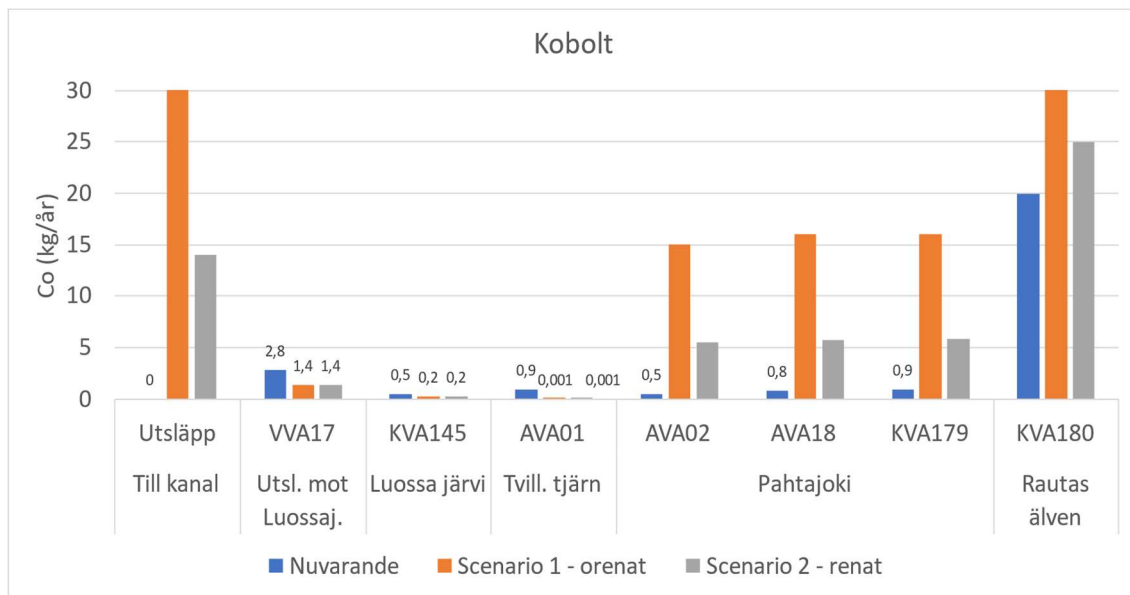


Rautasjokeen	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	3 705	3 860 – 4 483	381	393-479	2054	1 895– 2 058
<b>Rautasjoki</b>							
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	Nykyinen	6 333	6 232– 7 611	1 182	1 161– 1 415	3 857	3 824– 4 710
	Skenaariot 1 & 2 <sup>1</sup>	6 653	6 639– 7 882	1 150	1 121– 1 379	5 042	4 816– 5 682

1. Päästöt Luossajärveen Leväjoen (VVA17) kautta sekä massakuljetukset Luossajärvestä (KVA145) ja pohjoisesta Tvillingtjärn-järvestä (AVA01) ovat riippumattomia skenaarioista 1 ja 2, koska päästö ei vaikuta niihin suoraan.

Paremmen yleiskuvan saamiseksi edellä ilmoitetuista määristä päästömäärät ja massakuljetukset on esitetty alla olevissa kuvioissa 24–29 (kalsiumia ei ole näytetty). Kuviot esittävät vain normaalivuoden arvot. Kuviot osoittavat, että haettu toiminta saa nykyiset päästöt Luossajärveen Leväjoen kautta (VVA17) ja massakuljetukset Luossajärvestä (KVA145) vähenemään kaikkien aineiden osalta. Tämä johtuu siitä, että kaikki nykyisin Luossajärveen virtaava Viscaria-alueen vesi kerätään haetun toiminnan aikana ja johdetaan sen sijaan Luossajärven purkukanavaan. Tvillingtjärnarna-järvien (AVA01) massakuljetukset vähenevät merkittävästi, kun kaivoksen päästöt tähän purkuvesistöön päättyvät.

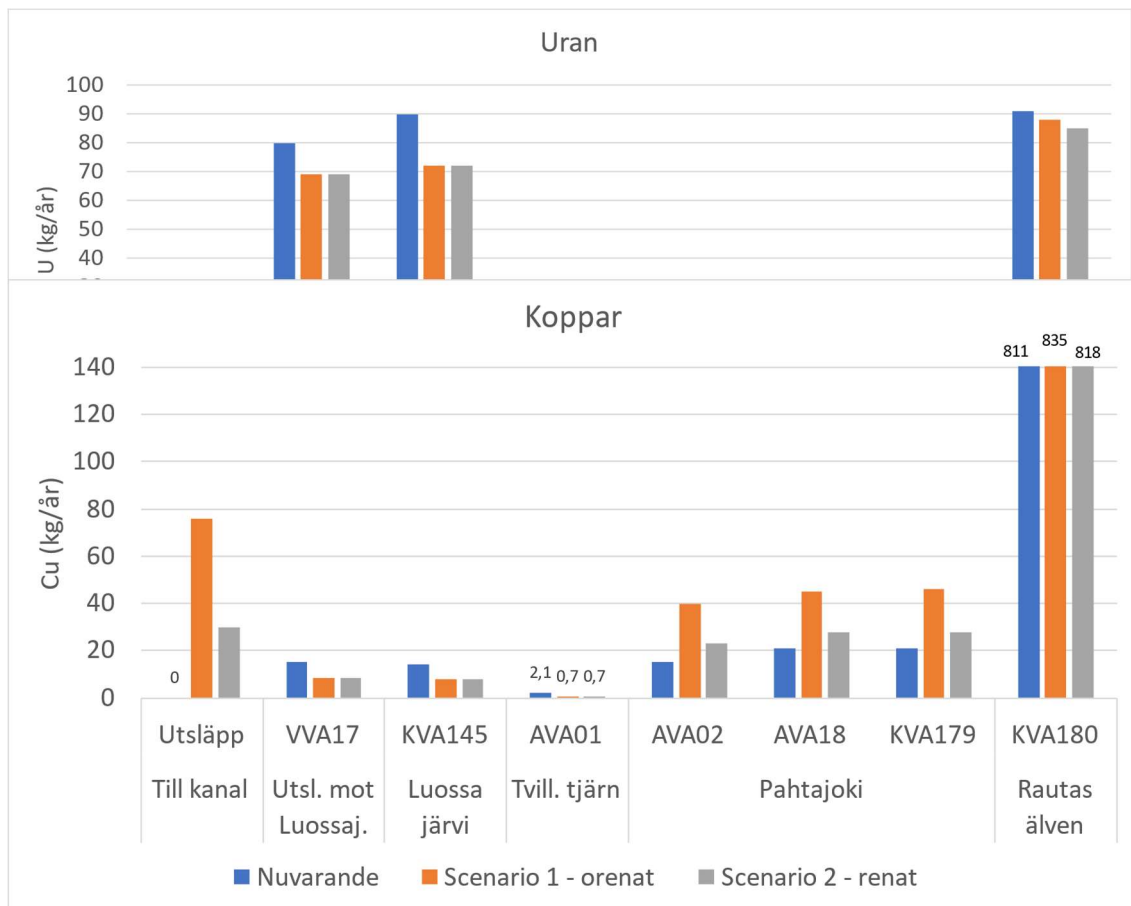
Pahtajoessa (AVA02, AVA18 ja KVA179) ja myös Rautasjoessa (KVA180) massakuljetukset lisääntyvät yleensä haetussa toiminnassa, myös skenaariossa 2, kun alueen ylijäämävesi puhdistetaan. Poikkeuksen muodostaa uraani, jossa Pahtajoen AVA02:n massavirtaamat ovat skenaariossa 2 (puhdistuksella) nykytilanteeseen verrattuna. Alavirtaan Tvillingtjärnarna-järvien luusuasta (AVA18 ja KVA179) ja Rautasjoesta uraanin massavirtaamat laskevat skenaariosta riippumatta (kuva 26). Tämä johtuu siitä, että merkittävä uraanin päästö kaivoksesta (AVA15)



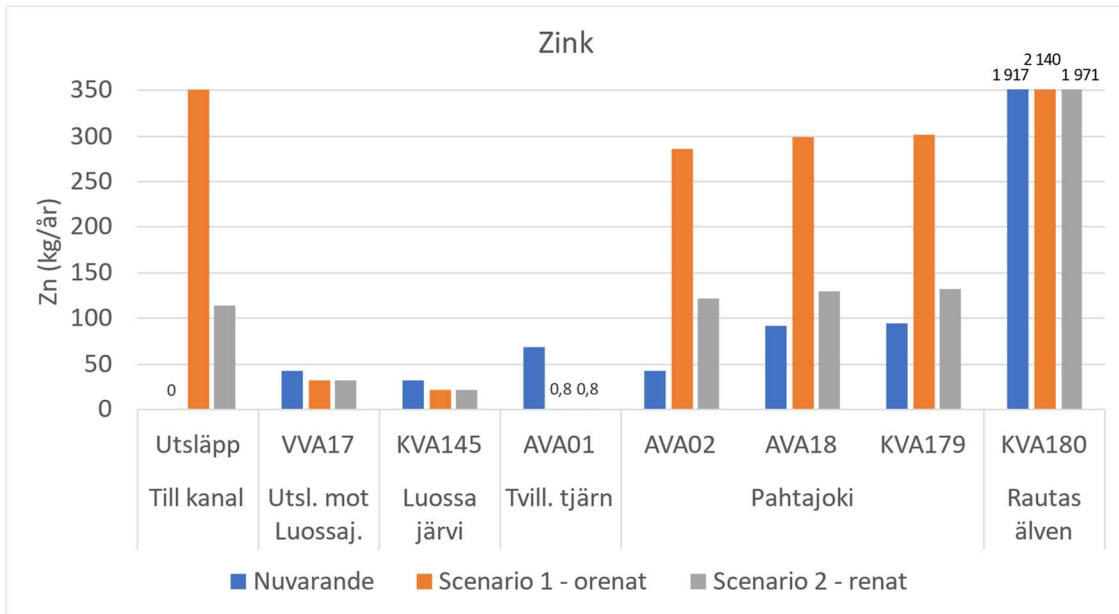
päättyy.

Kuva 24. Päästömäärät Luossajärven purkukanavaan ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä kobolttin osalta purkuskenaariossa 1 (puhdistamaton vesi) ja 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.

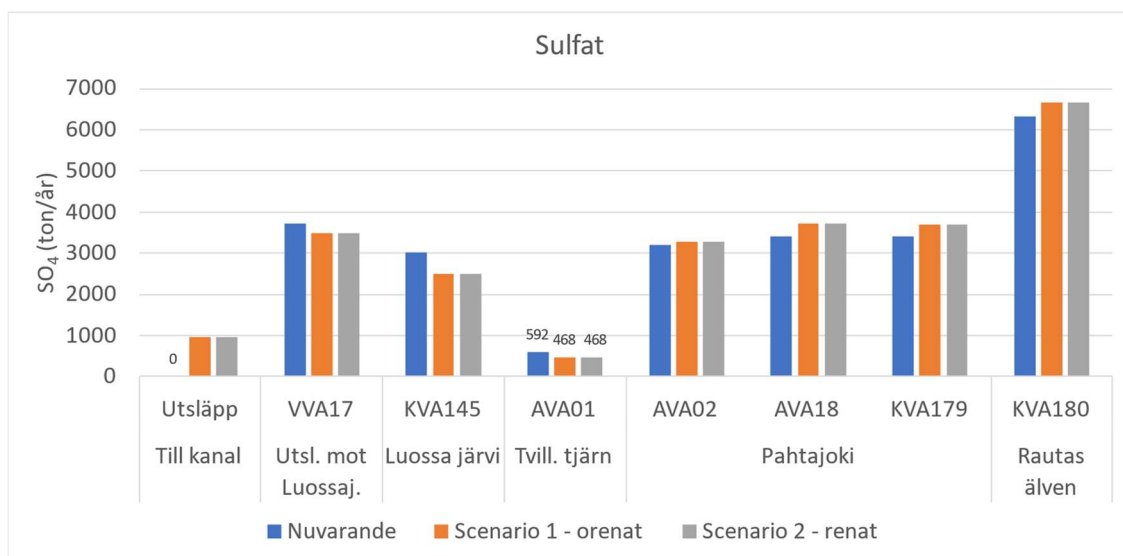
Kuva 25. Päästömäärät Luossajärven purkukanavaan ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä kuparin osalta purkuskenaariossa 1 (puhdistamaton vesi) ja 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.



Kuva 26. Päästömäärät Luossajärven purkukanavaan ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä uraanin osalta purkuskenaariossa 1 (puhdistamaton vesi) ja 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.

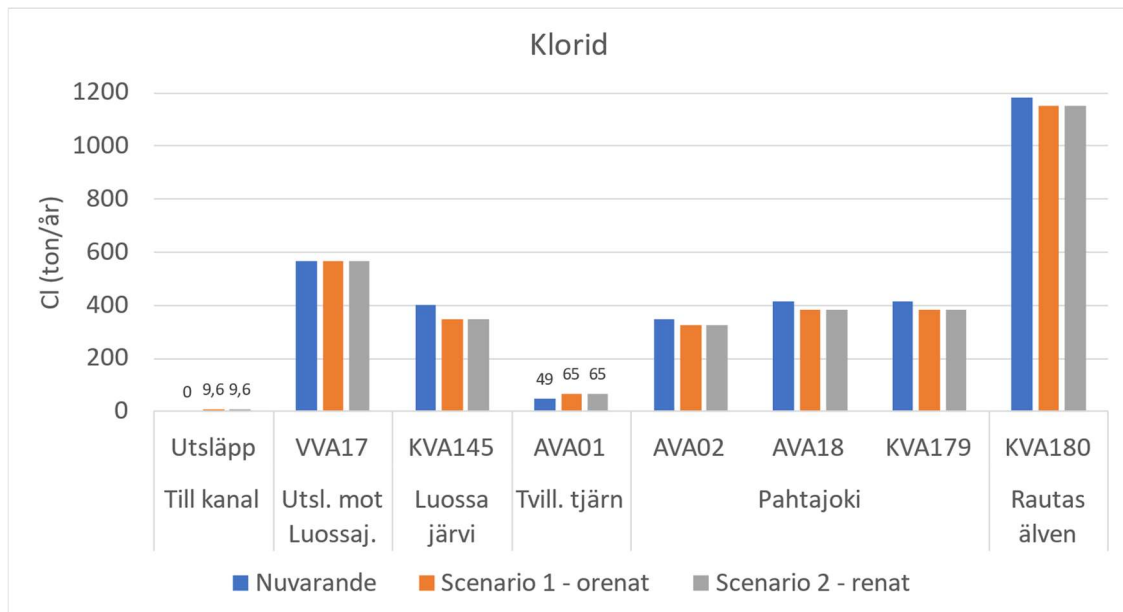


Kuva 27. Päästömäärät Luossajärven purkukanavaan ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä sinkin osalta purkuskenaariossa 1 (puhdistamaton vesi) ja 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.



Kuva 28. Päästömäärät Luossajärven purkukanavaan ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä sulfaatin osalta purkuskenaariossa 1 (puhdistamaton vesi) ja 2 (puhdistettu vesi)

normaalivuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.



Kuva 29. Päästömäärät Luossajärven purkukanavaan ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä kloridin osalta purkuskenaariossa 1 (puhdistamaton vesi) ja 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.

### 6.3.2 Skenaario 3 – jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen

Taulukko 37 ja Taulukko 38 sekä kuvat 30–35 esittävät päästömäärät ja massavirtaamat purkuvesistöissä, kun puhdistettua vettä valutetaan jaetusti Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen (skenaario 2).

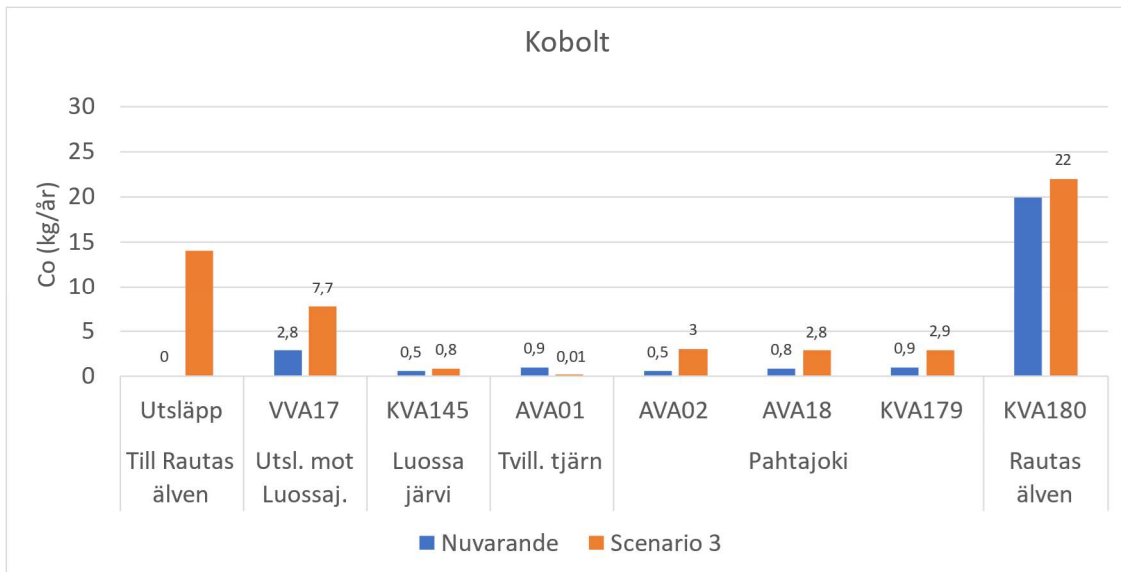
*Taulukko 37. Päästömäärät jaetussa valutuksessa Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen sekä massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä valituissa metalleissa purkuskenaariossa 3 (puhdistettu vesi) normaalivuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna. Vertailua varten esitetään nykyiset massakuljetukset.*

Näytteenottokohta	Aine	Co		Cu		U		Zn	
	Yksikkö	kg/vuosi		kg/vuosi		kg/vuosi		kg/vuosi	
	Skenaario	Norma alivuosi	Kuiva-kostea vuosi	Norma alivuosi	Kuiva-kostea vuosi	Norma alivuosi	Kuiva-kostea vuosi	Norma alivuosi	Kuiva-kostea vuosi
<b>Päästöt suoraan Rautasjokeen putkea pitkin</b>									
Valutus	Skenaario 3	14	11-16	30	25-33	11	9,2-13	115	86-139
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>									
VVA17	Nykyinen	2,8	1,9-3,2	15	16-18	68	67-77	42	42-47
Leväjoki	Skenaario 3	7,7	6,5-8,1	23	22-24	75	73-80	32	32-35
<b>Luossajärvi</b>									
KVA145	Nykyinen	0,5	0,4-0,6	13	13-18	82	81-104	34	35-41
Luusua	Skenaario 3	0,8	0,7-0,9	11	10-13	49	47-62	22	23-25
<b>Tvillingjärven järjestelmä</b>									
AVA01	Nykyinen	0,7	0,7-1,0	2,1	1,9-2,8	25	23-32	59	62-89
Alavirt. P Tvillingtj.	Skenaario 3	0,01	0-0,01	1,0	0,9-1,4	6,1	5,5-7,7	0,8	0,7-0,9
<b>Pahtajoki</b>									
AVA02	Nykyinen	0,5	0,4-0,6	18	17-24	15	18-19	52	51-64
Alavirt. Luossajärvi	Skenaario 3	3,0	2,4-3,6	21	17-26	12	13-14	122	84-151
AVA18	Nykyinen	1,1	1,0-1,3	25	23-33	21	24-27	83	80-107
4 km alav. Tvillingtj.	Skenaario 3	2,8	2,4-3,5	25	20-31	14	16-17	130	91-163
KVA179	Nykyinen	1,1	1,0-1,4	25	24-34	21	24-27	85	82-110
Ulosvirtaus Rautasjokeen	Skenaario 3	2,9	2,4-3,5	25	21-32	14	15-17	132	92-166
<b>Rautasjoki</b>									
KVA180	Nykyinen	20	18-25	800	725-1035	85	85-102	1861	1776-2194
1 km alav. Pahtaj.	Skenaario 3	22	20-27	814	736-1 052	79	77-93	1 972	1 836-2 317

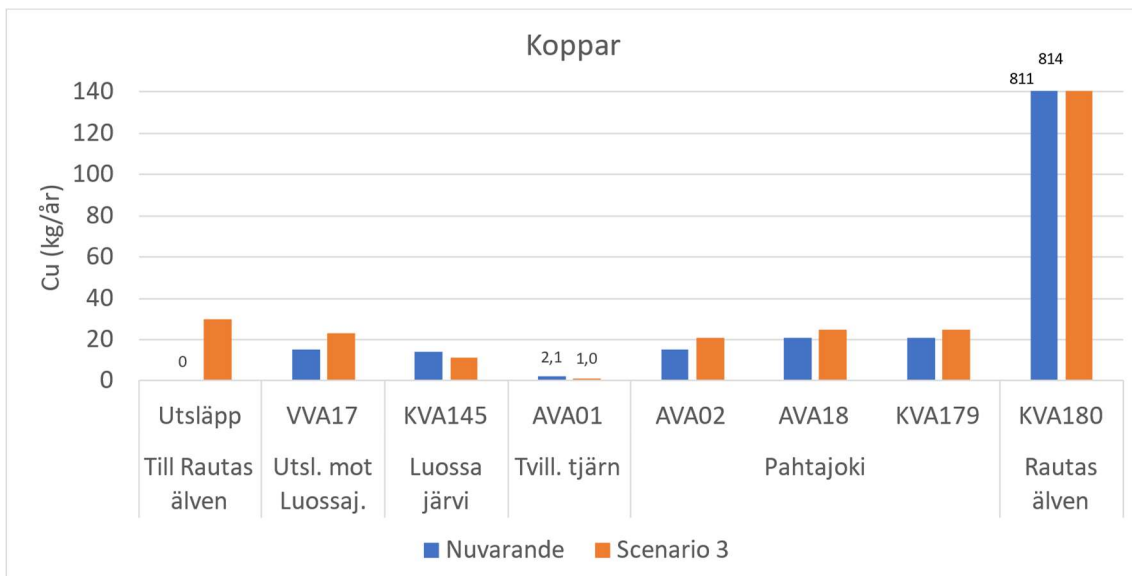
*Taulukko 38. Päästömäärät jaetussa valutuksessa Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä sulfaatin, kloridin ja kalsiumin osalta purkuskenaariossa 3 (puhdistettu vesi) normaalivuonna, kuivana vuonna ja vastaavasti kosteana vuonna.*

Näytteenottokohta	Aine	SO <sub>4</sub>		Cl		Ca	
	Yksikkö	tonnia/vuosi		tonnia/vuosi		tonnia/vuosi	
	Skenaario	Normaalivuosi	Kuiva-kosteavuosi	Normaalivuosi	Kuiva-kosteavuosi	Normaalivuosi	Kuiva-kosteavuosi
<b>Päästöt suoraan Rautasjokeen putkea pitkin</b>							
Valutus	Skenaario 3	970	1 099–1 060	9,6	9,6-9,9	2 527	2 438–2 300
<b>Päästöt Luossajärven suuntaan</b>							
VVA17 Leväjoki	Nykyinen	228	237-300	5,0	5,2-6,6	121	126-159
	Skenaario 3	3 997	4 014–4 526	569	553-662	2 874	2 834–2 873
<b>Luossajärvi</b>							
KVA145 Luusua	Nykyinen	3 021	3 067–3 641	399	409-482	1 155	1 112–1 379
	Skenaario 3	1 852	1 823–2 353	233	221-302	1 187	1 185–1 334
<b>Tvillingjärven järjestelmä</b>							
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	Nykyinen	592	549-719	49	47-59	243	224-302
	Skenaario 3	340	315-425	42	38-53	224	208-247
<b>Pahtajoki</b>							
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	Nykyinen	2 628	2 871–3 339	349	384-444	614	800-800
	Skenaario 3	2 620	2 788–3 038	283	291-338	1 346	1 489–1 354
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	Nykyinen	3 395	3 516–4 225	413	439-517	771	936-944
	Skenaario 3	3 100	3 156–3 587	346	337-409	1 473	1 596–1 500
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	Nykyinen	3 398	3 517–4 231	413	438-517	773	936-996
	Skenaario 3	3 093	3 144–3 577	345	336-409	1 486	1 596–1 500
<b>Rautasjoki</b>							
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	Nykyinen	6 333	6 232–7 611	1 183	1 163–1 391	3 857	3 824–4 646
	Skenaario 3	5 147	5 083–6 163	1 007	984-1 212	4 255	4 239–4 939

Paremmän yleiskuvan saamiseksi edellä ilmoitetuista määristä päästömäärät ja massakuljetukset skenaarioita 3 varten on esitetty alla olevissa kuvioissa 30–35 (kalsiumia ei ole näytetty). Kuvat esittävät vain normaalivuoden arvot. Kuvista käy ilmi, että haetussa toiminnassa skenaariossa 3 massakuljetuksen vähenevät Luossajärnessä (KVA145) kuparin, uraanin, sinkin ja sulfaatin osalta nykytilanteeseen verrattuna. Kobolttipitoisuudet sen sijaan nousevat hieman. Pahtajoen ja Rautasjoen uraanin ja sulfaatin massakuljetukset vähenevät, kloridi on suunnilleen samalla tasolla kuin nykyisin, kun taas koboltti, kupari ja sinkki kasvavat hieman. Ei kuitenkaan samassa laajuudessa kuin skenaariossa 2.

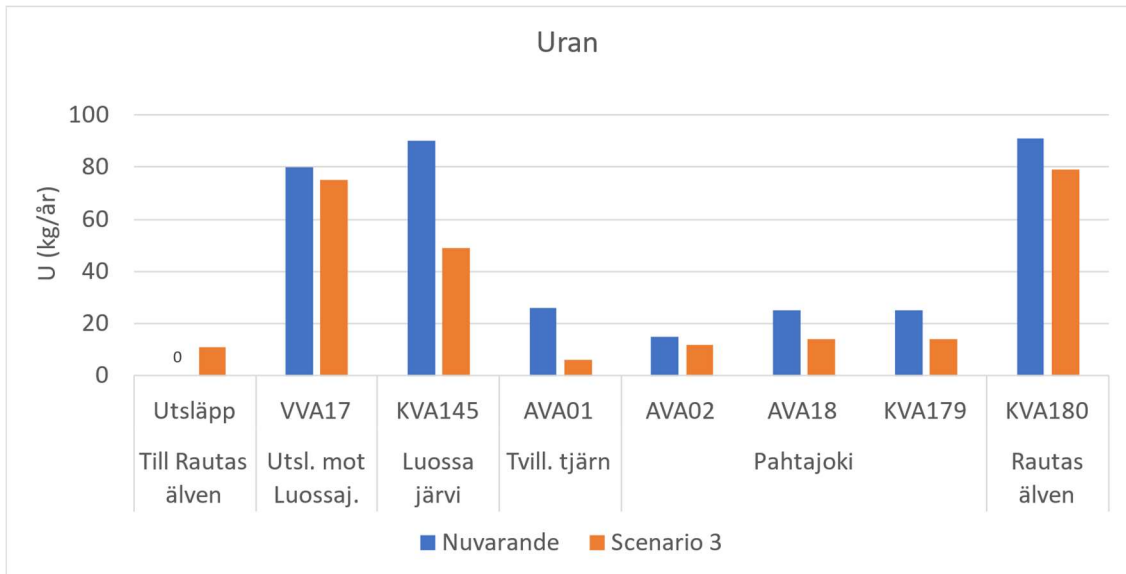


Kuva 30. Päästömäärät Rautasjokeen ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä koboltin osalta purkuskenaariossa 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.

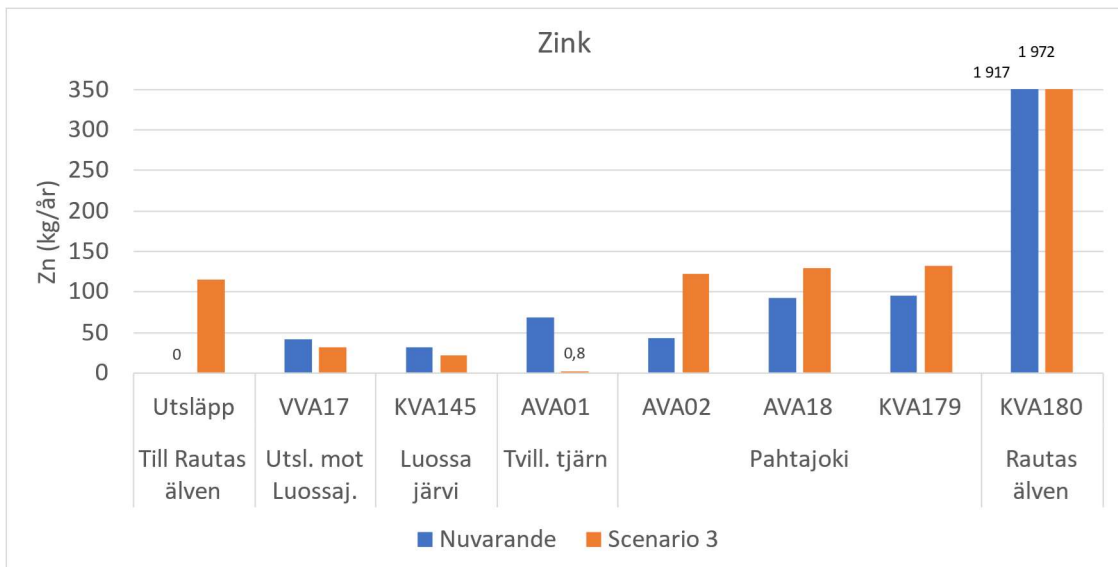


Kuva 31. Päästömäärät Rautasjokeen ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä kuparin osalta purkuskenaariossa 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.

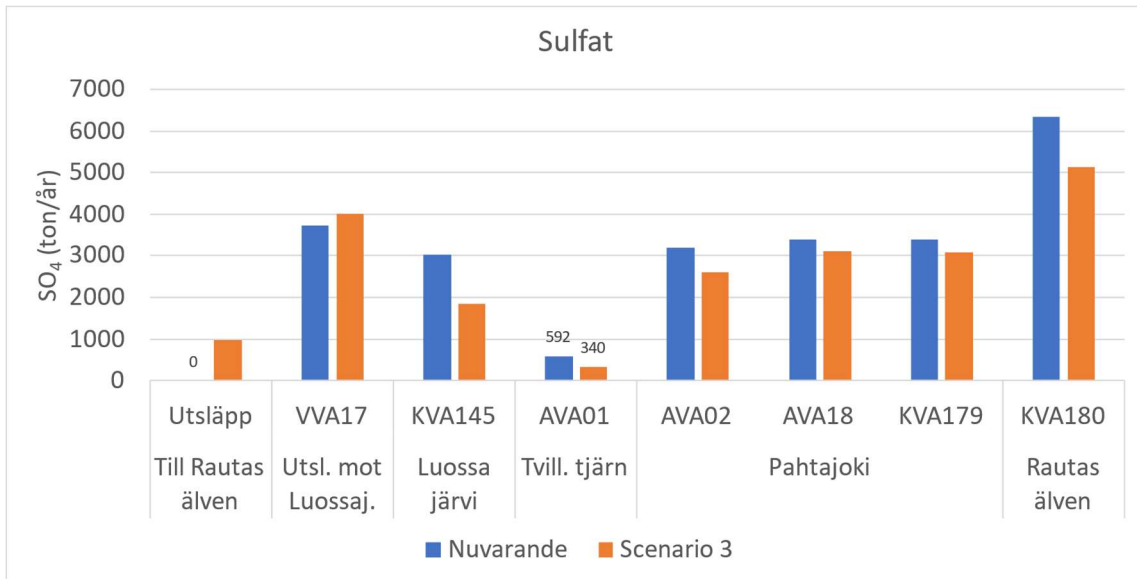




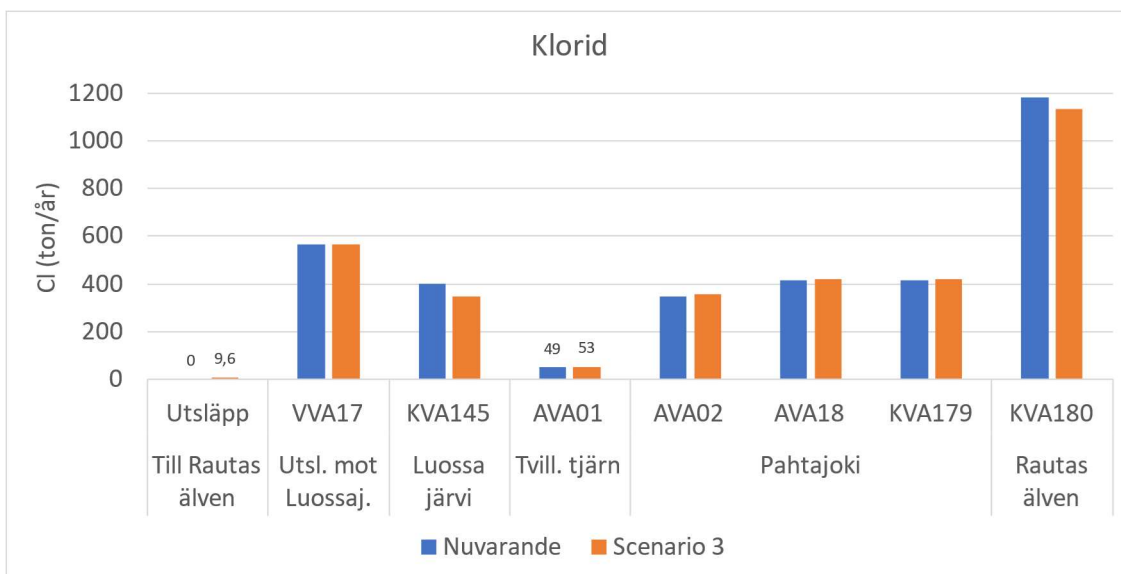
Kuva 32. Päästömäärät Rautasjokeen ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä kobolttin osalta purkuskenaariossa 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.



Kuva 33. Päästömäärät Rautasjokeen ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä sinkin osalta purkuskenaariossa 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.



Kuva 34. Päästömäärät Rautasjokeen ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä sulfaatin osalta purkuskenaariossa 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.



Kuva 35. Päästömäärät Rautasjokeen ja massakuljetukset kohteena olevissa purkuvesistöissä kloridin osalta purkuskenaariossa 2 (puhdistettu vesi) normaalivuonna. Vertailua varten esitetään myös nykyiset massakuljetukset.

## 6.4 Vaikutus purkuvesistöjen vedenlaatuun

Tässä osiossa raportoidaan lasketut tulevat pitoisuudet purkuvesistöissä haetun toiminnan eri päästöskenaarioissa kun puhdistamatonta tai puhdistettua vettä valutetaan joko Luossajärven purkukanavaan (skenaariot 1 ja 2) tai puhdistettua vettä jaetusti Luossajärven purkukanavaan Leväjokeen (skenaario 3). Pitoisuudet raportoidaan taulukkomuodossa vuosikeskiarvoina, normaalin vuoden korkeimpina kuukausikeskiarvoina ja kuukausittaisena enimmäiskeskisarvona (vastaa korkeinta kuukausikeskiarvoa, joka voi esiintyä purkuvesistöissä, tyypillisen vuoden virtaamista riippumatta). Vertailun vuoksi raportoidaan Norjan merenkulku- ja vesiviraston

määräyksen HVMFS 2019:25 mukaiset arviointiperusteet ja raja-arvot (sinkin ja uraanin paikkakohtaiset arviointiperusteet, katso taulukko 3), sekä mallinnetut vuosikeskiarvot (DHI, 2021) nykyisistä pitoisuuksista (ei siis jaksossa 2.5 ilmoitettuja ajanjaksojen keskiarvoja).

Kohdassa 6.4.3 esitetään myös luvut nykyisistä pitoisuuksista ja erilaisissa päästöskenaarioissa normaalin vuoden aikana (Ca ja DOC eivät näy).

Kuparin ja sinkin biologisesti hyödynnettävät pitoisuudet on laskettu Bio-met-työkalulla (versio 5.1), jos liuenut pitoisuus ylittää arviointiperusteen vuosiarvot. Biologisesti hyödynnettävien pitoisuuksien laskelmat on tehty käyttämällä nykyhetken pH:n keskiarvoja (mitattua, katso kohta 3.2.5, pH:ta ei ole mallinnettu ja nykyhetken pH-arvoon ei ole arvioitu kohdistuvan merkittävää vaikutusta) sekä Ca- ja DOC-pitoisuuksien mallinnettuja vuosikeskiarvoja.

#### 6.4.1 Skenaariot 1 ja 2 – valutus Luossajärven purkukanavaan

##### Skenaario 1 – puhdistamattoman veden valutus

Taulukko 39 ja Taulukko 41 luettelevat laskennalliset (mallinnetut) pitoisuudet, joita esiintyy purkuvesistöissä haetun toiminnan puhdistamattoman ylijäämäveden päästöjen tapahtuessa Luossajärven purkukanavaan (skenaario 1).

Luossajärvässä (KVA145) ja Tvillingtjärn-järvässä (AVA01) pitoisuudet ovat riippumattomia skenaarioista, koska ne sijaitsevat purkukohdan yläpuolella. Koska sulfaatti- ja kloridipitoisuus ei pienene puhdistuksen aikana, myös näiden aineiden lasketut pitoisuudet ovat samat molemmissa skenaarioissa 1 ja 2 kaikilla asemilla.

Puhdistamattoman veden päästössä Pahtajoen koboltin, kuparin ja sinkin pitoisuudet nousisivat enemmän kuin skenaariossa 2 (puhdistetun veden valutus). Kuparipitoisuuden tila olisi edelleen hyvä koko Pahtajoessa ja myös muissa purkuvesistöissä. Koboltin PNEC-arvon arvioidaan alittuvan vuosikeskiarvona kaikissa purkuvesistöissä, mutta Pahtajoessa se ylittyisi joinakin kuukausina. Pahtajoen sinkkipitoisuus nousisi kohtalaista tilaa vastaaville tasoille, kun taas muiden purkuvesistöjen tila säilyisi hyvänä. Pahtajoen uraanipitoisuuden asemalla AVA02 arvioidaan vähenevän hieman nykytasosta. Myös pitoisuus Tvillingtjärnarna-järvistä (AVA18 ja KVA179) alavirtaan kaivoksen nykyisten Tvillingtjärnarna-järviin valutuksen päättymisen seurauksena.

Rautasjoen (KVA180) koboltin, kuparin ja sinkin pitoisuudet nousivat hieman, mutta uraanitasoon ei haetulla toiminnalla olisi vaikutusta. Skenaariossa 1 Rautasjoen tila pysyisi siis edelleen hyvänä kuparin, uraanin ja sinkin osalta, ja koboltin PNEC-arvo alittuisi.

##### Skenaario 2 – puhdistetun veden valutus

Taulukko 40 ja Taulukko 41 luettelevat laskennalliset (mallinnetut) pitoisuudet, joita esiintyy purkuvesistöissä haetun toiminnan puhdistetun ylijäämäveden päästöjen tapahtuessa Luossajärven purkukanavaan (skenaario 2).

Yhteenvetona voidaan todeta laskelmien osoittavan, että skenaario 2 johtaa hyvää tilaa vastaaviin kupari- ja sinkkipitoisuuksiin sekä kobolttipitoisuuksiin, jotka alittavat PNEC-arvon kaikilla purkuvesistöjen asemilla.

Uraanipitoisuuden arvioidaan hieman kasvavan Luossajärvässä, kun taas se pienenee Tvillingtjärn-järvässä ja Pahtajoessa. Uraanipitoisuuksien arvioidaan edelleen olevan kohtalaista tilaa vastaavilla tasoilla Luossajärvässä, Tvillingtjärnen-järvässä ja Pahtajoessa. Rautasjoessa toiminnalla ei ole vaikutusta uraanipitoisuuteen, ja tila jää edelleen hyväksi. Seuraavassa kommentoidaan tuloksia perusteellisemmin.

Luossajärvässä (KVA145) koboltin ja kuparin pitoisuudet laskevat nykyiseen verrattuna Viscaria-alueen aiheuttaman kuormituksen päättymisen seurauksena. Sitä vastoin arvioidaan uraanin, sinkin, sulfaattikloridin ja kalsiumin pitoisuuksien nousevan, mikä johtuu siitä, että virtaus järven läpi vähenee Viscarian alueelta tulevan sisäänvirtauksen vähenemisen

seurauksena. Tämä puolestaan johtaa LKAB:n alueelta tulevan veden vähäisempään laimentumiseen.

Tvillingtjärn-järvessä (AVA01) metallipitoisuudet laskevat, kun taas sulfaatti-, kloridi- kalsiumpitoisuudet kasvavat nykytilanteeseen verrattuna. Tämä johtuu siitä, että nykyinen metallien aiheuttama kuormitus päättyy. Vuoto Luossajärvestä Tvillingtjärn-järviin kohonneilla sulfaatti-, kloridi- ja kalsiumpitoisuuksilla jatkuu edelleen, mutta pienentynyt virtaama Tvillingtjärn-järvien läpi vähentää laimentumista.

Koko Pahtajoessa kobolttin, kuparin ja sinkin pitoisuuksien arvioidaan kasvavan nykyisiin verrattuna. Sitä vastoin uraanipitoisuus pienenee erityisesti Tvillingtjärnarna-järvistä (AVA18 ja KVA179) alavirtaan, kun kaivoksen nykyiset päästöt loppuvat. Sulfaattipitoisuuden odotetaan nousevan hieman AVA02:ssa, kun taas AVA18:ssa ja KVA179:ssä se pysyy suunnilleen nykyisellä tasolla. Kloridipitoisuus pienenee hieman, kun taas kalsiumpitoisuuden arvioidaan lisääntyvän merkittävästi koko Pahtajoessa nykyiseen verrattuna.

Rautasjoen (KVA180) ei arvioida joutuvan millään merkittäväällä tavalla vaikutuksen alussa, joskin vähäisessä määrin kobolttin, sulfaatin ja kalsiumin pitoisuuksien arvioidaan lisääntyvän nykyiseen verrattuna.

*Taulukko 39. Mallinnetut vuotuiset keskimääräiset tasot ja korkein kuukausikeskiarvo normaalivuoden aikana sekä kuukausittainen enimmäiseskiarvo (riippumatta tyyppivuodesta) laskettuina valituista metalleista vaikutuksen alaisissa purkuviesistöissä käytettäessä Luossajärven purkukanavaan laskettua puhdistamatonta prosessivettä (päästöskenaario 1). Vertailun vuoksi esitetään myös nykytilanteen mukaiset mallinnetut tasot. Arvot koskevat liuenutta pitoisuutta 0,45 µm:n suodattimella suodatuksen jälkeen. Tapauksissa, joissa kuparin ja sinkin liuenneet pitoisuudet ylittävät arviointiperusteen arvot, lasketut biologisesti hyödynnettävät pitoisuudet ilmoitetaan suluissa. SFÄ:tä muodostavien metallien tasot on luokiteltu HVMFS 2019:25:n mukaan (vihreä = hyvä tila, keltainen = kohtalainen tila). Kobolttin vertailu tapahtuu PNEC-arvoon (ECHA, 2022).*

Aine	Co µg/l				Cu µg/l				U µg/l				Zn µg/l			
Arv.perust a µg/l	PNEC-arvo: 1,06				Vuosi: 0,5 biol.hyöd. Max: -				Vuosi: 0,30 <sup>1</sup> /0,41 <sup>2</sup> Max: 8,6				Vuosi: 6,6 biol.hyöd. <sup>1,2</sup> Max: -			
Näytteen otko a	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - normaalivuoden korkein vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - Kuukauden enimm.keskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - normaalivuoden korkein vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - Kuukauden enimm.keskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - normaalivuoden korkein vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - Kuukauden enimm.keskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - normaalivuoden korkein vuosikeskiarvo	Skenaario 1 - Kuukauden enimm.keskiarvo
<b>Luossajärvi</b>																
KVA145 Luusua	0,08	0,06	0,06	0,07	2,4 (0,11)	2,0 (0,10)	2,0	2,1	15	18	20	22	5,5 (1,8)	5,7 (2,0)	6,6	7,7
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>																
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	0,32	0,00	0,00	0,00	0,6 (0,04)	0,5 (0,03)	0,7	1,0	11	7,4	11	14	35 (14)	0,9 (0,3)	1,6	2,2
<b>Pahtajoki</b>																
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	0,04	1,13	2,22	2,69	0,8 (0,04)	2,8 (0,20)	3,7	4,9	0,8	0,8	2,3	2,8	2,3 (1,0)	19 (8,1)	35	54
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	0,05	0,99	2,02	2,47	0,7 (0,04)	2,5 (0,17)	3,5	4,6	1,3	0,8	2,0	2,5	6,0 (2,6)	16 (2,5)	32	49
KVA179 Ulosvirtaus	0,05	0,98	2,02	2,44	0,7 (0,04)	2,5 (0,16)	3,5	4,6	1,3	0,8	2,0	2,4	6,0 (2,6)	16 (2,5)	32	49

Rautasjoke en.																	
<b>Rautasjoki</b>																	
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	0,02	0,07	0,20	0,37	0,7 (0,06)	0,8 (0,09)	0,9	1,2	0,2	0,2	0,3	0,4	4,1 (3,3)	4,6 (3,3)	7,7	13	

1. Luossajärven ja Pahtajoen paikkakohtainen arviointiperuste.
2. Rautasjoen paikkakohtainen arviointiperuste.

Taulukko 40. Mallinnetut vuotuiset keskimääräiset tasot ja korkein kuukausikeskiarvo normaalivuoden aikana sekä kuukausittainen enimmäiseskiarvo (riippumatta tyyppivuodesta) laskettuina valituista metalleista vaikutuksen alaisissa purkuesistöissä käytettäessä Luossajärven purkukanavaan laskettua puhdistettua prosessivettä (päästöskenaario 2). Vertailun vuoksi esitetään myös nykytilanteen mukaiset mallinnetut tasot. Arvot koskevat liennuttua pitoisuutta 0,45 µm:n suodattimella suodatuksen jälkeen. Tapauksissa, joissa kuparin ja sinkin liuenneet pitoisuudet ylittävät arviointiperusteet, lasketut biologisesti hyödynnettävät pitoisuudet ilmoitetaan sulkeissa. SFÄ:tä muodostavien metallien tasot on luokiteltu HVMFS 2019:25:n mukaan (vihreä = hyvä tila, keltainen = kohtalainen tila). Kobotin vertailu tapahtuu PNEC-arvoon (ECHA, 2022).

Aine	Co µg/l				Cu µg/l				U µg/l				Zn µg/l			
Arv.perusta µg/l	PNEC-arvo: 1,06				Vuosi: 0,5 biol.hyöd. Max: -				Vuosi: 0,30 <sup>1</sup> /0,41 <sup>2</sup> Max: 8,6				Vuosi: 6,6 biol.hyöd. <sup>1,2</sup> Max: -			
Näytteen otko kohta	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 2 - vuosikeskiarvo	Skenaario 2 - normaalivuoden korkein	Skenaario 2 - Kuukauden enimm.keskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 2 - vuosikeskiarvo	Skenaario 2 - normaalivuoden korkein	Skenaario 2 - Kuukauden enimm.keskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 2 - vuosikeskiarvo	Skenaario 2 - normaalivuoden korkein	Skenaario 2 - Kuukauden enimm.keskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 2 - vuosikeskiarvo	Skenaario 2 - normaalivuoden korkein	Skenaario 2 - Kuukauden enimm.keskiarvo
<b>Luossajärvi</b>																
KVA145 Luusua	0,08	0,06	0,06	0,07	2,4 (0,11)	2,0 (0,10)	2,0	2,1	15	18	20	22	5,5 (1,8)	5,7 (2,0)	6,6	7,7
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>																
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	0,32	0,00	0,00	0,00	0,6 (0,04)	0,5 (0,03)	0,7	1,0	11	7,4	11	14	35 (14)	0,9 (0,3)	2,2	1,6
<b>Pahtajoki</b>																
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	0,04	0,28	0,43	0,63	0,8 (0,04)	1,1 (0,08)	1,7	2,0	0,8	0,6	1,7	2,6	2,3 (1,0)	4,6 (0,8)	11	16
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	0,05	0,24	0,37	0,58	0,7 (0,04)	1,0 (0,07)	1,5	1,8	1,3	0,6	1,6	2,1	6,0 (2,6)	4,0 (1,8)	10	13
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjoke en.	0,05	0,24	0,36	0,57	0,7 (0,04)	1,0 (0,06)	1,5	1,7	1,3	0,6	1,5	2,0	6,0 (2,6)	4,0 (1,7)	9	13
<b>Rautasjoki</b>																
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	0,02	0,03	0,12	0,19	0,7 (0,06)	0,7 (0,08)	0,9	1,0	0,2	0,2	0,3	0,3	4,1 (3,3)	4,1 (3,0)	7,1	9,1

1. Luossajärven ja Pahtajoen paikkakohtainen arviointiperuste uraanin osalta.
2. Rautasjoen paikkakohtainen arviointiperuste uraanin osalta.

Taulukko 41. Sulfaatin, kloridin, kalsiumin ja liunneen orgaanisen hiilen (DOC) mallinnetut vuotuiset keskimääräiset tasot ja korkein kuukausikeskiarvo normaalivuoden aikana sekä kuukausittainen enimmäiskeskisarvo (tyyppivuodesta riippumatta) laskettuina valituista metalleista haetun toiminnan alaisissa purkuvesistöissä laskettaessa puhdistamatonta tai puhdistettua prosessivettä Luossajärven purkukanavaan (päästöskenaariot 1 ja 2). Koska suunnitellun vedenpuhdistuksen ei arvioida vähentävän näiden aineiden pitoisuuksia ulos purkautuvassa vedessä, pitoisuudet molemmissa skenaarioissa ovat samat. Vertailun vuoksi esitetään myös nykytilanteen mukaiset mallinnetut tasot.

Aine	SO <sub>4</sub> mg/l				Cl mg/l				Ca mg/l				DOC mg/l			
	Puuttuu				Puuttuu				Puuttuu				Puuttuu			
Arv.perusta mg/l																
Näytteen ottokohta	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaariot 1 ja 2 - vuosikeskiarvo	Skenaariot 1 ja 2 - normaalivuoden korkein	Skenaariot 1 ja 2 - Kuukauden enimm.keskisarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaariot 1 ja 2 - vuosikeskiarvo	Skenaariot 1 ja 2 - normaalivuoden korkein	Skenaariot 1 ja 2 - Kuukauden enimm.keskisarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaariot 1 ja 2 - vuosikeskiarvo	Skenaariot 1 ja 2 - normaalivuoden korkein	Skenaariot 1 ja 2 - Kuukauden enimm.keskisarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaariot 1 ja 2 - vuosikeskiarvo	Skenaariot 1 ja 2 - normaalivuoden korkein	Skenaariot 1 ja 2 - Kuukauden enimm.keskisarvo
	<b>Luossajärvi</b>															
KVA145 Luusua	514	632	657	708	68	88	92	100	185	220	230	240	4,8	4,6	4,8	5,2
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>																
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	257	378	588	647	23	53	82	91	104	129	200	222	1,8	4,3	4,6	4,7
<b>Pahtajoki</b>																
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	109	164	301	348	15	11	36	45	30	115	189	236	4,2	3,0	4,1	4,3
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	143	163	264	306	17	13	32	40	36	103	163	207	4,0	3,2	4,2	4,6
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjoke en.	140	160	256	297	16	12	31	39	35	102	160	206	4,0	3,2	4,3	4,7
<b>Rautasjoki</b>																
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	7,5	11	20	35	1,5	1,5	2,4	2,5	5,5	10	32	61	3,1	1,8	2,2	3,0

#### 6.4.2 Skenaario 3 – jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen

Taulukko 42 ja Taulukko 43 luettelevat laskennalliset (mallinnetut) pitoisuudet, joita esiintyy purkuvesistöissä haetun toiminnan puhdistetun ylijäämäveden päästöjen tapahtuessa jaetusti Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen (skenaario 3).

Yhteenvedon voidaan todeta laskelmien osoittavan, että skenaario 3 johtaa hyvää tilaa vastaaviin kupari- ja sinkkipitoisuuksiin sekä kobolttipitoisuuksiin, jotka alittavat PNEC-arvon kaikilla purkuvesistöjen asemilla. Uraanipitoisuuden arvioidaan edelleen olevan kohtalaista tilaa vastaavilla tasoilla Luossajärvessä, Tvillingtjärnarna-järvissä ja Pahtajoessa. Rautasjoessa toiminnalla ei kuitenkaan ole vaikutusta uraanipitoisuuteen, ja tila jää edelleen hyväksi. Seuraavassa kommentoidaan tuloksia perusteellisemmin.



Skenaarion 3 mukaisessa veden jaetussa johtamisessa Pahtajoen metalli-, sulfaatti-, kloridi- ja kalsiumpitoisuuksien arvioidaan pienenevän tai pysyvän suunnilleen samalla tasolla kuin nykyisin.

Tämä skenaario tuo toisaalta suuremman virtaaman Luossajärveen (KVA145) ja vaikuttaa järven pitoisuuksiin. Uraanin, sulfaatin, kloridin ja DOC:n vuosittaiset keskimääräiset pitoisuudet tulevat pienenevään. Uraanin tilan arvioidaan edelleen olevan kohtalainen, mutta paranemista tapahtuu. Sitä vastoin koboltin, kuparin ja sinkin vuosittaisten keskimääräisten pitoisuuksien arvioidaan suurenevan. Kaikkien kolmen aineen tila vastaa kuitenkin edelleenkin hyvää. Myös kalsiumin pitoisuudet tulevat kohoamaan.

Tvillingtjärn-järvi (AVA01) on riippumaton eri päästöskenaarioista, mikä tarkoittaa, että tulokset ovat samat kaikille aineille kaikissa kolmessa skenaariossa. Näille asemille laskettuja skenaarioita kommentoidaan vain skenaarion 2 osalta.

Rautasjokeen (KVA180) ei arvioida kohdistuvan mitään merkittävää vaikutusta, joskin koboltin, sulfaatin ja kalsiumin pitoisuuksien arvioidaan lisääntyvän vähäisessä määrin nykyiseen verrattuna, lisäksi voidaan odottaa sinkkipitoisuuksien pienenemistä.

Taulukko 42. Mallinnetut vuotuiset keskimääräiset tasot ja korkein kuukausikeskiarvo normaalivuoden aikana sekä kuukausittainen enimmäiseskiarvo (riippumatta tyypivuodesta) joidenkin metallien osalta haetun toiminnan vaikutuksen alaisissa purkuvesistöissä käytettäessä puhdistetun prosessiveden jaettua laskua Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen (valutuskenaario 3). Vertailun vuoksi esitetään myös nykytilanteen mukaiset mallinnetut tasot. Arvot koskevat liuennutta pitoisuutta 0,45 µm:n suodattimella suodatuksen jälkeen. Tapauksissa, joissa kuparin ja sinkin liuenneet pitoisuudet ylittävät arviointiperusteen arvot, lasketut biologisesti hyödynnettävät pitoisuudet ilmoitetaan suluisa. SFÄ:tä muodostavien metallien tasot on luokiteltu HVMFS 2019:25:n mukaan (vihreä = hyvä tila, keltainen = kohtalainen tila). Kobolttin vertailu tapahtuu PNEC-arvoon (ECHA, 2022).

Aine	Co µg/l				Cu µg/l				U µg/l				Zn µg/l			
	PNEC-arvo: 1,06				Vuosi: 0,5 biol.hyöd. Max: -				Vuosi: 0,30 <sup>1</sup> /0,41 <sup>2</sup> Max: 8,6				Vuosi: 6,6 biol.hyöd. <sup>1,2</sup> Max: -			
Näytteen ottokohta	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - normaalivuoden korkein vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - Kuukauden enimm.keskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - normaalivuoden korkein vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - Kuukauden enimm.keskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - normaalivuoden korkein vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - Kuukauden enimm.keskiarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - normaalivuoden korkein vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - Kuukauden enimm.keskiarvo
<b>Luossajärvi</b>																
KVA145 Luusua	0,08	0,19	0,21	0,22	2,4 (0,11)	2,7 (0,17)	2,7	2,8	14	12	12	12	5,5 (1,8)	8,3 (3,2)	9,0	9,3
<b>Tvillingtjärn-järvien järjestelmä</b>																
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	0,32	0,001	0,01	0,01	0,6 (0,04)	0,7 (0,05)	1,0	1,4	11	4,9	7,4	8,4	35 (14)	1,2 (0,5)	2,4	2,9
<b>Pahtajoki</b>																
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	0,04	0,14	0,23	0,38	0,8 (0,04)	0,9 (0,06)	1,5	1,6	0,8	0,6	1,5	2,0	2,3 (1,0)	5,4 (1,8)	10	13
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	0,05	0,11	0,18	0,29	0,7 (0,04)	0,9 (0,05)	1,4	1,4	1,3	0,7	1,3	1,7	6,0 (2,6)	3,9 (1,5)	8,5	10
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen.	0,05	0,11	0,18	0,29	0,7 (0,04)	0,9 (0,06)	1,4	1,4	1,3	0,6	1,3	1,7	6,0 (2,6)	3,9 (1,1)	8,3	10
<b>Rautasjoki</b>																
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	0,02	0,02	0,03	0,03	0,7 (0,06)	0,7 (0,06)	0,9	0,9	0,2	0,2	0,3	0,3	4,1 (3,3)	4,0 (3,3)	7,4	8,9

1. Luossajärven ja Pahtajoen paikkakohtainen arviointiperuste.

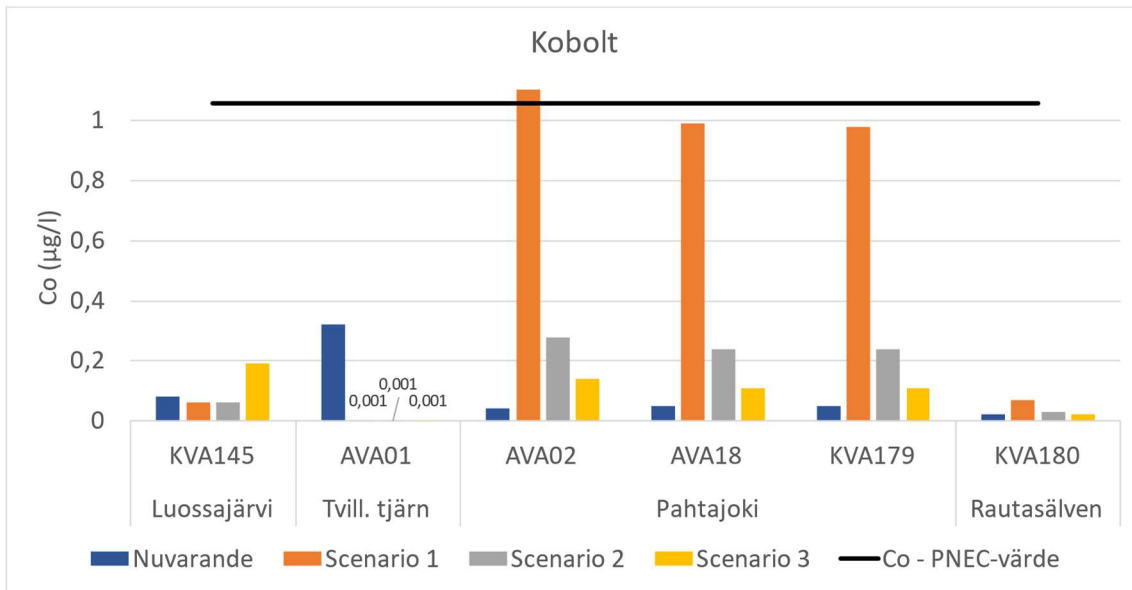
2. Rautasjoen paikkakohtainen arviointiperuste.

*Taulukko 43. Mallinnetut vuotuiset keskimääräiset pitoisuudet ja korkein kuukausikeskiarvo normaalivuoden aikana sekä kuukausittainen enimmäiskeskisarvo (riippumatta tyyppivuodesta) sulfaatin, kloridin, kalsiumin ja liuennan orgaanisen hiilen (DOC) osalta haetussa toiminnassa laskettaessa puhdistettua prosessivettä jaetusti Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen (päästöskenaario 3). Suunnitellun vedenpuhdistuksen ei arvioida vähentävän näiden aineiden pitoisuuksia ulos purkautuvassa vedessä. Vertailun vuoksi esitetään myös nykytilanteen mukaiset mallinnetut tasot.*

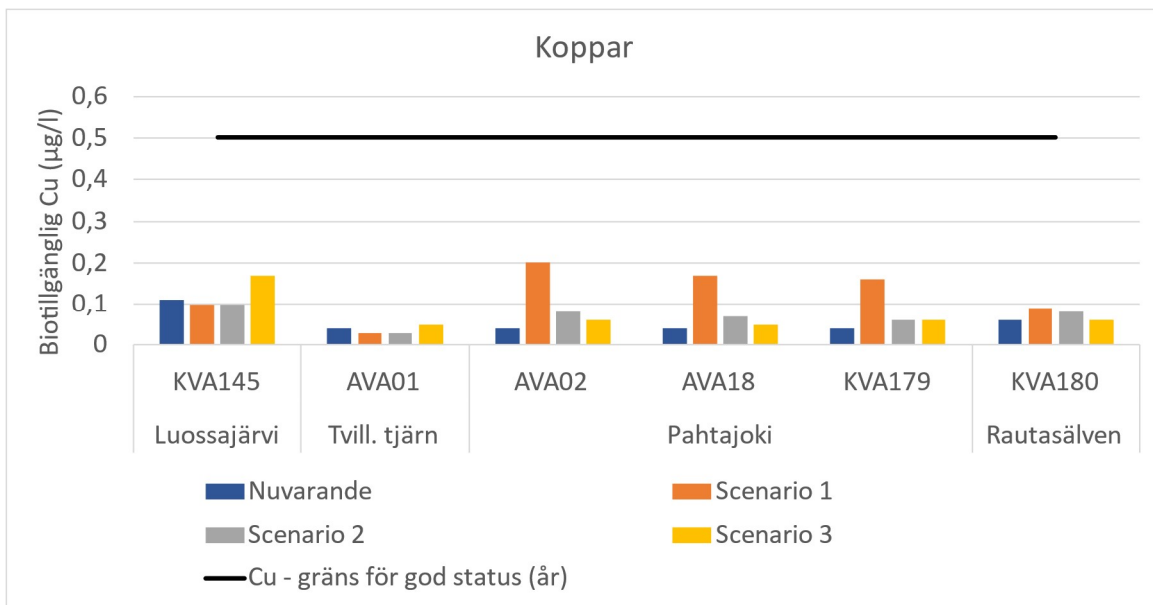
Aine	SO <sub>4</sub> mg/l				Cl mg/l				Ca mg/l				DOC mg/l			
Arv.perusta mg/l	Puuttuu				Puuttuu				Puuttuu				Puuttuu			
Näytteen otto kohta	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - normaalivuoden korkein	Skenaario 3 - Kuukauden enimm.keskisarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - normaalivuoden korkein	Skenaario 3 - Kuukauden enimm.keskisarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - normaalivuoden korkein	Skenaario 3 - Kuukauden enimm.keskisarvo	Nykyinen vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - vuosikeskiarvo	Skenaario 3 - normaalivuoden korkein	Skenaario 3 - Kuukauden enimm.keskisarvo
<b>Luossajärvi</b>																
KVA145 Luusua	514	463	465	480	68	56	58	59	185	297	338	363	4,8	3,6	4,0	4,5
<b>Tvillingjärven järjestelmä</b>																
AVA01 Alavirt. P Tvillingtj.	257	276	414	441	23	33	50	53	104	174	297	334	1,8	3,7	4,3	4,5
<b>Pahtajoki</b>																
AVA02 Alavirt. Luossajärvi	109	156	216	269	15	16	24	31	30	74	135	180	4,2	3,6	4,2	4,7
AVA18 4 km alav. Tvillingtj.	143	160	196	268	17	23	30	25	36	70	113	148	4,0	3,7	4,5	4,9
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjoke en.	140	156	195	268	17	23	30	25	35	69	110	145	4,0	3,7	4,5	4,9
<b>Rautasjoki</b>																
KVA180 1 km alav. Pahtaj.	7,5	7,6	12	16	1,5	1,5	2,4	2,7	5,5	6,2	9,3	14	3,1	1,8	2,2	3,0

### 6.4.3 Yhteenveto pitoisuuksista tällä hetkellä ja erilaisissa päästöskenaarioissa

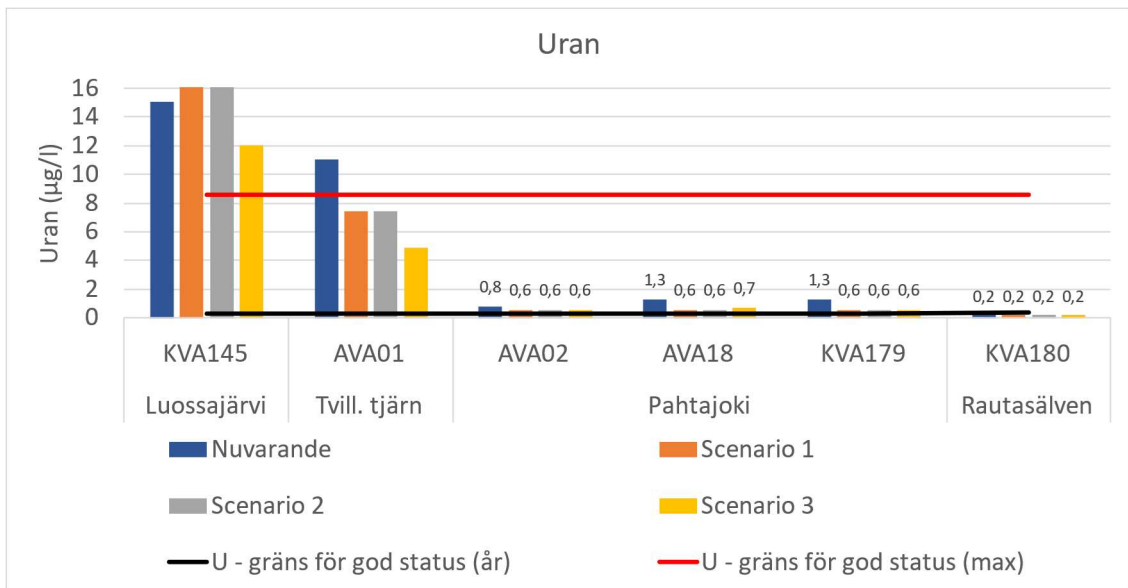
Paremmen yleiskuvan saamiseksi kohtien 6.4.1 ja 6.4.2 taulukoiden raportoiduista arvoista eri skenaarioiden laskennalliset pitoisuudet on ilmoitettu alla olevissa kuvioissa 36–41 (kalsiumia ja DOC:tä ei näytetä). Kuvat esittävät vain normaalivuoden arvot. Kobolttin ja uraanin pitoisuudet esitetään liuennana pitoisuuksina, kun taas kupari ja sinkki esitetään biologisesti hyödynnettävinä pitoisuuksina. Vertailun vuoksi esitetään myös PNEC-arvo (koboltti) ja HVMFS 2019:25:n mukaisten arviointiperusteiden arvot.



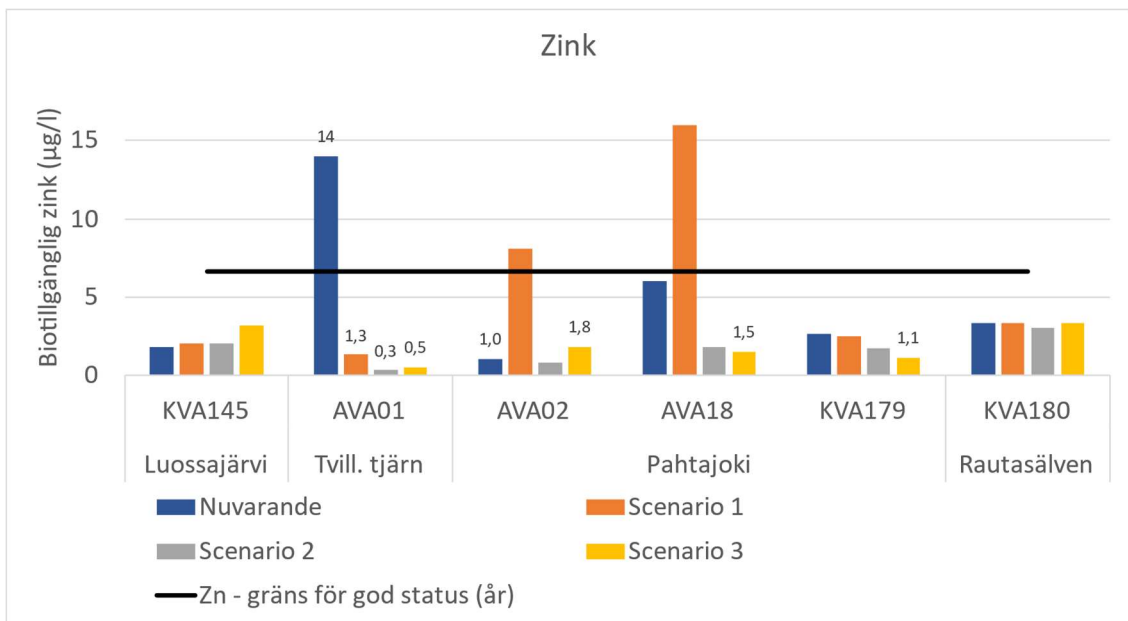
Kuva 36. Koboltin pitoisuudet vaikutuksen kohteina olevissa purkuvesistöissä nykyisin ja erilaisissa päästöskenaarioissa 1 ja 2 (puhdistamaton ja puhdistettu prosessivesi Luossajärven purkukanavaan) ja 3 (puhdistettu prosessivesi jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen) normaalivuoden aikana. Vertailun vuoksi esitetään myös koboltin PNEC-arvo.



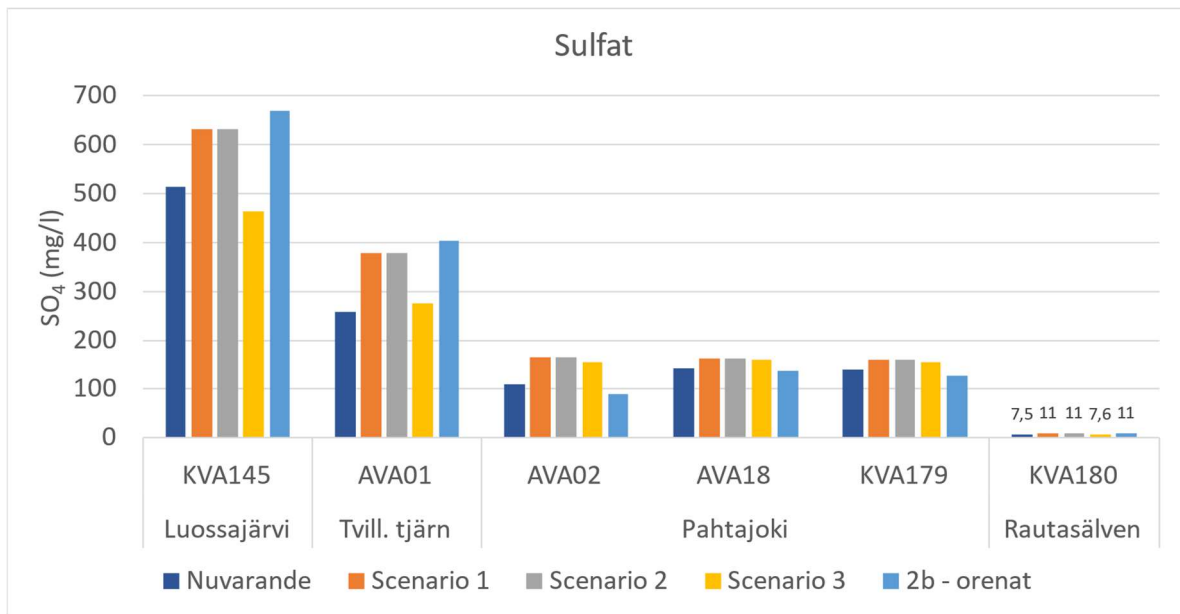
Kuva 37. Biologisesti hyödynnettävän kuparin pitoisuudet vaikutuksen kohteina olevissa purkuvesistöissä nykyisin ja erilaisissa päästöskenaarioissa 1 ja 2 (puhdistamaton ja puhdistettu prosessivesi Luossajärven purkukanavaan) ja 3 (puhdistettu prosessivesi jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen) normaalivuoden aikana. Vertailun vuoksi esitetään myös kuparin arviointiperusteet.



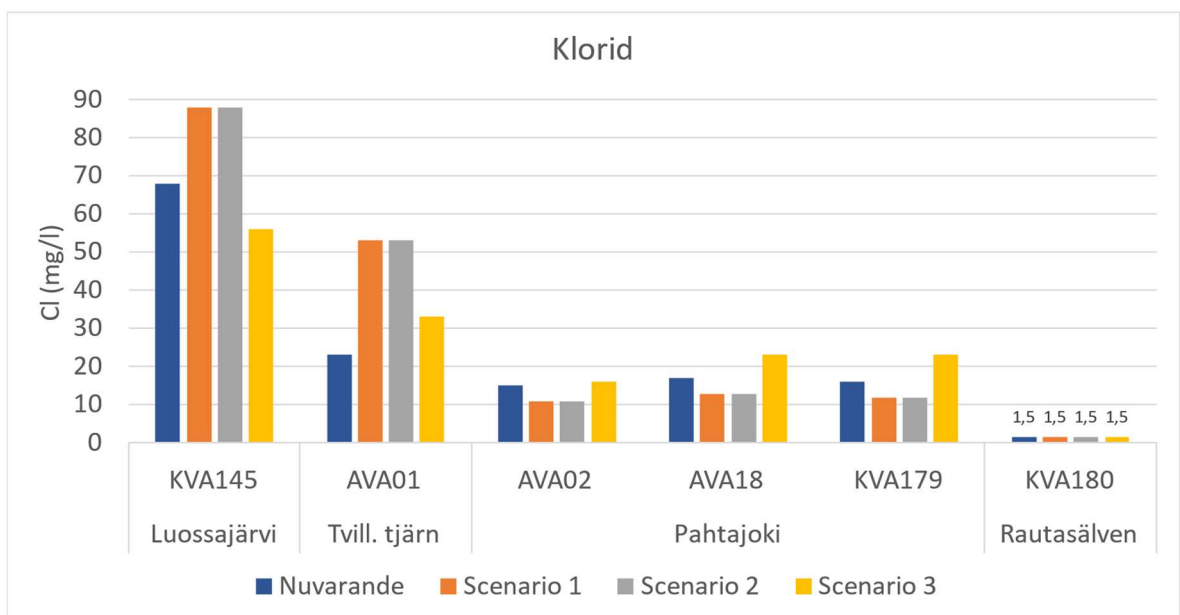
Kuva 38. Uraanipitoisuudet vaikutuksen kohteina olevissa purkuvesistöissä nykyisin ja erilaisissa päästöskenaarioissa 1 ja 2 (puhdistamaton ja puhdistettu prosessivesi Luossajärven purkukanavaan) ja 3 (puhdistettu prosessivesi jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen) normaalivuoden aikana. Vertailun vuoksi esitetään myös uraanin arviointiperusteet (vuosi- ja enimmäisarvo).



Kuva 39. Biologisesti hyödynnettävän sinkin pitoisuudet vaikutuksen kohteina olevissa purkuvesistöissä nykyisin ja erilaisissa päästöskenaarioissa 1 ja 2 (puhdistamaton ja puhdistettu prosessivesi Luossajärven purkukanavaan) ja 3 (puhdistettu prosessivesi jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen) normaalivuoden aikana. Vertailun vuoksi esitetään myös sinkin arviointiperusteet.



Kuva 40. Sulfaatin pitoisuudet vaikutuksen kohteina olevissa purkuvesistöissä nykyisin ja erilaisissa päästöskenaarioissa 1 ja 2 (puhdistamaton ja puhdistettu prosessivesi Luossajärven purkukanavaan) ja 3 (puhdistettu prosessivesi jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen) normaalivuoden aikana.



Kuva 41. Kloridipitoisuudet vaikutuksen kohteina olevissa purkuvesistöissä nykyisin ja erilaisissa päästöskenaarioissa 1 ja 2 (puhdistamaton ja puhdistettu prosessivesi Luossajärven purkukanavaan) ja 3 (puhdistettu prosessivesi jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen) normaalivuoden aikana.

## 6.5 Nitraatin vaikutus sekä mahdollisen typenpoiston vaikutukset

Nitraattipitoisuuksien odotetaan kasvavan käynnissä olevan toiminnan aikana sen vuoksi, että työssä käytetään todennäköisesti ammoniumnitraattipohjaista (ANFO) räjähdysainetta. Räjähdysaineen määrä vaihtelee riippuen siitä, tapahtuuko louhinta avolouhoksessa, maanalaisessa kaivoksessa tai kummankin yhdistelmässä. Avolouhoksen louhinnassa oletetaan, että 5 % räjähdysaineesta ei räjähdä. Vastaava arvo maanalaisen kaivoksen louhinnassa arvioidaan olevan 7,5 %. Koska louhintasuunnitelmaa ei ole päätetty, oletetaan, että avolouhosta louhitaan kolmen ensimmäisen vuoden ajan ja että maanalaista kaivosta aletaan louhia vähitellen toisesta vuodesta lähtien. Tämä tarkoittaa, että eniten räjähteitä käytetään vuosina 1 ja 2, minkä jälkeen käyttö vähenee nopeasti, kun vain maanalaista kaivosta louhitaan, minkä oletetaan tapahtuvan vuodesta 4 eteenpäin. Päästötasojen, ilman mahdollista MBBR-typenpoistoa, arvioidaan vuodesta 4 eteenpäin olevan noin 6 mg/l, mikä vastaa Luossajärven nykyisiä tasoja. Purkuvesistöjen pitoisuuksien odotetaan muuten olevan alle raja-arvon 2,2 mg/l paitsi avolouhoksessa tapahtuvan räjäyttämisen aikana, katso Taulukko 44.

MBBR-käsittelyllä päästöjen ei arvioida ylittävän 5 mg/l kolmen ensimmäisen vuoden aikana, minkä jälkeen niiden odotetaan laskevan vähitellen alle 1,5 mg/l. Pahtajoen pitoisuudet laskevat vähintään 80 % ja arviointiperuste sisältyy kaivoksen kaikkiin vaiheisiin. Luossajärven nykyisiä tasoja pienemmät pitoisuudet kerätään vuosien 1-3 aikana, minkä jälkeen arviointiperusteet sisältyvät myös kerättyyn veteen.

*Taulukko 44. Nitraattitasot [mg/l] Pahtajoen alaosan vesi-ilmientymässä ja Rautasjoki skenaariossa 3 MBBR-käsittelyllä ja ilman, kaivoksen tyhjennys-, tuotantovaiheissa ja jälkihoidon aikana. Pitoisuudet on tilaluokiteltu HVMFS 2019:25:n mukaan SFÄ:lle (vihreä = hyvä tila, keltainen = kohtalainen tila).*

Vesi-ilmientymä	Vedenpoisto	Käyttö – 30%	Käyttö – 70%	Käyttö – 100%	Toiminnan päättymisen jälkeen
Pahtajoen alajuoksu – ei MBBR	1,3	9,8	1,9	1,9	<1,9
Pahtajoen alajuoksu – MBBR:n kanssa	0,3	2,0	0,4	0,4	<0,4
Rautasjoki – ei MBBR	0,15	0,21	0,22	0,22	0,18

Koska fosforihappoa lisätään prosessiin, on olemassa riski, että fosfaatin päästöpitoisuudet lisääntyvät. Meneillään on arviointi vaikutuksista sen osalta, että jossain ioninvaihtokäsittelyn hiekkasuodattimessa saostetaan fosfaattia, jolloin voidaan saavuttaa lähtevä pitoisuus noin 0,02–0,07 mg/l ja siten vähintään 90 % konservatiivisesti arvioitu puhdistusaste. Rinnakkaisesti vesi voidaan puhdistaa perinteisellä fosforisaostuksella käyttäen alumiinisulfaattia, jolloin voidaan saavuttaa yli 95 % puhdistusaste. Kaikissa tapauksissa, joissa fosforia puhdistetaan, päästöpitoisuudet ovat selvästi kunnallisille puhdistamoille normaalisti annettavien rajojen (0,2 mg/l) alapuolella.

Typenpoistoprosessi poistaa siten ei-rajoittavan ravinteen ja lisää rajoittavan aineen kasvavia pitoisuuksia. Hyötyä typenpoistosta on siten punnittava aiheutuviin vaikutuksiin purkuvesistöissä. Nykyinen ravinteiden tila (kokonaisfosfori) on Pahtajoessa korkea ja Luossajärven kohtalainen. Taulukko 45 esittää kokonaisfosforin luokituksen olettaen, että kaikki kaivoksen jäteveden fosfori koostuu fosfaatista.

Fosforipitoisuudet Luossajärven nykyisin koholla, mikä johtaa siihen, että tila on edelleen kohtalainen vedenpoiston aikana. Se, miten muu vaikutus, joka ei ole toiminnan hallinnassa, tulee kehittymään kaivosten louhinnan päätyttyä, ei voida arvioida, joten oletuksen käytetään paluuta alkuperäiseen tilaan. Vuosina 1-3, vastaava käyttövaihe – 30%, avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen samanaikaisten räjäytysten aikana pitoisuudet nousevat tilapäisesti. Pelkästään maanalaisessa louhinnassa käyttövaiheiden 70 ja 100 %



aikana vapautuu vähemmän fosforia, koska MBBR-käsittely puhdistaa pieniä määriä nitraattia, mikä lisää puhdistetun veden määrää ja alentaa pitoisuuksia.

*Taulukko 45. Fosforin taso ja luokitus [ $\mu\text{g/l}$ ], Pahtajoen alajuoksun vesi-ilmentymässä ja Luossajärven skenaariossa 3 MBBR-puhdistuksella ja fosforin lisäpuhdistuksella hiekkasuodattimissa ja kemiallisella saostuksella, kaivoksen tyhjennyksen, tuotantovaiheen ja jälkihoidon aikana. Viitearvo 6,1  $\mu\text{g/l}$  Pahtajoessa ja 4,1  $\mu\text{g/l}$  Luossajärven. Pitoisuudet on luokiteltu HVMFS 2019:25:n mukaan (vihreä = hyvä tila, keltainen = kohtalainen tila, oranssi = epätyytyvävä tila).*

Vesi-ilmentymä	Ennen vedenpoistoa ja sen aikana	Käyttö – 30%	Käyttö – 70%	Käyttö – 100%	Toiminnan päättymisen jälkeen
Pahtajoki alajuoksu – hiekkasuodatus	6	18	8	8	<5
Pahtajoki alajuoksu – kemiallinen saostus	6	12	7	7	<5
Luossajärvi – hiekkasuodatus	13	23	9	9	~13
Luossajärvi – kemiallinen saostus	13	14	7	7	~13

## 6.6 Vaikutus purkuvesistöjen virtaamaan

Kohdassa Taulukko 46 esitetään nykyiset ja tulevat ominaisvirrat niillä purkuvesistöjen asemilla, joihin haettu toiminta vaikuttaa. Nykyiset ja tulevat virtaamat esitetään kolmelle eri päästöskenaariolle:

- 1 ja 2: Vaihtoehto Pahtajoki – ylijäämäveden laskeminen Luossajärven purkukanavaan.
- 3: Vaihtoehto Rautasjoki – jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen.

Ylijäämäveden valuttaminen vaikuttaa Pahtajoen virtaamaan Luossajärven purkukanavasta alavirtaan, ts. Pahtajoen alaosan vesi-ilmentymään WA64104032. Haettu toiminta aiheuttaa jonkinlaista pohjaveden alenemista Pahtajoen valuma-alueen yläosassa, mikä tarkoittaa, että virtaamalla on vaikutusta Pahtajoen vertailuasemiin AVA19 ja AVA14. Vaikutusta ei sitä vastoin ole Una Soahkejärven luusuasta alavirtaan sijaitsevan referenssiaseman AVA21 virtaamiin. AVA19 sijaitsee Pahtajoen ylemmän vesi-ilmentymän (WA73598312) alueella, kun taas AVA14 sijaitsee alemman ilmentymän alueella (WA64104032). Koska haettu toiminta merkitsee myös nykyisen kaivosteollisuusalueen toiminnan ja nykyisen kaivoksen päästöjen loppumista, raportoidaan myös Luossajärven toimipisteen (KVA145) ja Norra Tvillingtjärnen-järven AVA01 virtausmuutokset. Nämä asemat eivät sijaitse mainituissa vesistöissä.

Taulukko 46. Purkuasemien ja purkuvesistöjen asemien luonteenomaiset virtaamat. LLQ=alhaisin alavirtaama, MLQ, keskimääräinen alavirtaama, MQ=vuosittainen keskivirtaama, MHQ=keskikorkea virtaama, HHQ=korkein ylävirtaama.

Näytteenotto kohta	Skenaario	Yksikkö: m <sup>3</sup> /s				
		LLQ	MLQ	MQ	MHQ	HHQ
<b>Luossajärvi (WA76574251)</b>						
KVA145	Nykyisin	0	0	0,178	2,09	2,56
Luossajärven luusua	Skenaariot 1 & 2	0	0	0,116	1,15	1,48
	Skenaario 3	0	0	0,164	1,22	1,58
<b>Tvillingtjärn-järjestelmä (muu vesi)</b>						
AVA01	Nykyisin	0,010	0,015	0,078	0,400	0,819
Alavirt. P Tvillingtj.	Skenaariot 1 & 2	0,005	0,009	0,047	0,246	0,354
	Skenaario 3	0,005	0,008	0,047	0,246	0,354
<b>Pahtajoen ylempi vesi-ilmentymä (WA73598312)</b>						
AVA19	Nykyisin	0,009	0,024	0,18	1,26	1,89
Una Soahkejoki; referenssi	Skenaariot 1 & 2	0,007	0,018	0,16	1,11	1,66
	Skenaario 3	0,007	0,018	0,16	1,11	1,66
<b>Pahtajoen alempi vesi-ilmentymä (WA64104032)</b>						
AVA14 Pahtajoki	Nykyisin	0,012	0,029	0,222	1,57	2,34
Abbotjärn-järvestä alavirtaan, referenssi	Skenaariot 1 & 2	0,008	0,021	0,190	1,33	2,00
	Skenaario 3	0,008	0,021	0,190	1,33	2,00
AVA02	Nykyisin	0,012	0,029	0,427	2,88	4,11
Alavirt. Luossajärvi	Skenaariot 1 & 2	0,067	0,132	0,513	2,09	2,84
	Skenaario 3	0,036	0,051	0,453	2,21	3,03
AVA18	Nykyisin	0,028	0,047	0,600	3,85	5,79
4 km alav. Tvillingtj.	Skenaariot 1 & 2	0,102	0,148	0,656	3,05	4,27
	Skenaario 3	0,048	0,063	0,595	3,23	4,65
KVA179	Nykyisin	0,028	0,048	0,623	4,03	6,08
Rautasjoen ulosvirtaus	Skenaariot 1 & 2	0,102	0,149	0,679	3,247	4,63
	Skenaario 3	0,049	0,064	0,619	3,43	5,01
<b>Rautasjoki (WA47755367)</b>						
KVA180	Nykyisin	0,955	1,72	29,2	289	434
1 km alav. Pahtaj.	Skenaariot 1 & 2	1,09	1,85	29,3	289	432
	Skenaario 3	1,01	1,76	29,2	289	433

Taulukko 47 osoittaa, että erityisesti kumpikin päästöskenaario aiheuttaa muuttuvia pieniä virtauksia Pahtajoessa mutta myös Rautasjoen alueella. Luossajärven purkukanavasta (AVA19 ja AVA14) ylävirtaan alhaisen veden virtaamien arvioidaan pienenevän noin 20–30 % kaikissa valutuskenaarioissa. Luossajärven purkukanavasta (AVA02, AVA18 ja KVA179) alavirtaan pienten virtausten arvioidaan kasvavan merkittävästi näissä kolmessa skenaariossa, mutta merkittävästi enemmän skenaariossa 1 ja 2. Rautasjoen valutuskenaarioissa 1 ja 2 pienin alhainen virtaama (LLQ) kasvaa noin 15 %, ja keskimääräinen alhainen virtaama (MLQ) kasvaa 7 %. Valutuskenaariossa 2 kasvu on merkittävästi pienempi, 6 % ja 2 %.

*Taulukko 47. Muutos haetun toiminnan alhaisissa virtauksissa (LLQ, pienin alhainen virtaama ja MLQ, keskimääräinen alhainen virtaama) Pahtajoessa ja Rautasjoessa tilanteessa, jossa ylijäämävesi johdetaan Luossajärven purkukanavaan (päästöskenaario 1) tai jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen (päästöskenaario 2).*

Vesi-ilmentymä, -asema, osa-alue		Virtaaman muutos tilanteessa	
		LLQ	MLQ
<b>Pahtajoen ylempi vesi-ilmentymä (WA73598312)</b>			
AVA19 Luusua Una Soahkejoki, referenssi	Skenaariot 1 & 2	-22 %	-25 %
	Skenaario 3	-22 %	-25 %
<b>Pahtajoen alempi vesi-ilmentymä(WA64104032)</b>			
AVA14 Pahtajoki Abbottjärven-järvestä alavirtaan, referenssi	Skenaariot 1 & 2	-33 %	-28 %
	Skenaario 3	-33 %	-28 %
AVA02 Luossajärven purkukanavasta alavirtaan	Skenaariot 1 & 2	+458 %	+355 %
	Skenaario 3	+200 %	+76 %
AVA18 4 km Tvillingtjärnarna-järvistä alavirtaan	Skenaariot 1 & 2	+265 %	+215 %
	Skenaario 3	+71 %	+34 %
KVA179 Ulosvirtaus Rautasjokeen	Skenaariot 1 & 2	+264 %	+210 %
	Skenaario 3	+75 %	+33 %
<b>Rautasjoen vesi-ilmentymä (WA47755367)</b>			
KVA180 1 km Pahtajoessa alavirtaan	Skenaariot 1 & 2	+15 %	+7 %
	Skenaario 3	+6 %	+2 %

1. Laskelmissa on käytetty virtaamia, joissa on enemmän desimaaleja kuin mitä taulukossa 41 esitetään, jotta virtaaman muutoksia ei yli- tai aliarvioitaisi.

### 6.6.1 Vaikutukset hydrologiseen järjestelmään

Taulukko 48 ja Taulukko 49 esittävät suhteelliset poikkeamat kolmelle parametrille, erityinen virtausvaikutus, tilavuuspoikkeama ja muutosvauhti, Pahtajoen kummassakin vesi-ilmentymässä, osin ylemmässä (WA73598312), johon vaikuttaa vain pohjaveden alentuminen, osin alemmassa (WA64104032), johon haettu toiminta vaikuttaa kahdessa eri päästöskenaariossa: skenaariossa 1 (valutus Luossajärven purkukanavaan ja edelleen Pahtajokeen) ja skenaariossa 2 (jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen). Taulukossa 44 esitetään myös Rautasjoen poikkeamat ja tila.

Laskelmissa mallinnetut vuorokausivirtaamat kaudelle 1999–2021, ts. nykykyiset virtaamat verrattuina mallinnettuihin virtaamiin vesi-ilmentymissä haetun toiminnan yhteydessä. Taulukoissa esitetään parametrien tila Pahtajoen yksittäisten vesi-ilmentymien osalta, mutta myös vesi-ilmentymän koko pituudelta. Lopuksi raportoidaan laatutekijä hydrologisen

järjestelmän painotettu tila, mikä tehdään kolme parametria yhdistämällä. Parametri, jonka tila on huonoin, on asemaltaan ratkaiseva.

Pahtajoen ylemmässä vesi-ilmentymässä (WA73598312) poikkeamalaskelmat on tehty kahdelle asemalle (AVA21 ja AVA19; kaksi osa-aluetta). Koska vesistöön ei vaikuta haetun toiminnan ylijäämäveden päästö vaan ainoastaan pohjaveden aleneminen, vaikutus on yhtä suuri päästöskenaarioissa 1, 2 ja 3. Vesi-ilmentymän ylin ja alin osa, Gilvvatjärvestä Una Soahkejärven luusuaan (AVA21) ei ole lainkaan vaikutuksen alainen, ja siksi kaikkien kolmen parametrin tila on korkea. Pohjaveden laskeminen vaikuttaa jossain määrin osuuteen Una Soahkejärven luusuaasta Abborrtjärn-järven luusuaan (AVA19) ja sen tila arvioidaan hyväksi kaikilla kolmella parametrilla.

Pahtajoen ylempään vesi-ilmentymän tila kokonaisuudessaan on korkea kaikilla kolmella parametrilla, erityinen virtausvaikutus, tilavuuspoikkeama ja muutosvauhti eri valutuskenaarioissa. Laatutekijä hydrologisen järjestelmän painotettu tila on myös korkea kolmessa valutuskenaariossa (Taulukko 48).

*Taulukko 48. Laskettu suhteellinen poikkeama ja Pahtajoen ylempään vesi-ilmentymän WA73598312 tila koskien laatutekijä hydrologisen järjestelmän parametreja haetussa toiminnassa päästämällä ylijäämävesi Luossajärven purkukanavaan (valutuskenaario 1) tai jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen (valutuskenaario 2). Poikkeamat on luokiteltu HVMFS 2019:25:n hydrologisen järjestelmän arviointiperusteiden mukaan. Sininen=korkea tila ja vihreä= hyvä tila*

Vesi-ilmentymä, - asema, osa-alue	Skenaario	Suhteellinen poikkeama		
		Erityinen virtausvaikutus	Volyymin poikkeama	Muutostahti
<b>Pahtajoen ylempi vesi-ilmentymä (WA73598312)</b>				
AVA21 Gilvvatjärven luusuaasta Una Soahkejärven luusuaan (Pituus 4000 m)	Skenaariot 1, 2 & 3	-2,7%	0%	0%
AVA19 Una Soahkejärven luusuaasta Abborrtjärnin luusuaan (Pituus 1000 m)	Skenaariot 1, 2 & 3	-11,1%	-13,2%	-10,2%
Vesi-ilmentymän koko pituuden (5000 m) tila	Skenaariot 1, 2 & 3	Korkea tila	Korkea tila	Korkea tila
Vesi-ilmentymän hydrologisen järjestelmän koko pituus (5000 m)	Skenaariot 1, 2 & 3	Korkea tila		

Pahtajoen alemmassa vesi-ilmentymässä (WA64104032) laskelmat on tehty kolmelle (AVA14, AVA02 ja KVA179: kolme eri osaa), koska vaikutus vesi-ilmentymän eri osiin on erilainen.

Yläosan, Abborrtjärnen-järven luusuaasta Luossajärven purkukanavan luusuaan, vaikuttaa ainoastaan pohjaveden aleneminen, kun taas Pahtajoen Tvillingtjärn-järjestelmän luusuaan Pahtajoessa kohdistuu vaihteleva vaikutus haetun toiminnan ylijäämäveden päästöjen aikana. Rautasjoen osalta poikkeama on laskettu asemalle KVA180, joka sijaitsee noin 1 km alavirtaan Pahtajoen luusuaasta.

Ylimmässä osassa (AVA14) vaikutus on yhtä suuri kolmessa valutuskenaariossa, koska pohjaveden lasku on skenaarioista riippumaton. Kolmen parametrin, erityisen virtausvaikutuksen, tilavuuspoikkeaman ja muutosnopeuden, arvioidaan vastaavan hyvää tilaa.

Valutusskenaariossa 1 ja 2 kaikkien kolmen parametrin suhteelliset poikkeamat ovat suurimmat Pahtajoessa suoraan Luossajärven purkukanavasta (AVA02) alavirtaan. Poikkeamat ovat merkittäviä ennen kaikkea kevättulvan aikana touko-kesäkuussa. Pahtajoen luusuassa Rautasjokeen (KVA179) poikkeamat ovat pienempiä, jolloin erityisen virtausvaikutuksen osalta tila on hyvä, mutta tilavuuspoikkeaman ja muutosvauhdin suhteen kohtalainen. Pahtajoen koko vesi-ilmentymän tila lasketaan valutusskenaariolle 1 ja 2 hyväksi erityisen virtausvaikutuksen osalta, mutta kohtalaiseksi parametrien tilavuuspoikkeama ja muutosnopeus suhteen (Taulukko 49).

Myös valutusskenaariossa 3, jolloin valutus tapahtuisi jaetusti Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen, poikkeamat Pahtajoessa ovat hieman suuremmat suoraan Luossajärven purkukanavan jälkeen (AVA02) verrattuna tilanteeseen edempänä alavirrassa KVA179. AVA02:ssa tilasta tulee hyvä erityisen virtausvaikutuksen osalta ja kohtalainen kahden muun parametrin osalta skenaariossa 3. Pahtajoen luusuan (KVA179) osalta erityisen virtausvaikutuksen tilasta tulee korkea. Tilavuuspoikkeaman osalta siitä tulee hyvä, kun taas muutosnopeuden osalta tila arvioidaan kohtalaiseksi skenaariossa 3 (Taulukko 49).

Pahtajoen alemman vesi-ilmentymän tila kokonaisuutena tulee olemaan erityisen virtausvaikutuksen osalta hyvä ja tilavuuspoikkeaman ja muutosnopeuden osalta kohtalainen valutusskenaariossa 1 ja 2. Skenaariossa 3 tulee Pahtajoen alemman vesi-ilmentymän tila kokonaisuutena olemaan erityisen virtausvaikutuksen osalta korkea, tilavuuspoikkeaman osalta hyvä ja muutosnopeuden osalta kohtalainen. Laatutekijä hydrologisen järjestelmän painotettu tila on myös kohtalainen Pahtajoen alemmassa vesi-ilmentymässä kummassakin päästöskenaariossa (Taulukko 49). Skenaariossa 3 on huomioitu kaivoksen vedenkäsittelyjärjestelmän luonnollinen vuorokausivaihtelu, minkä vuoksi virtaama ei osoita samaa nopeaa vaihtelua kuin täysin luonnollisissa virtaamisissa. Tässä tapauksessa vaihtelu vähenee 4 % liikaa jotta tila pysyisi hyvänä.

Tämä on seurausta siitä, että hakija keskittyy tilavuuspoikkeaman vähentämiseen, jota pidetään tärkeämpänä seurattavana parametrina. Tämä on tärkeämpi edellytys kuin nopeamman lyhytaikaisen vaihtelun ylläpitäminen sille, että vedenpuhdistus voi toimia täydellä teholla. Nykytilanteeseen verrattuna kokonaistilanteen huononemista ei kuitenkaan ole havaittavissa, sillä Pahtajoessa vaikutus tapahtuu tällä hetkellä virtaaman säännöstelyn tuloksena laskettaessa vettä purkukanavan kautta. Tämä laskeminen johtaa siihen, että suhteellinen tilavuuspoikkeama Pahtajoessa on 25 % ja nykyinen yhdistetty tila on kohtalainen. Näin ollen hydrologisen järjestelmän painotettu tila ei huonone kaivostoiminnan eri vaiheiden tai skenaarioiden aikana.

Rautasjoessa vaikutuksesta kaikkien kolmen parametrin osalta tulee marginaalinen, mutta kuitenkin hieman pienempi skenaariossa 3. Hydrologisen järjestelmän parametrien tilasta tulee korkea kaikissa päästöskenaariossa 1 ja 2 (Taulukko 49).

Taulukko 49. Laskettu suhteellinen poikkeama Pahtajoen alemmassa vesi-ilmentymässä WA47755367 ja Rautasjoessa WA47755367 koskien haetun toiminnan laatutekijän hydrologisen järjestelmän parametreja valuttamalla puhdistamaton ja puhdistettu ylijäämävesi Luossajärven purkukanavaan (valutusskenaario 1) tai jaetulla valutuksella Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen (valutusskenaario 3). Poikkeamat on luokiteltu HVMFS 2019:25:n hydrologisen järjestelmän arviointiperusteiden mukaan. Sininen = korkea tila, vihreä = hyvä tila ja keltainen = kohtalainen tila.

Vesi-ilmentymä, -asema, osa-alue	Skenaario	Suhteellinen poikkeama		
		Erityinen virtausvaikutus	Volyymin poikkeama	Muutostahti
<b>Pahtajoen alempi vesi-ilmentymä (WA64104032)</b>				
AVA14 Abbotjärven luusuasta Luossajärven luusuaan (650 m)	Skenaariot 1 & 2	-14,4%	15,3%	-13,4%
	Skenaario 3	-14,4%	15,3%	-13,4%
AVA02 Luossajärven purkukanavasta Tvillingstjärnarna-järvien luusuaan (2000 m)	Skenaariot 1 & 2	20,1%	31,4%	-22,5%
	Skenaario 3	6,1%	18,8%	-21,5%
KVA179 Tvillingstjärnarna-järvien luusuasta Rautasjoen luusuaan (5 400 m)	Skenaariot 1 & 2	9,0%	21,9%	-20,0%
	Skenaario 3	-0,6%	12,3%	-19,4%
Vesi-ilmentymän koko pituuden (8050 m) tila	Skenaariot 1 & 2	Hyvä tila	Kohtalainen tila	Kohtalainen tila
	Skenaario 3	Korkea tila	Hyvä tila	Kohtalainen tila
Nykyinen tila WA64104032	Nykytila	Kohtalainen tila		
Vesi-ilmentymän hydrologisen järjestelmän koko pituus	Skenaariot 1 & 2	Kohtalainen tila		
	Skenaario 3	Kohtalainen tila		
<b>Rautasjoen vesi-ilmentymä (WA47755367)</b>				
KVA180 1 km Pahtajokea alavirtaan	Skenaariot 1 & 2	0,55%	0,46%	-0,51%
	Skenaario 3	0,27%	0,26%	-0,45%
Hydrologisen järjestelmän painotettu tila	Skenaariot 1 & 2	Korkea tila		
	Skenaario 3	Korkea tila		

## 6.7 Vaikutus purkuvesistöjen biologiaan

### 6.7.1 Muuttuneen vedenlaadun vaikutus

#### **Skenaario 1 – puhdistamattoman prosessiveden valutus Luossajärven purkukanavaan**

Kohdasta 6.4.1 käy ilmi, että skenaarion 1 mukainen valutus johtaa hyvää tilaa vastaaviin kuparipitoisuuksiin kaikissa purkuvesistöissä. Kobolttin vuosikeskipitoisuuksien arvioidaan laskevan alle kobolttin PNEC-arvon kaikissa purkuvesistöissä, mutta Pahtajoessa arvon ylittyminen on riskinä on joinakin kuukausina. Pahtajoen korkean veden kovuuden katsotaan kuitenkin vähentävän riskiä, että tilapäisesti korkeammilla kobolttipitoisuuksilla voisi olla kielteisiä vaikutuksia biologiaan. Sinkkipitoisuus Pahtajoessa nousisi kohtalaista tilaa vastaaville tasoille, kun taas muiden purkuvesistöjen tila säilyisi edelleen hyvänä. Uraanin tila säilyisi edelleen kohtuullisena Luossajärvässä, Tvillingtjärnarna-järvissä ja Pahtajoessa ja hyvänä Rautasjoessa.

Kaikkien asemien sulfaatti- ja kloridipitoisuuksien arvioidaan olevan samalla tasolla niin skenaariossa 1 ja 2. Tulosta kommentoidaan skenaariossa 2.

Yleisesti ottaen skenaarion 1 arvioidaan sisältävän kielteisten vaikutusten riskin vesieliöstölle vain Pahtajoen kohonneiden sinkkipitoisuuksien seurauksena. Samalla tavoin kuin skenaariossa 2 korkeat sulfaattipitoisuudet Luossajärvässä ja Tvillingtjärn-järvessä voivat sisältää biologisen riskin.

#### **Skenaario 2 – puhdistetun prosessiveden valutus Luossajärven purkukanavaan**

Kohdasta 6.4.1 käy ilmi, että skenaarion 2 mukaiset päästöt aiheuttavat kupari- ja sinkkipitoisuuksia, jotka ovat marginaalisesti hyvän tilan raja-arvojen (arviointiperusteet) alapuolella, sekä kobolttipitoisuuksia, jotka ovat selvästi alle PNEC-arvon. Tämä koskee kaikkia purkuvesistöjä. Tämän vuoksi haetun toiminnan koboltti-, kupari- ja sinkkipitoisuuksien ei arvioida aiheuttavan kielteisiä vaikutuksia minkään purkuvesistön vesieliöihin.

Skenaariossa 2 uraanipitoisuudet laskevat kaikissa purkuvesistöissä paitsi Luossajärvässä, jossa ennustetaan tiettyä nousua. Pitoisuuksien arvioidaan edelleen olevan kohtalaista tilaa vastaavilla tasoilla Luossajärvässä, Tvillingtjärnen-järvessä ja Pahtajoessa. Pahtajoessa pitoisuuksien kuitenkin arvioidaan olevan lähellä arviointiperustetta. Rautasjoen nykyiseen uraanipitoisuuteen toiminnalla ei ole vaikutusta ja tila jää edelleen hyväksi. Viime aikoina useat uraanin kemialla ja myrkyllisyyttä vesiympäristössä koskevat tutkimukset ovat osoittaneet, että tämän hakemuksen suhteen merkityksellisissä purkuvesistöissä oleva uraani ei koostu myrkyllisistä muodoista vaan esiintyy lähes yksinomaan liuenneina komplekseina, jotka eivät ole biologisesti hyödynnettäviä (ks. hakemuksen liite B4 ). Myöskään purkuvesistöjä koskevien biologisten tutkimusten tulokset eivät osoita, että uraanilla olisi tällä hetkellä toksista vaikutusta. Koska uraanipitoisuuksien odotetaan laskevan merkittävästi Pahtajoessa ja Tvillingtjärn-järvessä haetun toiminnan yhteydessä, tämä merkitsee myös sitä, että uraanin mahdolliset ekologiset riskit pienenevät nykyiseen verrattuna, vaikka uraanipitoisuudet ylittäisivätkin vielä arvioperusteen.

Toiminnan aiheuttaman virtaaman päättymisen seurauksena Viscarian alueelta Luossajärvelle ja Viscarian kaivokselta Tvillingtjärnarna-järviin sulfaatti-, kloridi- ja kalsiumpitoisuudet nousevat Luossajärvässä ja Tvillingtjärnarna-järvissä. Haettu toiminta ei siis aiheuta suuria päästöjä näihin purkuvesistöihin, mutta toisaalta nykyinen kuormituksen laimeneminen vähenee. Kloriditasot kaikissa purkuvesistöissä tällä hetkellä, ja jopa haetun toiminnan tapauksessa, ovat alle kanadalaisten ohjearvojen sekä kroonisten että akuuttien vaikutusten osalta. Riski, että haetun toiminnan kloridipitoisuudet aiheuttaisivat kielteisiä vaikutuksia vesieliöihin missä tahansa purkuvesistöistä, on näin ollen arvioitu pieneksi.



British Columbian sulfaattia koskevien ohjearvojen mukaan vesi, jonka kovuus on enintään 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l antaa ohjearvoksi 429 mg SO<sub>4</sub>/l, kun taas suosituksen mukaan paikkakohtaiset ohjeet laaditaan myrkyllisyystesteillä kovuuden ollessa yli 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Luossajärven luusuan (KVA145) sulfaattipitoisuuden on arvioitu skenaariossa 2 (sekä skenaarioissa 1) olevan vuosikeskiarvona 632 mg/l, ja korkeimpien kuukausikeskiarvojen noin 657–708 mg/l, mikä on korkeampi kuin British Columbian ohjearvo 429 mg/l. Kovuus Luossajärvessä, joka nykyisin on 525 mg CaCO<sub>3</sub>/l ja jonka arvioidaan nousevan haetussa toiminnassa, on kuitenkin paljon korkeampi kuin 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l, mikä merkitsee, että Luossajärven sulfaatin viitearvon arvioidaan olevan selvästi korkeampi kuin 429 mg/l. Luossajärvelle ei ole laskettu paikkakohtaista arvoa, mutta kohonneiden sulfaattipitoisuuksien kielteisten vaikutusten riskiä ei voida sulkea pois nykytilanteessakaan.

Myös Tvillingtjärn-järvessä (AVA01) mainitun sulfaattipitoisuuden odotetaan nousevan. Sulfaattipitoisuuden on arvioitu skenaariossa 2 (sekä skenaarioissa 1) olevan vuosikeskiarvona 378 mg/l, ja korkeimpien kuukausikeskiarvojen noin 588–647 mg/l. Haetun toiminnan vuosikeskiarvo on siis hieman alle British Columbian ohjearvon 429 mg/l, kun taas korkeimmat kuukausikeskiarvot ovat selvästi ohjearvon yläpuolella. Kovuus Tvillingtjärn-järvessä, joka nykyisin on 319 mg CaCO<sub>3</sub>/l ja jonka arvioidaan nousevan haetussa toiminnassa, on kuitenkin paljon korkeampi kuin 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l, mikä merkitsee, että Tvillingtjärn-järven sulfaatin viitearvon arvioidaan olevan selvästi korkeampi kuin 429 mg/l. Tvillingtjärn-järvelle ei ole laskettu paikkakohtaista arvoa, mutta ei voida sulkea pois riskiä haetun toiminnan korkeista sulfaattipitoisuuksista aiheutuvista kielteisistä vaikutuksista ainakin joidenkin kuukausien aikana.

Pahtajoessa skenaariossa 2 (ja skenaariossa 1) sulfaattipitoisuuden arvioidaan olevan 160–164 mg/l vuosikeskiarvona korkeimman kuukausikeskiarvon ollessa 256–348 mg/l (asemasta riippuen, korkein AVA02:ssa). Pahtajoessa kovuus, joka on nykyään noin 108–142 mg CaCO<sub>3</sub>/l ja jonka arvioidaan nousevan haetun toiminnan myötä, merkitsee ohjearvoa 309 mg/l Brittiläisen Kolumbian arviointiperusteissa. Haetun toiminnan vuosikeskiarvo on siis alle ohjearvon, kun taas korkeimmat kuukausikeskiarvot ovat hieman ohjearvon yläpuolella. Ajoittain korkeista sulfaattipitoisuuksista aiheutuvien kielteisten vaikutusten riskiä ei voida, ainakaan tiettyinä kuukausina, sulkea täysin pois skenaariossa 1 ja 2, kuitenkin vain asemalla AVA02 sulfaattipitoisuus voi ajoittain olla hieman ohjearvoa suurempi.

Rautasjoessa skenaario 2 synnyttää vain pienen sulfaattipitoisuuden nousun, johon ei liity kielteisten vaikutusten riskiä, ei edes korkeimpien pitoisuuksien kuukausina.

Yleisesti ottaen koboltin, kuparin, uraanin, sinkin ja kloridin pitoisuuksien ei katsota skenaariossa 2 aiheuttavan kielteisten biologisten vaikutusten riskiä missään purkuvesistöistä haetussa toiminnassa. Rautasjoessa ei sulfaatin osalta ei katsota syntyvän kielteisiä vaikutuksia. Ei kuitenkaan voida sulkea pois Luossajärven yleisesti korkeiden ja Tvillingtjärnarna-järvien ja Pahtajoen yhden kohdan satunnaisesti korkeiden sulfaattipitoisuuksien kielteisiä vaikutuksia.

### **Skenaario 3 – puhdistetun prosessiveden valutus jaetusti Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen**

Kuten kohdasta 6.4.2 käy ilmi, laskelmat osoittavat, että skenaariossa 3 jaettu valutus Luossajärven purkukanavaan ja Leväjokeen tuottaa yleisesti alemmat metallien ja sulfaatin pitoisuudet Pahtajoessa kuin skenaariossa 1 ja 2. Kuparin ja sinkin tila olisi hyvä ja kobolttipitoisuudet olisivat alle PNEC-arvon kaikissa purkuvesistöissä. Uraanipitoisuus olisi edelleen kohtalaista tilaa vastaavilla tasoilla Luossajärvessä, Tvillingtjärnarna-järvissä ja Pahtajoessa. Pahtajoessa kloridipitoisuus nousisi hieman alemman virtaaman seurauksena. Kloriditasot alittaisivat kuitenkin kanadalaiset ohjearvot sekä kroonisten että akuuttien vaikutusten osalta.

Uraanipitoisuudet laskevat skenaariossa 3 kaikissa purkuvesistöissä, myös Luossajärvessä, toisin kuin kahdessa muussa skenaariossa. Pitoisuuksien arvioidaan kuitenkin edelleen olevan



kohtalaista tilaa vastaavilla tasoilla Luossajärvässä, Tvillingtjärnen-järvässä ja Pahtajoessa. Kuten skenaariossa 2, Pahtajoessa pitoisuuksien kuitenkin arvioidaan olevan lähellä arviointiperustetta. Rautasjoen nykyiseen uraanipitoisuuteen toiminnalla ei ole vaikutusta ja tila jää edelleen hyväksi. Koska uraanipitoisuuksien odotetaan laskevan merkittävästi Pahtajoessa ja Tvillingtjärnen-järvässä haetun toiminnan yhteydessä, tämä merkitsee myös sitä, että uraanin mahdolliset ekologiset riskit pienenevät nykyiseen verrattuna, vaikka uraanipitoisuudet ylittäisivätkin vielä arvioperusteen.

Erona muihin skenaarioihin sulfaatin ja kloridin pitoisuudet vähenevät Luossajärvässä, mutta kalsiumpitoisuudet kasvavat. Tvillingtjärnen-järvessä sulfaatin, kloridin ja kalsiumin pitoisuudet kasvavat samoin kuin skenaarioissa 1 ja 2, mutta sulfaatti- ja kloridipitoisuudet vähemmän. Suuri osa vähentymisestä Luossajärvässä koostuu kasvaneesta nykytilanteen kuormituksen laimentumisesta.

Kloriditasot kaikissa purkuvesistöissä tällä hetkellä, ja jopa haetun toiminnan tapauksessa, ovat alle kanadalaisten ohjearvojen sekä kroonisten että akuuttien vaikutusten osalta. Riski, että haetun toiminnan kloridipitoisuudet aiheuttaisivat kielteisiä vaikutuksia vesieläimiin missä tahansa purkuvesistöistä, on näin ollen arvioitu pieneksi.

British Columbian sulfaattia koskevien ohjearvojen mukaan vesi, jonka kovuus on enintään 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l antaa ohjearvoksi 429 mg SO<sub>4</sub>/l, kun taas suosituksen mukaan paikkakohtaiset ohjeet laaditaan myrkyllisyystesteillä kovuuden ollessa yli 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Luossajärven luusuan (KVA145) sulfaattipitoisuuden on arvioitu skenaariossa 3 olevan vuosikeskiarvona 463 mg/l, ja korkeimpien kuukausikeskiarvojen noin 465–480 mg/l, mikä on korkeampi kuin Brittiläisen Kolumbian ohjearvo 429 mg/l. Kovuus Luossajärvässä, joka nykyisin on 525 mg CaCO<sub>3</sub>/l ja jonka arvioidaan nousevan haetussa toiminnassa, on kuitenkin paljon korkeampi kuin 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l, mikä merkitsee, että Luossajärven sulfaatin viitearvon arvioidaan olevan selvästi korkeampi kuin 429 mg/l. Luossajärvelle ei ole laskettu paikkakohtaista arvoa, mutta kohonneiden sulfaattipitoisuuksien kielteisten vaikutusten riskiä ei voida sulkea pois nykytilanteessakaan. Kuitenkin vuosikeskiarvo ja korkeimmat kuukausikeskipitoisuudet ovat alempia kuin nykyisin.

Tvillingtjärnen-järvässä (AVA01) sulfaattipitoisuuden odotetaan nousevan kuten aiemmin on mainittu. Sulfaattipitoisuuden on arvioitu skenaariossa 3 olevan vuosikeskiarvona 276 mg/l, ja korkeimpien kuukausikeskiarvojen noin 414–441 mg/l. Haetun toiminnan vuosikeskiarvo on siis reilusti alle Brittiläisen Kolumbian ohjearvon 429 mg/l, kun taas korkeimmat kuukausikeskiarvot ovat hieman ohjearvon yläpuolella. Kovuus Tvillingtjärnen-järvässä, joka nykyisin on 319 mg CaCO<sub>3</sub>/l ja jonka arvioidaan nousevan haetussa toiminnassa, on kuitenkin paljon korkeampi kuin 250 mg CaCO<sub>3</sub>/l, mikä merkitsee, että Tvillingtjärnen-järven sulfaatin viitearvon arvioidaan olevan selvästi korkeampi kuin 429 mg/l. Tvillingtjärnen-järvelle ei ole laskettu paikkakohtaista arvoa, mutta ei voida sulkea pois riskiä haetun toiminnan sulfaatin korkeista suurimmista kuukausikeskiarvoista aiheutuvista kielteisistä vaikutuksista.

Sulfaattipitoisuuden on arvioitu skenaariossa 3 olevan Pahtajoessa vuosikeskiarvona 156–160 mg/l, ja korkeimpien kuukausikeskiarvojen noin 195–216 mg/l. Pahtajoessa kovuus, joka on nykyään noin 108–142 mg CaCO<sub>3</sub>/l ja jonka arvioidaan nousevan haetun toiminnan myötä, merkitsee ohjearvoa 309 mg/l Brittiläisen Kolumbian arviointiperusteissa. Niin vuosikeskiarvo kuin korkeimmat kuukausikeskiarvot haetussa toiminnassa ovat siten ohjearvon alapuolella skenaariossa 3, joka ei aiheuta haittavaikutusten riskiä.

Rautasjoessa skenaario 3 tuottaa vain äärimmäisen pienen sulfaattipitoisuuden nousun, johon ei liity kielteisten vaikutusten riskiä, ei edes korkeimpien pitoisuuksien kuukausina.

Yleisesti ottaen koboltin, kuparin, uraanin, sinkin ja kloridin pitoisuuksien päästöskenaariossa 3 ei arvioida aiheuttavan kielteisten biologisten vaikutusten riskiä missään purkuvesistöistä. Pahtajoessa tai Rautasjoessa ei sulfaatin osalta ei katsota syntyvän kielteisiä vaikutuksia. Samalla tavoin kuin muissakin päästöskenaarioissa ei kuitenkaan voida sulkea pois

Luossajärven yleisesti korkeiden sellaisten sulfaattipitoisuuksien haittavaikutuksia, jotka kuitenkin pienenevät nykyisistä pitoisuuksista.

## 6.7.2 Virtausmuutosten vaikutus

### Pahtajoen ylempi vesi-ilmentymä (WA73598312)

Kuten kohdasta 6.5.1 käy ilmi, Pahtajoen ylempässä vesi-ilmentymässä (WA73598312) haetun toiminnan ylijäämäveden päästöt eivät vaikuta ylijäämäveden päästöihin. Vesi-ilmentymän yläosaan Gilvvatjärvestä Una Soahkejärven (AVA21) luusuaan ei ole minkäänlaista vaikutusta, kun taas Una Soahkejärven luusuasta Abborrtjärn-järven (AVA19) luusuaan ulottuvan osan hydrologiseen järjestelmään haetulla toiminnalla on vaikutusta vain toiminnan perusteella ennakoitusta pohjaveden laskusta. Vaikutus on yhtä suuri valutuskenaariossa 1, 2 ja 3. Vesi-ilmentymällä kokonaisuutena arvioidaan olevan edelleen hyvä hydrologisen virtaustilan laatu tekijä valutuskenaariosta riippumatta. Alimmassa osassa (AVA19) alhaisten virtaamien odotetaan kuitenkin vähenevän noin 20 - 25 % kaikissa valutuskenaariossa, mikä voi aiheuttaa riskin vesieliöille.

Tästä syystä Pahtajoen ylävesistön (WA73598312) vesieliöihin kohdistuvien kielteisten vaikutusten arvioidaan jäävän pois, valutuskenaariosta riippumatta. Sitä vastoin ei ole mahdollista sulkea pois kielteisiä vaikutuksia vesi-ilmentymän alaosassa matalan vedenpinnan virtaamalla.

### Pahtajoen alempi vesi-ilmentymä (WA64104032)

Pahtajoen alemmassa vesi-ilmentymässä (WA64104032) vaikutukset hydrologiseen virtaustilaan ovat selvemmät kaikissa valutuskenaariossa nykytilanteeseen verrattuna. Vesi-ilmentymän yläosaan Abborrtjärn-järven luusuasta Luossajärven luusuaan vaikuttaa vain pohjaveden aleneminen, ja tässäkin poikkeamat eri sisällytettyjen parametrien osalta ovat suhteellisen pienet (n. 14–15 %). Erityisen virtausvaikutuksen ja muutosvauhdin tila on hyvä, kun taas tilavuuspoikkeaman tila on kohtalainen, mutta hyvän rajalla.

Tämänhetkisiin oloihin verrattuna suurin vaikutus on osuudella Luossajärven purkukanavan ulostulosta Tvillingtjärnarna-järvien ulostuloon. Vaikutus kaikissa valutuskenaariossa aiheuttaa myös suurentuneet virtaamat nykyisiin verrattuna, kuitenkin selvästi enemmän skenaarioissa 1 ja 2. Poikkeamat ovat merkittäviä ennen kaikkea kevättulvan aikana touko-kesäkuussa. Kaikkien valutuskenaarioiden vaikutuksesta tämän osan hydrologisen virtausjärjestelmän parametrit ovat arvoltaan kohtalaisia, paitsi skenaarion 3 erityinen virtausvaikutus.

Tvillingtjärnarna-järvien luusuasta alavirtaan poikkeamat ovat pienemmät, koska virtaaman lisäys skenaarioissa 1, 2 ja 3 ovat pienemmät tässä Pahtajoen osassa, jossa luonnollinen virtaus on suurempi. Erityinen virtausvaikutus on hyvä, kun taas tilavuuspoikkeama ja virtauksen muutos ovat tässä osassa kohtalaisia valutuskenaariossa 1 ja 2. Samalla skenaariossa 3 tulee erityisestä virtausvaikutuksesta korkea, tilavuuspoikkeaman osalta hyvä ja muutosnopeuden osalta kohtalainen.

Vesi-ilmentymän koko pituudelta katsottuna osaparametrikohdaisen erityisen virtausvaikutuksen tila on skenaariossa 1 ja 2 hyvä ja samalla skenaariossa 3 korkea. Kahdesta muusta parametrilla, tilavuuspoikkeamasta ja muutoksen vauhdista, tulee kohtalaisia skenaariossa 1 ja 2. Skenaariossa 3 tulee tilavuuspoikkeamasta ja muutosnopeudesta hyvä. Vesi-ilmentymän hydrologisen tilan painotetusta tilasta tulee kohtalainen kummassakin skenaariossa.

Mikäli otetaan huomioon vain hydrologisen virtausjärjestelmän tila, arvioidaan haetun toiminnan sisältävän tietyn kielteisten vaikutusten riskin Pahtajoen alemman vesi-ilmentymän vesieliöille. Riskin arvioidaan olevan suurempi skenaariossa 1 ja 2, kun virtaama kasvaa ja vaihtelee enemmän kuin skenaariossa 3. Koska kaikissa skenaariossa virtaamat kasvavat, ne eivät uhkaa pienentää vesistön elinympäristön alaa (lisääntynyt purouoman osien kuivuminen).

Kaikissa valutusskenaarioissa pienet virtaamat ovat suurempia, minkä katsotaan olevan suotuisa tilanne vesieliöille, koska kuivumisriski pienenee.

Suurimmat virtaaman poikkeamat tapahtuvat päästöskenaariosta riippumatta rajoitetun ajan kevättulvan yhteydessä, mikä sijoittuu toukokuun lopusta kesäkuun alkuun. Tänä aikana Pahtajoessa Luossajärvestä alavirtaan suurimmat vuorokausivirtaamat vaimenevat jonkin verran, koska Luossajärven purkautumisen alkamisajankohta (jotta ei ylitettäisi järven patorajaa) siirtyy Viscarian alueelta laskevan virtaaman seurauksena. Koska kevätvirtaaman alkamisajankohta vaihtelee merkittävästi eri vuosina ja kevätvirtaama tässä Pahtajoen osassa, ilman Luossajärvestä tapahtuvaa lisäystä, on edelleen merkittävä (noin 2–5 m<sup>3</sup>/s nykyisestä poiketen noin 2,5–6,5 m<sup>3</sup>/s), näillä kevättulvan aikaisilla virtaaman poikkeamilla arvioidaan olevan vähemmän ekologista merkitystä.

Aiemmin esitetyn mukaisesti (ks. kohta 4.6.2) tämän alueen vesistöjen morfologia on sopeutunut erittäin suuriin virtaamiin kevättulvan yhteydessä, jolloin vakaita olosuhteita pysyvine ja eroosioherkkine sedimenttikerroksineen ei suuremmissa määrin esiinny. Pahtajoen ja Rautasjoen pohjat muodostuvat sen sijaan luultavasti suurelta osin lohkoista ja kivistä, joiden eläimistö ja kasvisto ei ole herkkä tietyille määrille virtaamien muutoksia. Skenaariossa 1 ja 2 Pahtajoen alemman vesi-ilmentymän hieman korkeampien vedenkorkeuksien ja nopeuksien ei näin ollen katsota aiheuttavan vesieliöille merkittävää eroosiota vesistöuomassa.

Hydrologinen tila on HaV:n määräyksen HVMFS 2019:25 arviointikriteerien mukaan arvioitava laatutekijöiden liitettävyyden, hydrologisen järjestelmän ja morfologisen tilan perusteella. Kuten aiemmin mainittiin, haettu toiminta ei vaikuta minkään kyseessä olevan vesistön liitettävyyteen tai morfologiseen tilaan, vaan ainoastaan siihen hydrologiseen tilaan, johon voidaan vaikuttaa. Sääntelyohjeen mukaan hydrologisen järjestelmän luokittelulla tarkoitetaan säänneltyjen ja sääntelemättömien olosuhteiden suhdetta vesistöissä. On syytä painottaa, että haettuun toimintaan ei liity Pahtajoen aktiivista virtaaman säätelyä, vaan yleistä lisääntynyttä valumaa. Tämän vuoksi luonnollinen virtausdynamiikka, jossa on havaittavia virtausvaihteluita vuoden aikana, ei sinänsä muutu Pahtajoessa, vaikka veden virtaama jonkin verran kasvaisi.

Yhteenvedon haetun toiminnan vaikutuksen Pahtajoen alemman vesi-ilmentymän hydromorfologian ekologiseen tilaan arvioidaan olevan siinä, että laatutekijä hydrologisen järjestelmän tila tulee kohtuulliseksi nykyiseen tilanteeseen verrattuna, päästöskenaariosta riippumatta. Vesieliöihin kohdistuvien haitallisten vaikutusten riskiä Pahtajoen alemmassa vesi-ilmentymässä pidetään pienenä kaikissa valutusskenaariossa.

### **Rautasjoen vesi-ilmentymä (WA47755367)**

Haetulla toiminnalla ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta mihinkään Rautasjoen hydromorfologiseen laatutekijään. Kaikkien parametrien tilan arvioidaan olevan korkea sekä päästöskenaariossa 1 että 2 eikä myöskään joen biologiaan katsota olevan vaikutusta.

#### **6.7.3 Vaihtuvien virtaamien vaikutus – ehdotetuilla suojaustoimenpiteillä**

Copperstone kuvaa mahdollisia suojaustoimenpiteitä kuivatusvaiheen aikana tapahtuvien virtausmuutosten vähentämiseksi Pahtajoessa, mikä vähentää entisestään haitallisten vaikutusten biologiaan kohdistuvaa riskiä luvussa 4.3 Suojelutoimet. Yksi suojaustoimenpide on pumpata vedenpoiston jälkimmäisessä vaiheessa vettä enintään 5 l/s Pahtajoen alemman vesi-ilmentymän yläosaan, valutuksella AVA14:stä ylävirtaan. Tarkoituksena on kompensoida kaivokseen suodattuvan veden määrää sen laskettua. Toimenpidettä jatketaan kaivoksen käyttövaiheen aikana ja se lopetetaan, kun kaivos täytetään uudelleen toiminnan päätyttyä. Pumpaus on tarkoitettu tapahtumaan vain alhaisen virtaaman jaksojen aikana, jolloin on olemassa vaara, että vesistöissä (ja läheisissä kosteikoissa) syntyy kielteinen vaikutus, minkä vuoksi pumpausta ei tapahdu normaalin- tai korkean virtaaman jaksojen aikana. Toimenpiteellä on siis myönteinen vaikutus tilavuuspoikkeamaan (mutta myös erityiseen virtausvaikutukseen) AVA14:ssä, jonka odotetaan tapahtuvan vedenpoiston loppuvaiheessa,

mikä varmistaa, että osittainen vesistöosuus ei päädy tilavuuspoikkeaman suhteen kohtalaiseen tilaan näiden parametrien osalta.

Copperstone kuvaa myös suojaustoimenpiteen, johon sisältyy toiminnassa tarvittavan ja muuten luonnostaan järveen valuvan veden palauttaminen Luossajärveen. Tämä on esitetty skenaariona 3. Tämä suojaustoimenpide tarkoittaisi, että Luossajärven vesitasapaino säilyisi ja tilavuuspoikkeama Pahtajoen alemmassa vesi-ilmentymässä päästöskenarioissa 1 ja 2 pieneneisi noin 13 %:iin AVA02:ssa ja noin 8 %:iin KVA179:ssä (vrt. Taulukko 49). Toimenpide tarkoittaa myös sitä, että erityisen virtausvaikutuksen mutta myös muutosvauhdin poikkeamat pienenevät. Muuttuneiden virtaamien biologiaan aiheuttamien kielteisten vaikutusten arvioidaan siksi jäävän kokonaan pois.

## 6.8 Kumulatiiviset vaikutukset

### 6.8.1 lähialueella

Kohdissa 6.4–6.5 raportoiduissa haetulle toiminnalle tehdyissä veden laatu- ja virtauslaskelmissa on otettu huomioon LKAB:n aiheuttama nykyinen kuormitus ja Kiirunan kaupungin hulevesi. Laskelmat (mallinnus) on tehty nykypitoisuuksien perusteella Luossajärvestä, Pahtajoesta ja Rautasjoesta, mikä tarkoittaa, että tulokset osoittavat kumulatiiviset vaikutukset näissä purkuvesistöissä nykyisten olosuhteiden perusteella. Muilla lähialueilla toimivilla yrityksillä ei ole vaikutusta mainittuihin purkuvesistöihin.

Vuonna 2018 LKAB jätti hakemuksen toiminnan jatkamisesta laajennetulla tuotannolla Kiirunan toiminnoissa. Hakemusta täydennettiin vuonna 2020, mutta tiettyjen syiden vuoksi maa- ja ympäristötuomioistuin on hylännyt hakemuksen. Uuden hakemuksen laadintaprosessi aloitettiin syksyllä 2022. LKAB:n aiemmassa hakemuksessa on esitetty useita suojaustoimenpiteitä Kiirunan toiminnan jatkumiselle, jotka voisivat pienentää Luossajärven ja Pahtajoen kuormitusta. Koska on vaikea arvioida, toteutetaanko nämä toimenpiteet todella, tulevia kumulatiivisia vaikutuksia nykyisiin purkuvesistöihin ei voida kuvata tarkemmin tässä raportissa.

### 6.8.2 Tornionjoki

Kuten luvusta 6.4 nähdään, haetun toiminnan päästöillä on pieni tai jopa marginaalinen vaikutus Rautasjoen veden laatuun tai virtaamiin. Ei esimerkiksi ole mitään riskiä arviointiperusteiden tai raja-arvojen ylittymisestä Pahtajoen alajuoksulla olevassa vesi-ilmentymässä. Rautasjoki laskee Vakojaure-järveen Tornionjoesta, noin 14 km Pahtajoelta alavirtaan. Vakojauren luusuassa keskimääräinen virtaama on noin 4 kertaa suurempi kuin Rautasjoesta, minkä perusteella toiminnan marginaalinen vaikutus vähenee entisestään. Päästövirtauksen osuus Rautasjoen virtaamasta on noin 0,64 % keskimääräisellä virtaamalla, kun taas se pienenee noin 0,16 %:iin Tornionjoen virtaamasta (Taulukko 50). Taulukon arvot koskevat skenaarioita 1 ja 2. Skenariossa 3 osuus on tätäkin pienempi, koska virtaamat jaetaan sekä Pahtajokeen että Luossajärveen. Skenariossa 3 osuus vuoden keskimääräisestä kokonaisvirtaamasta sekoittumiseen jälkeen on puolet siitä mitä skenaarioissa 1 ja 2.

*Taulukko 50. Haetun toiminnan kokonaisvirtaamat skenaarioissa 1 ja 2 sekä ominaisvirtaamat Rautasjoen ja Tornionjoen Vakojauren luusuassa. LLQ=alhaisin alavirtaama, MLQ, keskimääräinen alavirtaama, MQ=vuosittainen keskivirtaama, MHQ=keskikorkea virtaama, HHQ=korkein ylävirtaama. Valutuksen virtaamat Rautasjoesta on laskettu mallintamalla kausi 1999–2021, kun taas Tornionjoen virtaukset kaudelle 1999–2021 on otettu SMHI:n Vattenwebbistä.*

	Yksikkö: m <sup>3</sup> /s		
	MLQ	MQ	MHQ
Haetun toiminnan kokonaispäästövirtaus	0,111	0,189	0,328
Rautasjoki, asema KVA180	1,85	29,3	289
Tornionjoki, Rautasjoesta ylävirtaan, Vakojauren laskukohta	15,3	69,9	239
Tornionjoki, Rautasjoesta alavirtaan, Vakojauren luusua	18,5	117	450
Skenaariot 1 ja 2 Valutetun Rautasjoesta	5,66%	0,64%	0,11%

virtaaman osuus kokonaisvirtaamasta sekoittumisen jälkeen	Pahtajoesta alavirtaan, KVA180			
	Tornionjoki, Vakojauren luusuasta	0,58%	0,16%	0,07%

Hyvin varovaisen arvion tekemiseksi siitä, miten haetun toiminnan päästöt voivat vaikuttaa Tornionjoen pitoisuuksiin Rautasjoesta alavirtaan normaalin vuoden päästömäärät on laimennettu Tornionjoen Vakojauren luusuun keskimääräisellä virtaamalla. Laskelma näyttää pitoisuuden lisääntymisen, jonka päästö aiheuttaisi (Taulukko 51). On syytä ottaa huomioon, että laskelma esittää todennäköisesti liiallisia pitoisuuksia, koska siinä ei ole otettu huomioon, että reitin varrella päästössä Tornionjokeen tapahtuu kiinnittymistä. Tulokset osoittavat konservatiivisesta laskentaesimerkistä huolimatta, että pitoisuuksien lisääntymiset Tornionjoessa ovat hyvin pieniä.

*Taulukko 51. Tornionjoen aineiden pitoisuuden lisääntyminen Rautasjoesta alavirtaan on laskettu Vakojauren luusuassa, haetun toiminnan normaalin vuoden aikana skenaariossa 2.*

	Co µg/l	Cu µg/l	U µg/l	Zn µg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l
Haetun toiminnan yhteydessä tapahtuva arvioitu lisääntyminen	0,002	0,007	0,003	0,023	0,24	0,002

Niillä harvoilla toiminnoilla, joita tällä hetkellä tapahtuu useita kilometrejä Rautasjoesta ylävirtaan (mm. Katterjokkan ja Björklidenin jätevedenpuhdistamot), ei ole juurikaan merkittävää vaikutusta Tornionjoen veden laatuun. Haetun toiminnan marginaaliset pitoisuuksien lisääntymiset eivät siksi myöskään aiheuta kumulatiivisia vaikutuksia Tornionjoen vesiympäristössä.

## 7 Ympäristövaikutus toiminnan päättymisen jälkeen

### 7.1 Viscarian alueen purkuvesistöille aiheuttama kuormitus

Copperstone on tutkinut tulevaa hajakuormitusta vastaavalta toiminta-alueen osa-alueelta täysin valmiin toiminnan yhteydessä ja ilman erityisiä vuodon rajoittamiseen tähtäviä jälkikäsitteilytoimenpiteitä. Perustuen mm. edustavan kiviaineksen kosteuskammiokokeisiin (olemassa olevilta kaatopaikoilta, kairausnäytteistä ja rikastuskokeista saadusta rikastushiekasta) on luotu tätä skenaariota kuvaava käsitteellinen malli. Edellytykset, menetelmät ja kuormituslaskelmien tulokset esitetään hakemuksen liitteessä E2.

Kunkin osa-alueen metalliosuus päättyy purkuvesistöön joko Luossajärven kautta tai hajakuormituksen kautta pohjoiseen Pahtajoen suuntaan. Näiden osa-alueiden karkea erittely esitetään kuviossa 41.





Kuva 42. Osa-alueiden karkea jako purkuvesistön mukaan. Punaisten osa-alueiden arvioidaan virtaavan Luossajärven/kanavan kautta, kun taas keltaisten alueiden arvioidaan virtaavan hajanaisesti pohjoisen suuntaan. GB=hylkykivivarasto, SM=rikastushiekka-allas.

Taulukko 52 47 kuvaa laskennallisia vuotuisia kuormituksia eri osa-alueilta kuhunkin purkuvesistöön. Pahtajoen suuntaan kuormituksen arvioidaan olevan suurempi kuin Luossajärven suuntaan.

Taulukko 52. Kummankin osa-alueen metallikuorman osuus vuodon kautta Luossajärven ja Pahtajoen purkuvesistöihin täysin valmiin ja valmistuneen toiminnan jälkeen. Laskelmat tulevat Swecon aikaisemmasta raportista, joka on päivätty 28. maaliskuuta 2022, lisättyinä kromilla ja lyijyllä.

	Aine	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	U	Zn
<b>Purkuvesistö</b>	<b>Osa-alue</b>	<b>Kg/vuosi</b>							
<b>Luossajärvi</b>	Avolouhos A- ja B-vyöhyke <sup>1</sup>	0,16	0,03	0,05	0,2	4,3	0,0075	5,3	71,0
	Uusi rikastushiekka-allas	0,14	0,01	0,004	1,8	0,1	0,005	0,1	2,7
	Nykyinen rikastushiekka-allas	0,14	0,02	0,03	4,3	1,2	0,02	1,7	9,4
	<b>Yhteensä</b>	<b>0,44</b>	<b>0,06</b>	<b>0,084</b>	<b>6,3</b>	<b>5,6</b>	<b>0,32</b>	<b>7,1</b>	<b>83,1</b>
<b>Pahtajoki</b>	Avolouhos A- ja B-vyöhyke <sup>1</sup>	0,16	0,03	0,05	0,2	4,3	0,0075	5,3	71,0
	Avolouhos D-vyöhyke	0,03	0,001	0,01	7,7	0,03	0,4	0,4	2,0
	Pohjoinen hylkykivivarasto	1,3	0,52	0,07	33,3	1,3	0,3	2,4	23,0
	Eteläinen hylkykivivarasto	0,8	0,33	0,05	21,1	0,8	0,2	1,5	14,6
	<b>Yhteensä</b>	<b>2,29</b>	<b>0,88</b>	<b>0,18</b>	<b>62,3</b>	<b>6,43</b>	<b>0,91</b>	<b>9,6</b>	<b>110,6</b>
<b>Yhteensä purkuvesistöön (Luossajärvi + Pahtajoki)</b>		<b>2,73</b>	<b>0,94</b>	<b>0,2</b>	<b>68,6</b>	<b>12,0</b>	<b>0,94</b>	<b>16,7</b>	<b>193,7</b>

1. Puolet avolouhoksen A- ja B-vyöhykkeiden vuodosta oletetaan vuotavan Luossajärveen, puolet Pahtajokeen.

## 7.2 Vaikutus purkuvesistöjen vedenlaatuun

Kesällä 2022 tehtiin uusia mallinnuksia koskien alkuaineiden Cu, Zn ja U pitoisuuksia purkuvesistöissä ja massakuljetuksia toiminnan päättymisen jälkeen puhdistamalla jatkuvasti vettä 100m<sup>3</sup>/h, minkä Taulukko 53 esittää. Ajan myötä pitoisuudet tulevat pieneneään ja puhdistuksen tarve pienenee kymmenvuotisjakson aikana. Lisäksi ilman puhdistustakin kuparin ja sinkin pitoisuuksilla jää marginaalia soveltuviin raja-arvoihin. Uraanipitoisuudet sekä Luossajärven että Pahtajoessa (AVA02) ovat myös hieman nykytilannetta alhaisemmat, minkä vuoksi tila louhinnan päätyttyäkin, kuten nykyisinkin, odotetaan olevan kohtalainen. Arviolta 30,5 kg sinkkiä, 35,5 kg kuparia, 1,1 kg uraania ja 1,4 kg kobolttia vapautuu jälkihoidetusta toiminta-alueelta.

Taulukko 53. Kuparin, uraanin ja sinkin mallinnetut keskimääräiset vuosipitoisuudet ja massakuljetukset toiminnan päättymisen jälkeen. Suluissa olevat biologiset hyötyosuudet, lisäpitoisuudet ja -määrät on lisätty in situ -pitoisuuksiin ja purkuvesistöjen määriin. Arvot koskevat liuennutta pitoisuutta 0,45 µm:n suodattimella suodatuksen jälkeen. Tapauksissa, joissa kuparin ja sinkin liuenneet pitoisuudet ylittävät arviointiperusteet, lasketut biologisesti hyödynnettävät pitoisuudet ilmoitetaan sulkeissa. SFÄ:tä muodostavien metallien tasot on luokiteltu HVMFS 2019:25:n mukaan (vihreä = hyvä tila, keltainen = kohtalainen tila). Vertailun vuoksi esitetään myös nykytilanteen mukaiset mallinnetut tasot.

Purkuvesistö	Aine	Cu		U		Zn	
	Arv.perusta µg/l	Vuosi: 0,5 µg/l biol.hyöd. Max: -		Vuosi: 0,30 ml tausta. <sup>1</sup> Max: 8,6		6,6 biol.hyöd. ml tausta. <sup>1</sup> Max: -	
	Vaihe	µg/l	kg/vuosi	µg/l	kg/vuosi	µg/l	kg/vuosi
Luossajärvi	Nykyinen	2,4 (0,11)	13,7	15	90	5,5 (1,8)	32,2
	Toiminnan päättymisen jälkeen	5,2 (0,23)	33,8	15	82,5	7,7 (2,5)	46,1
AVA02 Pahtajoki	Nykyinen	0,8 (0,04)	15,1	0,8	14,8	2,3 (1,0)	43,3
	Toiminnan päättymisen jälkeen	1,1 (0,06)	22,2	0,9	15,2	2,8 (1,1)	53,1
KVA180 Rautasjoki	Nykyinen	0,7 (0,06)	811	0,2	91	4,1 (3,3)	1 917
	Toiminnan päättymisen jälkeen	0,7 (0,06)	821	0,2	87,8	4,1 (3,3)	1 906

1. Luossajärven ja Pahtajoen paikkakohtainen arviointiperuste.

### 7.3 Vaikutus purkuvesistöjen virtaamaan

Toiminnan päätyttyä ja jälkihoidon tapahduttua ylijäämäveden valutus päättyy. Noin 40 vuoden ajan, ts. ajan, joka kuluu maanalaisten kaivosten ja avolouhosten kyllästymiseen pohjavedellä, pohjaveden vajoamisen vaikutus Pahtajoen valuma-alueella vähenee vähitellen.

Jälkihoidon yleisenä tavoitteena on palauttaa toimiva ympäristö, jonka ekologinen toiminta ja maisema ovat sopusuunnassa teknisen suunnittelun kanssa. Pintavesien valumaa jälkihoidetulta alueelta hallitaan kaatopaikkojen ja maanmuotojen geomorfologisella suunnittelulla, mukaan lukien ojat, tavalla, joka johtaa veden luonnolliseen suuntaansa (Liite E2). Pitkällä aikavälillä purkuvesistöjen virtaamat palaavat siten nykyisin vallitseviin olosuhteisiin. Muutamia vuosia toiminnan päättymisen jälkeen pohjaveden aleneminen vaikuttaa kuitenkin edelleen Pahtajoen virtaamiin ja on samanlainen kuin virtausolosuhteet, jotka vallitsivat tuotantovaiheessa yhdessä alhaisempien virtaamien kanssa pohjaveden alenemisen seurauksena. Erityisesti Pahtajoen alajuoksun alimmissa vesi-ilmentymissä (WA64104032) voivat virtaamat alhaisen virtaaman ajanjaksoina siksi pienentyä jonkin verran, mutta hyvä tila saavutetaan edelleen sekä tilavuuden muutoksen että muutostahdin osalta.

Taulukko 54 osoittaa virtaamakohtaiset parametrit välittömästi toiminnan päättymisen jälkeen. Ajan myötä nämä vaikutukset tulevat kuitenkin vähenemään, kun kaivos on täytetty täysin uudelleen ja virtaamat palaavat tasolle, joka vallitsi ennen toiminnan aloittamista.



Taulukko 54. Arvioitu suhteellinen poikkeama ja tila Pahtajoen alemmassa vesi-ilmentymässä WA47755367 ja Rautasjoessa WA47755367 koskien toiminnan lopettamisen jälkeisiä laatutekijä hydrologisen järjestelmän parametreja. Poikkeamat on luokiteltu HVMFS 2019:25:n hydrologisen järjestelmän arviointiperusteiden mukaan. Sininen = korkea tila, vihreä = hyvä tila ja keltainen = kohtalainen tila.

Vesi-ilmentymä, -asema, osa-alue	Suhteellinen poikkeama		
	Erityinen virtausvaikutus	Tilavuuspoikkeama	Muutosnopeus
<b>Pahtajoen alempi vesi-ilmentymä (WA64104032)</b>			
AVA14 Abbotjärven luusuasta Luossajärven luusuahan (780 m)	-14,4 %	15,3%	-13,4%
AVA02 Luossajärven purkukanavan luusuasta AVA 02 (1745 m)	-14,9 %	14,9 %	-9,1 %
AVA 18 AVA 02:sta AVA 18:aan (4420 m)	-15,8 %	15,1 %	-12,2 %
KVA179 AVA 18:n luusuasta Rautasjoessa (5 400 m)	-15,2 %	14,6 %	-11,4 %
Koko vesistö-ilmentymän (WA64104032) tila	Hyvä tila	Hyvä tila	Hyvä tila
Hydrologisen järjestelmän painotettu tila	Hyvä tila		
<b>Rautasjoen vesi-ilmentymä (WA47755367)</b>			
KVA180 1 km Pahtajokea alavirtaan	0,3%	0,3%	-0,5%
Hydrologisen järjestelmän painotettu tila	Korkea tila		

## 7.4 Vaikutus purkuvesistöjen biologiaan

Tulokset osoittavat, että tuleva kuparin ja sinkin vuotaminen ei sisällä riskiä sinkin kohonneiden vuosikeskiarvopitoisuuksista Pahtajoessa, ja biologisesti hyödynnettävissä oleva pitoisuudet eivät ylitä HaV:n määräyksen 2019:25 arviointiperustetta, kun taas uraanipitoisuus tulee olemaan suunnilleen samalla tasolla kuin nykyisin. Myös Luossajärven pitoisuudet päätyvät samaan suuruusluokkaan kuin nykyisin.

Rautasjoen nykyisten metallipitoisuuksien ei katsota olevan merkittävän vaikutuksen alaisina, ja kuparin, uraanin ja sinkin tila on hyvä myös toiminnan päättymisen jälkeen.

Purkuvesistöjen virtausjärjestelmä palautuu lopulta nykyolosuhteiden mukaiseksi, mutta alkuvaiheessa toiminnan päättymisen jälkeen pohjaveden aleneminen yhdistettynä liikavesipäästöjen lakkaamiseen johtaa Pahtajoen virtaamien pieneen vähenemiseen nykyiseen verrattuna. Etenkin Pahtajoen alaosassa Tvillingtjärnarna-järvien luusuasta alavirtaan voi esiintyä vähentynyttä alhaista virtaamaa.

Yhteenvedona arvio on, että toiminnan lopettamisen jälkeen pitkällä aikavälillä on tuskin pitkäkestoista riskiä kielteisistä vaikutuksista Pahtajoen biologiaan metallipitoisuuksien nousun seurauksena. Luossajärven osalta mitään muutosta ei odoteta tämänhetkiseen tilanteeseen verrattuna. Alkuvaiheessa toiminnan päättymisen jälkeisenä aikana, ennen kuin toiminta-alueen pohjaveden pinnat ovat palautuneet, pienentyneet matalat virtaukset, lähinnä Pahtajoen alaosassa, voivat aiheuttaa vähäisen riskin vesieliöille. Ajan myötä tämäkin riski pienenee. Riskiä kielteisistä vaikutuksista Rautasjoen vesieliöihin pidetään pienenä.

## Viittaukset

CCME, 2011. Canadian Council of Ministers of the Environment. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Chloride.

ECHA, 2021. European Chemical Agency. Tietoa kemikaaleista. Cobalt.  
<https://echa.europa.eu/sv/brief-profile/-/briefprofile/100.028.325>

Havs och vattenmyndigheten, 2019. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25.

Havs och vattenmyndigheten, 2020a. Bedömningsgrunder för ytvattenförekomster. Näringsämnen i vattendrag. Vägledning till HVMFS 2019:25.

Havs och vattenmyndigheten, 2020b. Bedömningsgrunder för ytvattenförekomster. Näringsämnen i sjöar. Vägledning till HVMFS 2019:25.

Ministry of Environment, Province of British Columbia, 2013. Ambient Water Quality Guidelines for Sulphate.