

Kuva 14: Suunnitelmapiiirustus, josta näkyy haetun sopeutusvaihtoehdon mukainen selkeytsaltaan muotoilu (Sweco, 2021).

3.8 Lietevarasto

Sahavaaran suunnitellussa vedenpuhdistuslaitoksessa syntyvä hydroksidiliete suunnitellaan kuivattavan ja varastoitavan tätä tarkoitusta varten rakennettavaan uuteen laitokseen, joka sijoitetaan suunnitellun sivukivivaraston koillisosaan Sahavaarassa. Varastointi suoritetaan pumppaamalla hydroksidiliete puhdistuslaitoksen sedimentointialtaasta geoputkiin, joissa lietteestä poistetaan vesi.

Varastointi- ja vedenpoistoalueelle rakennetaan tiivis pohja, joka alus- ja päällyskerrokseen tulee suojaava geotekstiili. Geokalvon päälle sijoitetaan vettä läpäisevä kerros, jonka päälle geoputket sijoitetaan. Vettä läpäisevän kerroksen avulla putkista vuotaa vesi voidaan kerätä. Vedenpoistopinta rakennetaan viettäväksi loivasti vedenpuhdistusjärjestelmän kohti sedimentointiallasta valvottuun vedenkäsittelyyn.

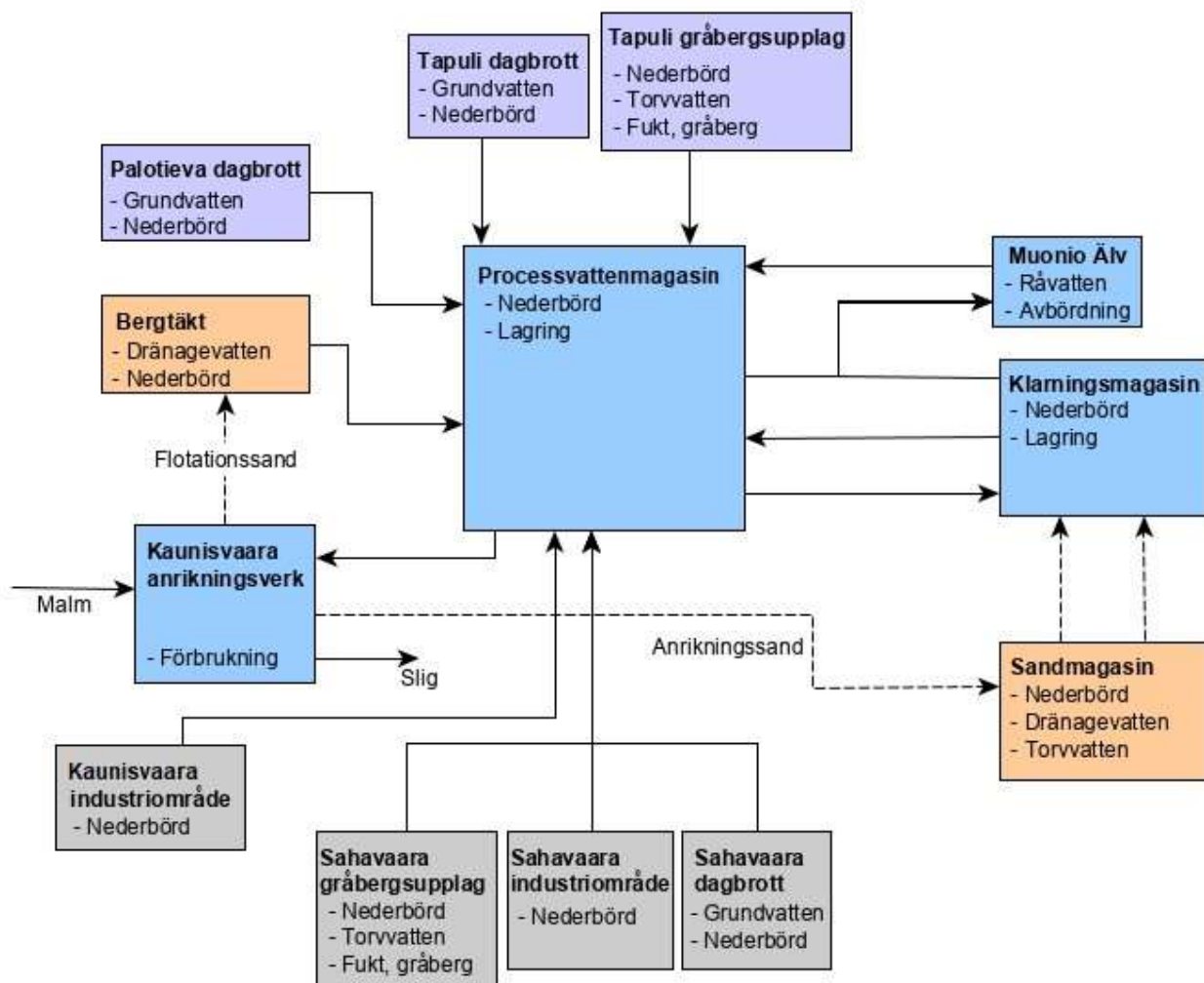
Lietevarastoa suunnitellaan laajennettavaksi vähitellen tarpeen mukaan. Tällä hetkellä ei ole tietoa siitä, kuinka paljon lietettä tulee puhdistuksesta, koska se riippuu suurelta osin puhdistuslaitoksen virtaavan veden koostumuksesta ja virtaamasta.

4.0 VEDENKÄSITTELY JA VESITASE

4.1 Tuotannon aikana

Alla on yhteenveto nykyisen ja tulevan toiminnan vedenkäsittelystä.

Prosessivesijärjestelmät nykyisessä ja tulevassa toiminnassa voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen vesijärjestelmään. Sisäiseen järjestelmään kuuluvat rikastamon vedenkiertojärjestelmät, joihin sisältyvät sakeuttimet, pumput, säiliöt ja putket veden talteenottoa ja rikastusprosessiin kierrätystä varten. Ulkoiseen järjestelmään kuuluvat laitokset ja infrastruktuuri, jotka on tarkoitettu avolouhoksesta, sivukivivarastosta, teollisuusalueilta ja hiekkavarastosta peräisin olevan pintaveden (sade) sekä avolouhoksiin valuvan pohjaveden käsittelyyn. Nämä kaikki virtaamat ohjataan prosessivesialtaaseen ja ne sisältyvät rikastamon prosessiveteen. Prosessivesialtaan ensisijainen tarkoitus on varastoida vettä käytettäväksi rikastusprosessissa. Järjestelmässä oleva liikavesi voidaan poistaa pumpaamalla se prosessivesivarastosta Muonionjokeen.



Kuva 15: Kaavakuva toiminnan vedenkäsittelystä.

Tehdyt vesitaselaskelmat osoittavat, että suuret toimintaan tulevat liikaveden komponentit ovat pohjaveden virtaama avolouhoksiin ja valuma varastoista jne. yhdessä suoranaisen toiminta-alueelle tulevan sateen kanssa.

Pohjaveden virtaaman toimintaan lasketaan lisääntyvän voimakkaasti ensimmäisen tuotantovaiheen loppuvaiheessa ja toisen tuotantovaiheen alussa, jolloin Tapuli on louhittu lopulliseen louhintasyvytyensä ja louhinta Sahavaarassa aloitetaan. Suurin pohjaveden virtaama saavutetaan Tapulin ja Sahavaaran avolouhosten noin kolmen vuoden yhtäaikaisen louhinnan jälkeen, jolloin pohjaveden virtaus Sahavaarassa saavuttaa huippunsa. Kun louhinta Tapulissa päättyy, pohjaveden virtaama vähenee avolouhoksen

tyhjennyspumppauksen käydessä tarpeettomaksi. Sisään tuleva virtaama kasvaa jälleen kolmannessa loughintavaiheessa, kun loughinta Palotievan avolouhoksessa aloitetaan.

Sateen ja lumen aiheuttama valuma sivukivivarastosta, teollisuusalueelta ja hiekkavarastosta lisääntyy vähitellen koko toiminnan ajan. Myös suoranainen sade patoihin, varastoihin ja avolouhoksiin noudattaa valuman kehityssuuntaa. Samoin suoranaisen sateella, malmista ja sivukivestä tulevalla kosteudella on myös merkittävä osuus lisäveden määrässä.

4.2 Käytön jälkeen

Toiminnan aktiivisen käytön aikana prosessivesivirtaama dominoi täysin vesitasetta vedenkäsittelyjärjestelmässä. Toiminnan loputtua ja toteutetun jälkikäsittelyn jälkeen pumppaus avolouhoksista ja veden keruu sivukivivarastosta ja teollisuusalueelta lopetetaan. Samoin hiekka- ja selkeytsaltaaseen varastoidun rikastushiekan mukana menneen prosessiveden tulo loppuu.

Avolouhoksia täytetään sen sijaan pohja- ja pintavedellä, kunnes tasapaino on saavutettu avolouhoksiin tulevan ja sieltä pois virtaavan veden välillä.

Sivukivivarastosta ei kerätä sadevettä, vaan se noudattaa luonnollista pintavalumaa, jota ohjaa pääasiassa alueen topografia, ja vesi päättyy lopulta alavirrassa olevaan pintaveteen. Tapulin sivukivivaraston osalta tämä merkitsee valumista kohti Aareajokea pohjoisessa ja kohti Kaunisjärveä etelässä, kun taas valuma Sahavaaran sivukivivarastosta tapahtuu kohti Kaunisjokea etelässä.

Kun selkeytsallas on viemäroity/tyhjennetty vedestä, käytön aikana tullut prosessivesi ja hiekkavarastoon sitoutunut huokosvesi viemäroidään pengerten lävitse ja maan alle pohjavedeksi, kunnes hiekkavarastossa ollut pohjavesi on saavuttanut tasapainotilan ympärillä olevan suoalueen kanssa.

5.0 KOKONAISVALTAISET JÄLKIKÄSITTELYTAVOITTEET

Louhintajäteasetuksen mukaan sen, joka käyttää tai lopettaa/sulkee loughintalaitoksen, on sulkemisen yhteydessä huolehdittava, että kajottu alue entisöidään tyydyttävään kuntoon joko suorittamalla tai kustantamalla tarvittavat toimenpiteet ottaen erityisesti huomioon maan ja veden laadun, kasviston ja eläimistön, luonnollisten elinympäristöjen, maisemakuvan, tulevaisuuden maankäytön sekä muiden terveys- ja ympäristötekijöiden suojelemisen.

Nykyisten ja suunniteltujen toiminta-alueiden jälkikäsittely Tapuli/Palotievassa, Kaunisvaarassa ja Sahavaarassa tullaan suorittamaan loughintajäteasetuksen mukaisesti ihmisiin ja ympäristöön kohdistuvien negatiivisten vaikutusten minimoimiseksi. Jälkikäsittelytoimenpiteet on myös muotoiltavat ja toteutettava kasviston ja eläimistön palauttamisen helpottamiseksi sekä mahdollisimman hyvien olosuhteiden luomiseksi maan käytölle tulevaisuudessa.

Jälkikäsittelyn tarkoituksena on myös asianmukaisten ympäristötavoitteiden ja ympäristönormien täyttäminen pitkällä aikavälillä. Kansallisista 16 ympäristötavoitteesta viiden lasketaan olevan ajankohtaisia kyseessä olevien laitosten ja kohteiden jälkikäsittelytoimenpiteille:

- Hyvänlaatuinen pohjavesi
- Elävät järvet ja joet
- Elämää kuhisevat kosteikot
- Hyvä asuinympäristö
- Rikas kasvisto ja eläimistö.

5.1 Suojelukohteet

Kaikilla alueen vesiesiintymillä on Natura 2000 status Tornion ja Kalixin jokijärjestelmän sivujokien ominaisuudessa. Muonionjoki on yksi sekä luonnonsuojelulle että ulkoilulle valtakunnallisesti tärkeistä kohteista.

Sekä Tapulin avolouhos että Tapulin sivukivivarasto kuten Kaunisvaaran rikastamo ja osa suunnitellusta Sahavaaran ja Kaunisvaaran teollisuusalueiden välillä olevasta käytävästä sijaitsee Kokkovuoman kosteikossa, joka sisältyy kansalliseen soidensuojelusuunnitelmaan ja joka on kansallisessa kosteikkojen inventoinnissa luokiteltu 1. luokan kosteikoksi, jossa on hyvin korkeat luontoarvot.

Suunniteltu Sahavaaran toiminta-alue sijaitsee Ahvenvuoman kosteikossa, joka on kansallisen kosteikkojen inventoinnin mukaan luokiteltu 2. luokan kosteikoksi, jossa on korkeat luontoarvot. Osittain Sahavaaran avolouhoksen alueella ja sen välittömässä läheisyydessä ja suunnitellun sivukivivaraston alueella Sahavaarassa on alue, joka on katsottu valtakunnallisesti tärkeäksi luonnonsuolelulle ainutlaatuisen kasvistonsa ja eläimistönsä, aarniometsiensä ja suomalaisemansa ansiosta (N 37).

Nykyiset ja suunnitellut toiminta-alueet sijaitsevat Muonion myönnytyspaliskunnan laidunalueilla, joiden ydinalue on Kokkovuomassa ja muuttotie kaivosalueen pohjois- ja itäpuolella hiekkavaraston yhteydessä. Kokkovuoma kuuluu nk. porojen viihtymisalueeseen Muonion saamekylässä ja alue on yhdessä Ahvenvuoman kanssa hyväksytty valtakunnallisesti tärkeäksi poroelinkeinolle.

Tunnistetut suojelukohteet, jotka tulee ottaa huomioon toiminnan päättyessä ovat seuraavat:

- Vesi – ensi kädessä pintaveden purkuvesistöt Kaunisjoki ja Aareajoki, mutta myös pohjavesiesiintymät toiminta-alueen itäpuolella (SE749352-182619) ja länsipuolella (SE749567-181699)
- Maaympäristö, kasvit, suojeltavat luontotyypit
- Alueen eläimistö (linnut ja riista sekä porot)
- Ihmiset – ensi kädessä lähialueella asuvat ja tilapäisesti alueella oleskelevat.

5.2 Kokonaisvaltaiset toimenpidetavoitteet

Jälkikäsitellylle on laadittu joukko kokonaisvaltaisia toimenpidetavoitteita. Kokonaisvaltaiset toimenpidetavoitteet ilmoittavat mikä käyttö tai toiminta alueelle on ajateltu sekä mitkä häiriöt ja vaikutukset ovat hyväksyttäviä ympäristölle sen jälkeen, kun jälkikäsitelytoimenpiteet on toteutettu. Tavoitteita voidaan ilmaista eri tavoin, esimerkiksi tavoite turvallisuusriskien vähentämiseksi, tavoitteet saastutusmobilisoinnin/leviämisen ehkäisemiseksi esimerkiksi vähentämällä määriä jos/tai volyymeita, tavoitteet saasteille altistumisen rajoittamiseksi, tavoitteet luonnonvarojen suojelemiseksi tai tavoitteet tulevan maankäytön ja muiden intressien suojelemiseksi/edistämiseksi.

Kokonaisvaltaiset tavoitteet, joiden esitetään olevan ohjaavia jälleenkäsittelytoimenpiteiden suunnittelulle, muotoilulle ja toteuttamiselle Tapulin/Palotievan, Kaunisvaaran ja Sahavaaran toiminta-alueille ovat:

- Luonnolliset valumaolosuhteet alueella entisöidään mahdollisimman pitkälle.
- Kaikkien mahdollisten fyysisten turvallisuusriskien poistaminen. Tavoitteena on, että alueella ei vaadita mitään pysyviä rajoituksia onnettomuuksien välttämiseksi, lukuun ottamatta ylimenokautta. Tämä koskee sekä avolouhoksia että hiekka- ja selkeytysallasta ja sivukivivarastoa.
- Veden toiminta-alueilta kuljettaman saastekuormituksen jälkikäsitellyiltä alueilta pitää olla sellainen, että se ei aiheuta pitkällä aikavälillä hyväksymätöntä kuormitusta pinta- ja pohjaveden purkuvesistöihin. Konkreettisemmin tuleva, pitkän aikavälin saastekuormitus ei saa estää mahdollisuuksia savuttaa hyvä ekologinen ja hyvä kemiallinen status pinta- ja pohjaveden purkuvesistöissä.
- Jälkikäsitellyjä alueita on voitava käyttää virkistykseen ja pinta-alaa koskeviin elinkeinoihin ilman riskejä ihmisten ja eläinten terveydelle.

- Alueet on jälleen voitava saattaa poroelinkeinon käyttöön.
- Lähialueella olevien lajien paluu on ajan mittaan tehtävä mahdolliseksi jälkikäsitellylle alueelle.
- Jälkikäsitelty kaivosalue on muotoiltava ja sopeutettava ympäröivään maisemakuvaan.
- Jälkikäsitellyillä kaivosalueilla on oltava minimaalinen tarve valvontaan ja kunnossapitoon pitkällä aikavälillä (>30 vuotta).
- Alueet on jälkikäsiteltävä kertaluontoisin toimenpitein, jotka merkitsevät parasta mahdollista tekniikkaa, joka on relevantti aikaisemman toiminnan riskitasolle.

Tietyt yllä mainitut kokonaisvaltaiset toimenpidetavoitteet, esimerkiksi lajien palauttaminen sekä maisemaan sopeuttamisen tavoite vaativat lisäselvitystä, ennen kuin yksityiskohtainen kuvaus toimenpiteiden toteutuksesta voidaan laatia.

Toiminnan jälkikäsitelyssä pyrkimyksenä on, että toiminta ei elinkaariperspektiivissä johda biologisen moninaisuuden nettotappioihin. Jälkikäsitelyn tarkoituksena pitää sen vuoksi olla sellaisten luontoarvojen luominen tai palauttaminen, jotka ovat tyypillisiä alueelle ja suosivat täten biologista moninaisuutta aikaisemmin käyttöön otetulla maalla.

Toimenpiteet on muotoiltava paikkakohtaisesti ja sovitettava jokaiseen osakohteeseen, kuten sivukivivarastoon, hiekka- ja selkeytsaltaaseen tai teollisuusalueisiin, koska jokaisessa osakohteessa on ainutlaatuiset edellytykset ja mahdollisuudet.

Tämän tyyppisten ympäristösopeutusten suunnittelun ja muotoilun lähtökohtana on viitealue, joka toimii esikuvana sille, mitä voidaan ja mikä on toivottavaa luoda erityisessä osakohteessa tai sen yhteydessä. Esimerkkejä alueista, jotka voivat tulla kysymykseen ovat mäntynummi, kukkula ja somerikko, kosteikot jne. Alla on esitelty joitakin ehdotuksia, joita tällä hetkellä voidaan pitää käsitteellisinä ja jotka vaativat lisäselvitystä ennen kuin niitä voidaan kuvata lopullisissa suunnitelmissa.

Tällaisen selvitystyön esitetään perustuvan niihin luonnonarvoinventointeihin, joita tehdään lähialueella yhdessä maisema- ja luonnonarvoanalyysien yhteydessä alueellisella tasolla. Valituista viitealueista tehdään luontotyyppeihin ja biologiaan perustuva yhteenveto.

Koska eri luontotyytit kypsyvät eri nopeuksilla, tämän tyyppiset toimenpiteet tarvitsee suunnitella ja muotoilla pitkän aikavälin tulosta ajatellen.

Eri jälkikäsitelykohteisiin sisältyy useita erilaisia toivottuja luontotyyppisiä. Esimerkiksi hiekka- ja selkeytsaltaalla arvioidaan olevan potentiaalia erityyppisten ympäristöjen luomiseen, jotka voisivat sisältää kaikkea alavista vesirikkaista alueista tai kosteikoista nuoreen lehtimetsään ja edelleen kosteilla mutta korkeammalla sijaitsevilla osilla mäntykankaaseen ja kuivemmillä osilla köyhempään alakasvillisuuteen.

Sivukivivarasto voidaan muotoilla matalahkoilla kumpareilla ja notkoilla sekä päällysteillä erilaisten elinympäristöjen luomiseksi ja samalla sen välttämiseksi, että jälkikäsitelyn tuloksena syntyy tasainen, paljas pinta. Koska varastot peitetään moreenilla, myös notkot voidaan peittää kumikankaalla ja luoda edellytyksiä pienille lammikoille. Luiskissa on pitkäaikaisstabiili kaltevuus, eikä niitä tarvitse välttämättä peittää moreenilla, vaan niiden voidaan antaa muistuttaa somerikkoa. Tietyissä tapauksissa voidaan pieniä rotkoja tai vyörykartioita luoda tahallisesti vaihtelevan luontokuvan aikaansaamiseksi. Syynä siihen, että moreenia ei esitetä laitettavaksi vyörytörmäin, on suurempi sivukiven raekoko, joka voi johtaa vaikeuksiin sijoittaa moreenia ja samalla välttää sen painumista sivukiven läpi tai sen vyörymistä alas.

Yllä kuvatut luontotyypit voisivat tarjota elinympäristöjä yrttirikkaalle aluskasvillisuudelle, kukkiville ja marjaisille puille, sammalille ja jäkälille sekä tarjota näkyville sivukivijyrkänkeillä elinympäristöjä esimerkiksi kalliolla pesiville linnuille, ketuille ym. lajeille.

Alueille, joilla ei ole enää riskejä, voidaan tehdä vaellusreitit ja näköalapaikkoja ja varustaa ne informaatiotauluin, jotka kertovat alueen aikaisemmasta historiasta.

Kuten aikaisemmin mainittiin, yllä mainittujen tavoitteiden todellista toteuttamista täytyy suunnitella ja selvittää eteenpäin. Sopiva muoto tälle työlle voi olla erityisen toteutussuunnitelman laatiminen toimenpidetavoitteille, jotka koskevat lajien palauttamista ja maisemakuvan sopeuttamista, koska näillä tavoitteilla on yhteisiä kosketuskohtia. Sen jälkeen alueet kartoitetaan yksityiskohtaisemmin ja laaditaan toteutussuunnitelma, jossa suositellaan toimenpiteitä kullekin alueelle. Yksityiskohtainen aineisto laaditaan sitten osana tätä toteutussuunnitelmaa.

6.0 RISKIEN ARVIOINTI

6.1 Menetelmä/rajoitukset

Kohdissa 6.2–6.5 esitetään riskien arviointi niille kohteille/laitoksille, jotka jälkikäsitteily käsittää koskien saastutusriskejä, altistusriskejä, riskiä vesiäsiintymiin vaikuttamiselle turvallisuusriskien osalta.

Tehdyssä riskinarvioinnissa keskitytään ennen kaikkea pintaveteen, pohjaveteen ja maahan. Tämä siksi, että niiden arvioidaan olevan pääasiallisia suojelukohteita ja liittyvän suurimpiin riskeihin. Potentiaalisia riskejä, jotka liittyvät altistumiseen ilman kautta pölyämisenä arvioidaan voitavan käsitellä niiden toimenpiteiden avulla, jotka tehdään pintaveden ja maan suojelemiseksi, jonka vuoksi erityiset toimenpiteet ilman kautta altistumisen estämiseksi tai minimoimiseksi eivät ole relevantteja.

Kyseessä olevista pinta- ja pohjavesiäsiintymistä arvioidaan pintavesiäsiintymien olevan mittana sille, kuinka suuri massakuljetus voidaan hyväksyä jälkikäsitellyiltä teollisuusalueilta. Toimenpiteet pintaveden suojelemiseksi mitoitetaan täten jälkikäsitteilyn toteutusta varten.

Tunnistettujen riskien perusteella muotoillaan ja arvioidaan sitten toimenpiteiden tarve jokaisessa kohteessa, mikä esitetään kohdassa 7.0. Riskinarviointi ja toimenpiteiden tarve on sitten perustana mahdollisille ja ehdotetuille/valituille jälkikäsitteilytoimenpiteille, jotka esitetään kohdassa 8.

6.2 Saastutusriskit

Tapulin sivukivivarasto, jossa on materiaalia Tapulin ja Palotievan ajolouhoksista, on kokonaisuudessaan karakterisoitu ei happoa muodostavaksi (ts. nettopuskuroivaksi) ja eikä sen arvioida lyhyellä tai pitkällä aikavälillä antavan aihetta metallien tai muiden aineiden uuttumiseen ja mobilisointiin mikä aiheuttaisi riskin kokonaisvaltaisten toimenpidetavoitteiden täyttämiseksi.

Sahavaaran vähärikkinen sivukivi osoittaa vastaavanlaisia ominaisuuksia kuin sivukivi Tapulin sivukivivarastossa.

Sahavaaran potentiaalisesti happoa muodostavan sivukiven arvioidaan pitkällä aikavälillä voivan vaikuttaa ympäristöön, koska pH:n arvioidaan laskevan, minkä seurauksena metalleja mobilisoi ja kulkeutuu ympäristöön viemärintiveden mukana, jolloin suotoveteen syntyy kohonneita metallipitoisuuksia. Sen vuoksi on olemassa riski, että kokonaisvaltaisia toimenpidetavoitteita ei pystytä täyttämään, ellei jälkikäsitteily sisällä riskiä vähentäviä toimenpiteitä.

Myös Sahavaaran avolouhos sisältää mineralisoitua kiveä ja kiveä, jossa on korkea rikkipitoisuus vedenkuivauskautena aikana altistuneissa seinissä ja siten voidaan odottaa, että avolouhoksessa olevan veden pH on matala ja metallipitoisuudet ovat kohonneet siihen saakka, kunnes seinät padotaan veden alle.

Magneettierottelusta tuleva rikastushiekka on voimakkaasti nettopuskuroivaa, eikä siitä arvioida lyhyellä tai pitkällä aikavälillä voivan liueta sellaisia kohonneita pitoisuuksia tai määriä erilaisia aineita, jotka aiheuttavat riskiä kokonaisvaltaisten toimenpidetavoitteiden täyttämiseksi.

Vaahdotushiekka on karakterisoitu potentiaalisesti happoa muodostavaksi, minkä vuoksi jälkikäsittely on suoritettava, jotta massamobilisaation riskiä voidaan ehkäistä tai vähentää.

Hydroksidilietettä vedenpuhdistuksesta ei ole karakterisoitu, mutta se sisältää todennäköisesti tiettyjen metallien kohonneita pitoisuuksia. Lieite ei todennäköisesti ole potentiaalisesti happoa muodostavaa ja kokemuksen mukaan uuttuminen sen joutuessa kosketuksiin veden kanssa on suhteellisen rajallista tämän tyyppiselle lieitteelle.

Yllä mainittu yhteenvedona merkitsee sitä, että kyseisten kohteiden jälkikäsittelytoimenpiteet tarvitsee muotoilla tunnistettujen saastusriskien ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi. Tämän aikaansaamiseksi toimenpiteiden on varmistettava, että:

- Suora kosketus potentiaalisesti happoa muodostavan Sahavaaran sivukiven, vaahdotushiekan ja hydroksidilietteen kesken voidaan välttää.
- Potentiaalisesti happoa muodostavan Sahavaaran sivukiven, vaahdotushiekan ja hydroksidilietteen leviäminen voidaan välttää
- Rapautumista tai liukenemista voidaan rajoittaa seuraavissa kohteissa:
 - ✦ Sahavaaran potentiaalisesti happoa muodostavat sivukiven varastointisolut
 - ✦ Vaahdotushiekan varastointisolu osassa hiekkavarastoa
 - ✦ Hydroksidilietteen varasto Sahavaarassa
 - ✦ Sahavaaran avolouhosjärvi

Yllä olevan lisäksi mainitaan, että toimenpiteet muotoillaan ja toteutetaan siten, että kokonaisvaltaiset jälkikäsittelyn tavoitteet saavutetaan maankäytön osalta. Sen vuoksi on tärkeää esimerkiksi luoda edellytykset kestäväälle kasvuston palautumiselle alueella. Muut alueet, joihin toiminta on voinut vaikuttaa, kuten esimerkiksi vaahdotusmalmivarasto, polttoainesäiliöiden sijoituspaikat jne. tutkitaan ja saneerataan tarvittaessa.

6.3 Altistumisriskit

Ihmiset saattavat eri tavoin joutua kosketuksiin maassa, pohja- ja pintavedessä olevien aineiden kanssa riippuen siitä, kuinka saatavilla saasteet ovat ja kuinka ihmiset käyttäytyvät. Tyypillisiä altistumisteitä ovat esimerkiksi nauttiminen suun kautta, suoranainen ihokontakti, höyryjen ja pölyn sisään hengittäminen saastuneilta alueilta sekä saastuneilla alueilla viljeltyjen viljojen nauttiminen sekä saastuneesta ympäristöstä peräisin olevan lihan/kalan nauttiminen.

Taulukossa 2 kuvataan altistumistiet, joiden arvioidaan olevan relevantteja maankäytölle kyseessä olevilla alueilla toiminnan lopettamisen jälkeen. Kuten aikaisemmin mainittiin, yleisten ohjearvojen laatimisessa saastuneelle maalle, on huomioitu humanitoksiset raja-arvot. Kuten taulukosta käy ilmi, relevantiksi arvioidaan ennen kaikkea ihmisten altistuminen joko louhintajätteelle tai potentiaalisesti saastuneelle maalle teollisuusalueella eri muotoisten suoranaisten nauttimisten/kontaktien kautta, mutta samanaikaisesti rajoitetut, altistumistiet, jotka on käsiteltävä jälkikäsittelyssä. Toimenpiteet sellaisen suoranaisten altistumisen ehkäisemiseksi ja siltä suojaamiseksi tulevat hoidetuksi niidet toimenpiteiden yhteydessä, jotka suoritetaan pintavesiesiintymien suojaamiseksi, mitkä mitoitetaan täten jälkikäsittelytoimenpiteitä varten.

Altistumisen pinta- ja pohjaveden nauttimisen kautta ei arvioida aiheuttavan riskiä, joka antaa aiheutta erityisiin toimenpiteisiin jälkikäsittelyperspektiivissä. Ohjaavana jälkikäsittelyssä on sen sijaan kyseisten vesiesiintymien ympäristölaatuunormien säilyttämistavoite.

Koska päästöt toiminnasta tai hajanaiset valumat toiminta-alueelta eivät rasita pintaveden purkuvesistöjä bioakkumuloituvilla ja/tai hitaasti hajoavilla aineilla (jotka kerääntyvät esimerkiksi kaloihin/ravinneketjuun, ja/tai jotka ovat vaikeasti hajoavia), käytön aikana ei arvioida hyväksymättömän altistumisen saasteille esimerkiksi

syömällä purkuvesistöistä peräisin olevaa kalaa, aiheuttavan riskiä, joka antaa aiheutta erityisiin toimenpiteisiin jälkikäsittelyperspektiivissä.

Altistumisten nautittavan viljan kautta, joka on viljelty maalla, jonka saastearvot ovat kohonneet, esim. tiettyjen metallien osalta, arvioidaan olevan erittäin epätodennäköistä, koska tämä vaatii, että viljely tapahtuu suoraan jälkikäsittelyssä louhintajätelaitoksissa. Altistusteita ei ehkä pystytä sulkemaan pois kokonaan, mutta niiden ei arvioida olevan mitoittavia tai ohjaavia jälkikäsittelytoimenpiteiden valinnassa.

Taulukko 2: Altistumistiet ihmisiin. Altistumisteiden arviointi; X = altistumistien arvioidaan olevan ajankohtainen. (X) = altistumistie voi olla ajankohtainen, mutta sen arvioidaan olevan rajoitettu. Tyhjät kentät tarkoittavat, että altistumistie ei ole relevantti.

Humaanitoksiset näkökohdat					
Altistumistie	Hiekka- ja selkeytyksillä*	Sivukivivarasto	Kaivos	Avolouhos/ Ontelot	Teollisuusalue
Suora saastuneen maan (jäte)* nauttiminen	(X)	(X)		(X)	(X)
Ihokontakti*	(X)	(X)		(X)	(X)
Pölyn sisäänhengitys*	(X)	(X)		(X)	(X)
Höyryjen sisäänhengitys					
Pinta- ja pohjaveden nauttiminen					
Saastuneessa maassa viljeltyjen vihannesten syöminen					
Lähellä sijaitsevasta pintavedestä saatujen kalojen syöminen					

*Altistuksen ja altistusteiden arviointi koskee hiekkavarastoa.

6.4 Vaikutus vesiesiintymiin

Jotta voidaan arvioida tarvittavien jälkikäsittelytoimenpiteiden tarve ja niiden tyyppi, on tehtävä kokonaisvaltainen arvio vaikutuksista veden laatuun kyseessä olevissa purkuvesissä kunkin kohteen aiheuttamaan odotettuun kuormitukseen perustuen. Kuten aikaisemmin mainittiin, arvioidaan veden täyttämällä avolouhoksella Sahavaarassa yhdessä potentiaalisesti happoa muodostavan sivukiven ja hiekkavarastossa olevan vaahdotushiekan varastointosolulla Sahavaarassa olevan suurin merkitys pinta- ja pohjaveden yhteenlasketulle taustakuormitukselle.

Kohdassa 7.1 ja 7.2 kuvataan toimenpiteiden tarpeet koskien laskettua tulevaa massakuljetusta ja hajanaista pitkäaikaskuormitusta, jotka relevantteina jälkikäsittelykohteina (avolouhos ja louhintajätelaitokset) vaikuttavat alavirrassa oleviin pintaveden purkuvesiin.

6.5 Turvallisuusriskit

Ihmisten ja eläinten turvallisuudelle tunnistetut riskit toiminnan lopettamisen jälkeen ovat:

- Putoamisen ja vyöryonnettomuuksien riski avolouhoksessa.
- Pienten rinnevyörymien ja putoavien kivien riski sivukivivarastossa, ellei sitä luiskata.
- Onnettomuuksien riski hylätyissä rakennuksissa ja laitoksissa.
- Riski (hukkuminen) vedenkokoumissa.
- Vyörymärisä suuren huokospaineen ja suurten vedenkorkeuksien yhteydessä hiekkavarastossa.
- Vyörymän/haverien riski padoissa pitkäaikaisen stabiliteetin puuttuessa.

Nämä turvallisuusriskit tarvitsee käsitellä suunnitelluin jälkikäsitteilytoimenpitein niin, että ne minimoidaan tai eliminoidaan.

7.0 TOIMENPIDETARPEET

7.1 Saastutusriskit

Riskien arvioinnista kohdassa 6.0 käy ilmi, että potentiaalisesti happoa muodostavan sivukiven ja vaahdotushiekan, hydroksidilietteen sekä täyttyneen avolouhoksen veden ominaisuudet Sahavaarassa ovat sellaisia, että riskien vähentämistä vaaditaan.

Edellisessä kohdassa esitettiin niiden jälkikäsitteilykohteiden kuormituslaskelmat, jotka ovat relevantteja tässä suhteessa ja joihin sisältyvät:

- hiekkavarasto (mukaan lukien vaahdotushiekan varastosolu)
- sivukivivarasto,
- vedellä täyttynyt avolouhos, sekä
- vaahdotushiekan varastotila täyttämällä Navettamaan kivilouhos.

Kohteiden, joita ei ole otettu mukaan, kuten teollisuusalue tai alueen tiet, katsotaan olevan merkityksettömiä tässä yhteydessä. Muut kohteet, kuten malmivarasto on lopetettu ja se on puhdistettu materiaalista jälkikäsitteilyn toteuttamisen yhteydessä, eikä se siten aiheuta kuormitusta tulevaisuudessa.

Lähtökohtana kuormituslaskelmille on aikaisempi aineisto geokemiallisen karakterisoinnin muodossa sekä toteutetut mallinnukset jne. käyty läpi ja tarkastettu menetelmiä ja arvioinnit lähtökohtana. Aineiston osoittaututtua relevantiksi ja luotettavaksi sitä on käytetty lähtötietoina kuormituslaskelmille. Kunkin osakohteen osalta on selvitetty mitä aineistoa on käytetty ja kuinka laskelma on tehty.

Tiedot tulevaisuuden vedenvirtaamista ja valumisesta jälkikäsitteilyistä kohteista kohti purkuvesistöjä on laskettu toiminnalle laaditun vesitasemallin pohjalta.

7.1.1 Hiekkavarasto

Golder (2014) selvitti aineensiirtoa ja aineenkuormitusta hiekkavarastosta raportissa "Numerisk modellering för vattenströmning ja syrenedträngning för föreslagen utformning av sandmagasinet". (Vedenvirtaaman ja hapen tunkeutumisen numeerinen mallinnus esitetylle hiekkavaraston muotoilulle).

Tässä mallinnuksessa tehtyjen johtopäätösten perusteella tehdään seuraavat oletukset hiekkavaraston pitkän aikavälin edellytyksille:

- Normaalitypauksena oletetaan hapen kulkeutumisen olevan 0,08 mol/m²/vuosi
- Ääritapauksessa (herkkyysanalyysinä) oletetaan hapen kulkeutumisen olevan 0,25 mol/m²/vuosi, ts. korkein mallinnettu hapen kulkeutumismnopeus käyttäen turvallisuuskerrointa 2.

Eri elementtien suhteellisen siirron on oletettu olevan sama kuin toteutetuissa kosteuskammiokokeissa (2013 Metals Sample A) ja normalisoitu sulfaattipitoisuuteen.

Tämä on sama perusolettamus kuin täydentävässä kuormitusarvioinnissa 2014 (Eriksson, 2014).

Nyt suunniteltu hiekkavarasto on yhteensä 479 ha laajuinen. Vaahdotusjätevaraston osuus on 54 ha hiekkavaraston kokonaispinta-alasta.

Hiekkavaraston vähärikkisen osan ylimmän metrin rapautumisen oletetaan olevan enemmän tai vähemmän vakio lähimpien 150 vuoden aikana koska hapen kulkeutuminen on rajoittava tekijä tässä vyöhykkeessä (ts. hapestä on ylijäämää, koska rapautumisreaktiot ovat hitaita alhaisesta sulfidipitoisuudesta johtuen).

Aikaisemman mallinnuksen skaalaus on tehty siten, että tyydytetyn ja tyydyttämättömän osuuden on oletettu olevan vakio, kun taas pinta-ala kasvaa 450 hehtaarista (yhtensä) 479 hehtaariin (yhteensä). Golderin laskema kuormitus ainoastaan magneettierottelusta tulevasta hiekkavaraston rikastushiekastahiekasta on tilitetty taulukossa 3.

Toteutetun jälkikäsitelyn jälkeen aineenkuljetus hiekkavarastosta tulee tapahtumaan eri suuntiin:

- Noin 40 % hiekkavaraston suotovedestä valuu etelään päin kohti Kaunisjokea ennen Aareajokea (0,21 m³/s).
- Noin 30 % av hiekkavaraston suotovedestä valuu länteen kohti Kaunisjärveä ennen Patojokea (0,16 m³/s).
- Noin 30 % hiekkavaraston suotovedestä valuu pohjoiseen kohti Aareajokea ennen Kaunisjokea (0,16 m³/s).

Taulukko 3: Laskettu aineensiirto magneettierottellun hiekan hiekkavarastosta.

Parametri	Yksikkö	Kokonais- aineensiirto	Etelään kohti Kaunisjokea ennen Aareajokea: 40 % ainekuormituksesta	Länteen kohti Kaunisjärveä ennen Patojokea: 30 % ainekuormituksesta	Pohjoiseen kohti Aareajokea ennen Kaunisjokea: 30 % ainekuormituksesta
Al	kg/vuosi	556	222	167	167
As	kg/vuosi	7,6	3	2,3	2,3
Ba	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
Ca	kg/vuosi	306604	122180	92212	92212
Cd	kg/vuosi	0,2	0,08	0,06	0,06
Cl	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
Co	kg/vuosi	55	22	16,5	16,5

Cr	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
Cu	kg/vuosi	62	24,7	18,6	18,6
F	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
Fe	kg/vuosi	305,2	122	92	92
Hg	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
K	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
Mg	kg/vuosi	168589	67182	50703	50703
Mn	kg/vuosi	258	103	78	78
Mo	kg/vuosi	27,0	10,8	8,1	8,1
Na	kg/vuosi	9203,9	3668	2768	2768
NH ₄ -N	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
Ni	kg/vuosi	43	17,1	12,9	12,9
NO ₃ -N	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
N _{tot}	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
Pb	kg/vuosi	4,3	1,7	1,3	1,3
PO ₄ -P	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
Parametri	Yksikkö	Kokonais- aineensiirto	Etelään kohti Kaunisjokea ennen Aareajokea: 40 % massakuormituk- sesta	Länteen kohti Kaunisjärveä ennen Patojokea: 30 % massakuormituk- sesta	Pohjoiseen kohti Aareajokea ennen Kaunisjokea: 30 % massakuormituksesta
P _{tot}	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
Sb	kg/vuosi	6,4	2,6	1,9	1,9
SO ₄	kg/vuosi	1305567	520264	392652	392652

Sr	kg/vuosi	n/a	n/a	n/a	n/a
U	kg/vuosi	0,4	0,2	0,1	0,1
Zn	kg/vuosi	27,7	11	8,3	8,3

n/a: Parametri puuttui alla olevista tiedoista

7.1.2 Vaahdotussolu hiekkavarastossa

Aineensiirtolaskelmat vaahdotushiekan varastosolulle perustuvat konservatiivisiin tietoihin tehdyistä kostutuskammiokokeista (suotovedenlaatu viikoilla 16–30) ja joko "normaali" (0,08 mol/(m²-vuosi)) tai "äärimmäinen" (0,25 mol/(m²-vuosi)) happidiffuusio. Laskettu aineensiirto kummallekin skenaarille on esitetty alla taulukossa 4. Pitkän aikavälin aineensiirrossa ja massakuormituksessa oletetaan, että 100 % vaahdotushiekan varastosolun valumasta tapahtuu länteen kohti Kaunisjärveä ennen Patojokea.

Taulukko 4: Laskettu aineensiirto vaahdotushiekan varastosolusta.

Parametri		Konservatiivinen skenaario kostutuskammiokoe tiedoilla, v. 16–30, "normaali" O ₂ diffuusio	Konservatiivinen skenaario kostutuskammiokoe tiedoilla, "äärimmäinen" O ₂ diffuusio
Al	kg/vuosi	0,02	0,07
As	kg/vuosi	n/a	n/a
Ba	kg/vuosi	n/a	n/a
Ca	kg/vuosi	92	289
Cd	kg/vuosi	0,0003	0,001
Cl	kg/vuosi	n/a	n/a
Co	kg/vuosi	2,2	6,8
Cr	kg/vuosi	n/a	n/a
Cu	kg/vuosi	0,1	0,4
F	kg/vuosi	n/a	n/a
Fe	kg/vuosi	170	531
Parametri	Yksikkö	Konservatiivinen skenaario kostutuskammiokoe tiedoilla, v. 16–30, "normaali" O ₂ diffuusio	Konservatiivinen skenaario kostutuskammiokoe tiedoilla, "äärimmäinen" O ₂ diffuusio

Hg	kg/vuosi	n/a	n/a
K	kg/vuosi	n/a	n/a
Mg	kg/vuosi	361	1129
Mn	kg/vuosi	7	22
Mo	kg/vuosi	n/a	n/a
Na	kg/vuosi	0,6	1,9
NH ₄ -N	kg/vuosi	n/a	n/a
Ni	kg/vuosi	1,4	4,3
NO ₃ -N	kg/vuosi	n/a	n/a
N _{tot}	kg/vuosi	n/a	n/a
Pb	kg/vuosi	n/a	n/a
PO ₄ -P	kg/vuosi	n/a	n/a
P _{tot}	kg/vuosi	n/a	n/a
Sb	kg/vuosi	0,001	0,001
SO ₄	kg/vuosi	1229	3840
Sr	kg/vuosi	n/a	n/a
U	kg/vuosi	n/a	n/a
Zn	kg/vuosi	0,1	0,4

n/a: Parametrit puuttuivat pohjatiedoista

7.1.3 Vaahdotusjäte veden alla kallioulouhoksessa ja/tai avoulouhoksessa

Aineensiirtolaskelmat kallioulouhokseen varastoidulle vaahdotushiekalle perustuvat konservatiivisiin tietoihin tehdyistä kostutuskammiokeista (suotovedenlaatu viikoilla 16–30) sekä oletettuun 3,5 ha yläpintaan sekä happidiffuusion $<0,1 \text{ mol/m}^2$, vuosi (koska hiekka kyseisessä tapauksessa varastoidaan veden alle ja peitetään diffuusiokerroksella). (Taulukko 5). Kivilouhos sijaitsee rikastamon ja sivukivivaraston välissä Tapulissa ja massakuormituksen vaahdotushiekkavarastosta lasketaan kohdistuvan Kaunisjärveen ennen Patojokea.

Taulukko 5: Laskettu aineensiirto vaahdotushiekasta varastoitaessa kivilouhokseen.

Parametri	Aineensiirto, kg/vuosi
Al	0,003
As	n/a
Ba	n/a
Ca	10,7
Cd	n/a
Cl	n/a
Co	0,25
Cr	n/a
Cu	0,013
F	n/a
Fe	20
Hg	n/a
K	n/a
Mg	42
Mn	0,8
Mo	n/a
Na	0,07
NH ₄ -N	n/a
Ni	0,16
NO ₃ -N	n/a

N _{tot}	n/a
Pb	n/a
PO ₄ -P	n/a
P _{tot}	n/a
Sb	0,0001
Parametri	Aineensiirto, kg/vuosi
SO ₄	143
Sr	n/a
U	n/a
Zn	0,013

7.1.4 Tapulin sivukivivarasto

Tapulin sivukivivarasto koostuu kahdesta erillisestä alueesta, suuremmasta varastoalueesta, jonka lopullinen pinta-ala on noin 170 ha ja pienemmästä alueesta, jonka päällyspinta-ala on noin 53 ha. Varastojen volyymeiksi on laskettu 39,5 (M)m³ ja vastaavasti 5,2 (M)m³. Varastoitavaksi tarkoitettun sivukiven määrä on siten huomattavasti pienempi kuin Northlandin suunnittelema (noin 203 Mton yhteensä, josta noin 28,4 Mton, jonka rikkipitoisuus ylittää 0,5 paino-% ja 310 ha pinta-ala).

Aikaisemmin suunnitellulle varastolle tehtiin kuormituslaskelma ”Hydrogeokemisk modelljämförelse av strategier för gråstenshantering vid Tapuli” (SRK, 2014) (Hydrokemiallinen strategioiden mallivertailu sivukiven käsittelylle Tapulissa) ja tämä on perustana päivitetylle arviolle. Edellytyksenä on myös, että potentiaalisesti happoa muodostavan sivukiven, niin kutsutun PAF-sivukiven osuus, suhteessa happoa muodostamattomaan sivukiveen, niin kutsuttuun NAF-sivukiveen, on samanlainen. Käytettyjen skaalauskerrointen läpikäynnin jälkeen oletetaan sen vuoksi että suora skaalaus varastoiduista määristä on käytössä olevien menetelmien mukaan sovellettavissa. Koskien hapen kulkeutumista arvioitiin koko varaston olevan hapettuneen ja gradientilla, jossa happipitoisuus on keskimäärin 50 % ilmakehän happipitoisuudesta. Suunnitellun varaston koon perusteella tämän skaaluskertoimen arvioidaan olevan suoraan sovellettavissa. Skaalaus tapahtuu siten ainoastaan varastoidun materiaalimäärän perusteella ja on hyväksyttävä siksi, että hapen saanti ei ole sulfidin rapautumista rajoittava tekijä.

Aineensiirto Tapulin kahdesta sivukivivarastosta (Tapuli stora ja Tapuli lilla) laskettiin Golderin (2019) teknisessä PM:ssä ”Belastningsberäkningar Kaunisvaara efter genomförd efterbehandling” (Kaunisvaaran kuormituslaskelmat toteutetun jälkikäsittelyn jälkeen) (Taulukko 6).

Taulukko 6: Laskettu aineensiirto Tapulin sivukivivarastosta.

Parametri	Yksikkö	Tapuli stora	Tapuli lilla
-----------	---------	--------------	--------------

SO ₄	kg/vuosi	73 060	9 618
Ca	kg/vuosi	6 039	795
K	kg/vuosi	25 551	3 364
Mg	kg/vuosi	16 583	2 183
Na	kg/vuosi	11 393	1 500
Al	kg/vuosi	0,35	0,05
As	kg/vuosi	0,04	0,005
Co	kg/vuosi	6,8	0,9
Parametri	Yksikkö	Tapuli stora	Tapuli lilla
Cr	kg/vuosi	0,001	0,0002
Cu	kg/vuosi	0,6	0,08
Fe	kg/vuosi	0,05	0,006
Mn	kg/vuosi	55	7,2
Mo	kg/vuosi	35,8	4,7
Ni	kg/vuosi	11	1,4
Pb	kg/vuosi	0,016	0,002
Sb	kg/vuosi	32	4
U	kg/vuosi	11,7	1,5
Zn	kg/vuosi	18,8	2,5

Koska Tapulin sivukivivarasto sijaitsee vedenjakajalla ja koskee täten kahta valuma-aluetta, aineensiirto jälkikäsitellyistä varastoista tapahtuu kahteen eri suuntaan:

- Pohjoiseen kohti Aareajokea ennen Kaunisjokea: 36 % virtaamasta (0,0085 m³/s); ja
- Etelään kohti Kaunisjärveä ennen Patojokea 64 % virtaamasta (0,0152 m³/s).

Purkuvesistöjen kokonaismassakuormitus, joka ilmoitettiin taulukossa 6, on jaettu taulukossa 7 virtaamien suhteessa.

Taulukko 7: Massakuormitus Tapulin sivukivivarastosta.

Parametri	Yksikkö	Kokonais- aineensiirto		Aineensiirto pohjoiseen kohti Aareajokea ennen Kaunisjokea	Aineensiirto etelään kohti Kaunisjärveä ennen Patojokea
Al	kg/vuosi	0,4		0,14	0,26
Emäksisyys	kg/vuosi	43457		15586	27871
As	kg/vuosi	0,04		0,02	0,03
Ba	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
Ca	kg/vuosi	6834		2451	4383
Cd	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
Cl	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
Co	kg/vuosi	7,7		2,8	5,0
Parametri	Yksikkö	Kokonais- aineensiirto		Aineensiirto pohjoiseen kohti Aareajokea ennen Kaunisjokea	Aineensiirto etelään kohti Kaunisjärveä ennen Patojokea
Cr	kg/vuosi	0,001		0,000	0,001
Cu	kg/vuosi	0,72		0,26	0,46
F	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
Fe	kg/vuosi	0,05		0,02	0,03
Hg	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
K	kg/vuosi	28915		10370	18545
Mg	kg/vuosi	18766		6730	12036
Mn	kg/vuosi	62,3		22,3	40

Mo	kg/vuosi	40,6		14,5	26
Na	kg/vuosi	12893		462	8269
NH ₄ -N	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
Ni	kg/vuosi	12,5		4,5	8,0
NO ₃ -N	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
N _{tot}	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
Pb	kg/vuosi	0,02		0,01	0,01
PO ₄ -P	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
P _{tot}	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
Sb	kg/vuosi	35,7		12,8	22,9
SO ₄	kg/vuosi	82678		29652	53026
Sr	kg/vuosi	n/a		n/a	n/a
U	kg/vuosi	13,2		4,7	8,5
Zn	kg/vuosi	21,3		7,6	13,6

n/a: Parametrit puuttuivat pohjatiedoista

7.1.5 Tapulin avolouhos

Tapulin avolouhoksen odotetaan saavan veden laadun, joka vastaa sitä, joka saatiin osittaisessa täyttämässä, joka tapahtui, kun tyhjennyspumppaus tietyn ajanjakson aikana keskeytettiin. Päälysveden ja syvemmillä olevan veden koostumuksien odotetaan poikkeavan toisistaan, koska avolouhos tulee kerrostumaan. Täyttövaiheen aikana helposti liukenevat mineraalit aiheuttavat suurempia pitoisuuksia syvemmissä osissa, mutta pH:n odotetaan olevan neutraalista lievästi emäksiseen riippuen suhteellisen suuresta karbonaattien esiintymisestä altistuneessa kalliassa. Pintavesi tulee sisältämään alempia liuenneita pitoisuuksia kuin syvällä oleva vesi koska pintavaluma laimentaa sitä. Yhteenveto vedenlaadusta, joka saatiin osittaisessa täyttämässä, osoittaa, että pinta- ja pohjavesi avolouhosjärvessä karakterisoidaan hieman emäksiseksi vedeksi, jonka pinta- ja pohjaveden pH on 8–8,1. Hivenmetallipitoisuudet ovat alhaisia, mutta yleisesti ottaen ne ovat jonkin verran korkeampia kuin toiminnan alkaessa. Avolouhoksen täyttämässä vedellä mobilisoivat elementit, jotka eivät lienneet tyhjennyspumppausveteen, voivat liueta uudelleentäyttöveteen. Sekundäärimineraalien saostumista voi tapahtua happirikkaassa ja emäksisessä pintavedessä. Nämä sekundääriset mineraalit sedimentoituvat ja riippuen geokemiallisista olosuhteista pohjavedessä ne voivat jäädä sakaksi tai liueta uudelleen. Odotetun, heikosti emäksisen veden ansiosta hydroksidit pysyvät stabiileina myös

suhteellisen pelkistävässä olosuhteissa. Mitatut pitoisuudet ovat useimmissa tapauksessa alhaisempia kuin mitä odotettiin tuotannon aikana Tapulissa. Sitä mukaa kun vedenpinta nousee, vesivolyyymiin tulevien rapautumistuotteiden määrä vähenee. Veden pinnan noustessa avolouhoksessa luonnolliseen tasapainokorkeuteensa pintavesikomponentilla tulee olemaan yhä suurempi osuus kokonaisvedenvirtaamasta. Ajan mittaan metallipitoisuudet siis laskevat ja voidaan edellyttää havaittujen pitoisuuksien olleen ajan mittaan korkeimmat koska pumppaus lopetettiin hiljattain.

Typpipitoisuudet avolouhoksissa laskevat vähitellen koska typpisaasteiden lähteenä on aktiivisessa louhinnassa käytetty räjähdysaine.

Golderin (2019) arvio veden laadusta tulevasta veden laadusta avolouhoksen pinta- ja syvemmissä osissa esitetään taulukossa 8.

Taulukko 8: Odotetut pitoisuudet Tapulin avolouhoksessa.

Parametri	Yksikkö	Tapuli avolouhosjärvi, pintavesi	Tapulin avolouhosjärvi, syvä vesi
Lämpötila	°C	5	2,7
O ₂	mg/l	10,58	3,08
pH	S.U	8,1	8
Emäksisyys	mmol/l	2,36	3,51
Johtavuus	mS/m	39,2	70,5
Al	µg/l	2,8	0,8
As	µg/l	0,52	0,73
Ba	µg/l	30	53
Ca	mg/l	41,6	8,3
Cd	µg/l	0,058	0,038
Cl	mg/l	2,7	6.9