

UUMAJAN
KÄRÄJÄOIKEUS
Tuomari 2:5

SAAPUNUT: 2021-12-03
JUTTU NRO M 2090-19
ASIAKIRJALIITE: 509

UMEÅ TINGSRÄTT
Domare 2:5

INKOM: 2022-03-28
MÄLNR: M 2090-19
AKTBIL: 624

Täydennyksiä ja vastineita

Juttu nro M 2090–19, joulukuu 2021

Täydennyksiä ja vastineita kuulutetusta
hakemuksesta annettuihin lausuntoihin





Sisältö

1	Johdanto ja tausta	4
2	Täydennyksiä ja vastineita saatuihin lausuntoihin	4
2.1	Lukuohje.....	4
2.2	Hakemuksen muotoilu ja laajuus, lupaprosessi sekä ehdot	4
2.3	Tekninen kuvaus ja rikastusprosessi.....	5
2.4	Hiekka- ja selkeytysallas (muotoilu, varastointitekniikka ja geotekniset näkökohdat)	9
2.5	Hydrogeologia, pohjavesimalli ja vaikutus pohjaveteen	11
2.6	Vesimallinnus, vedenkäsittelysuunnitelma ja prosessiveden koostumus	14
2.7	Ympäristövaikutusten arviointiselostus, ympäristöarviot	25
2.8	Vaikutus purkuvesistöön ja Natura 2000:een	26
2.9	Lajisuoja	31
2.10	Kuljetukset ja pölyäminen.....	42
2.11	Poronhoito	46
2.12	Jätteenkäsittelysuunnitelma, kaivannaisjäte ja kaivannaisjätelaitokset	48
2.13	Jälkikäsittely	50

Kuvat

Kuva 1	Histogrammi logaritmisella asteikolla, joka näyttää S-pitoisuudet mineralisaatiossa perustuen prosentuaaliseen esiintymiseen (Dishaw ja Lepley, 2021)	6
Kuva 2	Plottaus NPR (NP/AP) ja S-pitoisuus sivukivinäytteissä karakterisoinneista ja tuotannosta sekä vaahdotusmalmista, joka välivarastoidaan sivukivivaraston osaan	7
Kuva 3	pH tyhjennyspumppatussa vedessä jaksolla 2012–2021	7
Kuva 4	pH prosessivesiallaassa jaksolla 2012–2021	8
Kuva 5	Pumppausvirtaamat/purkuvesivirtaamat ja pumppauksen/purkamisen jaksot vuosina 2019, 2020 ja 2021	9
Kuva 6	Virtaamat Muonionjoessa 2018–2021 sekä keskivirtaamat eri vuodenaikoina	10
Kuva 7	Analysoitujen ja mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien kehitys (mg/l) prosessivesialtaassa puhdistettaessa happamia veden virtaamia Sahavaarassa mallinnetuilla pitoisuuksilla tiitettynä prosentuaalisina tasoina (vuosi 19 tarkoittaa tuotantovuotta 1 haetulle toiminnalle ja vuosi 30 tarkoittaa tuotantovuotta 12)	15
Kuva 8	Kaavamainen kuvaus virtaamasta aineensiirtomallissa, joka on rakennettu GoldSimissä	16
Kuva 9	Analysoitujen ja mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien kehitys (mg/l) prosessivesialtaassa puhdistettaessa happamia veden virtaamia Sahavaarassa (vuosi 19 tarkoittaa tuotantovuotta 1 haetulle toiminnalle ja vuosi 30 tarkoittaa tuotantovuotta 12)	17



Kuva 10 Analysoitujen ja mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien kehitys (mg/l) selkeytsaltaassa (vuosi 19 tarkoittaa tuotantovuotta 1 haetulle toiminnalle ja vuosi 30 tarkoittaa tuotantovuotta 12).....	18
Kuva 11 Kokonaan liuennut uraanipitoisuus (µg/l) avolouhoksen tyhjennysvedessä (näytteenottopiste PRO 3) 2012–2021	23
Kuva 12 Kokonaan liuennut uraanipitoisuus (µg/l) prosessivesialtaassa (näytteenottopiste PRO 4) 2012–2021	24
Kuva 13 Kokonaan liuennut uraanipitoisuus (µg/l) selkeytsaltaassa (näytteenottopiste PRO 6) 2012–2021	24
Kuva 14 Kokonaan liuennut uraanipitoisuus (µg/l) Muonionjoessa alavirtaan purkupisteestä (näytteenottopiste SS39) 2012–2021, jossa ehjä viiva osoittaa korkeimmat sallitut uraanipitoisuudet (8,6 µg/l) HVMVS 2019:25:n mukaan.....	24
Kuva 15 Vaahdon muodostus Aareajoessa ja Muonionjoessa ylävirtaan toiminnasta ja purkupisteestä Muonionjokeen	30
Kuva 16 Mittauspisteiden sijoitus tuotannon logistiikkaketjussa, jossa NS10 ja NS10b on merkitty mustalla ympyrällä (Lähde: PM Laskeutuva pöly ja hiukkaset ilmassa, WSP, 2019-06-28).....	43
Kuva 17 Tulokset laskeutuvan pölyn mittauksista mittauspisteessä NS10	44
Kuva 18 Tulokset laskeutuvan pölyn mittauksista mittauspisteessä NS10B.....	44
Kuva 19 Tulokset laskeutuvan pölyn mittauksista (PM10 ja PM2,5) mittauspisteessä NS10	45

Taulukot

Taulukko 1 Myrkyllisyystiedot Na-isopropyyliksantaatille ja K-amylyksantaatille vedessä ECHA:n rekisteriaineiston mukaan	22
Taulukko 2 Aikaisemmin suoritettut terestra luonnonympäristöinventoinnit Kaunisvaaran ympäristöalueella vuosien 2007–2021 välillä	32
Taulukko 3 Aikaisemmin tehdyt lintuinventoinnit Kaunisvaaran ympäristöalueella vuosien 2007–2021 välillä	36
Taulukko 4 Suot Pajalan kunnassa, jotka on inventoitu kosteikkoinventoinnissa, jossa on suurin määrä "keskilehto-" ja "äänieltolajeja"	39
Taulukko 5 Aikaisemmin tehdyt lintuinventoinnit Kaunisvaaran ympäristöalueella vuosien 2007–2021 välillä	41
Taulukko 6 Laskeutuvan pölyn vertailuarvot.....	42
Taulukko 7 Raja-arvot PM10:lle ja PM2,5:lle (Ilmanlaatuasetus 2010:477, §18, §19).....	42

Liitteet

Liite 1	Biotooppikartoitus Kokkovuoma, 2021
Liite 2	Biologiset havainnot 2021 mallinnetulla vaikutusalueella
Liite 3	Metsähanhi-inventointi 2021



1 Johdanto ja tausta

Kaunis Iron Aktiebolag (alla KIAB tai yhtiö) on 19.7.2019 hakenut ympäristökaaren 9 ja 11 luvun mukaista lupaa jatkaa ja lisätä kaivostoimintaa Tapulin, Sahavaaran ja Palotievan avolouhoksissa sekä jatkaa ja lisätä malmirikasteen tuotantoa Kaunisvaaran rikastamossa jne. Pajalan kunnassa, Norrbottenin läänissä.

Hakemusta on syksystä 2019 lähtien täydennetty eri kerroilla ja tuomioistuin kuulutti sen toukokuussa 2021.

Kuulutuksen jälkeen on tullut lisää mielipiteitä ja toivomuksia selvennyksistä/täydennyksiä joiltakin viranomaisilta, muun muassa luonnonsuojeluvirastolta, Norrbottenin lääninhallitukselta ja meri- ja vesivirastolta sekä joukolta yrityksiä/yksityishenkilöitä ja yhdistyksiä.

Tämä täydennys sisältää täydentäviä vastauksia ja selvennyksiä hakemuksen kuulutuksen yhteydessä saatuihin lausuntoihin.

2 Täydennyksiä ja vastineita saatuihin lausuntoihin

2.1 Lukuohje

KIAB on valinnut tässä liitteessä/koosteessa lajitella lausuntovastaukset/täydennystoiveet, joihin vastataan/jotka sisältyvät kyseessä olevaan täydennykseen, joukkoon kokonaisvaltaisia pääkategorioita, jotta tällä tavalla saadaan mahdollisimman koostettu kuva osittain lausuntoviranomaisten ja muiden täydennystoivomuksista ja mielipiteistä, ja osittain KIAB:n täydennyksistä ja vastineista näihin.

Kohdassa 2.2-2.13 tehdään yhteenveto lausunnoista, jotka on jätetty kuulutetusta hakemuksesta jaksolla toukokuu-marraskuu 2021 yhdessä KIAB:n täydennysten ja näiden vastineiden kanssa.

Kohdat on lajiteltu KIAB:n tunnistamien pääkategorioiden mukaan. Luettavuuden/selkeyden parantamiseksi täydennystoivomukset on kirjoitettu kursiivitekstillä.

2.2 Hakemuksen muotoilu ja laajuus, lupaprosessi sekä ehdot

- *Luonnonsuojeluviraston mukaan laajennetun hiekka ja selkeytysaltaan vaihtoehtoselvityksessä on otettu huomioon ainoastaan taloudelliset harkinnat (asiakirjaliite 314). Edelleen esitetään, että esimerkiksi kaivoslouhinnalle puuttuvat vaihtoehtoiset muodot/menetelmät.*

KIAB: Vaihtoehtoselvityksessä, joka on hakemuksen liitteenä H1, arvioidaan useita kategorioita /näkökohtia, kuten rakennustyöt, turvallisuus ja stabiilitetti, maankäyttö, maisema ja jälkikäsittely, luonto- ja kulttuuriarvot sekä asuinympäristö, käyttöolosuhteet ja vedenkäsittely sekä kuinka vaihtoehdot suhteutuvat ruotsalaisiin ympäristötavoitteisiin. Eri arviointikategorioiden joukossa näkökohdat, kuten patoturvallisuus, ristiriidat valtakunnallisten intressien kanssa ja tulevat maankäyttötarpeet alueella korkeine luontoarvoineen ovat saaneet suuren pinoarvon. Arviointi antoi tulokseksi vaihtoehtoisen sijoittamisen ja muotoilun, jotka arvioitiin edullisiksi useista näkökulmista katsottuna, kuten muun muassa mahdollisuus rajoittaa varaston korkeutta sekä hyvät mahdollisuudet hyödyntää/jatkaa rakentamista nykyisen hiekka- ja selkeytysaltaan muotoilun pohjalta. Vaihtoehdon haittapuoliksi arvioitiin



lähinnä lisääntyvä maankäyttö Tapulivuoman kosteikossa. Tuloksena syvällisempien selvitysten ja arvioiden vaikutuksesta kosteikkoympäristöihin Tapulivuomassa, vuonna 2020 selvitettiin lisää vaihtoehtoa hiekka- ja selkeytsaltaan muotoilusta, joka merkitsee varaston levittämisen rajoittamista itään. Ympäristöarviot ovat siten olleet täysin ratkaisevia/ohjaavia hiekka- ja selkeytsaltaan muotoilulle ennen esimerkiksi taloudellisia harkintoja.

Itse kaivoslouhinnan vaihtoehtoja koskevaan kysymykseen on vastaus esillä olevan asiakirjan saatekirjeessä.

- *Ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta lääninhallitus on löytänyt viitteen raporttiin (Sweco, 2014), jota ei ole löytynyt (asiakirjaliite 325).*

KIAB: Kyseinen viite viittaa raporttiin suojelluista lajeista ja taloudellisesta kompensaatiosta, jonka Sweco laati 2014 Northland Resourcesin toimeksiannosta ja jota on käytetty kirjallisuusaineistona lajisuojaselityksessä sekä toimenpideselvityksessä, jonka Calluna ja Pelagia ovat tehneet KIAB:n toimeksiannosta.

- *Älvräddarna kysyy, miksi esiintyy pitoisuuseroja teknisen kuvauksen taulukossa 38, joka on päivätty 9.4.2020, verrattuna siihen, mitä on tilitetty 16.7.2019 päivätyssä teknisen selvityksen taulukossa 19 (asiakirjaliite 128).*

KIAB: Ulos menevän purkuveden pitoisuuserot, jotka on esitetty teknisen kuvauksen 16.7.2019 päivätyssä taulukossa 19 verrattuna niihin, jotka on esitetty teknisen kuvauksen 9.4.2020 päivätyssä taulukossa 38 johtuvat sovittamisesta GoldSim-malliin, mikä tehtiin huhtikuussa 2020 jätettyjen täydennysten yhteydessä. Tämä tilitetään edelleen kohdassa 2.6 esillä olevassa asiakirjassa.

2.3 Tekninen kuvaus sekä rikastusprosessi

- *Aareavaaran kalastusalueenhoitoyhdistys esittää, että kaikki malmi, myös malmi Tapulista ja Palotievasta, tulee ajaa vaahdotuksen läpi rikkipäästöjen vähentämiseksi. (asiakirjaliite 307).*

KIAB: Vaahdotusta tullaan käyttämään siinä määrin, kun se on tarpeellista, jotta saadaan aikaan rikaste, jonka laatu vastaa KIAB:n asiakkaiden kanssa sovittua/sopimuksen mukaista, tämä koskee myös Tapulista ja Palotievasta tulevan malmin rikastusta. Ympäristönäkökulmasta katsottuna ei voiteta mitään vaahdottamalla enemmän malmin kuin mikä on tarpeellista tuotetta koskevien vaatimusten noudattamiseksi.

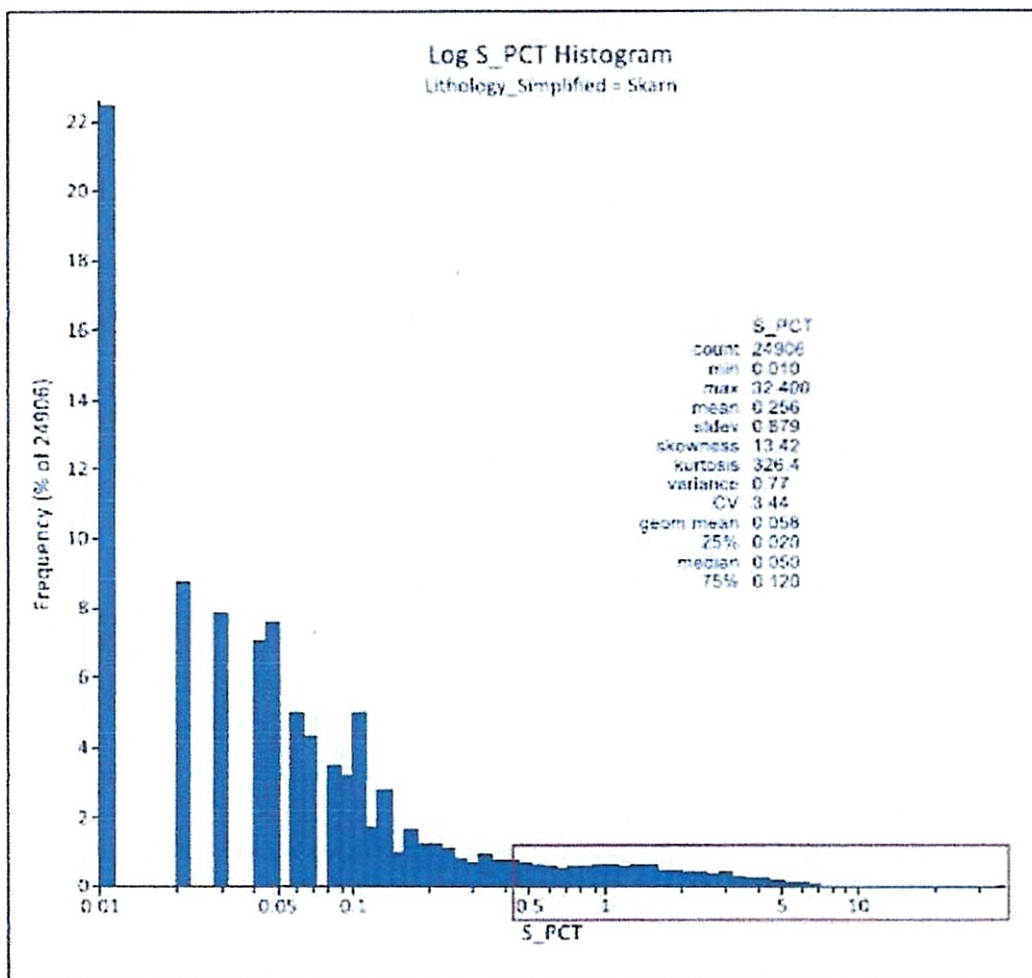
- *Ramm-Schmidt Consultingin mukaan Tapulin malmi sisältää enemmän rikkiä kuin mikä oli tiedossa ja sellaisen rikkipitoisen malmin käsittely johtaa todennäköisesti hapen muodostumiseen sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. (asiakirjaliite 308).*

KIAB: Sekä Sahavaaran että Tapulin malmin koostumus on selvitetty laajamittaisessa etsintätyössä. Sahavaarassa aikaisempi toiminnan harjoittaja Northland Resources on aikaisemmin porannut noin 170 reikää, joiden yhteenlaskettu pituus on noin 37 000 metriä. Porausten laajuus ennen tuotannon aloittamista Tapulin löydöksessä oli vastaavanlainen. Tiedot tästä on sitten todennettu toiminnan tuloksissa tuotannon alkamisesta 2012 lukien. On siis jo ennestään olemassa riittävä aineisto ja hyvät



tiedot malmin koostumuksesta ja ominaisuuksista.

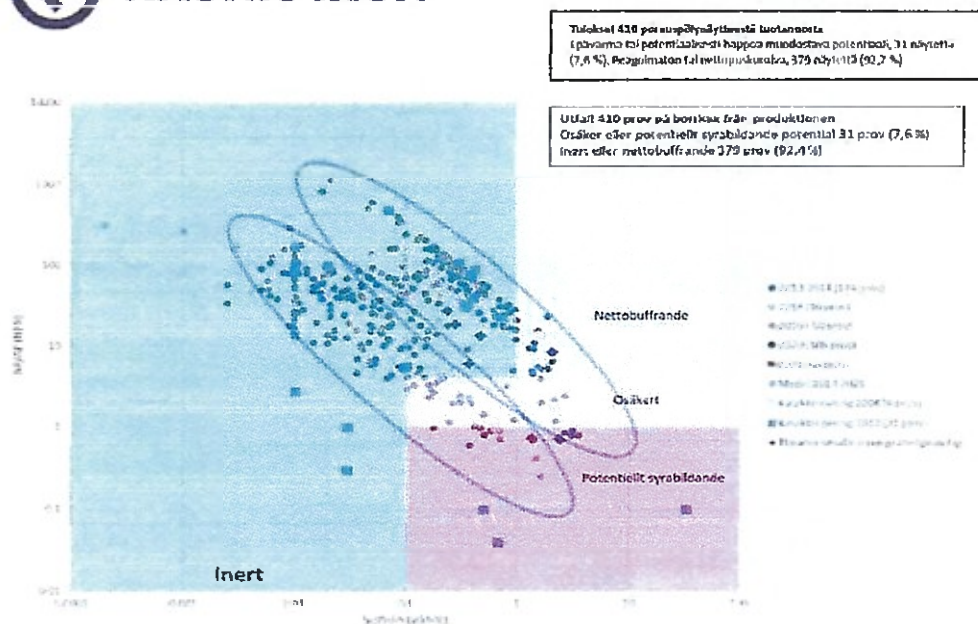
Tapulimalmin käsittely ei johda hapon muodostumiseen lyhyellä tai pitkällä aikavälillä, koska malmi sisältää suuren ylijäämän puskuroivaa mineraalia. Suurimassa osassa tuhansista kartoituksen yhteydessä analysoiduista malminäytteistä Tapulin esiintymästä S-pitoisuus oli pienempi kuin 0,5 % (Kuva 1). Arvioidut S-pitoisuudet malmissa täsmäävät hyvin laskelmien kanssa, jotka tehtiin ennen aikaisempaa käsittelytoimilupahakemusta, DFS:ää (toimeenpanotutkimus) joka tehtiin vuonna 2010, sekä KIAB:n nykyisistä mineraalivaroista tehdyn arvioinnin/kuvauksen kanssa.



Kuva 1 Histogrammi logaritmisella asteikolla, joka osoittaa S-pitoisuuksia mineralisaatiossa perustuen prosentuaaliseen esiintymiseen (Dishaw ja Lepley, 2021)

Tapulin malmi on tyypiltään kiviainesta, jossa myös sulfidia sisältävällä kalliolla/malmilla on puskuroivat ominaisuudet sen vuoksi, että sulfidit kallioidissa/malmissa esiintyvät suurelta osin yhdessä puskuroivan karbonaattimineraalin kanssa (dolomiitti/marmor). Kallion mineraloginen koostumus merkitsee myös, että selvästi suurimmalla osalla kaikesta materiaalista (sekä malmista että sivukivistä), joita on louhittu/louhitaan/tullaan louhimaan Tapulissa, on (vahvasti) nettopuskuroivat ominaisuudet, jotka on kuvattu kuvassa 2.



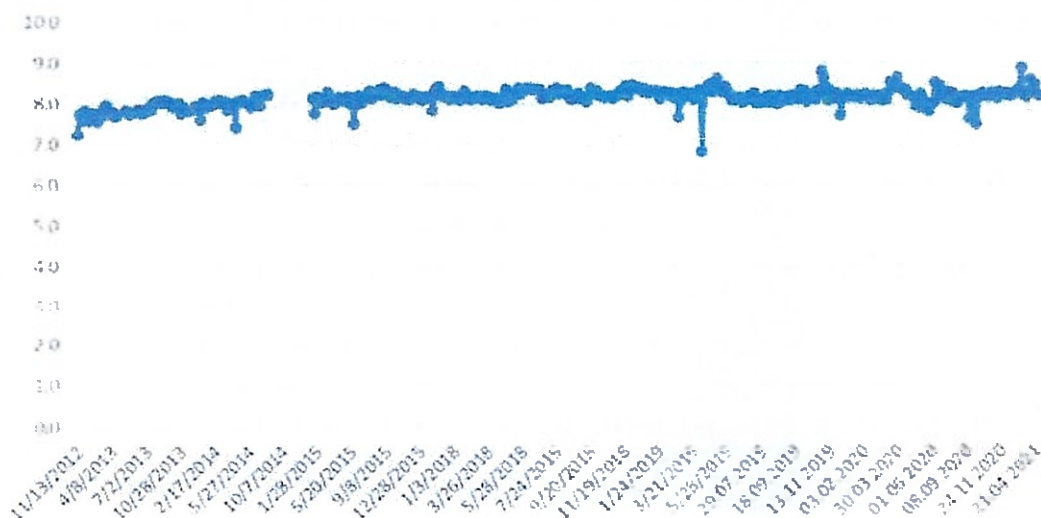


Kuva 2 Plottaus NPR- (NP/AP) ja S-pitoisuuksista sivukivinäytteissä karakterisoinnista ja tuotannosta sekä osassa sivukivivarastoja välivarastoitavasta vaahdotusmalmista.

Otetut näytteet tyhjennysvedestä (PRO3) ja prosessivesialtaasta (PRO4) osoittavat stabiilia alkalista pH-arvoa, joka on noin 8 tyhjennysvedessä (Kuva 3) ja neutraalista alkaliseen pH arvoon 7 ja 8 välillä prosessivesialtaan vedessä. (Kuva 4).

pH PR03 (tyhjennysvedessä) 2012 – syyskuu 2021

pH i PRO3 (länshållningsvatten) 2012-sep 2021



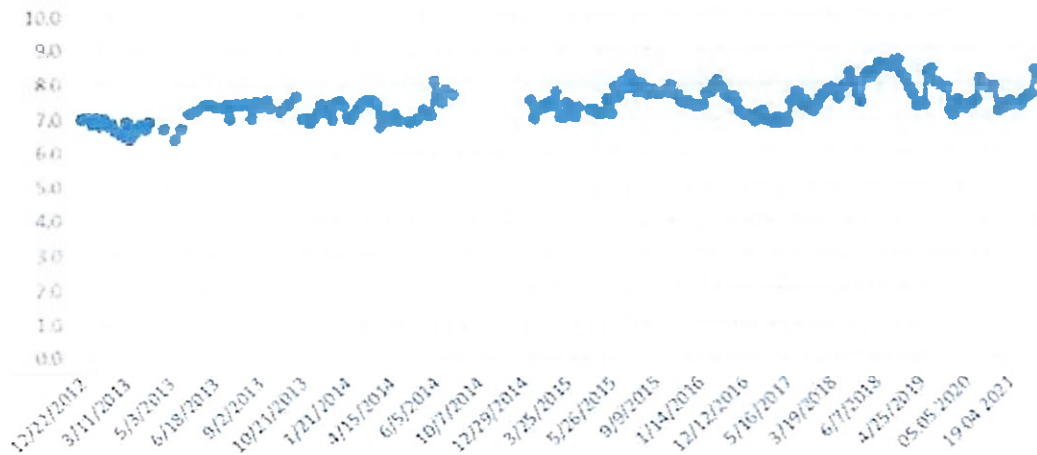
Kuva 3 pH i tyhjennysvedessä jaksolla 2012–2021





pH PRO3 (prosessivesialtaassa) 2012 – syyskuu 2021

pH i PRO4 (processvattenmagasin) 2012-sep 2021



Kuva 4 pH prosessivesialtaassa jaksolla 2012–2021

- Älvräddarna perää selvennyksiä veden puhdistuksesta Sahavaarassa mukaan lukien hydroksidilietteen käsittely, vaahdotushiekan käsittely ja Navettamaan louhoksesta purkautuvan veden käsittely, jos louhosta käytetään vaahdotushiekan varastointipaikkana (asiakirjaliite 128).

KIAB: Veden puhdistus Sahavaarassa kuvataan teknisessä kuvauksessa, kohta 4.5.1. Kuvauksesta käy ilmi, että käsitelty vesi Sahavaarasta pumpataan prosessivesialtaaseen ja se sisältyy rikastamon prosessiveteen.

Lietteen käsittely Sahavaarassa kuvataan teknisessä kuvauksessa, kohta 5.1.5. Kuten teknisestä kuvauksesta käy ilmi, liete, joka koostuu kalkilla saostetusta rautahydroksidista, ts. stabiilista ylijäämän kalkkia sisältävästä yhdisteestä, jota syntyy vedenpuhdistusprosessissa Sahavaarassa, erotetaan gravimetrisesti sedimentointialtaassa. Sedimentoitu liete ruopataan imemällä se altaiden pohjalta ja pumppaamalla putkea pitkin geoputkiin veden poistamista varten. Varastointi- ja kuivatuspinta varustetaan tiiviillä pohjalla, joka tekee mahdolliseksi veden keräämisen. Vedenpoistopinta rakennetaan siten, että se viettää loivasti vedenpuhdistuslaitoksen sedimentointialtaita kohti hallitussa veden käsittelyssä.

Vaahdotushiekan käsittely kuvataan teknisen kuvauksen kohdassa 5.1.4, sekä jätteenkäsittelysuunnitelmassa. Kuvauksesta käy ilmi, että vaahdotushiekka on tarkoitus varastoida osittain Navettamaan louhokseen ja osittain tarkoitusta varten valmisteltuun varastointisoluuun hiekkavaraston osassa. Vesi, joka syrjäytetään louhoksesta varastoitaessa, valuu prosessivesialtaaseen, kun taas varastointisolusta valuva vesi kerätään ojiin ja ohjataan selkeytysaltaaseen. Molempia näitä vesivirtoja pidetään lasketun prosessiveden koostumuksen lähdetermeinä.



2.4 Hiekka- ja selkeytysallas (muotoilu, varastointitekniikka ja geotekniset näkökohdat)

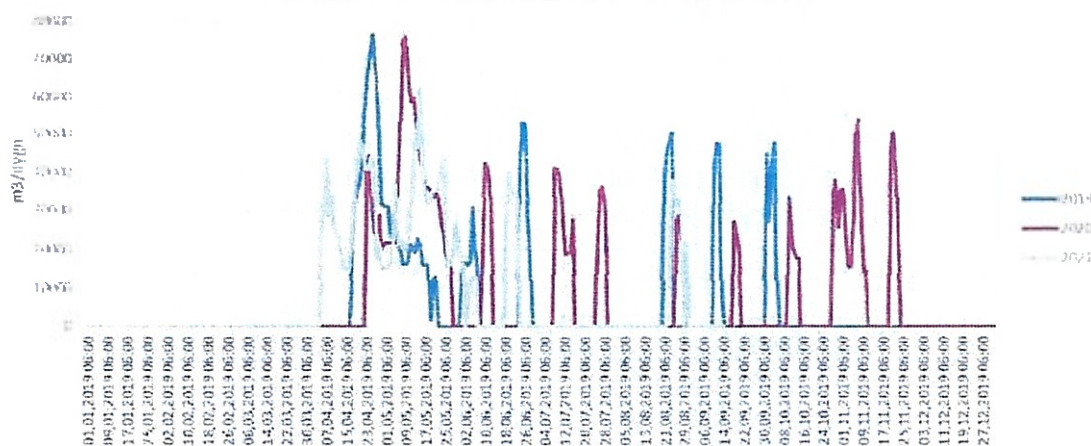
- Luonnonsuojeluvirasto ja lääninhallitus esittävät, että hiekka- ja selkeytysallas olisivat alimitoitettuja (asiakirjaliite 314 ja asiakirjaliite 325). Ramm-Schmidt Consultingin mukaan vaaditaan/suoritetaan purkamista joulukuun-huhtikuun aikana sen seurauksena, että selkeytysallas alimitoitettu (asiakirjaliite 308).

KIAB: Purkuvesivirtaamien mittaukset osoittavat, että selkeytysallas on riittävän suuri, jotta täytetään toimintavaatimus sekä selkeytyksen että purkamisen osalta (ylijäämäveden pumpausta käynnissä olevassa toiminnassa tapahtuu siinä määrin, kuin on kuvattu) mikä käy ilmi kuvasta 5. Suhteessa Muonionjoen virtaamaan (kuva 6) pumpppausvirtaama merkitsee siihen marginaalista lisää.

Haetussa laajentuvassa toiminnassa myös altaan kokoa sopeutetaan/lisätään muuttuva tarve huomioon ottaen. Laskelmat laajennetun selkeytysaltaan mitoitusesta sisältyvät hakemukseen liitteenä A2.

Pumppausvirtaamat, Selkeytysallas-Muonionjoki 2019–2021

Pumpflöden, Klarningsmagasin-Muonio älv 2019-2021

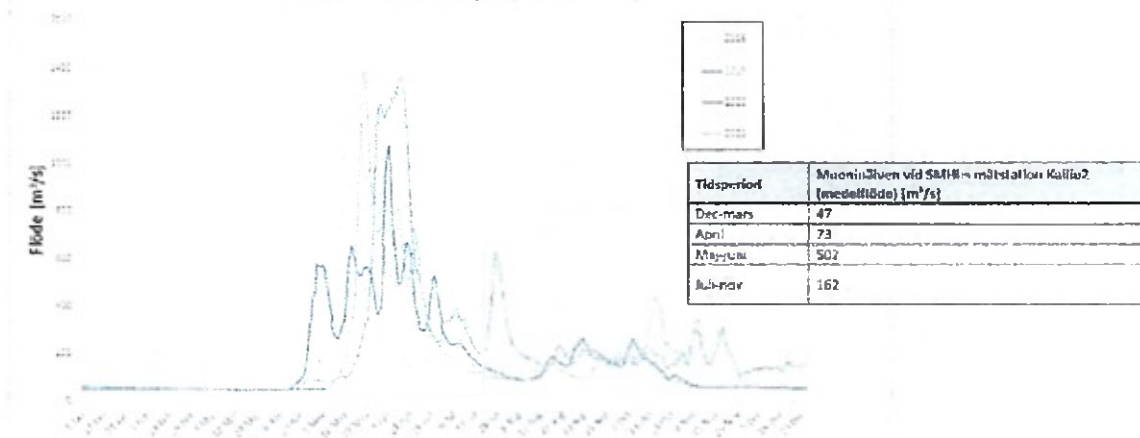


Kuva 5 Pumppausvirtaamat/purkuvesivirtaamat ja pumppaukset/purkamisen jaksot vuosina 2019, 2020 ja 2021



Virtaamat Muonionjoki (päivittäiset havainnot)

Flöden Muonioälven (dagliga observationer)



Kuva 6 Virtaamat Muonionjoessa 2018–2021 sekä keskivirtaamat eri vuodenaikoina

- Luonnonsuojeluvirasto esittää mielipiteitä hiekka- ja selkeytysaltaan muotoilusta ja siitä, kuinka tämä suhteutuu kaivannaisjäteasetuksen vaatimuksiin koskien geoteknistä stabiliteettia (asiakirjaliite 314). Myös Aareavaaran kalastuksenhoitoyhdistys ottaa esille kysymyksiä varastoidun hiekan stabiliteetista, sisä- ja ulkopenkereiden muotoilusta sekä laitoksen tarkastuksista/valvonnasta (asiakirjaliite 126 ja asiakirjaliite 307). Vastaavia mielipiteitä esittää Arelax Lapland (asiakirjaliite 127) ja Ramm-Schmidt, joka nostaa tässä yhteydessä esille kuiva-ainepitoisuuden (määrän kuivaa materiaalia, joka jää jäljelle materiaalin täydellisen kuivaamisen jälkeen) varastoidussa hiekassa riskitekijänä (asiakirjaliite 308). Myös Stig Wuopio on esittänyt kysymyksiä/mielipiteitä hiekkavaraston geoteknisestä stabiliteetista ja patohaverin riskistä (asiakirjaliite 266).

KIAB: Rajajokikomissio on aikaisemmin myöntänyt luvan nykyiselle hiekka- ja selkeytysaltaalle sen nykyisessä sijainnissaan ja vaadittavan varastointivolyymien osalta muotoilun muutokset on sopeutettu ja muotoiltu siten, että Tapulivuomassa esiintyviin luontoarvoihin kajotaan/vaikutetaan mahdollisimman vähän. Laitoksen sijainnista ja muotoilusta tehty arvio on kuvattu hakemuksen Liitteessä H1 Vaihtoehtoselvitys kaivannaisjätteelle. Etusijalle asetetun vaihtoehtoon myöhemmät sopeutukset on kuvattu ja motivoitu KIAB:n aikaisemmin jätetyissä jutun täydennyksissä.

Hiekka- ja selkeytysaltaan sijoitus ja muotoilu perustuvat muuten suunniteltuun varastointimenetelmään, jossa sakeutettu rikastushiekka varastoidaan varastoon keskeisesti sijoitetulta rampilta, minkä tuloksena varasto rakennetaan kartion muotoon, jonka leviämistä rajoittaa varastoa ympäröivä sisäpenger. Suunniteltu hiekkavaraston laajentaminen tapahtuu rakentamalla uusi moreenipenger alavirtaan nykyisestä selkeytysaltaasta. KIAB katsoo, että kuvaukset hiekka- ja selkeytysaltaan muotoilusta, toiminasta ja käytöstä, jotka käyvät ilmi teknisestä kuvauksesta (liite A) ja jätteenkäsittelysuunnitelmasta (liite F) siihen kuuluvine jälkikäsittelysuunnitelmineen (liite F6) yhdessä KIAB:n jutussa jättämien täydennysten ja selvennyksien kanssa osoittavat, että nämä varastot ovat sekä sijaintinsa että muotoilunsa puolesta sopivia sekä, että vaikutus sekä ihmisten terveyteen ja ympäristöön voidaan välttää/rajoittaa riittävässä





määrin sekä toiminnan aikana, että suoritettun jälkikäsittelyn jälkeen. Täten sijoitus ja muotoilu täyttävät kaivannaisjäteasetuksen 55 ja 56 §§ vaatimukset.

Geoteknisestä stabiliteetista/patohaverin riskistä KIAB haluaa ensinnäkin selventää, että tulevien tähän hakemukseen sisältyvien patojen ja penkereiden täytemateriaalit koostuvat geoteknisesti stabiileista massoista, joihin kuuluvat louhetäyte, suodinmateriaali ja moreeni. Mahdollisesti moreeni korvataan geokalvolla selkeytysaltaan laajennusosassa. Rakenne täyttää RIDAS- ja GruvRIDAS-suuntalinjat.

Nykyisessä toiminnassa kuiva-ainepitoisuus on keskimäärin noin 60 paino-% ja vaihtelee noin 55–65 paino-% välillä riippuen mitä varastointiputkea käytetään hiekan pumppaukseen rikastamosta hiekkavaraston. Paino-% vaihtelun ei arvioida vaikuttavan hiekkakartion stabiliteettiin, vaan tämä vaikuttaa ainoastaan hiekkakartion luiskakaltevuuteen marginaalisesti. Nykyinen rikastushiekan sakeutettu varastointi spigotoimalla keskeisesti altaan keskiöstä, antaa tulokseksi hiekkakartion, jonka luiskakaltevuus on niin pieni (enimmillään noin 3,0 % vastaten noin 1,7° tai 1:33), että vaikka tapahtuisi nesteytys/liquefaction jossakin rikastushiekan löysässä kerroksessa, se merkitsee vain paikallista uudelleenvarastointia hiekkakartiossa, jolloin hiekkakartio palaa takaisin tasapainotilaansa. Nesteytyksen/liquefaction riski padoissa, jotka on rakennettu sisäänpäin suunnatulla menetelmällä, jotka ovat saaneet osakseen huomiota useiden havereiden jälkeen liittyvät siihen, että padon runko korotettaessa sisään päin perustetaan varastoidulle hiekalle. Mitään tällaisia sisäänpäin rakennettuja patoja ei rakenneta, joten tällaista patomurtuman aiheuttavan nesteytyksen/liquefaction riskiä ei ole.

- *Pajalan kunta tiedustelee ammoniumpitoisuuksia hiekka- ja selkeytysaltaan alavirran puolella/ulkopuolella (asiakirjaliite 313).*

KIAB: Hiekka- ja selkeytysaltaan ulkopuolella olevalla alueella vesi valuu etelään, kohti Kaunisjärveä, josta se vuorostaan virtaa Patojokeen ja edelleen kohti Kaunisjokea. Varaston itäpuolella valuminen tapahtuu kohti Tapulivuomaa, ja vesi virtaa Veukohsenojaa pitkin edelleen alas kohti Patojokea ja Kaunisjokea. Sekä Kaunisjärvestä että mainituista joista otetaan säännöllisesti vesinäytteitä ja mitatut ammoniumpitoisuudet ovat kauttaaltaan alhaisia ja huomattavasti alle arviointiperusteiden (mikä tarkoittaa sitä osaa ammoniumista, joka on ammoniakkia).

2.5 Hydrogeologia, pohjavesimalli ja vaikutus pohjaveteen

- *Ruotsin geologiset tutkimukset (SGU) esittää, että hydrogeologinen selvitys perustuu laajaan geologiseen/geotekniseen aineistoon ja tehdyn arvion mukaan haettu toiminta ei oletettavasti tule vaikuttamaan lähinnä toiminta-alueella olevan pohjavesiesiintymän statukseen/MKN, mukaan lukien juomavedenottoaikka Kaunisvaarassa, mutta vedenottoaikkojen valvonta tulee sisällyttää tulevaan valvontaohjelmaan (asiakirjaliite 289).*

KIAB: KIAB yhtyy SGU:n arvioon (asiakirjaliite 289), että paineen aleneminen avolouhoksen tyhjennyspumppauksen ansiosta ei todennäköisesti aiheuta kvantitatiivisen statuksen huononemista esiintyvissä pohjavesiesiintymissä.

KIAB on vuoden 2020 aikana tehnyt inventoinnin esiintyvistä pohjavesiputkista ja juomavesi-/energiakaivoista Kaunisvaarassa ja Sahavaarassa ja suosittaa kesäkuusta 2021 alkaen pohjaveden korkeuden tarkastuksia



pohjavesiesiintymissä. Yksittäisten kaivojen ja yleisten ensiesiintymien Baseline-tarkastukset Kaunisvaarassa aloitetaan lähiaikoina ja ne jatkuvat/sisältyvät sitten tulevaan valvontaohjelmaan keinona valvoa mahdollisia haetun toiminnan vaikutuksia.

- *Lääninhallituksen mukaan hydrogeologisessa selvityksessä ei oteta huomioon paikkasidonnaisia kvartaäriogeologisia olosuhteita, mikä on puute (asiakirjaliite 325).*

KIAB: KIAB tilittää hakemuksen liitteessä A5 yhteenvedon satavilla olevista geoteknisistä ja hydrogeologisista tutkimuksista, jotka on tehty Tapulin, Palotievan ja Sahavaaran kaivoksiin kuuluvan toiminnan yhteydessä. Tutkimukset alueella on tehty etsinnän ja malmiesiintymän arvioinnin puitteissa ja aineistona neuvonpidolle ja ympäristökaaren mukaiselle lupahakemukselle. Geotekninen ja hydrogeologinen kokonaistutkimusjakso ulottuu joulukuusta 2007 kesäkuuhun 2019. Aineisto on hyvin laaja ja se antaa yhdessä SGU:n kvartaäriogeologisen kartoituksen kanssa erinomaisen pohjan hydrogeologiselle mallinnukselle.

- *Lääninhallitus katsoo, että pohjaveden aleneminen Sahavaaran avolouhoksessa tulee vaikuttamaan Kaunisjokeen ja, että tämä vaikuttaa lähdevirtaamiin kuten Kursunniskan-maahan ja Tervavuomaan (asiakirjaliite 325).*

KIAB: Ero valumassa Kaunisjokeen olemattoman avolouhoksen tyhjennyspumppauksen ja avolouhoksen tyhjennyspumppauksen välillä lasketaan käyttämällä laadittua numeerista pohjavesimallia ja se tilitetään hakemuksen liitteen H2 kohdassa 10.3.1.

Ero valumassa Kaunisjokeen avolouhoksen tyhjennyspumppauksen seurauksena on 0,08 m³/s (80 l/s), mikä on noin 1 % lasketusta virtaamasta avolouhokseen Sahavaarassa (taulukko 4 liitteessä H2). Arvo on edelleen noin 4 % keskivirtaamasta (MQ) ja noin 22 % keskialivirtaamasta (MLQ) Kaunisjoessa (liitteen H2 taulukko 5).

Avolouhoksen tyhjennyspumppauksen laskettu vaikutusalue on alavirtaan mainituista lähdevirtaama-alueista eikä se sen vuoksi vaikuta näihin (Kuva 36 liitteessä H2).

- *Luonnonsuojeluvirasto katsoo, että hakemusta tulee täydentää hydrogeologisilla lisäselvityksillä (asiakirjaliite 314). Luonnonsuojeluyhdistys Pajala on esittänyt toivomuksen, että alueen hydrogeologiset tiedot pannaan esille mallinnuksessa (asiakirjaliite 280).*

KIAB: Hydrogeologinen selvitys, jonka KIAB tilittää liitteessä H2 perustuu osittain SGU:n tilitykseen kvartaäriogeologisista ja kallioperän geologisista olosuhteista alueella. Se on sama aineisto, jota SGU on käyttänyt aineistonaan lausunnoissaan ajan mittaan, katso jutun asiakirjaliite 289.

Kuten aikaisemmin on mainittu hydrogeologisten olosuhteiden konseptualisointi alueella on mallinnettu numeerisesti. Laskentamallin maakerrosstratigrafia ja peruskalliorakenteet perustuvat SGU:n tietoihin ja sen hydrauliset ominaisuudet perustuvat laajaan geotekniseen ja hydrogeologiseen tietokantaan, joka on laadittu jaksolla, joka ulottuu joulukuusta 2007 kesäkuuhun 2019. Tietokanta on täten hyvin laaja ja se antaa yhdessä SGU:n kvartaäriogeologisten ja kallioperägeologisten karttojen kanssa erinomaisen perustan hydrogeologiselle





mallinnukselle. Laskentamallin hydrauliset ominaisuudet on hienokalibroitu mitattua avolouhoksiin tulevaa virtaamaa ja alentumista vastaan Tapulissa jaksolle helmikuu 2013 – lokakuu 2014 sekä marraskuu 2018.

- *Luonnonsuojeluvirasto (asiakirjaliite 314), Norrbottenin lääninhallitus (asiakirjaliite 325) ja Aareavaaran kalastuksenhoitoalueyhdistys (asiakirjaliite 126 ja asiakirjaliite 307) ovat peränneet kuvauksia mahdollisista toimenpiteistä tiivistää/vähentää vuotoa avolouhoksiin tai toimenpiteitä veden korkeuden säilyttämiseksi vaikutusalueen kosteikkoalueilla.*

KIAB: SGU kommentoi asiakirjaliitteessä 289 suunniteltuja suojatoimenpiteitä, joihin on ryhdytty käynnissä olevassa kaivostoiminnassa Tapulissa ja joita suunnitellaan otettavaksi käyttöön ympärillä olevista kosteikoista sisään vuotavan veden minimoimiseksi. Hakemuksessa toimenpiteiden on yhteenvedona ilmoitettu käsittävän ”joko leikkuuojia ja/tai että rakennetaan pengerrajoittamaan asiattoman veden valumista avolouhokseen”. SGU panee merkille, että aineistomateriaalissa tilitetään tehty laaja geotekninen työ sen todentamiseksi, että turpeen tiivistämisellä on todella toivottu virtaamaa rajoittava vaikutus. Myös turpeen ja moreenin poistaminen sekä penkereen ja leikkaavien ojien rakentaminen Sahavaarassa näyttävät SGU:n käsityksen mukaan olevan hyvin selvitettyjä.

SGU kommentoi edelleen, että päivitettyssä pohjavesimallinnuksessa odotetaan turpeen ja moreenin alla olevan kallion olevan pinnaltaan rikkoutunutta. KIAB on yhtä mieltä SGU:n kanssa siitä, että on tärkeää pysyä perillä ja ottaa huomioon pinnaltaan rikkoutunut kallio kaikissa suoja- ja valvontatoimenpiteiden kehityksen/käyttöön ottamisen näkökohdissa kaivoksen käytön ja jälkikäsittelyn aikana.

- *Anna ja Iris Harju (asiakirjaliite 278) sekä Doris Krekula (asiakirjaliite 295–296) ja Tommy Krekula (asiakirjaliite 298) esittävät kysymyksiä vaikutuksista juomavesikaivoihin kiinteistöissä Kaunisvaara 10:6, Kaunisvaara 13:17 ja Kaunisvaara 31:1 sekä tähän liittyvästä korvauksesta. Tommyn kysymyksiin sisältyvät myös kysymykset vahingoista rakennuksiin/VV-laitoksiin pohjaveden alenemisen johdosta. Myös Pajalan kunnan rakennus- ja ympäristölautakunta peräyvät selvennyksiä näistä (asiakirjaliite 313).*

KIAB: Kuten aikaisemmin on mainittu, KIAB yhtyy SGU:n arvioon (asiakirjaliite 289), että paineen aleneminen avolouhoksen aiheuttaman alenemisen johdosta ei todennäköisesti huononna veden saatavuutta esiintyvissä vesiesiintymissä ja vedenottoaikoissa.

Kuten aikaisemmin on mainittu, yksittäisten kaivojen ja yleisten vesiesiintymien baseline-tarkastukset tullaan aloittamaan Kaunisvaarassa lähiaikoina ja ne jatkuvat/sisältyvät sitten tulevaan valvontaohjelmaan keinona valvoa haetun toiminnan mahdollista vaikutusta. Kysymyksiä korvauksesta ja juomaveden saatavuuden varmistamisesta käsitellään käsiteltävänä olevan vastineen saatekirjeessä.

Asianomaiset rakennukset ovat SGU:n maanlaatuksikartan mukaan perustettu moreenille. Pohjaveden alentuessa ei ole vaaraa painumien syntymisestä moreenissa. Tämän ansiosta ei pitäisi olla olemassa asianomaisten rakennusten ja laitosten vaurioitumisriskiä.



2.6 Vesimallinnus, vedenkäsittelysuunnitelma ja prosessiveden koostumus

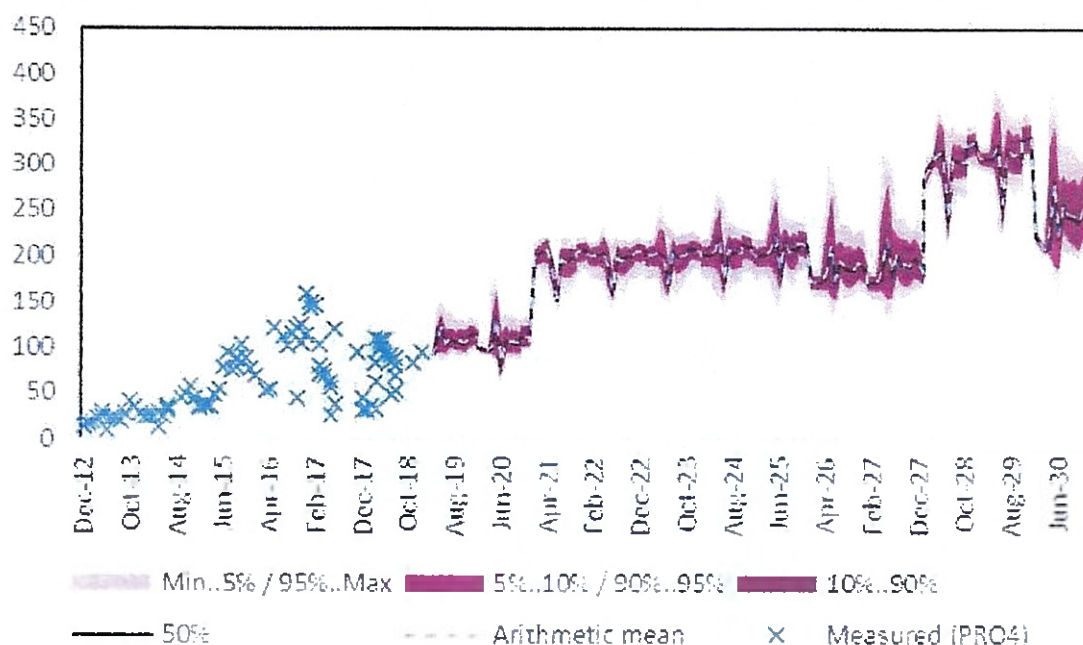
- Meri- ja vesivirasto taivoo selkeämpiä tilityksiä/kuvauksia prosessivesikemiallisista laskelmista ja nostaa esiin tässä yhteydessä muun muassa lasketut ksantaatin ja rikkihapon/sulfaatin pitoisuudet prosessivedessä (asiakirjaliite 301). Meri- ja vesivirasto esittää myös, että uraanin arviointiperuste on jo tänään ylitetty Muonionjoessa. Myös Norrbottenin lääninhallitus otti esille kysymyksen prosessiveden koostumuksesta (asiakirjaliite 325) ja samoin Ramm-Schmidt Consulting (asiakirjaliite 308).
- Lääninhallitus katsoo, että vaahdotushiekkavarasto aiheuttaa potentiaalisen happaman ja metallipitoisen suotoveden riskin, jonka vaikutusta lääninhallitus ei katso voitavan arvioida.
- Älvräddarna on esittänyt mielipiteitä ja tehnyt kysymyksiä vedensiirtomallista ja mallinnuksesta ja mallinnetusta veden koostumuksesta, jota käytetään purkuvesivirtaamien ja purkuveden koostumuksen sekä uraanipitoisuuden laskelmiin Muonionjoessa jaksolle, jolloin toiminta ei ollut käynnissä (asiakirjaliite 128).

KIAB: Vesivirtaamien ja vesikemian laskelmiin yhtiön vedenkäsittelylaitoksissa on laadittu siirtymismalli GoldSimissa. GoldSim-malli sellaisena kuin se on laadittu, simuloi konservatiivisesti seuraavien aineiden kulkeutumista/siirtymistä vedenkäsittelyjärjestelmässä: Al, As, Ba, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Mo, $\text{NH}_4\text{-N}$, Ni, $\text{NO}_3\text{-N}$, Ntot, pH, Pb, $\text{PO}_4\text{-P}$, Sb, SO_4 , Sr, U, Zn ja alkaliniteetti. Vedenkäsittelyjärjestelmässä tapahtuvien pH:n ja alkaliniteetin sekä saostumis- ja sorptioprosessien simulointiin on rakennettu termodynaaminen sekoittumismalli PHREEQC laskentatyökalussa (PHREEQC Interactive, (versio 3.5.0.1400). PHREEQC:n on kehittänyt amerikkalainen US Geological Survey (USGS) ja sitä pidetään yleisesti standardityökaluna geokemiallisessa mallinnuksessa. PHREEQC-mallinnuksessa on oletettu, että vesi selkeytysaltaassa ja prosessivesialtaassa on suorassa yhteydessä ilmakehän kanssa ja, että vallitsee O_2 :n ja CO_2 :n tasapaino ilmakehän ja veden välillä. Sovellettuja mallinnuksia/työkaluja vesivirtaamien/vedensiirron ja siihen liittyvän vesikemian ennusteille pidetään kansainvälisenä teollisuusstandardina tämän tyyppisille selvityksille.

Tiettyihin mallin lähtötietoihin on käytetty analyysituloksia tuotannosta jaksolla 2012–2019 otetuista vesinäytteistä, kun taas tietyt lähtötiedot perustuvat tuloksiin geokemiallisesta karakterisoinnista/mallinnuksesta, joka on tehty kansainvälisten standardien mukaan sekä Northland Resourcesin, että KIAB:n toimesta, minkä ansiosta tuloksia voidaan täten pitää luotettavina. Tämä selvitetään hakemuksen liitteessä A2.E Prosessiveden koostumus, kohta 3.4. Siellä missä se on ollut mahdollista, malli on validoitu tiedoilla jaksolla 2012–2019 otetuista vesinäytteistä. Esimerkkinä voidaan mainita tulokset selkeytysaltaan 236 vesinäytteen ja 107 prosessivesialtaan vesinäytteen kemiallisesta analyysistä. Sen varmistamiseksi, että malli ottaa hyvin huomioon rikastusprosessit toiminnassa, on konsultoitu professori Bertil Pålssonia, ruotsalaista mineraalilouhinnan asiantuntijaa Luulajan teknillisestä yliopistosta. Tärkeä näkökohta, joka mallinnuksessa on otettu huomioon, on rikkihapon lisääminen suunniteltuun vaahdotuspiiriin. Muina aspekteina, esim. metallien liukenemiseen jauhatuksessa ja magneettierottelussa, on käyty tuloksia prosessiveden aikaisemmista analyyseistä ja meneillään olevasta toiminnasta yhdessä haetussa toiminnassa rikastettavan malmin suurimittaisista pilottirikastuskokeista saatujen tulosten kanssa ja johon sisältyvät sekä magneettierottelu että vaahdotus.



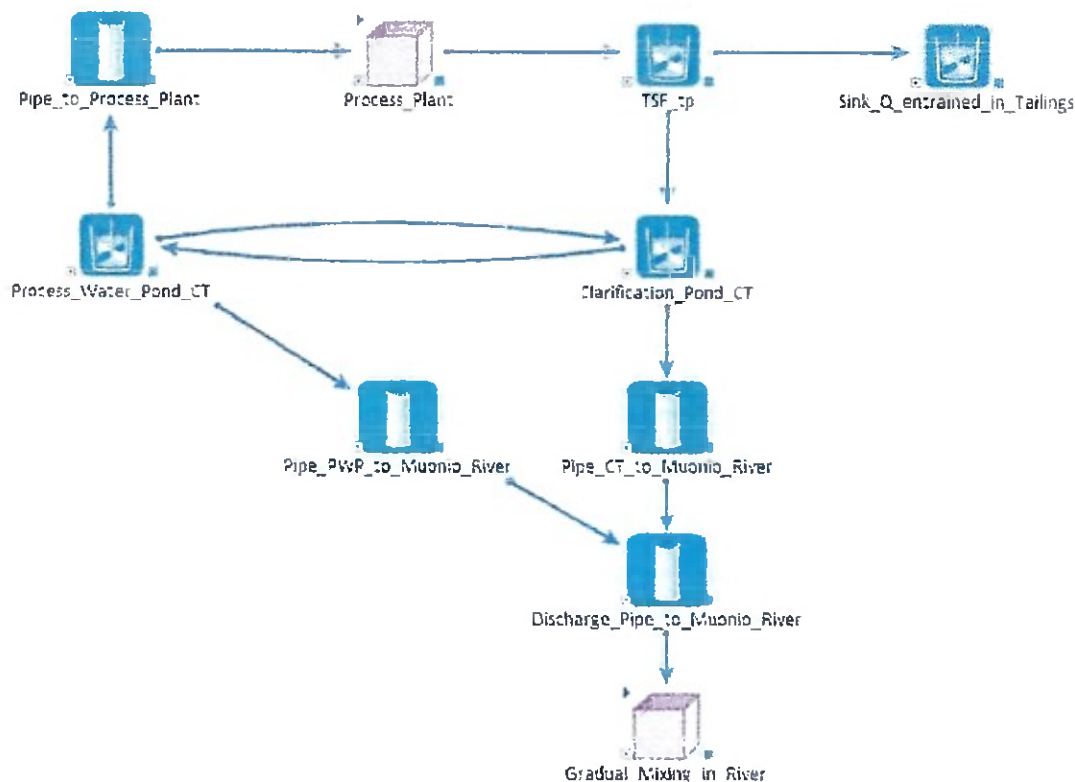
Yhtenä keinona ennusteiden epävarmuuden käsittelyssä käytetään GoldSimin simulointimenetelmää nimeltä Monte Carlo. Tämä on vakiintunut menetelmä todennäköisyyksien laskemiseksi eri toteutumille järjestelmässä, joka sisältää satunnaisia tai epävarmoja muuttujia. Simuloinnin suorittamiseen käytetään satunnaislukuja, jotka on saatu eri todennäköisyysjakaumafunktioista. Monte Carlo-simulointia voidaan muun muassa käyttää kuvaamaan/-käsittämään epävarmuuksia ennakoinneissa. Menetelmä antaa eri mallitoteutumille statistisen todennäköisyysjakauman, josta on esimerkki kuvassa 7 mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien muodossa prosessivesialtaassa haetulle toiminnalle. Kuvassa mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien eri prosentuaaliset tasot ilmaistaan erilaisina punaisina värivaihteina.



Kuva 7 Analysoitujen ja mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien (mg/l) kehitys prosessivesialtaassa happamien vesivirtaamien puhdistuksessa Sahavaarassa, mallinnetut pitoisuudet esitettynä prosentuaalisina tasoina (vuosi 19 tarkoittaa tuotantovuotta 1 haetulle toiminnalle ja vuosi 30 tarkoittaa tuotantovuotta 12)

Aineensiirtomallissa, joka on rakennettu GoldSimissa vesikemiallisen koostumuksen laskemiseksi, tietoja Northland Resourcesin ja KIAB:n toiminnasta saatujen vesinäytteiden kemiallisesta analyysistä käytetään proxyna koostumukselle prosessivedessä, jota tulee rikastusprosessin jauhatuksesta ja magneettierottelusta, kun taas tuloksia analysoiduista vesinäytteistä suurimittaisista pilottikokeista haetussa toiminnassa rikastettavalla malmilla käytetään proxyna vaahdotuksessa syntyvälle veden koostumukselle. Alkuperäinen aineensiirtomalli, joka oli vesikemiallisten laskemien perustana alkuperäisessä 2019 jätetyssä hakemuksessa, sisälsi yksinkertaistetun rikastusprosessin edustuksen. Siinä rikastamo toimi "mustana laatikkona", jossa malli otti vastaan määrätyn vesivolyymin, jossa oli erityinen vesikemiallinen koostumus prosessivesialtaasta ja korvasi sen sitten tietyn vesikemiallisen koostumuksen omaavalla, määrättyllä volyymilla prosessivettä. Tämä menettelytapa ei kuitenkaan ottanut riittävästi huomioon prosessiveteen liuenneiden aineiden akkumulaatiota, joka aiheutuu veden kierrätyksestä prosessissa.

Hakemuksen täydennyksissä vuoden 2019 lopussa ja vuoden 2020 alussa, jotka toimitettiin maa- ja ympäristötuomioistuimelle huhtikuussa 2020, tehtiin aineensiirtomallin sopeutus/tarkistus. Sen tarkoituksena oli edustaa paremmin prosessissa tapahtuvaa veden kierrätystä ja täten myös ottaa huomioon tästä seuraava liuenneiden aineiden akkumulaatio. Tarkistettu aineensiirtomalli tilitetään kaavamaisesti kuvassa 8. Suunniteltua rikastusta varten malli sopeutettiin myös ottamaan paremmin huomioon haettuun vaahdotusprosessiin suunniteltu 15 000 tonnin rikkihappolisä vuodessa.

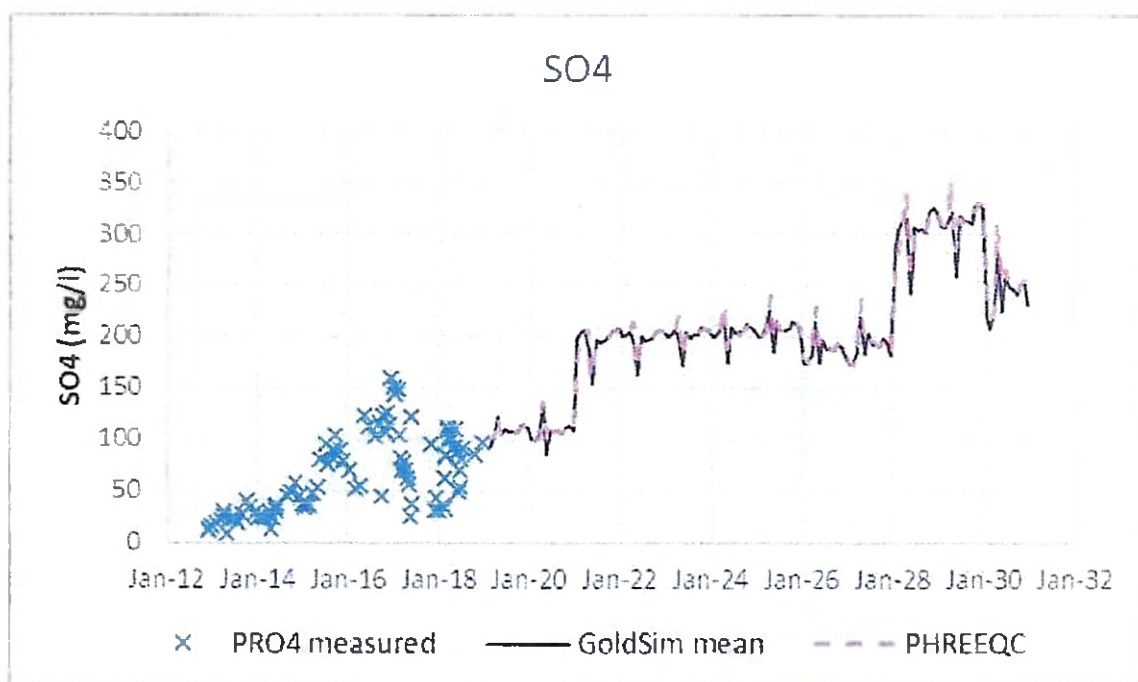


Kuva 8 Kaavamainen kuvaus virtaamasta GoldSimissa rakennetussa aineensiirtomallissa.

Rikastamosta ulos tuleva vesi on mallissa vettä, joka seuraa hiekkavarastoon varastoitavan rikastushiekan ja vaahdotushiekan mukana. Hiekkavarastossa noin puolet prosessiveden volyymista sitoutuu huokosvetenä varastoituun hiekkaan. Tämä merkitsee sitä, että puolet sulfaatin ja muiden parametrien kokonaisaineensiirrosta jää jäljelle/kiinnittyy rikastus- ja vaahdotushiekkaan. Loppu hiekan mukana seuraava prosessivesi valuu varastosta ja laimentuu jonkin verran turveveden, sadeveden jne. kanssa ennen kuin se kerätään selkeytysaltaaseen. Tämän vuoksi liuenneet pitoisuudet selkeytysaltaassa ovat alhaisempia kuin prosessivedessä.

Kuten aikaisemmin on mainittu, analysoituja vesinäytteitä on käytetty mallin validointiin. Analysoitujen ja mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien suhde prosessivesialtaassa tilitetään kuvassa 9. Kuvasta näkyy, että analysoidut pitoisuudet 2016–2018 täsmäävät hyvin mallinnettujen pitoisuuksien kanssa haetun toiminnan alkuvaiheessa, kun

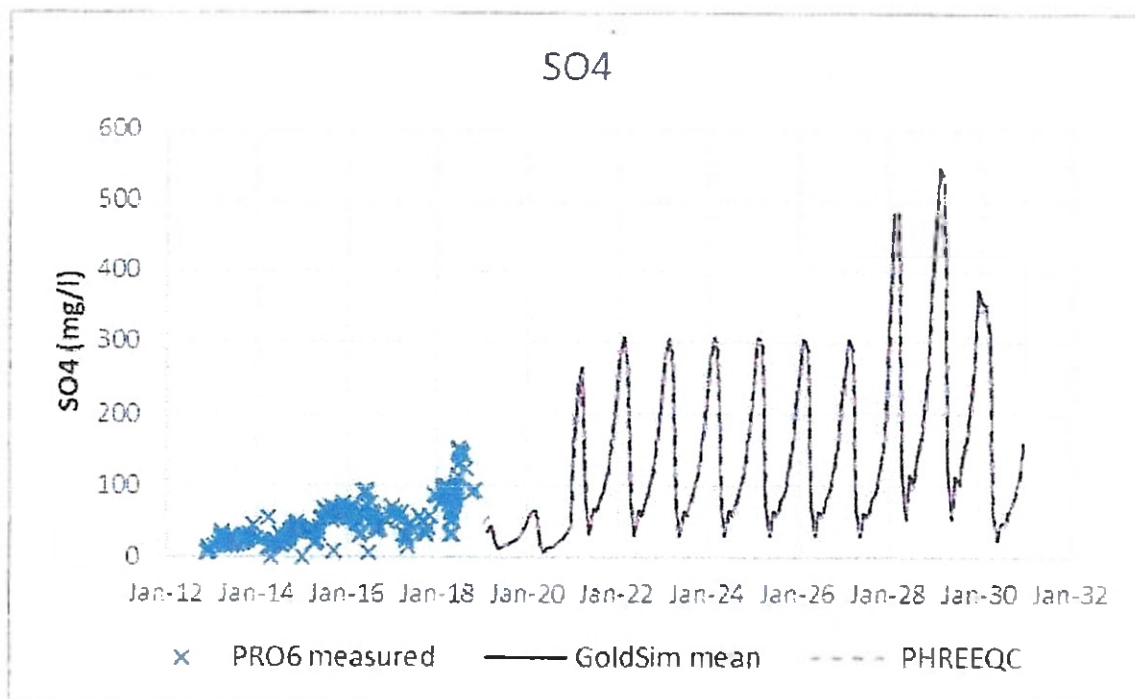
ainoastaan louhinta ja rikastaminen Tapulissa tulee olemaan käynnissä. Kun sitten louhinta Sahavaarassa aloitetaan ja vaahdotuspiiri otetaan käyttöön, kohonneet sulfaattipitoisuudet näkyvät prosessivesialtaassa.



Kuva 9) Analysoitujen ja mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien (mg/l) kehitys prosessivesialtaassa happamien vesivirtaamien puhdistuksessa Sahavaarassa (vuosi 19 tarkoittaa tuotantovuotta 1 haetulle toiminnalle ja vuosi 30 tarkoittaa tuotantovuotta 12)

Selkeytysaltaasta otettua 236 analysoitua vesinäytettä on käytetty mallinnettujen tulosten validointiin. Aivan kuten prosessivesialtaan kohdalla nähdään viime vuosien analyysitulosten ja mallinnettujen pitoisuuksien täsmäävän hyvin toistensa kanssa haetun toiminnan aikaisessa tuotantovaiheessa (Kuva 10).





Kuva 10 Analysoitujen ja mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien (mg/l) kehitys selkeytysaltaassa (vuosi 19 tarkoittaa tuotantovuotta 1 haetulle toiminnalle ja vuosi 30 tarkoittaa tuotantovuotta 12)

Sulfaattipitoisuudet, jotka tilitettiin alkuperäisessä hakemuksessa (2019) olivat tulosta hieman yksinkertaistetusta rikastusprosessin edustuksesta mallissa, joka ei ottanut täysin huomioon lisättyä rikkihappoa vaahdotuspiirissä. Malli on, kuten aikaisemmin on mainittu, sen jälkeen huhtikuussa 2020 jätettyjen täydennysten yhteydessä sopeutettu edustamaan paremmin rikastusprosessia muun muassa liittämällä malliin veden kierrätys ja ottamalla mukaan rikkihapon pistelisiä. Mallin sopeuttaminen antoi tulokseksi muun muassa korkeamman sulfaattipitoisuuden verrattuna alkuperäisiin mallituloksiin. Kuten aikaisemmin on mainittu, huomattava osa prosessivedestä jää huokosvetenä varastoon.

Meri- ja vesiviraston sulfaattilaskelmia ajatellen mallista saadaan pitoisuuksia, jotka ovat samaa suuruusluokkaa kuin haetun toiminnan myöhemmän osan tuotantojaksolla, jolloin rikastus koskee vain Sahavaaran malmia.

KIAB haluaa lopuksi näissä osissa selventää, että tuloksia sopeutetusta mallista on käytetty Muonionjokeen päästettävän purkuveden pitoisuuksien kuvaamiseen ja arvioimiseen ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa.

Mallinnukseen sisältyy myös vesi vaahdotushiekan varastoinnista lähdeterminä (sekä kivilouhos että hiekkavaraston varastointisolun otettu huomioon). Tämä käy ilmi hakemuksen liitteestä A2.E Prosessiveden koostumus. Koskien vaahdotushiekan varastointisolun pitkäaikaista kehittämistä KIAB haluaa viitata yhtiön 30.3.2021 päivitettyyn täydennykseen (liite 1), jossa annetaan selvitys vaahdotushiekan ominaisuuksista ja miksi ehdotettu vaahdotushiekan käsittely varastoimalla se vettyneisiin olosuhteisiin ehkäisee hapon muodostusta ajan mittaan. Alla on osittain mainitun täydennyksen tekstistä:





Vaahdotushiekan osalta KIAB haluaa korostaa, että myös sellainen hiekka on sisältynyt tilitettyyn jätteen karakterisointiin (muun muassa ABA-testi sekä statistiset ja kineettiset liukoisuustestit). Työ, joka on koostunut pilotti- ja penkkimittakaavakokeista otettujen näytteiden analyysistä, osoittavat, että sekä vaahdotushiekalla yksinomaan sekä sellaisen hiekan ja vähärikkisen hiekan sekoituksilla (magneettierottelusta) tietyissä suhteissa, riippuen vähärikkisen hiekan puskuroivasta kapasiteetista, voi olla potentiaalisesti happoa muodostavat ominaisuudet ja, että materiaali voidaan liittää lisääntyvään metallin siirtymiseen ajan mittaan. Näiden vaahdotushiekassa osoitettujen ominaisuuksien vuoksi KIAB:lla on tarkoitus, liitteen F Jätteenkäsittelysuunnitelma, kohta 6.2.2, mukaan varastoida vaahdotushiekka vesikyllästeisiin/veden peittämiin olosuhteisiin erilleen muusta rikastushiekasta osittain tarkoitusta varten kunnostettuun varastointiosaluun hiekkavaraston sisällä ja osittain veden täyttämään Navettamaan kivilouhokseen. Koska vaahdotushiekkaa syntyy erillisessä vaahdotusvaiheessa, joka KIAB:lla on tarkoitus liittää viimeiseen rikastusprosessin vaiheeseen, vaahdotushiekkaa ei sekoiteta rikastushiekkaan edeltävästä magneettierottelusta ennen varastointia, vaan se johdetaan soluun/kivilouhokseen erillisenä virtana.

Edelleen täydennyksessä mainitaan, että:

Käyttöjakson aikana silmämääräinen valvonta varmistaa, että varastoitu rikastushiekka saa riittävän vesipeitteen. Tarvittaessa vettä lisätään pumppaamalla. Käyttöä seuraa jälkikäsittely ja tietyn jakson aikana sen jälkeen vettymisastetta tarkkaillaan niin, että varastointimenetelmän toiminta voidaan todentaa.

Yhtiön täydennyksestä huhtikuussa 2020 käy ilmi, että:

Yhtiön kuvaukset siitä, kuinka hiekkavarasto vaahdotushiekan varastointiosaluineen tulee toimimaan lyhyellä ja pitkällä aikavälillä, perustuvat sekä laajaan karakterisointiin että mallinnettuihin tulevaisuuden skenaarioihin jälkikäsittelytoimenpiteiden jälkeen. Happidiffuusion toimintavaatimukset perustuvat tuloksiin tehdyistä kosteuskammiokokeista, jotka osoittivat rajoitettua liukoisuutta. Happidiffuusio voidaan rajoittaa tavoitteeseen, joka mainitaan jälkikäsittelysuunnitelmassa vaahdotushiekan hienorakeisen koostumuksen ansiosta sekä vähentyneen haihtumisen ansiosta, joka saadaan aikaan levittämällä vaahdotushiekan päälle >2 m kerros rikastushiekkaa, kuten ehdotetussa jälkikäsittelyssä tuodaan esille. Sellainen rikastushiekkakerros kykenee säilyttämään riittävän korkean vettymisasteen, jotta happidiffuusion toimintavaatimukset voidaan saavuttaa. Golder on kuvannut tämän 2014 raportissa "Numeerinen veden virtaamisen ja hapen tunkeutumisen mallinnus ehdotetulle hiekkavaraston muotoilulle". Golderin selvityksestä käy ilmi, että vettymisyys varastoidussa rikastushiekassa voi säilyä myös pitkiä jaksoja voimakkaasti vähentyneessä pohjaveden muodostuksessa (vähintään kolme peräkkäistä kuivaa vuotta) hiekkavarastossa. Mahdollinen vaahdotushiekan tiivistyminen päälle varastoinnissa merkitsee pienempää huokoisuutta ja entistä suurempaa vettymisastetta paikallisissa edellytyksissä. Jos painumia syntyy, näiden arvioidaan olevan homogeenisia vaahdotushiekan varastoinnin ansiosta veden alle vaahdotushiekkavarastossa. Mahdollisilla painumilla ei arvioida olevan negatiivisia vaikutuksia tulevan jätelaitoksen toimintaan, jonka päälle on varastoitu rikastushiekkaa. Rikastushiekan yläpinnan eroosioriski arvioidaan suhteellisen rajoitetuksi aikaisempien kokemusten perusteella, koska tähän mennessä ei ole havaittu mitään sateen aiheuttamia eroosioaurioita hiekkavarastoon varastoidussa hiekassa. Sitä paitsi kasviston leviäminen edistää eroosiota kestävä pinnan muodostumista varaston pinnalle. Odotettu ilmastonmuutos merkitsee lauhempaa ilmastoa





ja lisääntyviä sateita verrattuna siihen mikä leimaa kyseessä olevaa aluetta tänään (SMHI, IPCC RCP4,5). Tämä merkitsee jatkossa suotuisia olosuhteita vettymisasteen ylläpitämiseksi vaahdotushiekassa.

Ksantaatille on tehty laskelma sen pitoisuuksista rikastushiekan prosessivedessä, joka on oheistettu liitteenä F2 (Pålsson, 26.3.2020). Helmikuussa 2021 hakemukseen jätettiin täydentäviä liite 1.7 selvennyksineen muun muassa ksantaatin hajoamisedellytyksistä varastointijärjestelmässä (Pålsson, 15.2.2021). Lisänä aikaisempaan täydennykseen jätettiin selventävät lisäkuvaukset ksantaattipitoisuuksien laskemisesta prosessivedessä, lasketuista hajoamisnopeuksista sekä esiintyvistä hajoamistuotteista.

Hakemusasiakirjoissa mainitaan, että useita vaahdotusreagensseja tullaan käyttämään, näiden joukossa isopropyliksantaatti ja amyliksantaatti. Termodynaamisia tietoja on eniten etyyliksantaatille, joka on vaahdotuksen näkökulmasta katsoen heikoin kerääjä (antaa heikoimman vettä hylkivän kyvyn mineraalipinnoille). Perustavaa laatua olevat termodynaamiset laskelmat (Pålsson ja Forssberg, 1989) tehtiin etyyliksantaatille. Tasapainopitoisuus $1 \cdot 10^{-4}$ mol/l etyyliksantaatille tasapainossa diksantogeenin kanssa on noudettu tästä julkaisusta. Mainittu tasapainopitoisuus on konservatiivinen olettaus, koska isopropyliksantaatin ja amyliksantaatin diksantogeenilla on suuremmat muodostusvakiot ja sen ansiosta vastaavien ksantaatti-ionien vapaa pitoisuus tulee olemaan alhaisempi.

Amyliksantaatin suunnitellaan olevan dominoiva ksantaattihomologi ja sen vuoksi täydennyksessä esitetyt laskelmat (Pålsson, 15.2.2021) amyliksantaatille tilitettiin tonneina ja g/h.

Vaahdotusprosessi edellyttää, että olosuhteet diksantogeenin (X₂) muodostumiselle ja/tai rauta(III)ksantaatille (FeX₃) ovat olemassa. Tämä saa aikaan sen, että lisääinemääristä tulee korkeita verrattuna esimerkiksi Aitikiin, jossa av Cu(I)ksantaatin (CuX) muodostuminen vastaa veden hylkimisestä. Koska vaahdotettavien sulfidien osuus on noin kymmenen kertaa suurempi KIAB:n toiminnassa verrattuna Aitikiin ja raaka-aine käy lisäksi läpi hienomman jauhatuksen, jonka vuoksi lisääinemäärät ovat myös noin kymmenen kertaa suuremmat KIAB:n toiminnassa.

Hakemuksen teknisessä kuvauksessa (liite A) ilmoitetaan odotetun maksimaalisen ksantaattien käytön olevan yhteensä 3250 tonnia ksantaatteja/vuosi. Tehdyt päästölaskelmat ksantaatille prosessiveteen on tehty edustavalle tulevaisuuden tuotantoyhdistelmälle, jota varten arvioidut lisääinemäärät perustuvat aikaiseen pilottirikastusvaiheeseen. Laskelmissa on täten lähdetty perustapauksesta käyttämällä 1581 tonnia kaliumamyliksantaattia/vuosi, mikä siis eroaa maksimaalisesta käytöstä. Koska päästömääriä ohjaavat tasapainopitoisuus diksantogeenin ja ksantaatti-ionien välillä, ksantaatin kokonaislisäemäärällä ei ole merkitystä ksantaatti-ionien päästöille prosessiveteen. Tehdyt laskelmat kuvaavat täten korrektilla tavalla vapaata ksantaatti-ionien määrää prosessivedessä, myös lisättäessä kaliumamyliksantaattia suurempia määriä kuin 1581 tonnia/vuosi.

Vapaa ksantaatti-ionien määrä, joka lähtee rikastamosta, on tasapainopitoisuuden ja prosessivesivirran tulos. Päästölaskelmat on tehty koko prosessivesivirtaamalle, mutta todellisuudessa ainoastaan jäte rikkivaahdotuksesta sisältää mitattavia ksantaatti-ionipitoisuuksia. Jälleen konservatiivinen olettaus. Ksantaatin hajoaminen on monimutkaista ja sitä ohjaavat pH, lämpötila ja happipitoisuus mainitussa järjestyksessä. Ksantaatin hajoaminen tapahtuu pääasiassa viiden reaktiotien kautta (de Donato, et al., 1989):

