

Yara Suomi Oy

SIILINJÄRVEN KAIVOKSEN VESI- JA AINETASEMALLI

5.12.2023

Yara Suomi Oy

Hanna Luukkonen

Envineer Oy

Matias Viitasalo

Eeva Kauppinen

etunimi.sukunimi@envineer.fi

www.envineer.fi

Y-tunnus: 2850396–1

Projektinumero: 11759

A solid orange horizontal bar with a diagonal cut on the right side, located at the bottom of the page.

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	1
2	Mallinnusohjelma.....	1
3	Siilinjärven kaivoksen GoldSim-mallit	2
3.1	Mallikokonaisuus.....	2
3.2	Rajaukset.....	2
4	Mallin lähtötiedot ja oletukset	4
5	Vesikierron vesi- ja ainetase	5
5.1	Mallilaskenta	5
5.2	Kalibrointi.....	5
5.3	Taseiden kuvaus ja nykytila.....	6
5.4	YVA-vaihtoehdot	9
5.5	Taseiden kehitys pitkällä aikavälillä.....	18
5.6	Sikopuron puhdistamon purkuvesivirtaama.....	22
5.7	Herkkyys- ja epävarmuustarkastelu	23
6	Sivukivialueiden vesi- ja ainetase.....	25
6.1	Sivukivien liukoisuustestit	25
6.2	Mallilaskenta	26
6.3	Kalibrointi ja nykytila	28
6.4	YVA-vaihtoehdot	30
6.5	Taseiden kehitys pitkällä aikavälillä.....	32
6.6	Herkkyys- ja epävarmuustarkastelu	40
	Lähteet.....	41

Liitteet

1. Mallikokonaisuuden konseptuaalinen kuvaus nykytilassa ja YVA-vaihtoehdoissa
2. Lähtötietoliite
3. Sivukivinäytteistä vuonna 2022 tehtyjen ravistelutestien tulokset
4. Sivukivinäytteistä vuonna 2022 tehtyjen läpivirtaustestien tulokset
5. Sivukivialueiden sulfaatin kuormituslaskennat (Ramboll Finland Oy)

1 JOHDANTO

Yara Suomi Oy on tilannut Envineer Oy:ltä Siilinjärven kaivoksen, rikastamon ja sivukivialueet käsittävän vesi- ja ainetaseen ennustemallin laatimisen Siilinjärven kaivoksen vesi- ja ainetaseiden hallinnan kehittämisen ja sulkemissuunnittelun työkaluksi. Laaditun mallin pohjalta voidaan kiinnittää huomiota ja kehittää seuranta vesi- ja ainetaseen kannalta olennaisissa kohdissa. Mallin avulla voidaan parantaa tuotantovarmuutta ja riskien hallintaa, sekä minimoida kustannuksia ja ympäristövaikutuksia.

Tässä raportissa esitellään mallin ensimmäisen version rakentamisessa käytetyt lähtötiedot ja mallin pääperiaatteet. Malli on työkalu, joka toimii parhaiten, kun se pidetään kunnossa. Mallia voidaan tarkentaa täydentämällä käytettyjä lähtötietoja herkkyys- ja epävarmuustarkastelun pohjalta. Kaivoksen elinkaaren edetessä kertyvä tieto vesi- ja ainetaseen kehittymisestä, voidaan hyödyntää malliennusteen päivittämisessä. Myös vesi- ja ainetaseeseen vaikuttavat toiminnan muutokset on mahdollista päivittää malliin.

Yara Suomi Oy on aloittanut Tulevaisuudessakin leipää -hankkeen (TULE), jonka tarkoituksena on Siilinjärven kaivostoiminnan laajentaminen ja toiminta-ajan (LOM) pidentäminen. Tähän tarvitaan uusia malmivaroja ja läjitysalueiden tilavuuden kasvattamista. Kaivoksen nykyiset malmivarat mahdollistavat kaivostoiminnan jatkumisen vuoteen 2035. Laajennus mahdollistaa toiminnan jatkumisen 2060-luvulle saakka.

Mallinnuksen avulla tuotetaan tietoa TULE-hankkeen suunnittelun ja YVA-hankevaihtoehtojen vaikutusten arvioimisen tueksi. GoldSim-mallikokonaisuudessa on neljä osaa: sää- ja ilmastomalli, kaivoksen sisäinen vesi- ja ainetasemalli, sivukivimalli ja alapuolisten vesistöjen vesi- ja ainetasemalli (CSTR-malli). Mallit on yhdistetty toisiinsa yhdeksi monimuuttujamalliksi. Tämän raportti sisältää kaivoksen sisäisen vesikierron ja sivukivialueiden vesi- ja ainetasemallin.

2 MALLINNUSOHJELMA

Vesi- ja ainetase on mallinnettu GoldSim-ohjelmistolla. GoldSim on GoldSim Technology Group LLC:n kehittämä monimuuttujasysteemien dynaamiseen mallintamiseen tarkoitettu ohjelmisto. Sillä voidaan joustavasti ja visuaalisesti mallintaa vesi- ja ainetaseiden hallinnan ja vesistövaikutustenarvioinnin lisäksi monenlaisten fysikaalisten, kemiallisten, taloudellisten ynnä muiden matemaattisilla yhtälöillä kuvattavien ilmiöiden vuorovaikutuksia. GoldSim-mallilla voidaan vertailla vaihtoehtoja ja eri tekijöiden painoarvoja, simuloida tulevia muutoksia ja testata esimerkiksi vesistön herkkyyttä vastaanottaa kuormitusta. GoldSim-mallinnus on tehokas päätöksenteon apuväline, kun on vastattava kysymykseen: Mitä jos...?

GoldSimissä voidaan epävarmuuksien hallitsemiseen käyttää Monte Carlo -simulaatiota, jossa lähtöarvona olevien muuttujien tiedot syötetään malliin todennäköisyysjakauman mukaisena joukkona. Monte Carlo -simulaatiossa malli ajetaan läpi hyvin monta kertaa (tarpeesta riippuen kymmenistä aina tuhansiin) ja jokaisella ajolla lähtöarvot poimitaan todennäköisyysjakauman mukaisesti. Lopputuloksena on lukuisa määrä rinnakkaisia simulaatioita (realisaatioita), jotka kaikki

perustuvat vaihtelua sisältävien lähtöarvojen erilaisiin yhdistelmiin. Tulokset voidaan esittää todennäköisyysjakaumana, joka sisältää kaikki syötettyjen lähtöarvojen mukaan mahdolliset vaihtoehdot mallinnetun systeemin käyttäytymisestä.

Lisätietoa GoldSim-ohjelmasta ja sen sovellusmahdollisuuksista on kuvattu kattavasti verkkosivustolla www.goldsim.com. GoldSim-ohjelmalla tuotetuista sovelluksista on kirjoitettu lukuisia artikkeleita ja teknisiä kuvauksia, joihin voi halutessaan tutustua osoitteessa www.goldsim.com/Web/Applications/TechnicalPapers.

3 SIILINJÄRVEN KAIVOKSEN GOLDSIM-MALLIT

3.1 Mallikokonaisuus

GoldSim-mallikokonaisuus koostuu

1. Sää- ja ilmastomuutosmallista
2. Kaivoksen ja rikastamon vesikierron vesi- ja ainetasemallista
3. Sivukivialueiden vesi- ja ainetasemalleista ja
4. Kolmisopen ja Sulkavanjärven CSTR-malleista

Tämä raportti sisältää kohdat 2 ja 3. Muut osakokonaisuudet on raportoitu erikseen. Liitteenä 1 on esitelty mallikokonaisuuden konseptuaalinen kuvaus, jossa näkyy osamallien keskinäiset riippuvuussuhteet. Sää- ja ilmastomuutosmalli vaikuttaa konseptuaalisessa kuvauksessa merkittyjen vesivarastojen (altaat/järvet) satavan veden määrän, sateen olomuodon (vesi/lumi) ja lumen sulamisen kautta valuntaan. Lisäksi sää- ja ilmastomuutosmalli vaikuttaa kuvauksessa merkityiltä alueilta haihtuvan veden määrään.

Mallikokonaisuus jakautuu edellä esitettyjen osamallien lisäksi vesitasepuoliskoon ja ainetasepuoliskoon. Koska ainetase käsittää vesikierron ainetaseen, ainetase rakentuu vesitaseen päälle.

3.2 Rajaukset

Mallirajaukset on kuvattu kaaviona liitteen 1 konseptuaalisessa mallin kuvauksessa.

Mallikokonaisuuteen tulee vettä sisään

- Sää- ja ilmastomuutosmallin sadannasta suoraan mallin vesivarastoihin ja niiden valuma-alueille
- Louhoksiin valuvana pinta- ja pohjavetenä, josta muodostuu kuivanapitovettä
- Malmin mukana rikastamolle tulevana vetenä (Hyvin pieni määrä)

Mallikokonaisuudesta poistuu vettä

- Sikopuron kautta Kuuslahteen
 - Sikopuron puhdistamolta sisäisen kierron vedet
 - Itäaltaalta louhosvedet
 - Itäläjäytyksen sivukivialueelta suotovesi
 - Sikopuron muun valuma-alueen valumavedet
- Siilintojen kautta Sulkavanjärvestä Siilintojärveen
- Mustin alueen suotovetenä Ventojen valuma-alueelle (04.614)
- Jaakonlammesta Särkijärven louhoksen kuivanapidon johdosta lähteviä suotovesiä
- Kasvavan Mustin rikastushiekka-alueen huokostilavuuteen pidättyvän vesivaraston kasvuna.
- Haihdutana
- Rikasteiden sisältämän kosteuden mukana
- Laukansalon sivukivialueen suotovetenä Kuuslahteen (YVA-vaihtoehdot VE1 ja VE2)

YVA-vaihtoehdoissa VE2 ja VE4, joissa Mustin rikastushiekka-alue laajenee itään, oletettiin suotovesimäärä laajennussuunnitelmassa esitettyyn ja lisääntyviin patokilometreihin perustuen suurenevan Ventojen suuntaan n. 500 000 m³/a.

Osamallien välillä kaivoksen ja rikastamon vesikierron osamalliin tulee edellä mainittujen lisäksi vettä rikastamolle Sulkavanjärvestä Kolmisopen ja Sulkavanjärven osamallin sisältä ja poistuu suotovesinä Mustin rikastushiekka-alueelta ja sivukivialueilta Kolmisopen ja Sulkavanjärven osamalliin. Lisäksi YVA-hankevaihtoehdoissa (ks. 5.4 ja 6.4) suotovesiä pumpataan rikastamolle raakavedeksi Ansanmäen sivukivialueelta.

Ainetasemallit sisältävät fluoridin, sulfaatin, kokonaistypen ja kokonaisfosforin. Aineita mallikokonaisuuteen tulee sisään tulevien vesien mukana valuma-alueelta, sekä rikastamolla ja Sikopuron puhdistamolla käytetyistä kemikaaleista, louhoksilla käytetyistä räjähdettäineistä, sekä läjitetyn sivukiven mukana liukoisuuteen perustuen. Ainetaseen ainevirrat (kg/d tai tn/a) pohjautuvat vesitaseen vesimääriin ja näytesteiltä mitattuihin pitoisuustietoihin. Ainetase on kalibroitu tasapainoon huomioimalla aineiden kemikaalilisäyksen, retentoiden ja liukenemisen vaikutukset näytesteiltä v. 2018-2022 mitattujen pitoisuus-muutosten ja laskettujen viipymien mukaisesti.

Mustin rikastushiekka-alue on keskeinen osa Siilintojärven kaivoksen vesi- ja ainetasetta. Läjitettävän rikastushiekkapastan määrän kasvaessa, on Mustin alueen hydrologia jatkuvan muutoksen tilassa. Jatkuva muutos on merkittävä tekijä kaivoksen vesikierron muissakin osissa. Mustin rikastushiekka-alueen ja muiden mallin sisältämien osakokonaisuuksien sisäisistä fysikaalisista, kemiallisista ja biologisista prosesseista huomioitiin tasemalleissa vain sellaisia, jotka taseiden kokonaisuuden kannalta tunnistettiin merkityksellisiksi. Näiden prosessien vaikutusosamäärä mallissa perustuu kalibrointiin vuosien 2018-2022 mittaustietoja vastaan.

4 MALLIN LÄHTÖTIEDOT JA OLETUKSET

Säätitoina on mallissa käytetty Sää- ja ilmastomuutosmallin (Envineer Oy 2023a) tuloksia, jotka perustuvat Ilmatieteen laitoksen Maanangan sääaseman sadanta-, lämpötila- ja lumen vesiarvotietoja vuosilta 2000-2022 sekä Paituli-aineistoon. Mallissa säävuosien vaihtelu oletetaan vuosien 2000-2022 kaltaiseksi ilmastomuutoksen vaikutus huomioiden.

Vesitaseen lähtötiedot on valtaosin saatu Yara:n toiminnanohjausjärjestelmään kerätyistä virtaama- ja pinnankorkeustietoja sisältävistä aikasarjoista tai alueelle sijoitetuista erillisistä jatkuvatoimisista virtaamamittauspisteistä. Vakioarvoja ja tietoja vesikierron operointilogiikasta on saatu Yara:n vesienhallinnan käsikirjasta tai muista Yaran sisäisistä lähteistä. Lisäksi on hyödynnetty soveltuvilta osin Suomen Ympäristökeskuksen Vesistömallin yhteyteen laatimaa Yara:n osamallia. Vesikiertoon maa-alueilta tulevasta valunnasta on vähennetty ennen vesikierron piiriin tuloa tapahtunut haihdunta ja imeytyminen maaperään.

Mustin rikastushiekka-altaan vapaan veden varaston viime vuosien nopea pientyminen on pienentänyt sen merkitystä taseessa. Bathymetrinen mittaustietojen ja lähtevän virtaamatiedon puuttumisen vuoksi oletettiin mallissa Mustin vapaan veden varaston pysyvän vakiosuuruusena. Koska tietoa ei ole suotovesien jakautumisesta Mustin rikastushiekka-alueen ja Vesialtaan välillä, eikä tietoa ole Mustin alueelta Vesialtaalle johdettavasta vesimäärästä, ei suotovesien osuuksia lähdetty arvioimaan vaan rakennettiin malli siten, että kaikki suotovesi poistuu taseesta Mustin rikastushiekka-alueelta.

Ainetaseen lähtötietoina on käytetty rikastamolla ja Sikopuron puhdistamolla vuositasolla käytettyjen kemikaalien määriä sekä vesikierron näytepisteiltä kerättyä vedenlaatudataa. Niiltä osin kun vedenlaatatiedot ovat olleet vähäisiä, on puuttuvissa kohdin käytetty edellisen ja seuraavan havaintokerran keskiarvoa tai vuosien 2018-2022 keskiarvoa. Kokonaistyyppipitoisuustietoja on täydennetty lisäksi laskemalla, käyttäen typpifraktioiden (nitraattityppi, nitriittityppi, ammoniumtyppi) määritystuloksia. Laskeuma on huomioitu sadeveden pitoisuuksissa (Suomen Ympäristökeskus 2001).

Sivukivimallin ainetaseen lähtötietona on käytetty vuosittain läjitettyjä sivukivimääriä, sivukivinäytteistä laboratoriossa tehtyjä pitoisuus- ja liukoisuusmääryksiä sekä sivukivialueiden suotovesipisteiltä kerättyä vedenlaatudataa. Skenaarioiden osalta on käytetty asiakkaalta saatuja karkeita läjityssuunnitelmia.

Mallissa käytetyt vesi- ja ainetaseen lähtötiedot ovat vuosilta 2018-2022. Käytettyjä lähtötietoja, niiden alkuperää ja hyödyntämiskohdetta on kuvattu yksityiskohtaisesti suhteessa liitteen 1 konseptuaaliseen mallin kuvaukseen liitteessä 2.

5 VESIKIERRON VESI- JA AINETASE

5.1 Mallilaskenta

Syötetiedot, jotka mallin käyttäjän on määriteltävä, ovat

1. rikastamon malmisyötteen määrä (tonnia vuodessa)
2. ajankohta tai ajanjakso, jolle ennuste halutaan tehdä
3. käytetty ilmastomuutoskenaario

Vesi- ja ainetasemallin antamat tulokset ovat riippuvaisia edellä olevista syötetiedoista ja niiden vaikutuksesta vesikiertoon tulevan sade- ja sulamisveden määrään, rikastamon vedenottoon, ja kemikaalien käyttöön. Syy-seuraussuhteiden luomisessa ja parametrisoinnissa (kalibroinnissa) on käytetty kohdassa 4 kuvattuja aikasarjoja. Keskeisimmät riippuvuussuhteet on esitetty liitteessä 2.

Malli pohjaa nykyiseen vesikierron operointilogiikkaan. Niitä osin kun selkeää dokumentoitua operointilogiikkaa ei ole ollut olemassa, vesikierron toimintojen operointilogiikka on tulkittu vesikierron aikasarjojen pohjalta vesivarastojen HW- ja LW-tasot ym. rajoittavat patoturvallisuustekijät huomioiden. Pumppujen kapasiteettitietoja on käytetty niistä osin kun ne ovat olleet relevantteja ja niitä on ollut käytössä. Sikopuron allaspuhdistamon operointilogiikka on rakennettu niin, että puhdistamon läpi virtaava vesimäärä pysyisi mahdollisimman tasaisena.

Muitakin mallin muuttujia ja parametreja voidaan muuttaa mikäli toiminta muuttuu tai tieto syy-seuraussuhteista tarkentuu. Mallia voidaan käyttää suunnittelun tukena muuttamalla muuttujia ja parametreja suunnitellun toiminnan (esim. allaslaajennus/-korotus tai muutos vesien johtamisessa) tai epätoivotun poikkeustilanteen mukaisiksi. Näin voidaan arvioida kyseisen muutoksen vaikutusta koko vesi- ja ainetaseeseen. Näin on tehty myös jäljempänä esitettyjen TULE-YVA:n mallinnusskenaarioiden kohdalla.

5.2 Kalibrointi

Vesialtaan ja Raasion altaan vapaan veden tilavuus on keskeinen osa Siilinjärven kaivoksen vesitasetta. Vesitasemallin Vesialtaan, Raasion ja Jaakonlammen vesivarastot kalibroitiin mitattuja vesivarastojen pinnankorkeuksien ja bathymetristen tilavuuskäyrien avulla. Lisäksi kalibroinnissa käytettiin Sikopuron puhdistamolle ja rikastamolle Jaakonlammesta johdettuja virtaamatietoja. Nämä vesikierron solmukohdat kalibroimalla, saatiin myös vesikierron muut virtaamat kohdalleen. Mustin rikastushiekka-alueen suotovesien osalta hyödynnettiin myös suotovesimääriin liittyviä mittauksia ja laskelmia, kuten on kuvattu Kolmisopen ja Sulkavanjärven malliraportissa (Envineer Oy 2023b).

Avustavina vertailukohtina kalibroinnissa hyödynnettiin myös Suomen ympäristökeskuksen Vesistömallijärjestelmän Yara-osamallin tuloksia, vaikka näitä ei varsinaisessa kalibroinnissa käytetty.

Ainetasemallin kalibroinnissa käytetyt vedenlaatutiedot ovat joiltakin osin vähäisiä. Koska kyseessä on tasemalli, on kalibroinnin tarkentamiseksi vedenlaadusta on tehty oletuksia, käyttämällä puuttuvissa kohdin edellisen ja seuraavan havaintokerran keskiarvoa tai olemassa olevien tietojen

keskiarvoa. Kokonaistyyppipitoisuustietoja on täydennetty lisäksi laskemalla, käyttäen tyyppifraktioiden (nitraattityppi, nitriittityppi, ammoniumtyppi) määritystuloksia.

Pitoisuustulosten on oletettu edustavan koko vesivaraston keskipitoisuutta kyseisellä ajanhetkellä. Ainetasemallissa malmin mukana rikastamolle tuleva ainemäärä ja vesikierron eri osiin fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten prosessien seurauksena pidätyvien / sedimentoituvien / haihtuvien aineiden määrä on saatu kalibroimalla vesivarastojen sisältämä ainemäärä edellä kuvatus tunnetun pitoisuustuloksen ja varastotilavuuden tulona saatua ainemäärää (kg) vasten.

Ainetaseen eri aineiden kalibroidut syötetiedot rikastamon vesivirtaan ovat:

- F: 2.5 g / malmitonni, lähteenä malmi
- SO₄: 143 g / malmitonni, lähteenä pääasiassa rikastamolla käytetty rikkihappo, vähäisessä määrin malmi.
- Tot. N: 9.6 g / malmitonni, lähteenä malmin sisältämät räjäytysainejäämät
- Tot. P: 2.9 g / malmitonni, lähteenä malmi

Sikopuron puhdistamolla käytetään sulfaattia sisältävää saostuskemikaalia (Kemira PIX-105A). Kemikaalin käytöstä jää kaibroinnin mukaan puhdistettuun veteen sulfaattia 44.5 g/m³ juoksutettua vettä.

Näiden lisäksi kalibroinnin yhteydessä Mustin rikastushiekka-alueelta Vesialtaalle lähtevässä vedessä huomattiin taseessa, todennäköisesti kiintoaineen eroosiosta johtuvaa, fosforipitoisuuden nousua runsaiden sateiden aikaan. Sateiden eroosiota rikastushiekka-alueella aiheuttava vaikutus huomioitiin fosforin lähteenä ainetasemallissa.

5.3 Taseiden kuvaus ja nykytila

Nykytila kalibroidussa perusmallissa käsittää keskiarvon 3 vuoden jaksolta (aikaväli 1.11.2019-31.10.2022). Tuolla ajanjaksolla malmisyöte on ollut keskimäärin 10,8 miljoonaa tonnia vuodessa. Vesikiertoon maa-alueilta tulevasta valunnasta on vähennetty ennen vesikierron piiriin tuloa tapahtunut haihdunta ja imeytyminen maaperään. Varaston muutos on laskettu viimeisen päivän 31.10.2022 ja ensimmäisen päivän 1.11.2019 varaston erotuksena.

Vesitaseen poikkeama on kuvattu kuutiometreinä sekä niiden prosenttiosuutena vesikiertoon sisään tulevien vesien kokonaismäärästä. Vesitaseen poikkeama pitää sisällään:

- Mustin rikastushiekka-alueella tapahtuvan vesivaraston muutoksen
- Vesikierron pienissä vesivarastoissa ja virtausreiteillä tapahtuvan vesivaraston muutoksen
- Vesitasemallilaskennan mahdollisesti sisältämät virheet

Ainetaseen poikkeama on kuvattu tonneina sekä niiden prosenttiosuutena vesikiertoon sisään tulevien ainevirtojen kokonaismäärästä. Ainetaseen poikkeama pitää sisällään:

- Mustin rikastushiekka-alueella tapahtuvan ainevaraston muutoksen
- Vesikierron pienissä vesivarastoissa ja virtausreiteillä tapahtuvan ainevaraston muutoksen
- Ainetasemallilaskennan mahdollisesti sisältämät virheet

Perusmallin (nykytila) vesi- ja ainetase on kuvattu alla (Taulukko 1 ja Taulukko 2). Taseiden poikkeamat (vesitase 2,3 % ja ainetaseet 0,3 - 6,3 %) jäivät pieniksi, ottaen huomioon kolmen

vuoden tarkastelujakson pituuden. Varsinaiseen tekniseen taselaskentaan ei todeta liittyvän merkittävää virhettä / epävarmuutta.

Taulukko 1. Perusmallin nykytilan (1.11.2019-31.10.2022) vesitase

Malmisyöte (Milj. tonnia/v) 10.8	
TULEVA VESI (m ³ /v)	1.11.2019-31.10.2022
Sulkavanjärven vedenotto rikastamolle	2 137 000
Malmin kosteus	54 000
Vesikiertoon päätyvä sadanta ja valunta	
Rikastamon alue	479 000
Mustin rikastushiekka-alue	5 023 000
Nykyinen vesiallas	628 000
Raasio	1 180 000
Jaakonlampi	459 000
Särkijärven louhoksen kuivanapito	1 746 000
Saamisen louhoksen kuivanapito	358 000
Sade- ja valumavedet altaisiin ja louhoksiin yhteensä:	9 873 000
Tulevat yhteensä	12 064 000
LÄHTEVÄ VESI (m ³ /v)	1.11.2019-31.10.2022
Poistuu rikasteiden mukana	97 000
Sitoutuu rikastushiekkaan	1 776 000
Poistuu suotovesinä	1 505 000
Sikopuron puhdistamolta Sikopuroon	5 203 000
Itävesialtaalta Sikopuroon	1 650 000
Haihdunta altailta	1 535 000
Lähtevät yhteensä	11 766 000
VESIVARASTON MUUTOS (m ³)	1.11.2019-31.10.2022
Nykyinen vesiallas	-160 000
Raasio	197 000
Jaakonlampi	-11 000
Vesivaraston muutos yhteensä	26 000
Vesitaseen poikkeama (Vesivaraston muutos Mustin alueella ja vesikierron muissa pienemmissä vesivarastoissa/virtausreiteillä sekä taseen sisältämä virhe), m³	
	272 000
Verrattuna sisään tulevaan kokonaisvesimäärään	2.3 %

Taulukko 2. Perusmallin nykytilan (1.11.2019-31.10.2022) ainetase

Malmisyöte (Milj. tonnia/v) 10.8				
VESIKIERTOON TULEVA AINEMÄÄRÄ (tonnia/v)				
	1.11.2019-31.10.2022			
	F	SO4	TN	TP
Sulkavanjärven vedenotto rikastamolle	0.3	52	4	0.1
Malmi ja rikastamon kemikaalit	26.9	1 539	103	31.2
Kuivanapitovedet	2.1	504	46	0.4
Sikopuron puhdistamon kemikaalit	-	232	-	-
Vesikiertoon päätyvä sadanta ja valunta	0.2	14	10	0.2
Tulevat yhteensä	30	2 341	163	32
VESIKIERROSTA LÄHTEVÄ AINEMÄÄRÄ (tonnia/v)				
	1.11.2019-31.10.2022			
	F	SO4	TN	TP
Poistuu rikasteiden mukana	0.5	31	1	0.4
Pidättyy Mustin alueelle + altaaseen	7.3	440	72	1.5
Pidättyy Vesialtaaseen	-	-	26	17.0
Pidättyy Raasion altaaseen	-	-	1	4.4
Pidättyy Sikopuron puhdistamolle	-	-	-	5.3
Suotovesien mukana pois vesikierrosta	6.3	380	10	5.1
Sikopuron puhdistamolta Sikopuroon	15.6	1 198	20	0.2
Itävesialtaalta Sikopuroon	1.7	448	38	-
Lähtevät yhteensä	31	2 497	168	34
AINEVARASTON MUUTOS VESIVARASTOISSA (tonnia)				
	1.11.2019-31.10.2022			
	F	SO4	TN	TP
Nykyinen vesiallas	-3.1	-252	-7.5	-1.5
Raasio	-0.5	-65	-1.2	-0.7
Jaakonlampi	0.3	14	0.4	0.1
Varaston muutos yhteensä	-3	-303	-8	-2
Ainetaseen poikkeama (Ainevaraston muutos Mustin alueella ja vesikierron muissa pienemmissä vesivarastoissa/virtausreiteillä olevissa vapaan veden varastoissa sekä taseen sisältämä virhe), tonnia				
	1	147	3	0.1
Verrattuna sisään tulevaan kokonaisainemäärään	4.7 %	6.3 %	2.0 %	0.3 %

5.4 YVA-vaihtoehdot

YVA-skenaarioiden mallitulokset kuvaavat TULE-YVA:n hankevaihtoehtojen vaikutusta Siilinjärven kaivoksen vesi- ja ainetaseeseen. Skenaariot eroavat toisistaan paitsi hanketoimintojen, myös malmituotannon ja kaivoksen elinkaaren pituuden osalta. Skenaarioissa käytetty vuosiluku kertoo mitä vaihtoehtoa/vaihetta kaivoksen elinkaarella ja hankesuunnitelmissa skenaarion tulokset kuvaavat.

Rakenteilla olevasta Jaakonlammen louhoksesta oletetaan mallissa syntyvän kuivanapitovesiä vuonna 2024 n. 411 000 m³. Määrä perustuu karkeaan oletukseen. Vesivarastona nykyisin toimiva Jaakonlampi jää vesikierrosta kokonaan pois vuoteen 2035 mennessä, Jaakonlammen louhoksen laajentuessa. Muutoksen seurauksena vesi rikastamolle ja Sikopuron puhdistamolle otetaan suoraan Raasiosta. Jaakonlammen poistumisen johdosta vesikiertoon tulevien pintavalumavesien määrä vähenee, kun ne jatkossa tulevat vesikiertoon Jaakonlammen louhoksen kuivanapitovesien kautta.

YVA-hankevaihtoehtojen sisältämät toiminnot ja vesikierto on esitetty liitteen 1 konseptuaalisessa kuvauksessa.

Kaikissa YVA-hankevaihtoehdoissa (VE1-VE4) rikastamon raakavedenottoa Sulkavanjärvestä korvataan Ansanmäen sivukivialueen suotovedellä. Toimenpiteellä pystytään pienentämään Sulkavanjärveen kohdistuvaa kuormitusta, kun Ansanmäen sivukivialueelta Sulkavanjärveen päätyvä suotovesikuormitus pienenee.

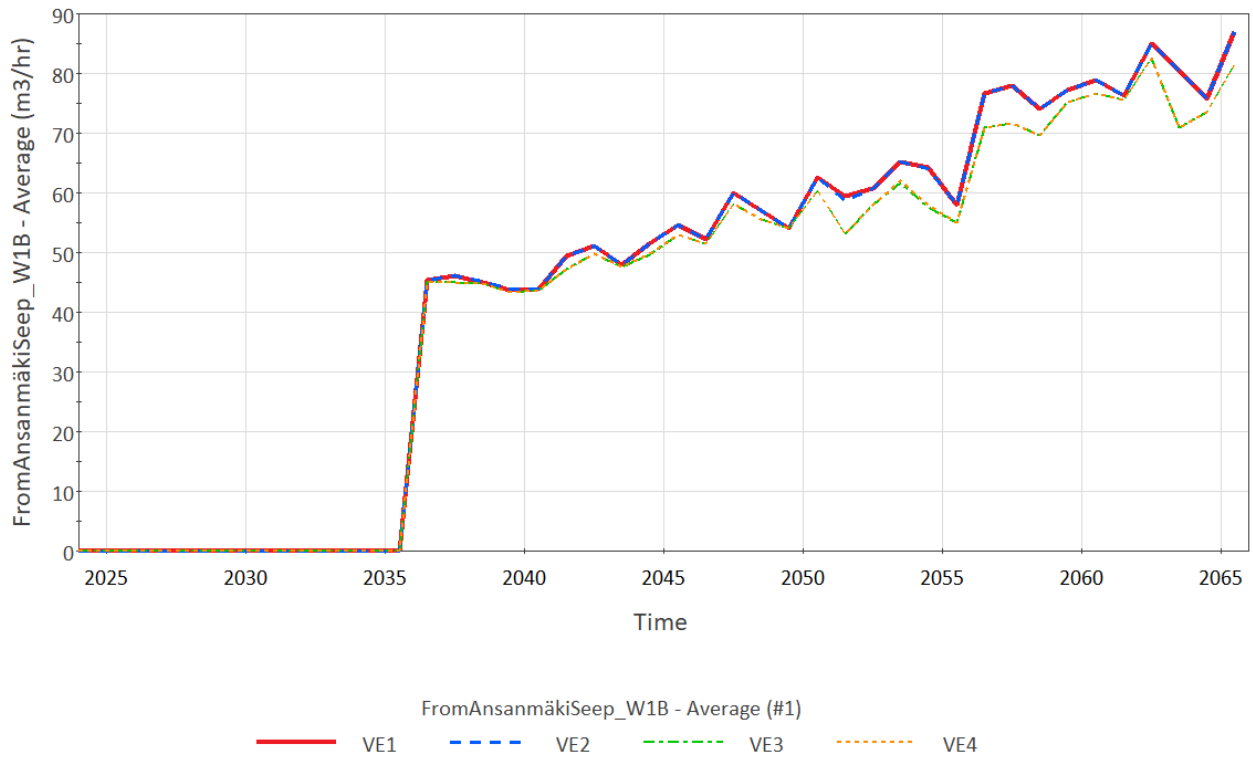
YVA-hankevaihtoehdoissa Ansanmäen suotovedet kerätään altaaseen, josta pumpataan tasaisesti vettä rikastamolle. Pumpaus keskeytetään vain tilanteissa jolloin rikastamolle voisi päätyä liian kiintoainepitoista vettä, kuten tilanteessa, jossa suotovesien keruualtaan vedenpinta on liian matala. Pumpausta kasvatetaan Ansanmäen läjitysalueen ja suotovesimäärän suurentuessa (Kuva 1).

Ansanmäen sivukivialueelta raakavedeksi otettavan suotoveden laadun muutokset vaikuttavat rikastamon vesikierron ainetaseeseen. Täten myös Sikopuron kautta Kuuslahteen johdettava kuormitus suurenee. Suotovesien pumpaamisella rikastamalla saadaan kuitenkin pienennettyä toiminnan kokonaiskuormitusta, kun tyypeä pidättyy altaissa rikastamon vesikierron varrella.

Koska suurin osa raakavedestä otetaan edelleen Sulkavanjärvestä (Kuva 2), vaikuttavat Sulkavanjärven CSTR-mallin pitoisuusmuutokset (Envineer Oy 2023b) mallikokonaisuuden osamallien välisten yhteyksien vuoksi myös rikastamon vesikierron ainetaseeseen. Vaikutus rikastamon ainetaseeseen nykytilaan ei Sulkavanjärvestä pumpattavien vesien osalta juuri muutu, koska Sulkavanjärven pitoisuuksissa ei YVA-hankevaihtoehtojen johdosta esiinny merkittäviä muutoksia nykytilaan verrattuna.

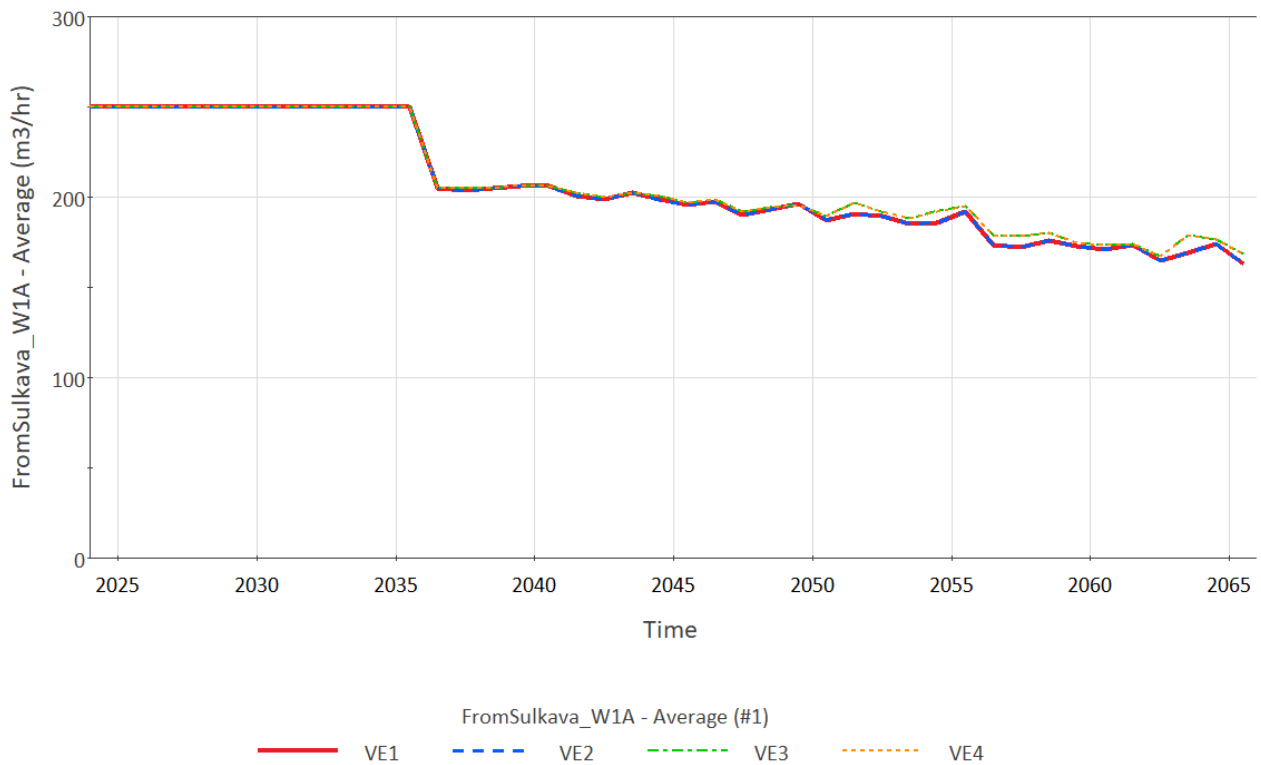
YVA-skenaarioiden vesi- ja ainetaseet on kuvattu alla (Taulukko 3 - Taulukko 7). Tasetaulukoiden sisältöä on kuvattu edellä kohdassa 5.3. Taseiden poikkeamat (vesitase alle 0,6 % ja ainetaseet alle 1,4 %) jäivät pieniksi. Varsinaiseen tekniseen taselaskentaan ei todeta liittyvän merkittävää virhettä / epävarmuutta.

Raakavesimäärä (W1) rikastamolle



Kuva 1. Ansanmäen sivukivialueen rikastamolle raakavedeksi pumpattavan suotovesimäärän (W1B) vuosikeskiarvo vuosina 2024-2065.

Raakavesimäärä (W1) rikastamolle



Kuva 2. Sulkavanjärvestä rikastamolle raakavedeksi pumpattavan vesimäärän (W1A) vuosikeskiarvo vuosina 2024-2065.

Kaikissa skenaarioissa taseet pidetään negatiivisina tai vähintään lähellä nollaa. Tämä tarkoittaa, että skenaarioiden aikana ei kerrytetä vesikierron vesi- tai ainevarastoja, vaan skenaarioiden aikana ennemminkin olemassa olevia varastoja pienennetään. Tällä tavoin osoitetaan vesitaseen kokonaishallintaa, sekä pyritään välttämään purettavien vesimäärien ja kuormituksen aliarviointia.

Merkittävimmät muutokset kokonaisvesitaseessa eri skenaarioiden välillä aiheutuvat louhosten kuivanapitovesimäärien suurenemisesta ja rikastushiekka-alueen pinta-alan suurenemisesta aiheutuvasta tulevan sadevesimäärän lisääntymisestä vesikierrossa (Taulukko 3). Tämä lisääntyvä vesimäärä poistuu taseesta käytännössä suurentuneiden Sikopuroon purettavien vesimäärien kautta.

Fluoriditaseen erot skenaarioiden välillä aiheutuvat lisääntyvän malmin käsittelyn ja kuivanapitovesimäärien kautta tulevista lisäyksistä. Poistuvissa virroissa tämä näkyy Sikopuroon johdettavan kuormituksen suurenemisena. (Taulukko 4)

Sulfaattitaseen merkittävimpiä muutoksia eri skenaarioiden välillä ovat lisääntyneen malmikäsittelyn johdosta kiertovesiin lisääntynyt rikastamoprosessin sulfaattijäämä, louhosten kuivanapitovesimäärien suurenemisen johdosta lisääntyvä sulfaattimäärä kuivanapitovesitaseessa, sekä Ansanmäen suotovesien rikastamolle pumpaamisesta aiheutuva rikastamon vesikiertoon tulevan sulfaattimäärän suureneminen. Poistuvissa virroissa tämä näkyy merkittävimmin Sikopuroon johdettavan kuormituksen suurenemisena. (Taulukko 5)

Typpitase vesikierrossa kasvaa louhinnan kasvusta seuraavan räjähdaineiden käyttömäärien lisääntymisen takia. Räjähdaineiden typpijäämiä päätyy vesikiertoon rikastamolle malmin mukana, sekä pumpattavien Ansanmäen sivukivialueen suotovesien mukana. Tonnimäärissä typpitase kasvaa kuitenkin eniten louhosten kuivanapitovesiin päätyvän räjähdaineperäisen typen johdosta. Iso osa rikastamon vesikiertoon tulevasta lisätypestä, poistuu vesikierron varastoissa Mustin rikastushiekka-alueella ja vesialtaalla pidättymällä biologisesti ja denitrifikaation kautta typpikaasuksi. Sikopuron typpikuormitus kasvaa eniten louhosten kuivanapitovesimäärän suurenemisen kautta. (Taulukko 6)

Kokonaisfosforitaseeseen tuleva kasvu, johtuu suoraan malmin käsittelyn lisääntymisestä lisääntyvästä fosforijäämästä rikastamon kiertovesiin. Suurin osa tästä lisäfosforista pidättyy vesialtaalle ja Sikopuron puhdistamolietteeseen. Sikopuroon päätyvä fosforikuormitus kaksinkertaistuu. Kokonaistaseeseen suhteutettuna tonnimääräinen fosforikuormituksen muutos Sikopurossa jää pieneksi. (Taulukko 7)

Jaakonlammen poistuminen vesikierrosta näkyy ainetaseissa vesikiertoon päätyvien ulkopuolisten valumavesien kautta tulevan kuormituksen pienentymisenä. Tämä näkyy etenkin typpikuormituksessa, jota havaittiin päätyvän Jaakonlampeen valumavesien kautta enemmän kuin vastaavanlaiselta valuma-alueelta normaalisti (Taulukko 6). Lisäksi suotovesien kautta poistuva ainemäärä pieneni Jaakonlammen kuivatuksen myötä. Suotovesiä poistuu mallissa Jaakonlammesta maaperään. Näiden vesien tulkittiin päätyvät Särkijärven louhoksen kuivanapitovesiksi. Jaakonlammen poistumisen johdosta edellä mainittujen valuma- ja suotovesien oletetaan päätyvät Jaakonlammen louhoksen kuivanapitovesiksi.

Taulukko 3. YVA-skenaarioiden vesitase keskimääräisenä säävuotena. Vuosiluku sarakkeen otsikossa kertoo, minkä vuoden tilannetta kaivoksen elinkaarella malliskenaario edustaa.

Keskimääräinen säävuosi 1.11.2015-31.10.2016						
Malmisyöte (Milj. tonnia/v)	11	11	15	15	15	15
	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
TULEVA VESI (m³/v)						
Sulkavanjärven vedenotto rikastamolle	2 196 000	2 190 000	1 420 860	1 420 874	1 490 062	1 490 075
Ansamäen suotovedenotto rikastamolle			768 980	768 966	700 338	700 325
Malmin kosteus	55 116	54 965	74 953	74 953	74 953	74 953
Vesikiertoon päätyvä sadanta ja valunta						
Rikastamon alue	474 895	473 886	473 973	473 973	474 014	474 014
Mustin rikastushiekka-alue	4 646 000	4 671 000	6 774 000	6 944 000	6 774 000	6 944 000
Nykyinen vesiallas	580 729	583 812	584 618	584 618	584 618	584 618
Uusi vesiallas			418 003	302 248	418 003	302 248
Raasio	1 092 058	1 097 732	1 099 305	1 099 305	1 099 305	1 099 305
Jaakonlampi	411 335					
Särkijärven louhoksen kuivanapito	1 898 968	2 258 000	2 508 000	2 508 000	2 512 000	2 512 000
Saarisén louhoksen kuivanapito	324 831	324 363	894 918	894 918	895 728	895 725
Jaakonlammen louhoksen kuivanapito	102 222	585 321	1 158 791	1 158 791	1 160 319	1 160 315
Laukansalon louhoksen kuivanapito			1 167 038	1 167 038	930 181	930 178
Sade- ja valumavedet altaisiin ja louhoksiin yhteensä:	9 531 038	9 994 114	15 078 646	15 132 891	14 848 168	14 902 403
Tulevat yhteensä	11 782 154	12 239 079	17 343 439	17 397 684	17 113 521	17 167 756
LÄHTEVÄ VESI (m³/v)						
Poistuu rikasteiden mukana	107 170	106 877	145 741	145 741	145 741	145 741
Sitoutuu rikastushiekkaan	1 801 903	1 796 903	2 450 000	2 450 000	2 450 000	2 450 000
Poistuu suotovesinä	1 622 620	1 503 793	1 503 793	1 990 848	1 503 793	1 990 848
Sikopuron puhdistamolta Sikopuroon	5 761 000	5 714 000	7 401 000	7 728 000	7 483 000	7 738 000
Itävesialtaalta Sikopuroon	2 003 000	2 841 000	4 792 000	4 792 000	4 569 000	4 569 000
Haihdunta altailta	1 587 000	1 523 000	1 946 000	1 941 000	1 946 000	1 941 000
Lähtevät yhteensä	12 882 693	13 485 573	18 238 534	19 047 589	18 097 534	18 834 589
VESIVARASTON MUUTOS (m³)						
Nykyinen vesiallas	- 1 023 000	- 1 193 000	- 551 000	- 1 628 000	- 615 000	- 1 654 000
Uusi vesiallas			- 364 000	- 31 000	- 401 000	- 41 000
Raasio	- 78 000	- 66 000	- 66 000	- 66 000	- 66 000	- 66 000
Jaakonlampi	- 13 655					
Vesivaraston muutos yhteensä	- 1 114 655	- 1 259 000	- 981 000	- 1 725 000	- 1 082 000	- 1 761 000
Vesitaseen poikkeama (Vesivaraston muutos Mustin alueella ja vesikierron muissa pienemmissä vesivarastoissa/virtausreiteillä sekä taseen sisältämä virhe), m3	14 116	12 506	85 905	75 095	97 987	94 167
Verrattuna sisään tulevaan kokonaisainemäärään	0.1 %	0.1 %	0.5 %	0.4 %	0.6 %	0.5 %

Taulukko 4. YVA-skenaarioiden fluoriditase keskimääräisenä säävuotena. Vuosiluku sarakkeen otsikossa kertoo minkä vuoden tilannetta kaivoksen elinkaarella malliskenaario edustaa.

Fluori	Keskimääräinen säävuosi 1.11.2015-31.10.2016					
	Malmisyöte (Milj. tonnia/v)	11	11	15	15	15
VESIKIERTOON TULEVA AINEMÄÄRÄ (tonnia/v)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Raakavedenotto rikastamolle W1A+W1B	0.3	0.3	0.6	0.6	0.5	0.5
Malmi ja rikastamon kemikaalit	28	27	37	37	37	37
Kuivanapitovedet	2.4	3.3	6.7	6.7	5.9	5.9
Vesikiertoon päätyvä sadanta ja valunta	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Tulevat yhteensä	30	31	45	45	44	44
VESIKIERROSTA LÄHTEVÄ AINEMÄÄRÄ (tonnia/v)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Poistuu rikasteiden mukana	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
Pidättyy Mustin alueelle + altaaseen	7.1	7.1	9.0	8.7	9.0	8.8
Suotovesien mukana pois vesikierrosta	6.1	5.8	5.4	7.1	5.4	7.1
Sikopuron puhdistamolta Sikopuroon	17	18	24	24	24	24
Itävesialtaalta Sikopuroon	2.1	3.0	5.8	5.8	5.1	5.1
Lähtevät yhteensä	33	34	45	47	45	46
AINEVARASTON MUUTOS VESIVARASTOISSA (tonnia)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Nykyinen vesiallas	-2.6	-3.0	-0.9	-2.8	-1.1	-2.8
Raasio	0.0	0.1	0.1	0.4	0.2	0.6
Jaakonlampi	0.0					
Varaston muutos yhteensä	-2.6	-3.0	-0.8	-2.4	-0.9	-2.3
Ainetaseen poikkeama (Ainevaraston muutos Mustin alueella ja vesikierron muissa pienemmissä vesivarastoissa/virtausreiteillä olevissa vapaan veden varastoissa sekä taseen sisältämä virhe), tonnia	0.0	0.0	0.3	0.6	0.2	0.5
Verrattuna sisään tulevaan kokonaisainemäärään	-0.1 %	0.0 %	0.7 %	1.4 %	0.5 %	1.0 %

Taulukko 5. YVA-skenaarioiden sulfaattitase keskimääräisenä säävuotena. Vuosiluku sarakkeen otsikossa kertoo minkä vuoden tilannetta kaivoksen elinkaarella malliskenaario edustaa.

Sulfaatti						
Keskimääräinen säävuosi 1.11.2015-31.10.2016						
Malmisyöte (Milj. tonnia/v)	11	11	15	15	15	15
VESIKIERTOON TULEVA AINEMÄÄRÄ (tonnia/v)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Raakavedenotto rikastamolle W1A+W1B	51	52	322	321	340	339
Malmi ja rikastamon kemikaalit	1573	1569	2140	2140	2140	2140
Kuivanapitovedet	595	841	1649	1650	1455	1456
Sikopuron puhdistamon kemikaalit	256	254	329	344	333	344
Vesikiertoon päätyvä sadanta ja valunta	20	17	17	17	17	17
Tulevat yhteensä	2496	2733	4458	4472	4285	4297
VESIKIERROSTA LÄHTEVÄ AINEMÄÄRÄ (tonnia/v)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Poistuu rikasteiden mukana	33	33	54	53	54	53
Pidättyy Mustin alueelle + altaaseen	416	418	580	562	583	568
Suotovesien mukana pois vesikierrosta	358	340	346	457	348	457
Sikopuron puhdistamolta Sikopuroon	1262	1288	1851	1864	1875	1867
Itävesialtaalta Sikopuroon	568	815	1572	1572	1377	1378
Lähtevät yhteensä	2636	2892	4403	4507	4237	4324
AINEVARASTON MUUTOS VESIVARASTOISSA (tonnia)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Nykyinen vesiallas	-145	-169	12	-114	1	-109
Raasio	2	8	24	41	32	53
Jaakonlampi	2					
Varaston muutos yhteensä	-140	-162	36	-74	33	-56
Ainetaseen poikkeama (Ainevaraston muutos Mustin alueella ja vesikierron muissa pienemmissä vesivarastoissa/virtausreiteillä olevissa vapaan veden varastoissa sekä taseen sisältämä virhe), tonnia	0	3	19	39	15	29
Verrattuna sisään tulevaan kokonaisainemäärään	0.0 %	0.1 %	0.4 %	0.9 %	0.3 %	0.7 %

Taulukko 6. YVA-skenaarioiden kokonaistyyppitase keskimääräisenä säävuotena. Vuosiluku sarakkeen otsikossa kertoo minkä vuoden tilannetta kaivoksen elinkaarella malliskenaario edustaa.

Kokonaistyyppi	Keskimääräinen säävuosi 1.11.2015-31.10.2016					
	Malmisyöte (Milj. tonnia/v)	11	11	15	15	15
VESIKIERTOON TULEVA AINEMÄÄRÄ (tonnia/v)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Raakavedenotto rikastamolle W1A+W1B	2.6	1.9	18	18	19	19
Malmi ja rikastamon kemikaalit	106	105	144	144	144	144
Kuivanapitovedet	51	71	148	148	130	130
Vesikiertoon päätyvä sadanta ja valunta	11	5.5	6.8	6.9	6.8	6.9
Tulevat yhteensä	170	183	316	317	300	300
VESIKIERROSTA LÄHTEVÄ AINEMÄÄRÄ (tonnia/v)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Poistuu rikasteiden mukana	1.5	1.5	2.5	2.4	2.5	2.5
Pidättyy Mustin alueelle + altaaseen	69	67	91	90	92	91
Pidättyy Vesialtaaseen	26	24	45	47	45	47
Pidättyy Raasion altaaseen	0.6	0.5	0.8	0.7	0.8	0.7
Suotovesien mukana pois vesikierrosta	10	9	12	16	12	16
Sikopuron puhdistamolta Sikopuroon	20	18	34	33	34	33
Itävesialtaalta Sikopuroon	46	66	130	130	112	112
Lähtevät yhteensä	172	185	315	318	298	302
AINEVARASTON MUUTOS VESIVARASTOISSA (tonnia)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Nykyinen vesiallas	-2.2	-2.4	-0.5	-4.0	-0.6	-4.0
Raasio	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7	0.8
Jaakonlampi	0.0					
Varaston muutos yhteensä	-2.1	-2.2	0.0	-3.5	0.1	-3.2
Ainetaseen poikkeama (Ainevaraston muutos Mustin alueella ja vesikierron muissa pienemmissä vesivarastoissa/virtausreiteillä olevissa vapaan veden varastoissa sekä taseen sisältämä virhe), tonnia	0.7	0.7	1.6	2.1	1.1	1.5
Verrattuna sisään tulevaan kokonaisainemäärään	0.4 %	0.4 %	0.5 %	0.7 %	0.4 %	0.5 %

Taulukko 7. YVA-skenaarioiden kokonaisfosforitase keskimääräisenä säävuotena. Vuosiluku sarakkeen otsikossa kertoo minkä vuoden tilannetta kaivoksen elinkaarella malliskenaario edustaa.

Kokonaisfosfori		Keskimääräinen säävuosi 1.11.2015-31.10.2016				
Malmisyöte (Milj. tonnia/v)	11	11	15	15	15	15
VESIKIERTOON TULEVA AINEMÄÄRÄ (tonnia/v)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Raakavedenotto rikastamolle W1A+W1B	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Malmi ja rikastamon kemikaalit	32	32	43	43	43	43
Kuivanapitovedet	0.3	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
Eroosio rikastushiekka-alueella	7.5	7.6	7.5	7.5	7.5	7.5
Vesikiertoon päätyvä sadanta ja valunta	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Tulevat yhteensä	40	40	52	52	52	52
VESIKIERROSTA LÄHTEVÄ AINEMÄÄRÄ (tonnia/v)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Poistuu rikasteiden mukana	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Pidättyy Mustin alueelle + altaaseen	9.7	9.7	11	11	11	11
Pidättyy Vesialtaaseen	18	18	23	24	23	24
Pidättyy Raasion altaaseen	4.1	4.2	4.7	4.3	4.7	4.3
Pidättyy Sikopuron puhdistamolle	6.2	6.5	9.7	9.2	9.8	9.2
Suotovesien mukana pois vesikierrosta	4.9	4.8	4.6	6.1	4.6	6.1
Sikopuron puhdistamolta Sikopuroon	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
Itävesialtaalta Sikopuroon	0.02	0.03	0.06	0.06	0.05	0.05
Lähtevät yhteensä	44	43	55	56	55	56
AINEVARASTON MUUTOS VESIVARASTOISSA (tonnia)	Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Nykyinen vesiallas	-2.9	-3.0	-2.4	-4.0	-2.5	-4.0
Raasio	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2
Jaakonlampi	-0.1					
Varaston muutos yhteensä	-3.5	-3.4	-2.9	-4.3	-2.9	-4.2
Ainetaseen poikkeama (Ainevaraston muutos Mustin alueella ja vesikierron muissa pienemmissä vesivarastoissa/virtausreiteillä olevissa vapaan veden varastoissa sekä taseen sisältämä virhe), tonnia	-0.1	-0.1	0.0	0.3	0.0	0.1
Verrattuna sisään tulevaan kokonaisainemäärään	-0.3 %	-0.3 %	0.1 %	0.5 %	0.0 %	0.2 %

Alla taulukossa (Taulukko 8) on kuvattu Sikopurosta ja Laukansalon sivukivialueen suotovesistä Kuuslahden lounaisosaan päätyvä kokonaiskuormitus nykytilaa kuvaassa skenaariossa ja YVA-vaihtoehtoissa VE0-VE4. Mallinnettu kuormitus nousee nykytilasta jonkin verran kaikissa YVA-vaihtoehtoissa VE0-VE4. Muutos on suurin sateisena vuonna fosforin osalta (Lisäys verrattuna nykytilamallin kuormitukseen +64 %:sta +187 %:iin) ja kuivana vuonna typen osalta (Lisäys verrattuna nykytilamallin kuormitukseen +98 %:sta +283 %:iin). Fosforin määrä kuormituksessa lisääntyy, kun valumavesistä ja lyhyemmästä viipymästä johtuen vesikierrossa fosforin määrä ja Sikopuroon purettava vesimäärä suurenevat. Typpikuormituksessa YVA-vaihtoehtojen kuormitus perustuu kuivanapitovesissä ja sivukivialueilla tuotettuihin typpikiloihin, jotka ovat vain vähän

riippuvaisia säävuoden sadannasta. Tämä aiheuttaa laskennallisesti suuren typpikuormituksen suurenemisen kuivana säävuonna: Nykytilassa (pienemmät louhokset ja sivukivialueet) kuivan säävuoden pienempi vesimäärä johtaa realistisempaan ja pienempään typpikuormitukseen verrattuna keskimääräisen ja sateisen säävuoden typpikuormitukseen.

Taulukko 8. Malliskenaarioiden mukainen kokonaiskuormitus Sikopuron ja Laukansalon suotovesien kautta Kuuslahteen nykytilassa (1.11.2023-31.10.2024), YVA-vaihtoehdossa VE0 (1.11.2034-31.10.2035) ja YVA-vaihtoehdoissa VE1-VE4 (1.11.2064-31.10.2065). Sikopuron kuormitus pitää sisällään myös valuma-alueen luontaisen hajakuormituksen. Ainekohtaisesti pienin kuormitus kunakin säävuonna on värjätty vihreällä ja suurin kuormitus punaisella. +% tarkoittaa kuormituksen lisäystä verrattuna mallinnettuun nykytilaan.

Kuormitus Kuuslahteen tn/v	Sulfaatti		Fluoridi		Fosfori		Typpi	
	tn/v	+%*	tn/v	+%*	tn/v	+%*	tn/v	+%*
<i>*Lisäys suhteessa nykytilan malliskenaarioon, jossa kaivostoiminnot v. 2024 suunnitellun mukaiset</i>								
Kuiva vuosi (2019)								
Nykytila	1 930	0	20	0	0.26	0	41	0
VE0	2 067	7	20	0	0.26	0	81	98
VE1	3 255	69	28	39	0.40	54	157	283
VE2	3 134	62	25	26	0.36	37	157	282
VE3	2 932	52	26	29	0.36	40	137	235
VE4	2 818	46	24	20	0.32	23	135	229
Keskimääräinen vuosi (2016)								
Nykytila	1 970	0	19	0	0.27	0	83	0
VE0	2 249	14	21	11	0.29	7	88	6
VE1	3 374	71	30	56	0.51	88	152	83
VE2	3 390	72	30	55	0.50	84	151	82
VE3	3 306	68	29	54	0.51	87	146	76
VE4	3 298	67	29	53	0.49	80	145	74
Sateinen vuosi (2015)								
Nykytila	2 054	0	20	0	0.22	0	87	0
VE0	2 469	20	23	15	0.36	64	100	15
VE1	3 632	77	31	54	0.63	187	174	100
VE2	3 527	72	29	47	0.50	127	170	96
VE3	3 627	77	31	54	0.63	186	171	97
VE4	3 530	72	30	48	0.50	129	168	94

Taulukosta (Taulukko 8) nähdään, että kuormitusvaihtelu eri hankevaihtoehtojen (VE1-VE4) välillä on samanlaisena säävuonna vähäistä. Kokonaisuutena YVA-vaihtoehdoissa VE0-VE4 kaikkien aineiden kuormitus oli muihin hankevaihtoehtoihin nähden hieman suurempaa säävuodesta riippumatta vaihtoehdossa VE1. Pienintä kuormitus oli säävuodesta riippumatta vaihtoehdossa VE4.

Kuormitus oli kaikkien aineiden osalta kaikissa hankevaihtoehtoissa suurinta sateisena säävuonna. Ainekohtaisesti suurimmat suhteelliset erot vaihtoehtojen välillä olivat fosforikuormituksessa. Suurimmillaan ero oli VE1:n ja VE2:n/VE4:n välillä 0,13 tn/v sateisena vuonna. Sulfaatin osalta suurin ero oli kuivana säävuonna VE1:n ja VE4:n välillä 437 tn/v. Fluoridin osalta kuivana säävuonna VE1:n ja VE4:n välillä 4 tn/v. Typen osalta kuivana säävuonna VE1/VE2:n ja VE4:n välillä 22 tn/a.

Keskimääräisenä säävuonna Laukansalon sivukivialueen suotovesien typpikuormitus Kuuslahteen oli 7 tn/v ja sulfaattikuormitus 11 tn/v (Taulukko 13 ja Taulukko 14). Tämä on noin 4,8 % Sikopuron typpikuormituksesta ja noin 0,3 % Sikopuron sulfaattikuormituksesta keskimääräisenä säävuonna vaihtoehtoisissa VE1 ja VE2.

5.5 Taseiden kehitys pitkällä aikavälillä

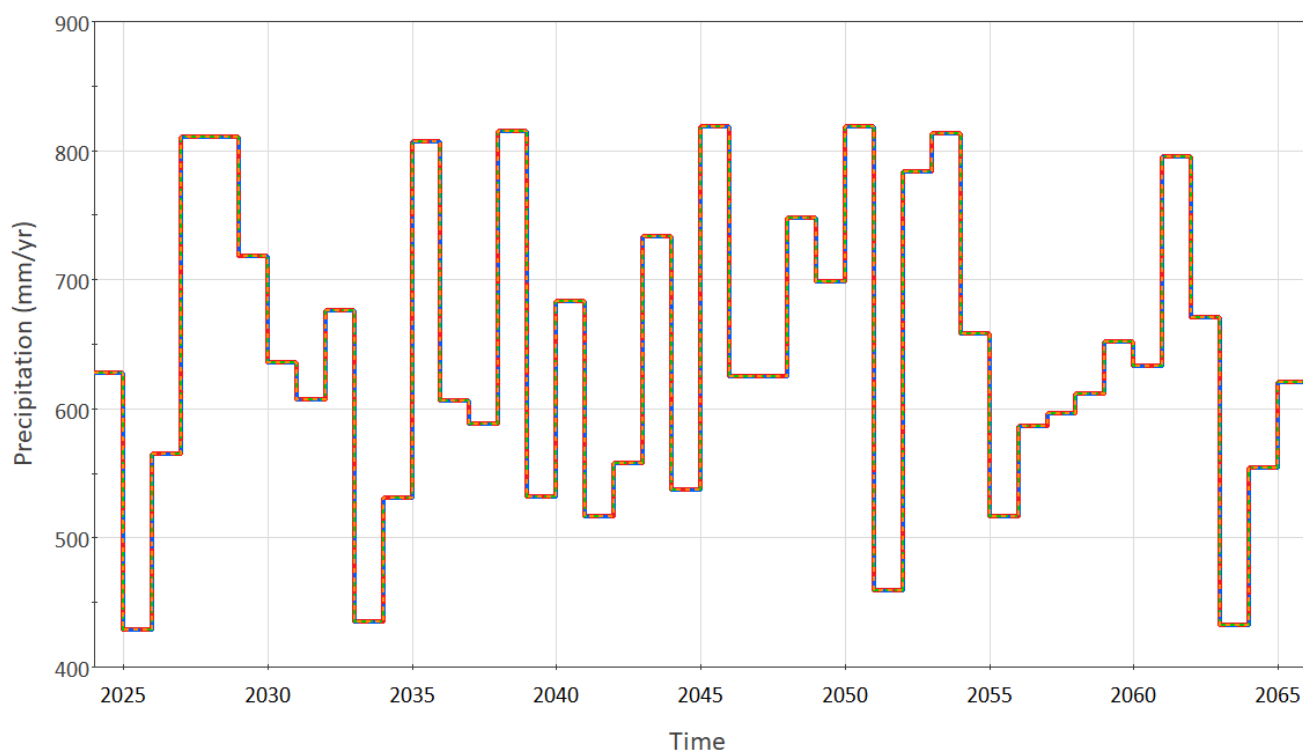
Vesi- ja ainetaseen pitkäaikaista kehittymistä YVA-hankkeen sisältämissä eri vaihtoehtoisissa tarkasteltiin tekemällä malliajo vuodesta 2024 vuoden 2065 loppuun. Vaihtoehto VE0-vertailu ei edusta kuvaajissa vuoden 2035 jälkeen todellista vaihtoehtoa, sillä kaivostoiminnan jatkaminen edellyttää VE1-VE4 YVA-hankkeiden mukaisia toimia. VE0-vertailu on esitetty osassa kuvaajista ja se edustaa vuoden 2035 mukaista toimintaa ilmastomallin mukaisena samanlaisena säävuonna. Vertailukäyrää vasten voi verrata toiminnan muutoksen vaikutusta ilman säävuoden vaikutusta.

Sää on satunnaistettu ilmastomuutos (RCP 4.5) huomioon. Säällä onkin suuri vaikutus vesivarastoihin ja kuormituksen vaihteluun. Sikopuron virtaama ja kuormitus eivät suoraan korreloi sadannan kanssa. Vuosikuormitukseen vaikuttaa sadannan (Kuva 3) lisäksi vesikierron vapaan veden varastojen, kuten Vesialtaan hallinta (Kuva 4). Vuosisadannan vaikutus kaivoksen vesikierrosta purettaviin vesimääriin (Kuva 5) voi jakautua suurista vesivarastoista johtuen usealle vuodelle. Sikopuron puhdistamon tehoa voidaan ylläpitää tasaamalla purkuvesien määrää (sadannan vaihtelun vaikutusta) Vesivarastoaltaan vesitilavuutta säätelemällä.

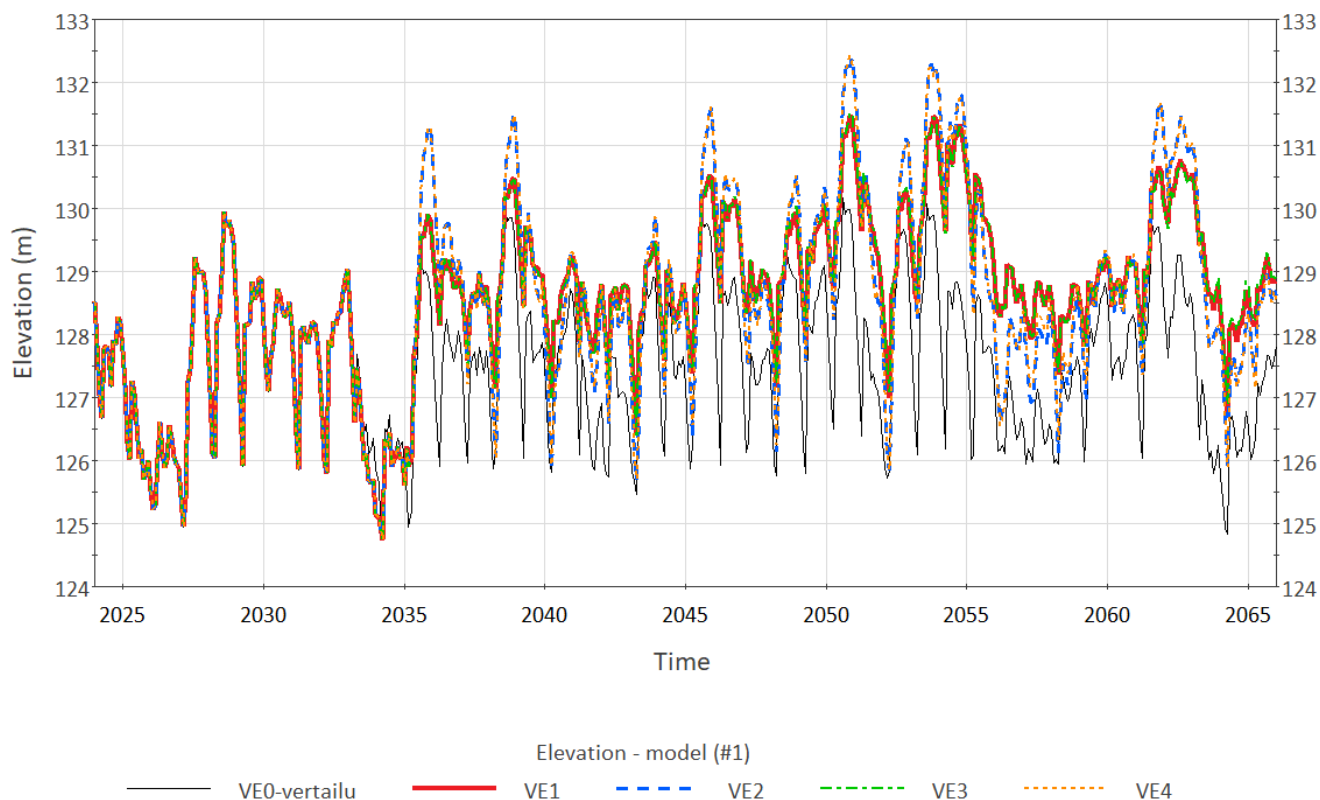
Tarkastelussa on mallinnettu Sikopuroon johdettavan vesimäärän, sekä kuormituksen kehittyminen vuoteen 2065 saakka. Mallissa on Sikopuron puhdistamon ja Itävesialtaan kuivanapitovesikuormituksen lisäksi huomiotu Itäläjäytysten suotovedet ja Sikopuron luontaiselta valuma-alueelta tuleva vähäinen hajakuormitus.

Alla esitetyistä aikasarjakuvista (Kuva 6 - Kuva 9) voidaan arvioida, kuinka hyvin vuosien 2035 ja 2065 mallinnustilanteet edustavat kuormituksen ajallista vaihtelua. Näissä käyrissä esitettyjä vuosien 2035 ja 2065 tuloksia ei pidä suoraan verrata yllä aiemmin esitettyihin vesi- ja ainetasetaulukoiden numeroihin, sillä pitkässä malliajossa ko. vuosien säätä ei ole kiinnitetty samoihin säävuosiin. Tästä syystä tulokset voivat malliajojen välillä poiketa paljonkin toisistaan.

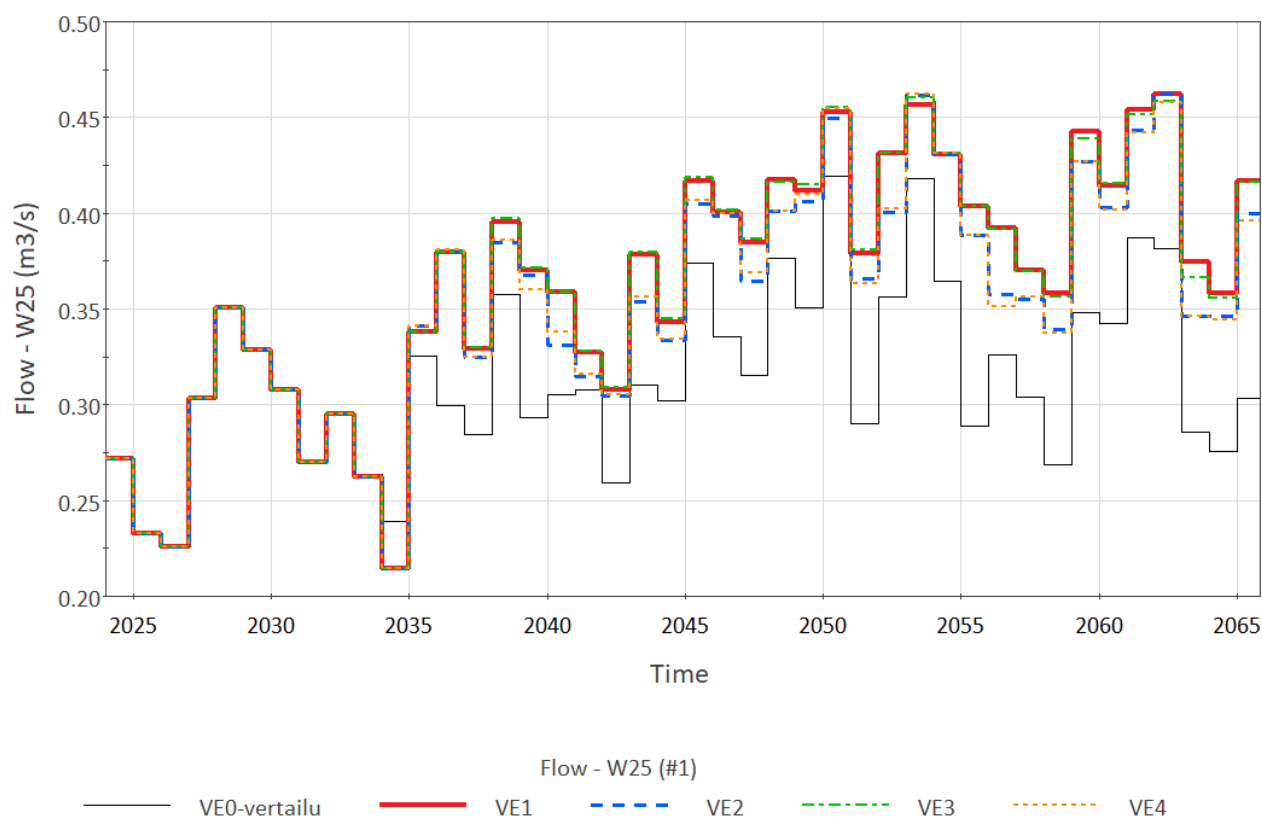
Vuosisadanta Siilinjärven kaivoksen malliennusteessa



Kuva 3. Siilinjärven kaivosalueen pitkän ajan kehitystä kuvaavan malliajon vuosisadanta (millimetriä/vuosi) vuosina 2024-2065.

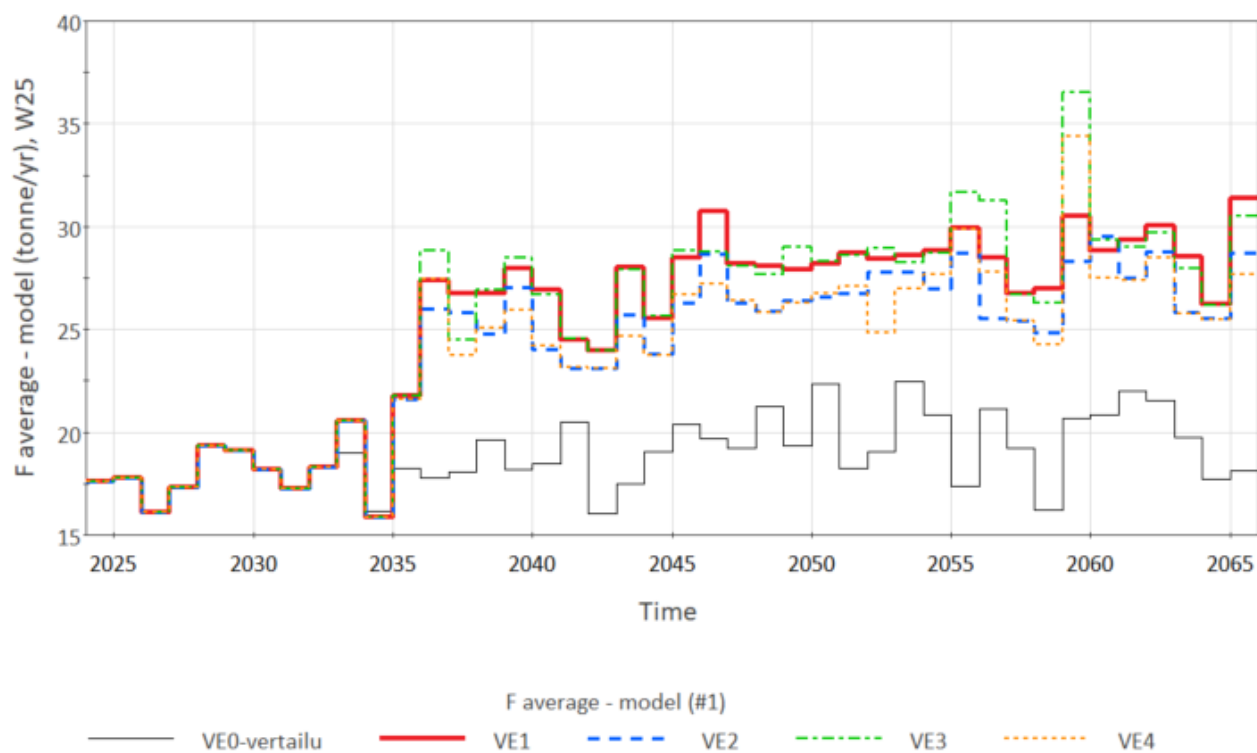


Kuva 4. Nykyisen Vesialtaan pinnankorkeus (metriä merenpinnan yläpuolella) eri YVA-vaihtoehtoissa vuosina 2024-2065. Nykyinen Vesialtaan HW-taso, jonka alapuolella pinnankorkeutta pyritään pitämään, on 132,4 m.



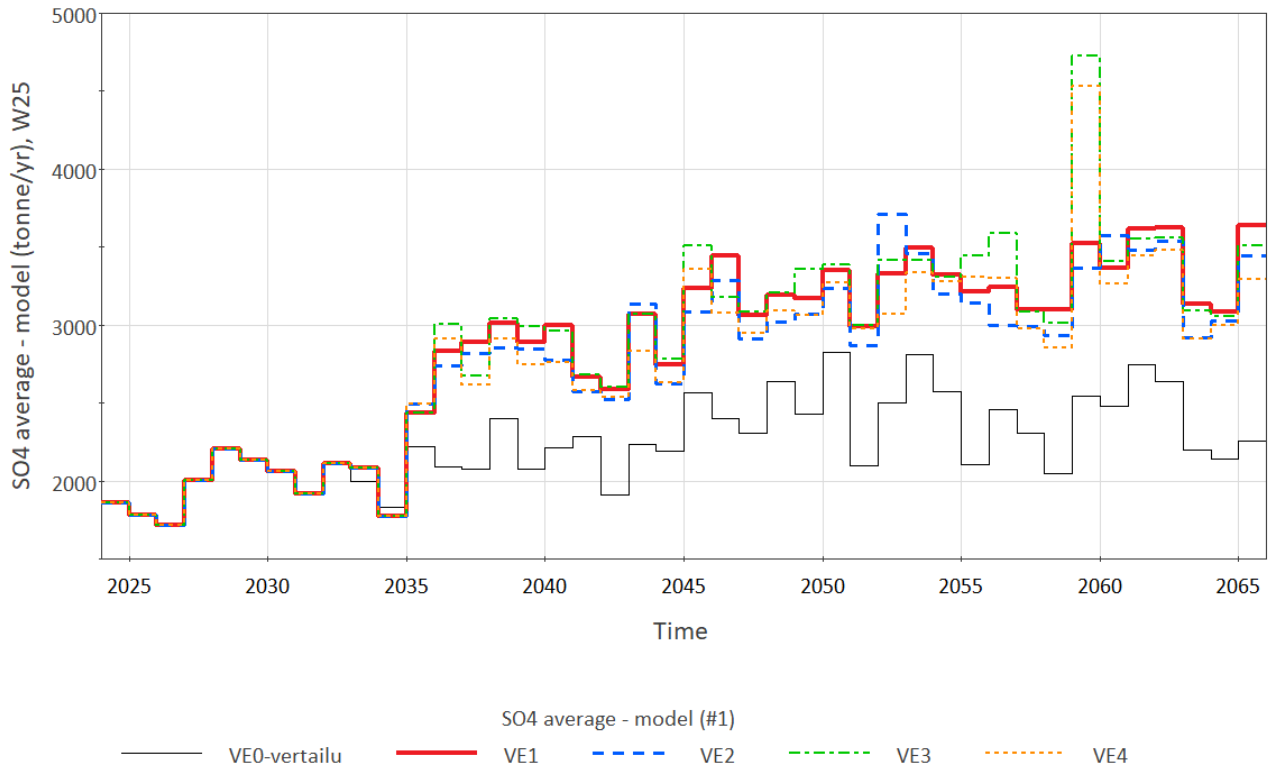
Kuva 5. Sikopuron vuoden keskivirtaama (m³/s) vuosina 2024-2065 eri YVA-vaihtoehtoissa.

Vuosikuormitus eri YVA-vaihtoehtoissa



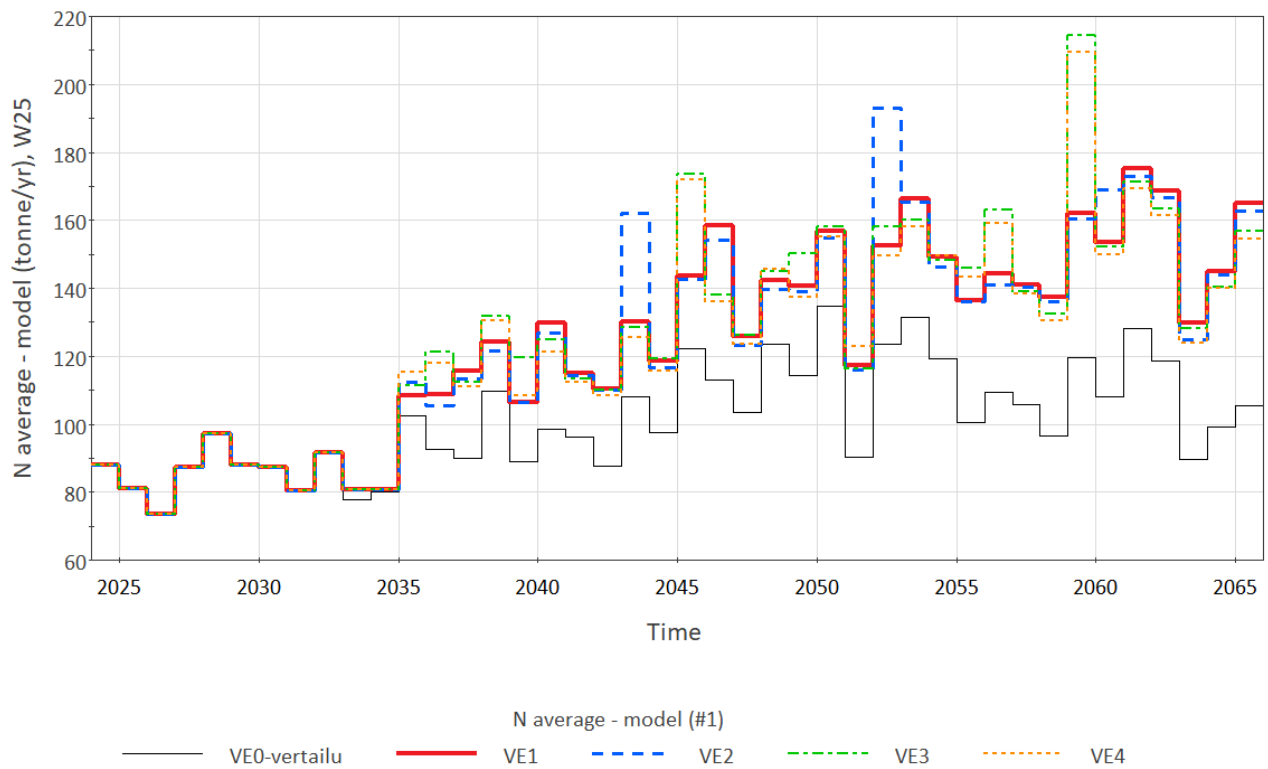
Kuva 6. Sikopuron fluoridikuormitus (tonnia/vuosi) vuosina 2024-2065 Itäläijityksen kuormitus mukaan lukien eri YVA-vaihtoehtoissa.

Vuosikuormitus eri YVA-vaihtoehtoissa



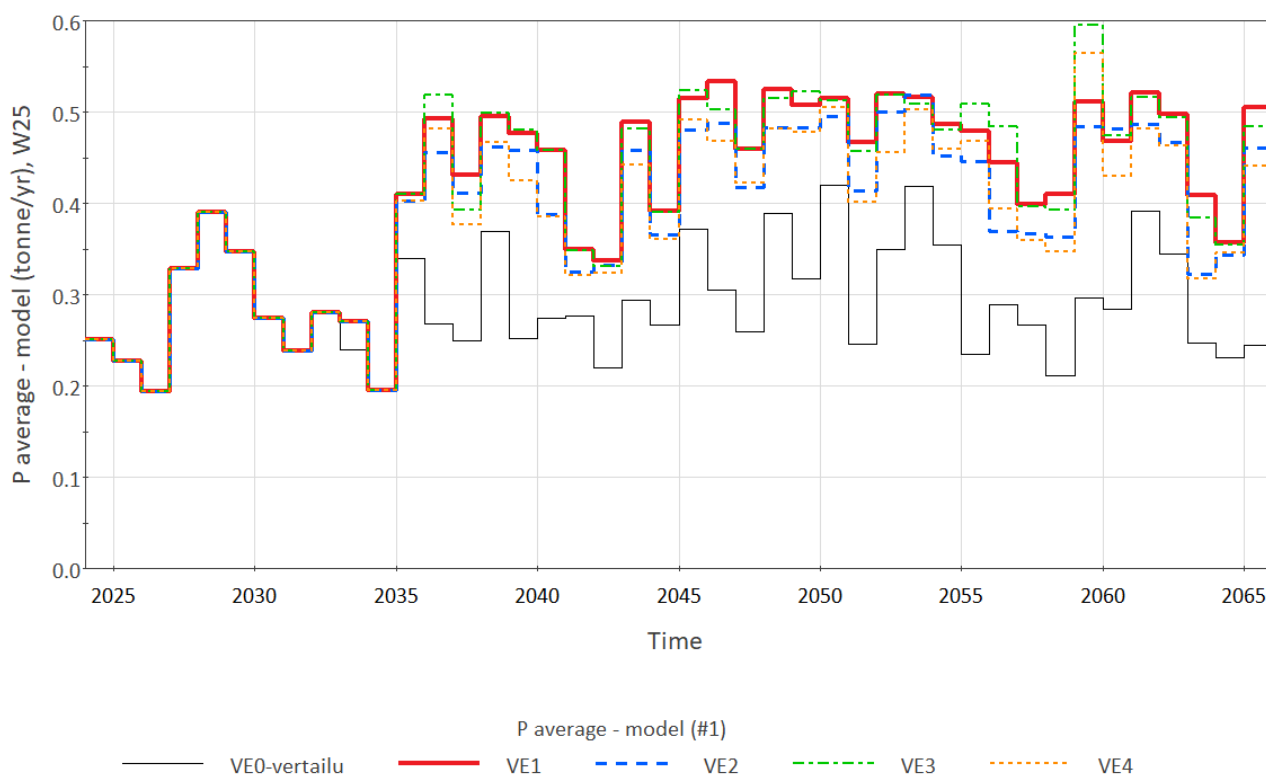
Kuva 7. Sikopuron sulfaattikuormitus (tonnia/vuosi) vuosina 2024-2065 Itäläjäytyksen kuormitus mukaan lukien eri YVA-vaihtoehtoissa.

Vuosikuormitus eri YVA-vaihtoehtoissa



Kuva 8. Sikopuron typpikuormitus (tonnia/vuosi) vuosina 2024-2065 Itäläjäytyksen kuormitus mukaan lukien eri YVA-vaihtoehtoissa.

Vuosikuormitus eri YVA-vaihtoehtoissa



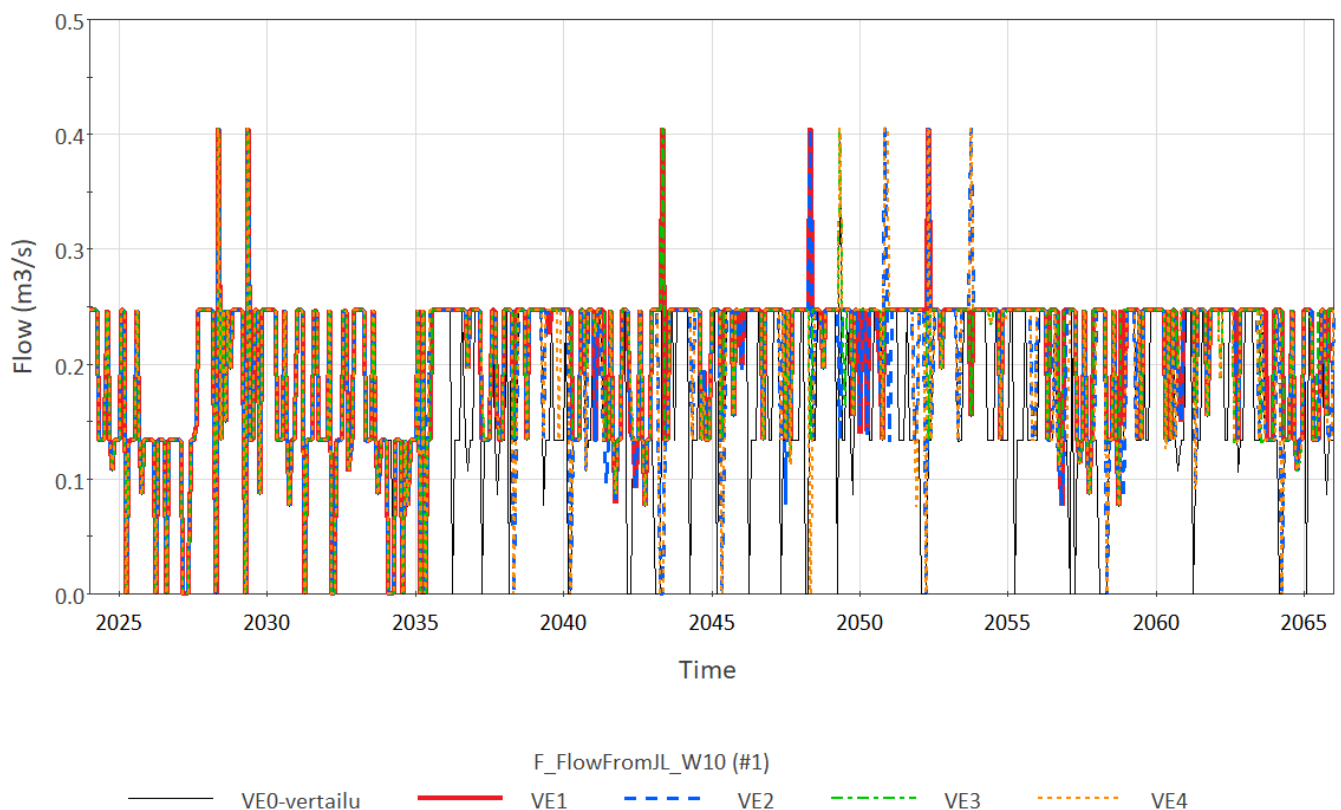
Kuva 9. Sikopuron fosforikuormitus (tonnia/vuosi) vuosina 2024-2065 Itäläjityksen kuormitus mukaan lukien eri YVA-vaihtoehtoissa.

5.6 Sikopuron puhdistamon purkuvesivirtaama

Sikopuron allaspuhdistamon operointilogiikka on rakennettu niin, että puhdistamon läpi virtaava vesimäärä pysyisi mahdollisimman tasaisena. Tässä karkeassa purkuvesivirtaaman vakioimisessa onnistuttiin melko hyvin kaikkien YVA-vaihtoehtojen osalta niin, että puhdistamolta johdettava vesimäärä on malliajossa pääsääntöisesti noin 0,120-0,160 m³/s kerrannainen. Perustilanteessa joko 0 m³/s, 0,130 m³/s tai 0,250 m³/s. Huippuvirtaama-aikaan vesivarastojen tyhjentämiseen käytettiin tarvittaessa virtaamaa 0,400 m³/s. (Kuva 10).

Sikopuron puhdistamon puhdistusteho mallissa perustuu vuosien 2018-2022 käyttö- ja kuormitustarkkailun puhdistamolle tulevan ja sieltä lähtevän veden vesinäytetuloksiin ja virtaamamittauksiin. Puhdistusteho perustuu mallissa Sikopuron altaiden viipymään. Puhdistuskemikaalisyöttö oletetaan vuosien 2018-2022 kaltaiseksi.

Sikopuron puhdistamolla käsiteltävä vesimäärä



Kuva 10. Sikopuron puhdistamolla käsiteltävä vesimäärä (litraa/sekunti) vuosina 2024-2065 eri YVA-vaihtoehtoissa.

5.7 Herkkyys- ja epävarmuustarkastelu

Mallin herkkyysanalyysin mukaan vuositason kuormitusennuste Sikopuroon on herkin:

- säävuodelle ja vesikierron operointilogiikalle (Vesimäärä ja kaikki kuormitustekijät)
- louhosten laajenemiselle (Vesimäärä, tyyppi ja sulfaatti)
- tuotannon nostolle (Tyyppi ja sulfaatti)

Säävuoden lisäksi merkittävä vaikutus vuoden aikana Sikopuroon purettavaan kuormitukseen on vesivarastojen operoinnilla, eli pienennetäänkö vai suurennetaanko varastoidun veden määrää vuoden aikana. Varastoidun vesimäärän merkittävä pienentäminen lisää poisjohdettavan veden määrää ja edelleen vuosikuormitusta. Toisin sanoen, mitä sateisempi vuosi, sitä suurempi tarve on purkaa vesiä pois kierrosta, mutta merkittävää on myös se pienenevätkö vai suurenavatko vesivarastot vuoden aikana. Sateisena vuonna vesivarastot yleensä suurenevat ainakin hieman. Tällöin vesikierron varrella oleviin vesivarastoihin varastoituu suhteellisesti enemmän rikastamolta vesikierron alkupäähän laskettua ainerikasta vettä ja laimean sadeveden osuus vesikierron loppupäässä Sikopuroon johdettavassa vedessä nousee suhteellisesti enemmän. Tällöin sateet

laimentavat purettavan veden laatua, jolloin kuormitus voi sateiden seurauksena vuoden aikajaksolla jopa pienentyä. Toisaalta, mitä enemmän vettä puhdistamon läpi juoksutetaan sitä suuremmaksi muodostuu puhdistuskemikaalin käyttötarve, mikä näkyy jossain määrin sulfaattikuormituksen suurenemisena. Seuraavina vuosina, vesivarastoja purettaessa, varastoidut aineet nostavat Sikopuroon johdettavaa kuormitusta.

Louhosalueiden laajeneminen näkyy mallissa selvimmin kuivanapitovesien kautta tulevan vesimäärän ja kuormituksen (etenkin sulfaatti- ja typpikuormitus) nousuna. Tuotannon nosto näkyy rikastamon aktiivisuuden kautta vesikiertoon tulevien ainemäärien, etenkin rikkihapon ja räjäytysainejäämien tulevien typpiyhdisteiden lisääntymisenä. Vesitaseelle tuotannon nosto ei ole herkkä, koska tuotannon noston lisävesitarve tulee valtaosin kaivoksen sisäisestä kierrosta.

Merkittävimmät tasemallien epävarmuudet liittyvät Mustin rikastushiekka-alueeseen. Alueen suuresta pinta-alasta johtuen mittaustiedon saaminen valunnasta-, veden imeytymisestä ja haihdunnasta koko alueella on mahdotonta. Rikastushiekan mukana purettava vesimäärä on myös merkittävä osa alueen hydrologiaa. Sen vaihtuva purkupaikka ja vaihtuva valumareitti tuottavat omaa epävarmuuttaan malliin. On myös huomioitava, että alueelle läjitettävän rikastushiekkapastan määrän kasvaessa, on Mustin alueen hydrologia jatkuvan muutoksen tilassa.

Vesitaseeseen mainittavimpia epätarkkuuksia edellä mainitun lisäksi aiheuttavat myös mittaustiedon puuttuminen Mustin altaalta Vesialtaalle ja Raasiosta Jaakonlampeen johdettavista vesimääristä.

Edellä mainittujen vesitaseen epävarmuuksien lisäksi merkittävimpiä ainetaseisiin liittyviä epävarmuuksia ovat vähäinen tieto veden laadusta rikastushiekan mukana kulkevasta vedestä (esim. pastalaitoksen ylite), Tiedon vähäisyys vesikiertoon malmin ja rikastusprosessin mukana tulevista fluoridi-, sulfaatti-, fosfori- ja typpimääristä.

Ilmastonmuutoksen vaikutus vesi- ja ainetaseeseen vuositasolla jää hyvin pieneksi. Pitkälle tulevaisuuteen laadittuun ennusteeseen merkittävimpiä epävarmuuksia tuovat

- Teknologian kehittymisen vaikutukset
- YVA-hankkeen suunnitelmien tarkentuminen
- Kaivostoiminnassa tapahtuvat YVA:n ulkopuoliset muutokset
- Louhosten ja läjitysalueiden avaamis- ja sulkemisajankohta sekä toiminnan jaksottuminen tällä välillä
- Mallin pohjana olevat louhosten kuivanapitovesimääriä koskevien ennusteiden sisältämät epävarmuudet

6 SIVUKIVIALUEIDEN VESI- JA AINETASE

6.1 Sivukivien liukoisuustestit

Sivukivialueen liukenemiskelpoisen typpi- ja sulfaattiainetaseen laatimiseksi teetettiin syksyn 2022 aikana laboratoriossa liukoisuustestejä. Testeillä selvitettiin sivukivialueelle tulevia liukenemiskelpoisen typen ja sulfaatin määriä sekä niiden liukoisuutta suotovesiin ajan kuluessa.

Näytteet saatiin läjitykseen menevästä sivukivikuormasta, joka oli lastattu Särkijärven louhoksen itäpuolen (alataso 24, ylätaso 38, alue SE) kaadoista 2022545 (räjäytetty 14.6.2022) ja 2022549 (räjäytetty 29.6.2022). Kuorman (otos) sisältämien erikokoisten lohkareiden massaa edustavien näytteiden saamiseksi kuorma murskattiin raekokoon 10-50 mm. Tämä oli tärkeää, koska etenkin typpi esiintyy vain lohkareiden räjäytyspinnoilla ja sen määrä on siten painottunut pienimassaisiin lohkareisiin. Murskauksen jälkeen hihnan alle kertynyt murskekasa avattiin ja levitettiin kentälle. Kentälle levitetystä kokoomanäytteestä kerättiin 9 mahdollisimman hyvin koko otosta edustavaa osanäytettä (tyyppi 1). Useiden rinnakkaisten osanäytteiden tarkoituksena oli saada esiin räjäytyksessä muodostuneen typelle altistuneen kivipinta-alan vaihtelu otoksessa. Osanäytteistä saaduista tuloksista laskettujen vertailulukujen avulla voitiin pienentää yksittäisen osanäytteen edustavuuteen liittyvää epävarmuutta.

Samasta otoksesta (ennen murskausta) kerättiin pienempiä raekooltaan 10-100 mm näytekiiviä erilliseksi vertailunäytteeksi (osanäytetyyppi 2). Tälle vertailunäytteelle tehtiin samat testit kuin tyypin 1 osanäytteille. Osanäytteen 2 tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon kivien pinnalla olevan typen kokonaismäärä on painottunut pienimpien sivukivirakeiden pinnalle (Verrattuna tyypin 1 osanäytteiden sivukivien massatasapainotettuun raekokojakumaan).

Osanäytteille tehtiin laboratoriossa 24 tunnin 1-vaiheiset liukoisuustestit, ns. ravistelutestit (L/S 10) kiven pinnalla olevan räjähdäinejäämäisen kokonaistypen ja sen fraktiomuotojen kokonaismäärän selvittämiseksi (Ainetaseessa sivukivialueelle läjityksen mukana tuleva typpimäärä). Ravistelutestejä toistettiin, kunnes ravisteluliukseen liuenneen typen määrä oli enää korkeintaan 5 % ensimmäisessä ravistelukokeessa liuenneen typen määrästä. Ravistelutestien tulokset on esitetty liitteessä 3.

Typen ja sulfaatin suotoveteen liukenemisen kehittymistä ajan kuluessa selvitettiin läpivirtaustestin (kolonnitesti) avulla. Läpivirtaustesti tehtiin muutoin standardin CEN/TS 14405 mukaisesti, mutta alkupään L/S-fraktioita tutkittiin standardin mukaista testiä tiheämmin. Läpivirtaustesti typen ja sulfaatin liukoisuuskäyrien selvittämiseksi tehtiin kolmelle näytetyypin 1 osanäytteelle ja yhdelle näytetyypin 2 näytteelle. Läpivirtaustestiin valittiin näytetyypin 1 osanäytteistä vähiten (1,0 mg/kg), eniten 2,3 mg/kg) tyyppä ravistelutesteissä sisältäneet osanäytteet, sekä mediaanipitoisuuden (1,4 mg/kg) tyyppä sisältänyt osanäyte. Läpivirtaustestien tulokset on esitetty liitteessä 4.

6.2 Mallilaskenta

Syötetiedot, jotka mallin käyttäjän on määriteltävä, ovat

1. sivukivialueelle vuosittain läjitettävän sivukiven määrä (tonnia vuodessa)
2. ajankohta tai ajanjakso, jolle ennuste halutaan tehdä
3. käytetty ilmastomuutoskenaario

Vesi- ja ainetasemallin antamat tulokset ovat riippuvaisia edellä olevista syötetiedoista ja niiden vaikutuksesta sivukivialueille tulevan sade- ja sulamisveden määrään sekä liukenemiskelpoisen typen ja sulfaatin taseiden kehittymiseen. Syy-seuraussuhteiden luomisessa ja parametrisoinnissa (kalibroinnissa) on käytetty kohdassa 4 kuvattuja aikasarjoja. Keskeisimmät riippuvuussuhteet on esitetty liitteessä 2.

Eri skenaarioiden mukaiset sivukivialueiden laajuudet ja sivukivien läjitysmäärät on esitetty taulukoissa (Taulukko 9 ja Taulukko 10).

Taulukko 9. Sivukivialueiden laajuus nykytilassa sekä eri YVA-skenaarioissa. Vuosiluku sarakkeen otsikossa kertoo minkä vuoden tilannetta kaivoksen elinkaarella malliskenaario edustaa.

Hehtaari, ha	Nyky, 2022	Nyky, 2024	VE0 2035	VE1 2065	VE2 2065	VE3 2065	VE4 2065
Ansanmäki	130,4	130,4	130,4	349	349	278	278
Itäläjäytys	96	96	96	96	96	146	146
Laukansalo	0	0	0	85	85	0	0
Saarinen	30,4	30,4	30,4	80	80	80	80

Taulukko 10. Sivukivialueille vuoteen 2022 mennessä läjitetty sivukivimäärä (miljoonaa tonnia, Mt) sekä läjityssuunnitelmien mukaiset vuoden 2022 jälkeen läjitettävät sivukivimäärät eri vuosina ja YVA-skenaarioissa.

Miljoonaa tonnia, Mt	Nyky, 2022	Nyky, 2024	VE0 2035	VE1 2065	VE2 2065	VE3 2065	VE4 2065
Ansanmäki	119	+15	+48	+313	+313	+294	+294
Itäläjäytys	93	+15	+51	+0	+0	+160	+160
Laukansalo	0	+0	+0	+83	+83	+0	+0
Saarinen	7	+0	+0	+19	+19	+19	+19

Varastoon tulevat ainemäärät riippuvat malliskenaarioissa suoraan läjityssuunnitelmista, jotka näin pitkän aikajakson aikana ja suunnittelun tässä vaiheessa ovat vielä hyvin karkeita. Suunnitelmat käsittävät lähinnä läjityksen kokonaismäärän ja viitteellisen aikataulun. Tästä johtuen sivukivialueiden suunniteltu kokonaisläjitysmäärä on malliskenaarioissa jaettu tasaisesti koko elinkaaren ajalle. Sivukivialueiden elinkaaret eri malliskenaarioissa on kuvattu alla (Taulukko 11).

Taulukko 11. Sivukivialueiden tulevat elinkaaret eri malliskenaarioissa.

Sivukivialue	VE0	VE1	VE2	VE3	VE4
Ansanmäki	nykytila - 2035	nykytila - 2065	nykytila - 2065	nykytila - 2065	nykytila - 2065
Itäläjäytys	nykytila - 2035	nykytila - 2035	nykytila - 2035	nykytila - 2065	nykytila - 2065
Laukansalo	ei ole	2040 - 2065	2040 - 2065	ei ole	ei ole
Saarinen	ei laajene nykyisestä	2055-2065	2055-2065	2055-2065	2055-2065

Mallissa sivukivialueelle satava vesi suotautuu sivukivialueen sisäiseen vesivarastoon, mistä se purkautuu vesivaraston suuruuteen ja sateen intensiteettiin perustuvien parametrien mukaisesti suotovedeksi. Sivukivistä liukenee sivukivialueen läpi suotautuvaan sadeveteen tyyppä ja sulfaattia (rikistä), joka päättyy sisäisen vesivaraston kautta edelleen alueelta poistuvaan suotoveteen.

Läjitettävän sivukivitonnin sisältämä liukenevan typen ja sulfaatin määrä on laskettu kohdassa 6.1 esitettyjen testien pohjalta. Lisäksi hyödynnettiin vertailukohtana vuonna 2016 sivukivistä tehtyjä tutkimustuloksia (Ramboll Finland Oy 2016), jotka osoittautuivat melko hyvin yhdenmukaisiksi vuonna 2022 tehtyjen tutkimustulosten kanssa.

Sivukivialueelle tulevan liukenevan typen määrä on laskettu kullekin läjitysvuodelle (tonnia/vuosi) erikseen. Hankevaihtoehdoissa sivukivialueille vuosittain läjitettävä kivimäärä jaettiin tasaisesti koko läjityksen elinkaaren ajalle. Koska vuodessa alueelle läjitettävä sivukiven määrä oli vakio oletettiin myös sivukiven mukana läjitysalueelle päätyvän typen määrä vakioksi. Aliarvioivan kuormituslaskennan välttämiseksi, oletettiin vuosittain sivukivialueelta suotovesien mukana poistuva typpimäärä samaksi, kuin vuosittain sivukivien mukana sivukivialueelle tulevan typen määrä. Tämä on keskimääräinen yliarvio, koska todellisuudessa ja tehtyjen laboratoriotestienkin mukaan suuri osa tyyppästä liukenee varsin nopeasti suotoveteen, valtaosa tyyppästä liukenee kivien pinnalta vasta useamman vuoden kuluessa (Liite 3). Lisäksi osa tyyppästä kaasuuntuu denitrifikaation kautta ilmaan tai sitoutuu läjityksen pohjalle/pinnoille, mitä ei ole huomioitu sivukivialueiden tyyppitaseesta poistuvana ainemääränä. Laskentatapaa pidetään konservatiivisena, koska laskennallinen typpikuormitus ei keskimäärin voi olla tulevaa typpimäärää suurempi.

Sivukivialueille nykytilassa läjitettyjen sivukivien sulfaattikuormituksen arvioidaan tulevina vuosina pienenevän. Koska sulfaattikuormituksen pienemisen voimakkuutta ajan suhteen on vaikea arvioida, oletettiin nykyisen sulfaatin vuosikuormituksen pysyvän konservatiivisesti vakiona nykyisellä (vuosien 2020-2022) tasolla koko mallinnusjaksolla ja myös vuosien 2035 ja 2065 YVA-skenaarioissa. Tämän oletuksen johdosta YVA-hankevaihtoehtoihin mallinnetun sulfaattikuormituksen arvioidaan olevan selvästi yliarvio.

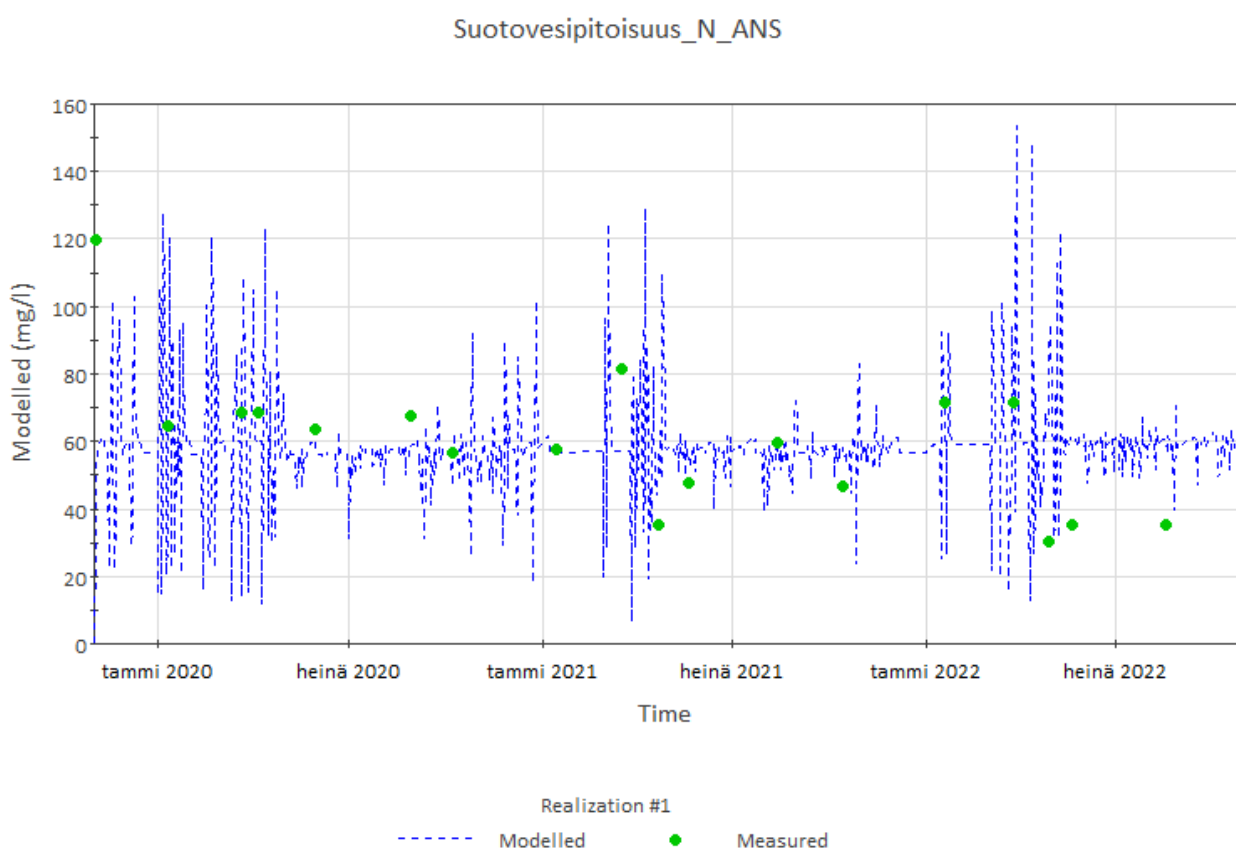
Nykyisin läjitettyjen sivukivien sulfaattikuormituksen lisäksi sivukivialueilla muodostuu sulfaattikuormitusta myös sivukivialueille tulevina vuosina läjitettävistä sivukivistä. Tämä kuormitus on lisätty edellä kuvatun, nykyisestä läjityksestä muodostuvan ja vakiona pysyvän kuormituksen lisäksi. Tulevina vuosina läjitettävistä sivukivistä aiheutuva sulfaattikuormitus laskettiin perustuen L/S-suhteen mukaisen sivukivissä sulfaatiksi liukenevan rikin määrään YVA-vaihtoehdossa VE0 vuonna 2035 ja YVA-vaihtoehdoissa VE1-VE4 vuonna 2065 (Liite 5). Vuosina 2023-2035 sivukivialueittain läjitetystä sivukivestä peräisin olevan sulfaattikuormituksen oletettiin kehittyvän lineaarisesti vuodesta 2023 vuoteen 2035 ja vuosina 2036-2065 lineaarisesti vuodesta 2035 vuoteen 2065. Vuosi 2065 edustaa suurinta sulfaattikuormitusta hankevaihtoehtojen elinkaaren aikana.

6.3 Kalibrointi ja nykytila

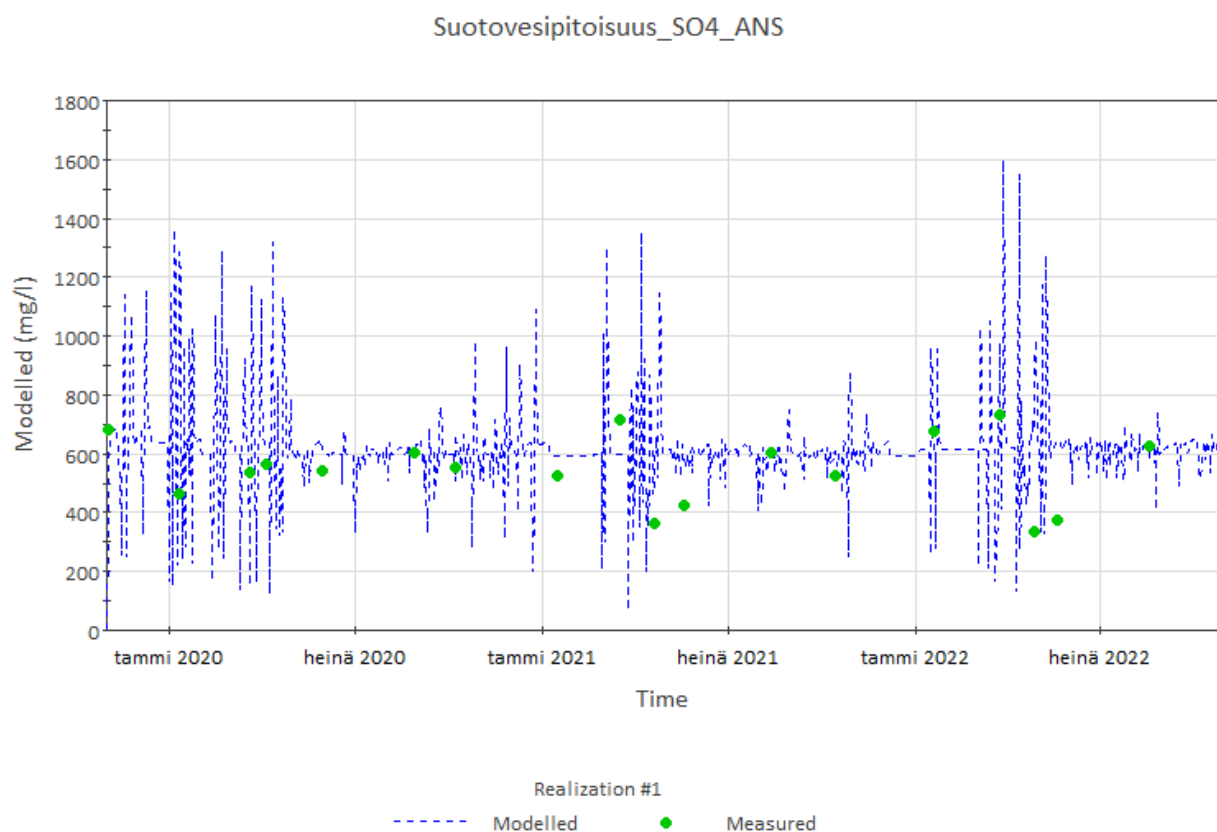
Sivukivialueiden osalta kalibroitiin nykyisiä Ansanmäen sivukivialueen vesi- ja ainetaseen suotovesien ja kuormituksen muodostumiseen liittyviä parametreja Ansanmäen sivukivialueelta lähtevän Ansanmäenpuron jatkuvatoimisen virtaamamittauksen ja veden laadun seurannan tulosten avulla (Kuva 11 ja Kuva 12). Sivukivialueiden vaikutuksiin liittyvät selvitykset on Siilinjärven kaivoksella kohdistettu ensisijaisesti Ansanmäen alueelle, jossa sivukiviläjityksen voluumi on suuri ja valtaosa suotovesistä päätyy yhden suotovesipisteen kautta Ansanmäenpuroon. Ansanmäenpurosta on kertynyt hyvää tarkkailutietoa kalibrointia varten usean vuoden ajan. Muilta sivukivialueilta tarkkailutietoa on huomattavasti vähemmän tai lyhyemmältä ajanjaksolta.

Itäläjäytyksen tasemallissa käytettyjä Ansanmäen parametreja kalibroitiin vain hieman, Itäläjäitykseltä olemassa olevien suotovesien virtaamamittausten ja veden laadun seurannan tulosten avulla (Kuva 13 ja Kuva 14). Saarisen sivukivialueella ja Laukansalon sivukivialueella käytettiin Ansanmäen sivukivialueen suotovesien muodostumisen parametreja.

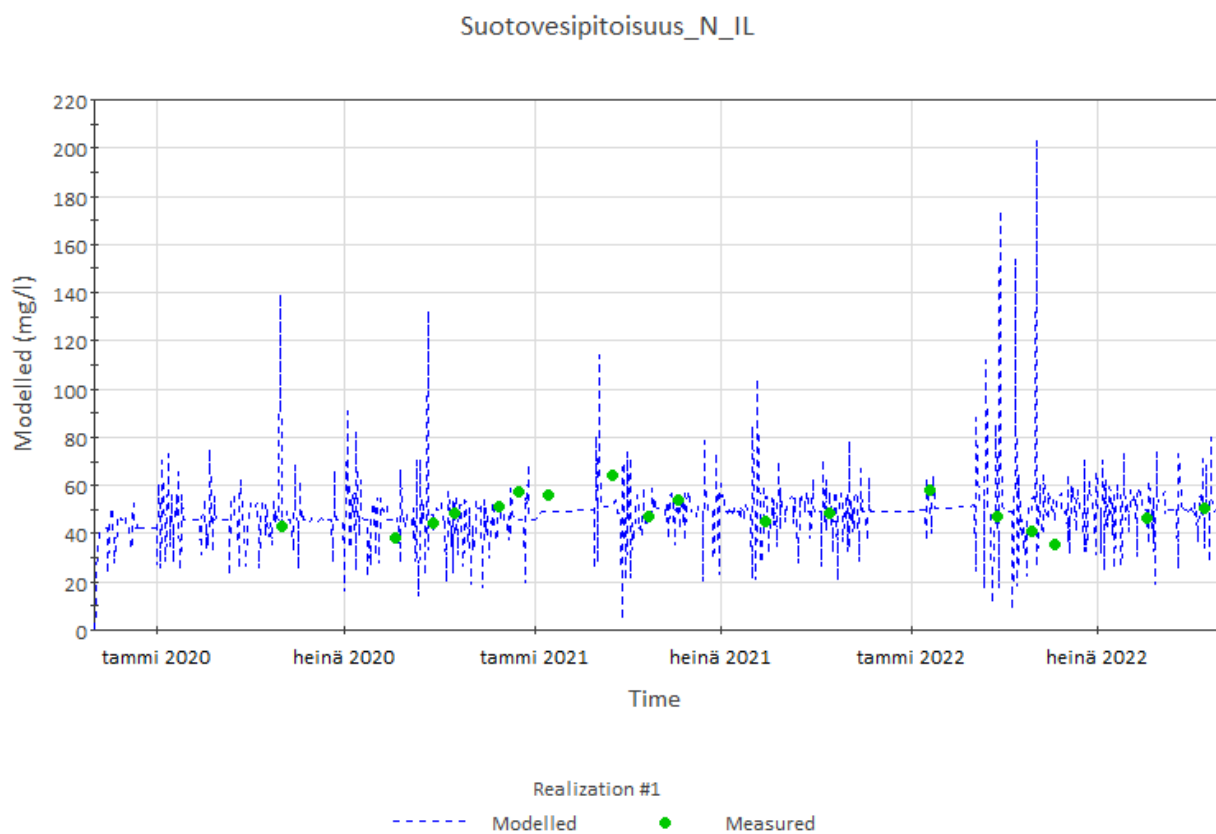
Nykytila kalibroidussa perusmallissa käsittää keskiarvon 3 vuoden jaksolta (aikaväli 1.11.2019-31.10.2022). Tuolla ajanjaksolla Ansanmäen sivukivialueelle on läjitetty sivukiveä vuodesta riippuen 3,2-6,4 miljoonaa tonnia (Mt)/vuosi ja Itäläjäytykseen 3,8-6,1 Mt/vuosi.



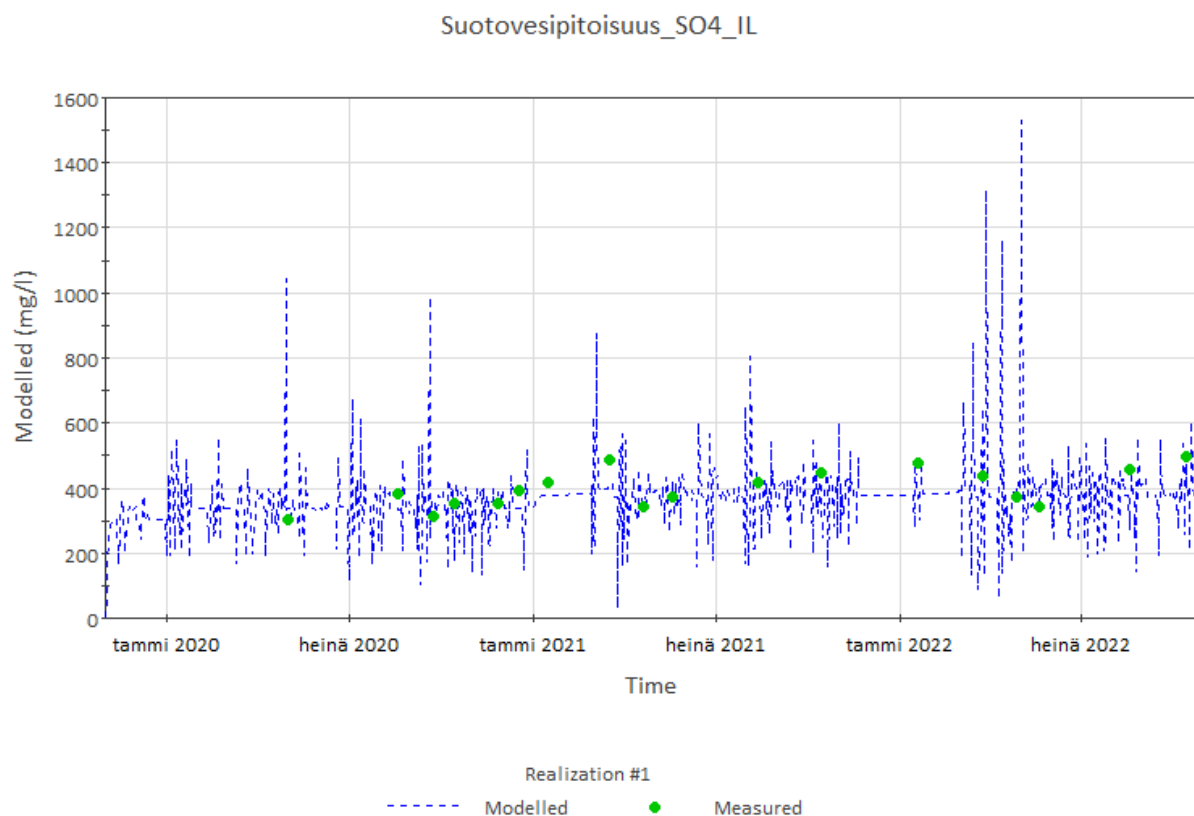
Kuva 11. Ansanmäenpuron mitattu ja mallinnettu kokonaistyyppipitoisuus (mg/l) vuosina 2020-2022.



Kuva 12. Ansanmäenpuron mitattu ja mallinnettu sulfaattipitoisuus (mg/l) vuosina 2020-2022.



Kuva 13. Itäläjityksen suotoveden (vanha Sikopuron uoma) mitattu ja mallinnettu kokonaistyyppipitoisuus (mg/l) vuosina 2020-2022.



Kuva 14. Itäläijityksen suotoveden (vanha Sikopuron uoma) mitattu ja mallinnettu sulfaattipitoisuus (mg/l) vuosina 2020-2022.

Tuloksia arvioitaessa on huomioitava, että malli on kalibroitu edustamaan nykytilaa vastaavaa kuormitustilannetta. Sivukivialueen kuormitukseen merkittävin vaikuttava tekijä on kivien pinnalla ajan kuluessa tapahtuvat muutokset. Ennustemallin pohjana olevat kuormituksen muodostumistekijät pohjautuvat koko sivukivialuetta edustaviin melko rajallisesta sivukivimäärästä tehtyihin laboratoriomäärittelyihin sekä konservatiivisesti laskettuun kuormitustaseeseen (ks. kohta 6.2).

6.4 YVA-vaihtoehdot

YVA-skenaarioiden mallitulokset kuvaavat TULE-YVA:n hankevaihtoehtojen vaikutusta sivukivialueiden vesitaseeseen ja kuormitukseen. Skenaariot eroavat toisistaan paitsi hanketoimintojen, myös malmituotannon ja kaivoksen elinkaaren pituuden osalta. Skenaarioissa käytetty vuosiluku kertoo mitä vaihtoehtoa/vaihetta kaivoksen elinkaarella ja hankesuunnitelmissa skenaarion tulokset kuvaavat.

Mallinnetut YVA-skenaarioiden ja nykytilan vesi- ja kuormitustaseet keskimääräisenä säävuonna on kuvattu alla (Taulukko 13, Taulukko 14, Taulukko 12). Saarisen sivukivialueen suotovedet päätyvät mallissa Saarisen louhoksen kautta kaivoksen sisäiseen vesikiertoon ja sitä kautta sen kuormitus on mukana ja tulee huomioiduksi edellä kuvatussa vesikierron vesi- ja ainetaseessa (kohta 5).

Sivukivialueiden vesitase riippuu suoraan sivukivialueen pinta-alasta (Taulukko 9). Kuormitus eri skenaarioissa riippuu vesitaseen lisäksi sivukivialueen läjitysmäärästä (Taulukko 10) ja elinkaaresta

(Taulukko 11). Suotovesien keskipitoisuudet ovat kuivana vuonna hieman suurempia ja märkänä vuonna hieman pienempiä. Kuormitus ei merkittävästi vaihtelee eri säävuosien välillä.

Taulukko 12. YVA-skenaarioiden vesitase keskimääräisenä säävuotena. Vuosiluku sarakkeen otsikossa kertoo minkä vuoden tilannetta kaivoksen elinkaarella malliskenaario edustaa.

VESITASE		Keskimääräinen säävuosi 1.11.2015-31.10.2016					
MALLINNUSJAKSO		1.11.2023- 31.10.2024	1.11.2034- 31.10.2035	1.11.2064- 31.10.2065	1.11.2064- 31.10.2065	1.11.2064- 31.10.2065	1.11.2064- 31.10.2065
TULEVA (ka. Mm ³ /v)		Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Ansanmäen sivukivialue		0.39	0.40	1.12	1.12	0.84	0.84
Itäläjitys		0.25	0.25	0.25	0.25	0.38	0.38
Laukansalo		0.00	0.00	0.26	0.26	0.00	0.00
LÄHTEVÄ (ka. Mm ³ /v)		Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Ansanmäen sivukivialue		0.40	0.40	1.13	1.13	0.84	0.84
Itäläjitys		0.25	0.25	0.25	0.25	0.38	0.38
Laukansalo		0.00	0.00	0.26	0.26	0.00	0.00

Taulukko 13. Sulfaattikuormitus keskimääräisenä säävuotena. Vuosiluku sarakkeen otsikossa kertoo minkä vuoden tilannetta kaivoksen elinkaarella malliskenaario edustaa.

SULFAATTI		Keskimääräinen säävuosi 1.11.2015-31.10.2016					
MALLINNUSJAKSO		1.11.2023- 31.10.2024	1.11.2034- 31.10.2035	1.11.2064- 31.10.2065	1.11.2064- 31.10.2065	1.11.2064- 31.10.2065	1.11.2064- 31.10.2065
LÄHTEVÄ KUORMITUS (ka. tonnia/v)		Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Ansanmäen sivukivialue		297	304	370	370	343	343
Itäläjitys		137	143	150	150	153	153
Laukansalo		0	0	11	11	0	0
LÄHTEVÄN VEDEN PITOISUUS (ka. mg/l)		Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Ansanmäen sivukivialue		914	934	418	418	502	502
Itäläjitys		926	934	1044	1050	506	505
Laukansalo		0	0	58	58	0	0

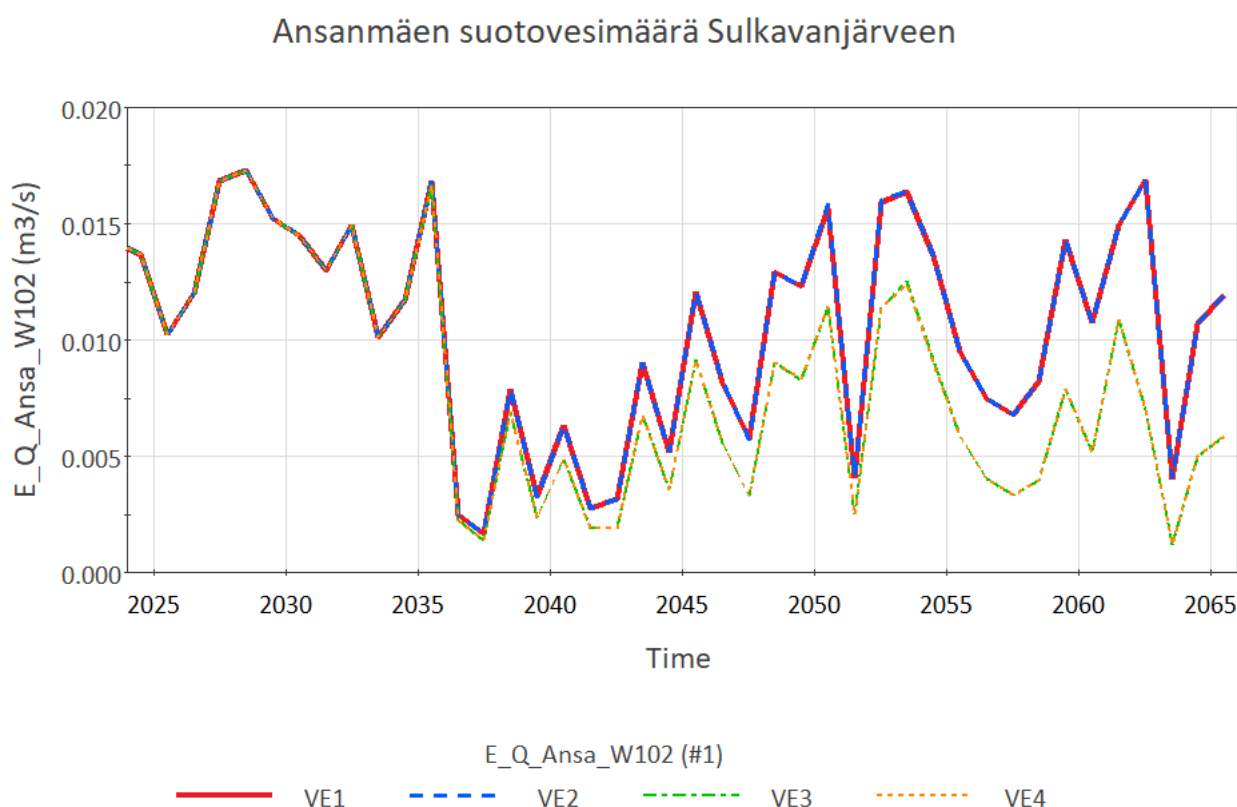
Taulukko 14. Typpikuormitus keskimääräisenä säävuotena. Vuosiluku sarakkeen otsikossa kertoo minkä vuoden tilannetta kaivoksen elinkaarella malliskenaario edustaa.

KOKONAISTYYPPI		Keskimääräinen säävuosi 1.11.2015-31.10.2016					
MALLINNUSJAKSO		1.11.2023- 31.10.2024	1.11.2034- 31.10.2035	1.11.2064- 31.10.2065	1.11.2064- 31.10.2065	1.11.2064- 31.10.2065	1.11.2064- 31.10.2065
LÄHTEVÄ KUORMITUS (ka. tonnia/v)		Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Ansanmäen sivukivialue		15	4	20	20	19	19
Itäläjitys		21	4	0.5	0.5	8	8
Laukansalo		0	0	7	7	0	0
LÄHTEVÄN VEDEN PITOISUUS (ka. mg/l)		Nykytila, 2024	VE0, 2035	VE1, 2065	VE2, 2065	VE3, 2065	VE4, 2065
Ansanmäen sivukivialue		48	14	23	23	29	29
Itäläjitys		143	27	4	4	28	28
Laukansalo		0	0	40	40	0	0

6.5 Taseiden kehitys pitkällä aikavälillä

Ainetaseen pitkäaikaista kehittymistä YVA:n eri vaihtoehtoissa tarkasteltiin tekemällä malliajo vuodesta 2024 vuoden 2065 loppuun suurimmille Ansanmäen ja Itäläjityksen sivukivialueille. Sää on satunnaistettu ilmastonmuutos (RCP 4.5) huomioituna ilmastonmuutosmallin (Envineer Oy, 2023a) mukaisesti. Näissä käyrissä esitettyjä vuosien 2035 ja 2065 tuloksia ei pidä suoraan verrata yllä aiemmin esitettyihin vesi- ja ainetasetaulukoiden numeroihin, sillä pitkässä malliajossa ko. vuosien säätä ei ole kiinnitetty samoihin säävuosiin. Tästä syystä tulokset voivat malliajojen välillä poiketa paljonkin toisistaan.

YVA-hankevaihtoehtoihin sisältyy Ansanmäen sivukivialueen suotovesien osittainen pumppaaminen rikastamolle raakavedeksi. Pumppaaminen alkaa vuodesta 2036 ja sitä on kuvattu tarkemmin edellä kohdassa 5.4. Mallin mukaan Sulkavanjärveen kohdistuva suotovesimäärä (Kuva 15) ja sitä myötä myös suotovesikuormitus pienenee raakavedeksi pumppaamisen takia (Kuva 1) huomattavasti nykytilaan verrattuna. Vaihtoehtoissa VE1 ja VE2 Sulkavanjärveen johdettava suotovesimäärä on hieman suurempi, johtuen Ansanmäen sivukivialueen suuremmasta pinta-alasta (sadevesimäärästä alueelle).

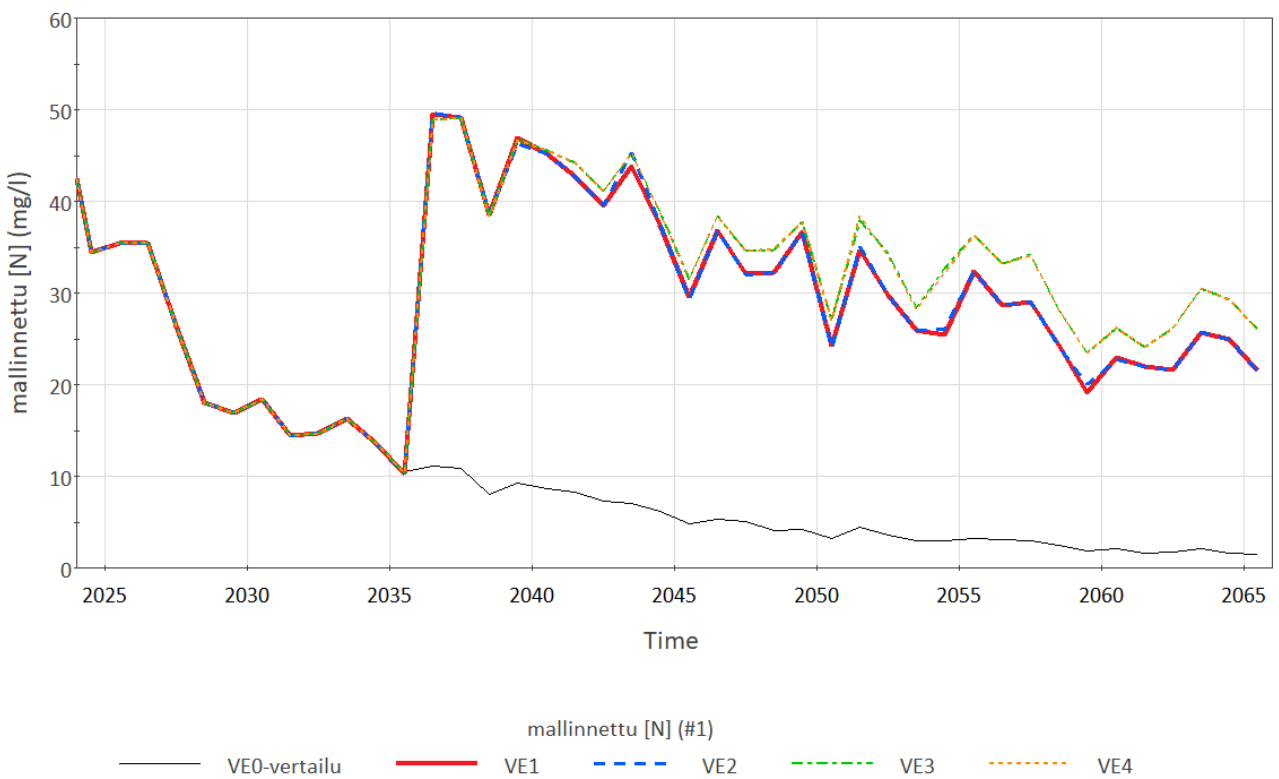
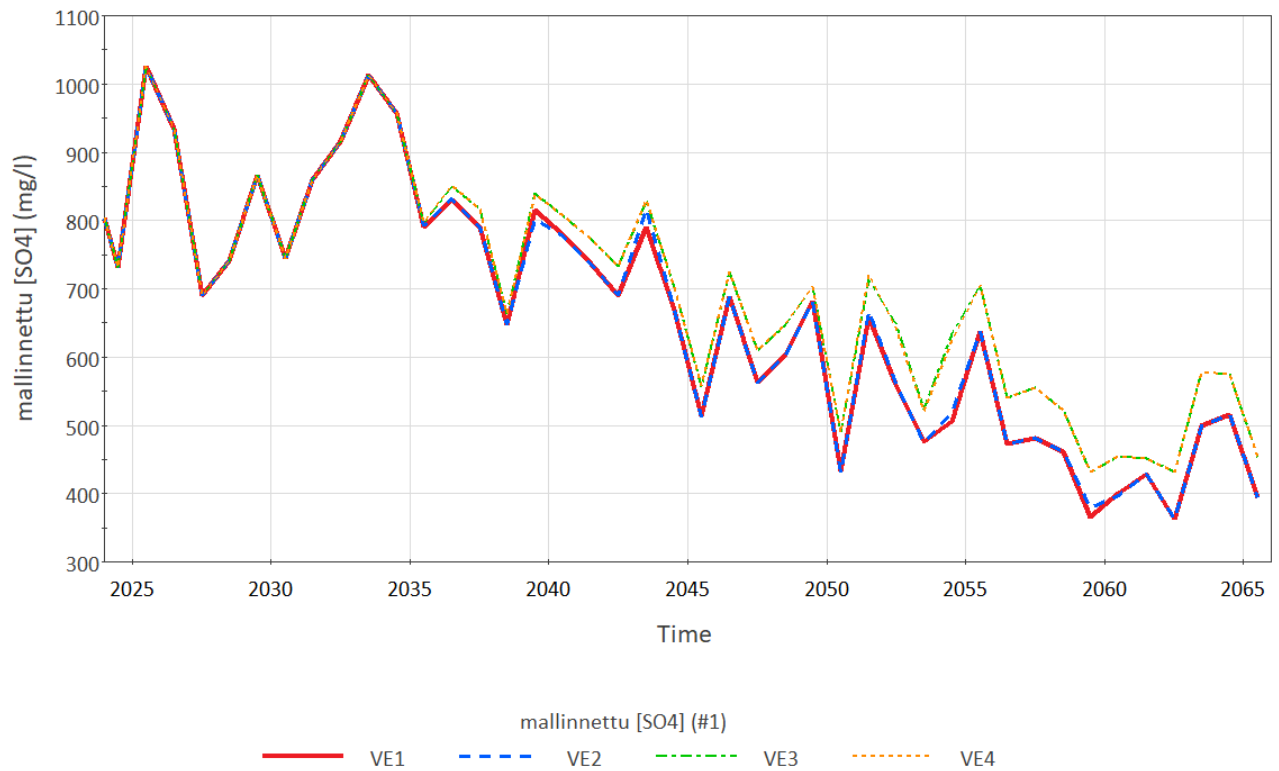


Kuva 15. Ansanmäen sivukivialueelta Sulkavanjärveen johdettavan suotoveden (W102) vuosikeskivirtaama eri YVA-vaihtoehtoissa vuosina 2024-2065.

Alla on esitetty Ansanmäen sivukivialueelta mallissa lähtevän suotoveden typpi- ja sulfaattipitoisuuden kehittyminen vuosina 2024-2065 (Kuva 16). Kokonaistyyppipitoisuus pienenee vuoteen 2035 asti pienenevän läjitysmäärän johdosta. Sen jälkeen pitoisuudet nousevat johtuen sivukiviläjityksen lisääntymisestä. Pitkällä aikavälillä läjitys jatkuu samalla intensiteetillä, mutta keskipitoisuudet pienenevät, johtuen sivukivialuiden pinta-alan suurenemisesta johtuvasta vesimäärän lisääntymisestä. Vaihtoehtoisissa VE1 ja VE2 sivukivialueen pinta-ala suurenee hieman enemmän suhteessa läjitettyyn kivimäärään, jolloin pitoisuudet jäävät hieman pienemmiksi.

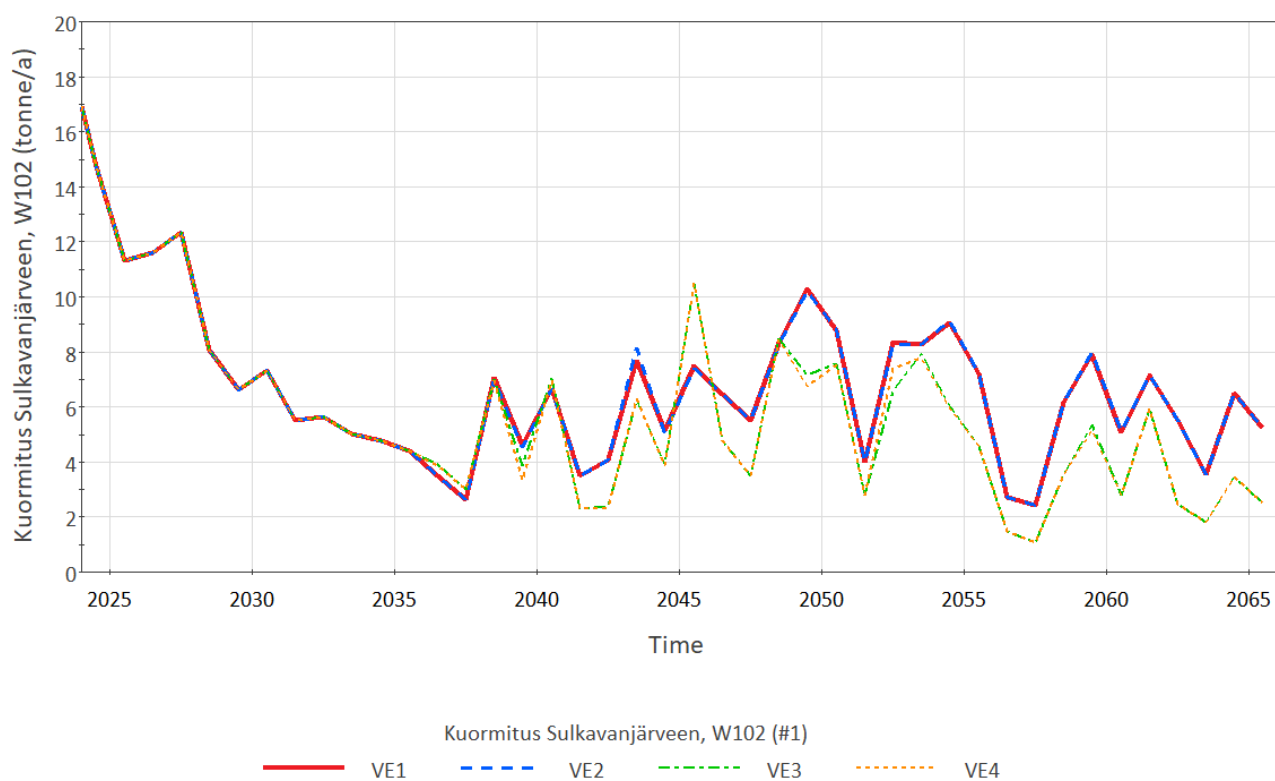
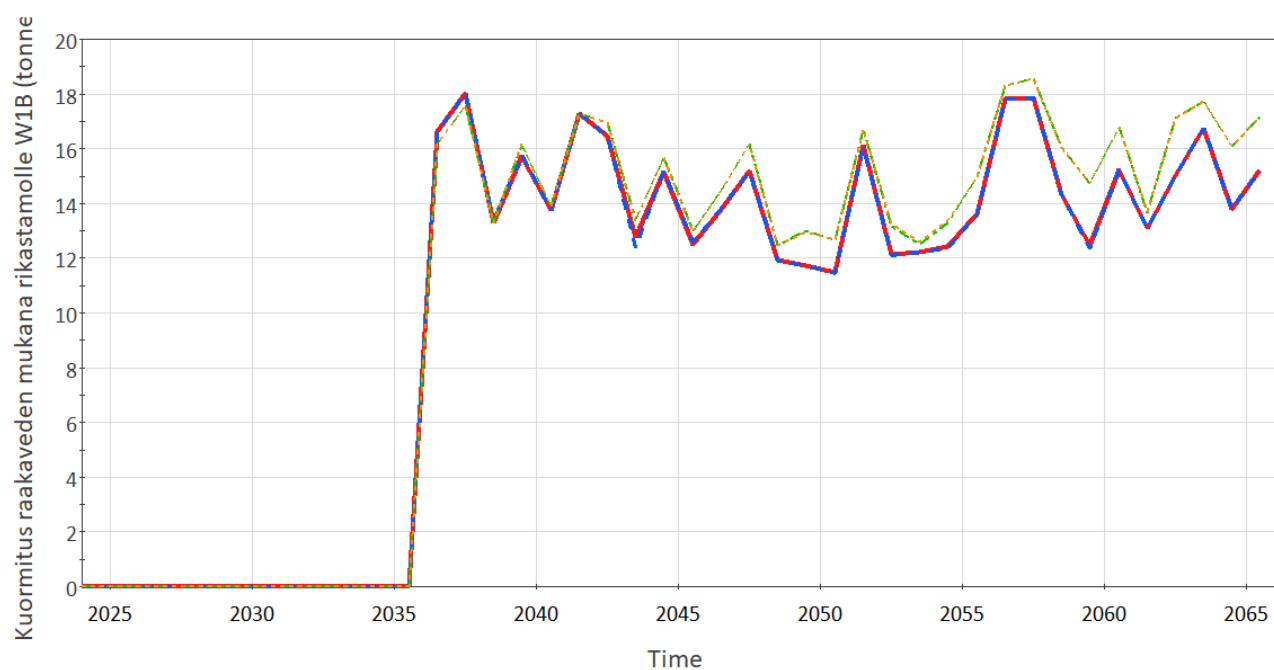
Ansanmäen sivukivialueelta lähtevä kokonaiskuormitus pysyy mallioletusten mukaan kokonaistypen osalta vuosina 2036-2065 samalla tasolla ja sulfaatin osalta kokonaiskuormitus hieman suurenee (ks. kohta 6.4). Suotovesien typpi- ja sulfaattikuormituksen jakautuminen Sulkavanjärveen johdettavien ja rikastamolle pumpattavien vesien kesken vuosina 2024-2065 on esitetty alla (Kuva 17 ja Kuva 18). Ansanmäen suotovesien pumppaamisella rikastamolle raakavedeksi saadaan hallittua Sulkavanjärveen kohdistuvaa typpi- ja sulfaattikuormitusta.

Suotoveden pitoisuus Ansanmäki



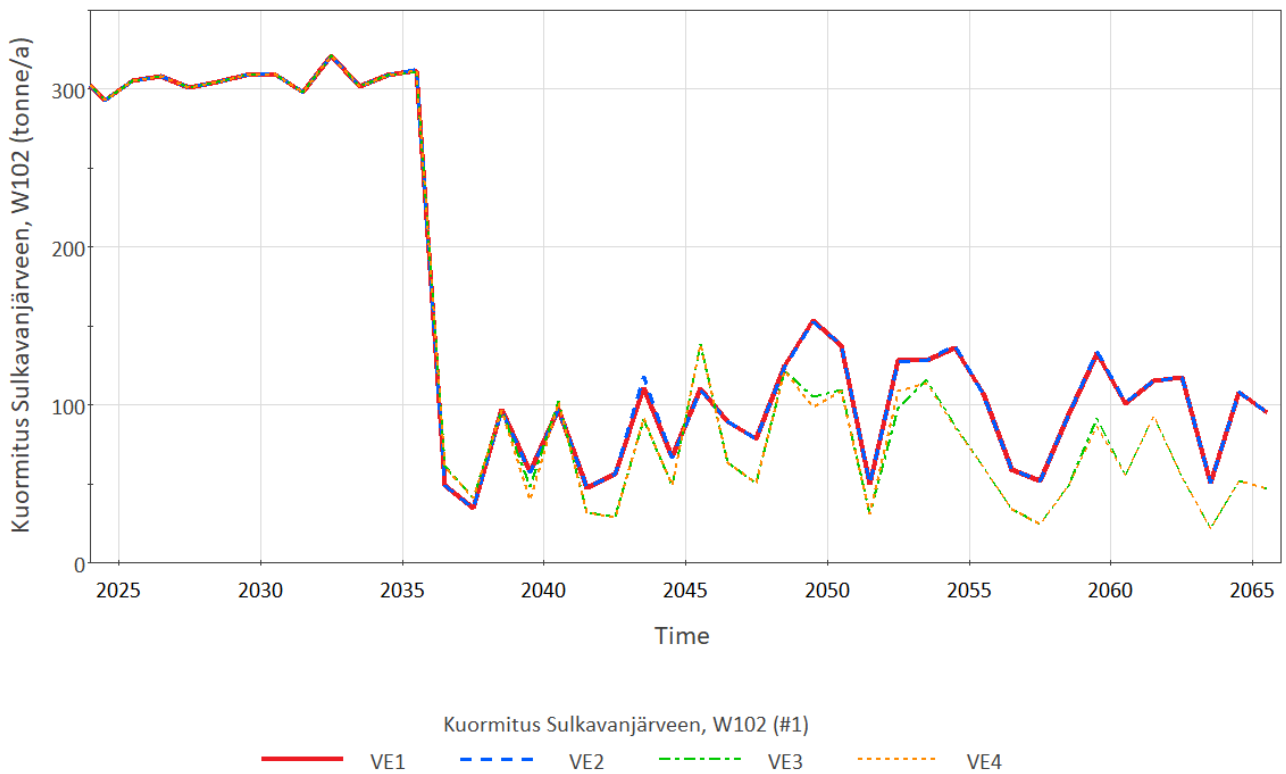
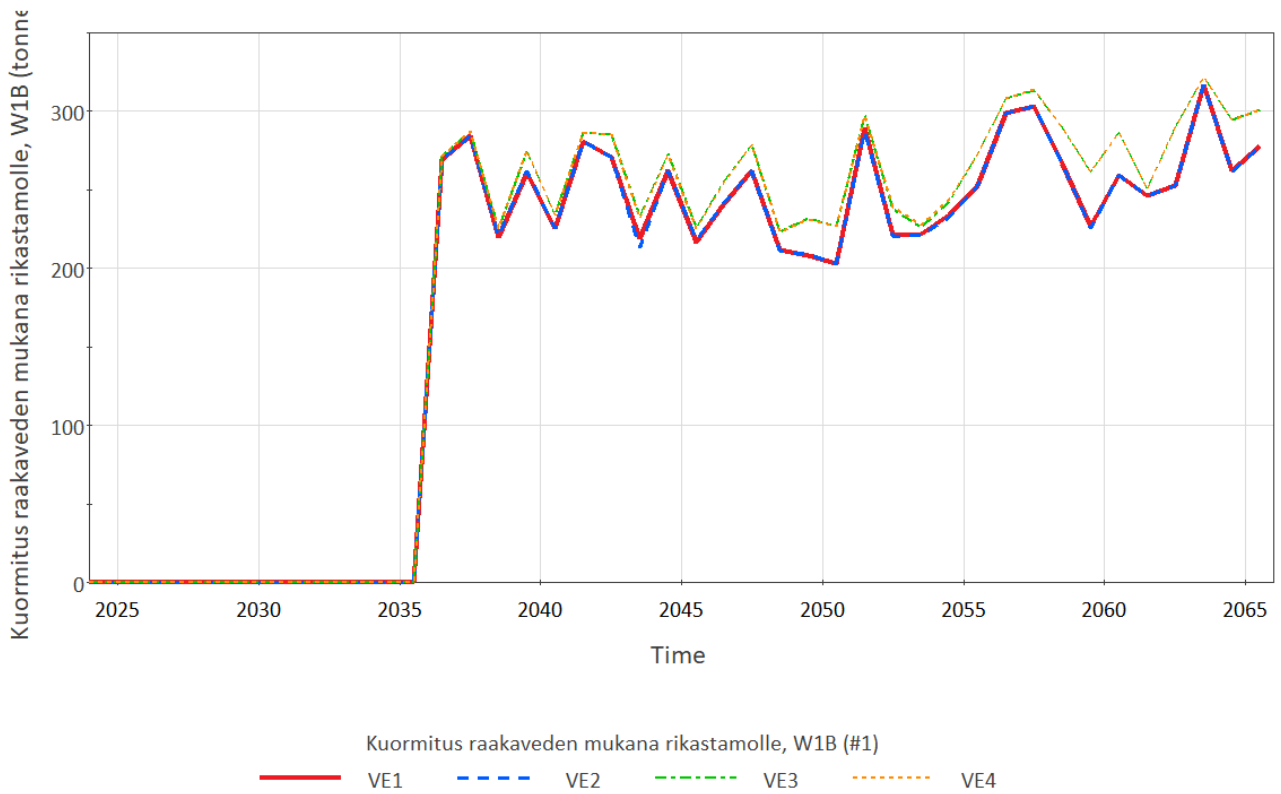
Kuva 16. Ansanmäen suotoveden sulfaatti- ja kokonaistyyppipitoisuuksien vuosikeskiarvot eri YVA-vaihtoehtoissa vuosina 2024-2065.

Suotovesikuormitus Ansanmäki N



Kuva 17. Ansanmäen sivukivialueelta lähtevän suotoveden typpikuormituksen jakautuminen rikastamolle raakavedeksi pumpattavan ja Sulkavanjärveen johdettavan suotoveden kesken eri YVA-vaihtoehdoissa vuosina 2024-2065.

Suotovesikuorm Ansanmäki SO4

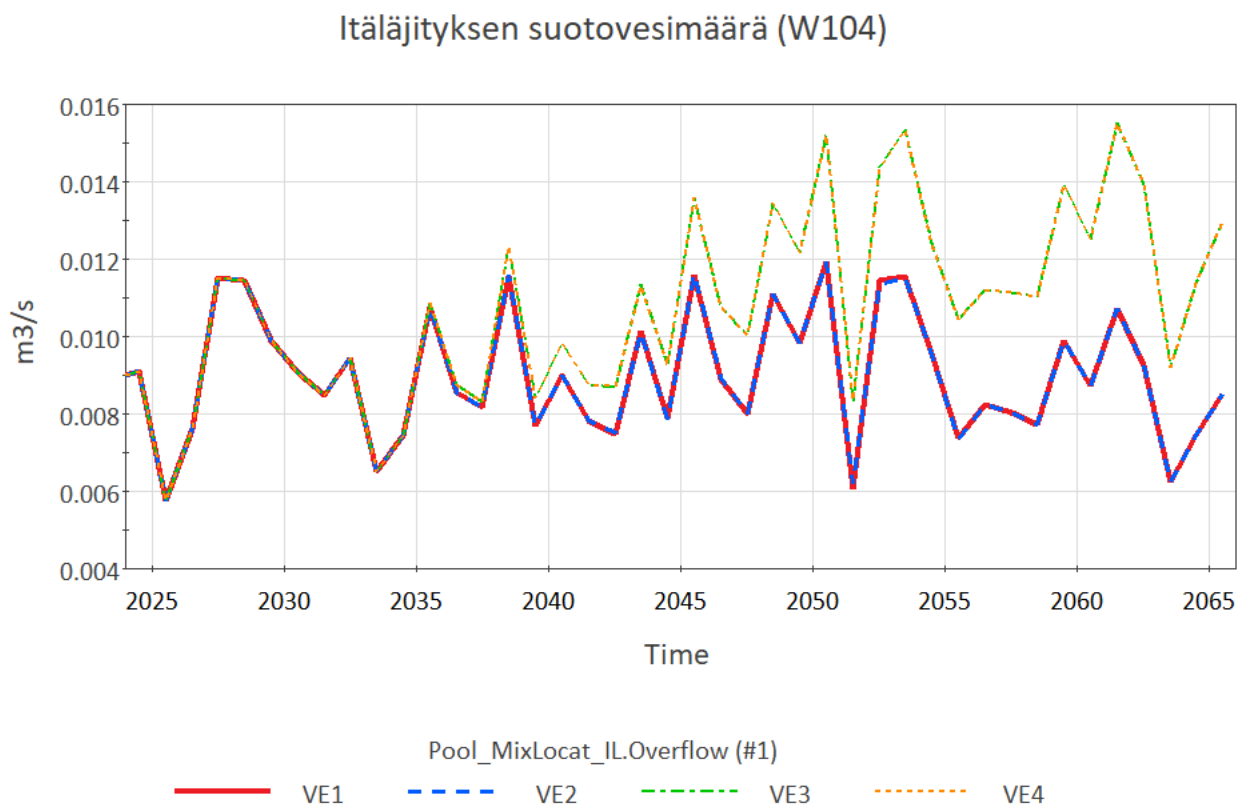


Kuva 18. Ansanmäen sivukivialueelta lähtevän suotoveden sulfaattikuormituksen jakautuminen rikastamolle raakavedeksi pumpattavan ja Sulkavanjärveen johdettavan suotoveden kesken eri YVA-vaihtoehtoissa vuosina 2024-2065.

Alla on esitetty Itäläjityksen sivukivialueelta Sikopuroon lähtevä suotovesimäärä vuosikeskiarvona vuosina 2024-2065 eri YVA-hankevaihtoehdoissa (Kuva 19). Suotovesimäärä suurenee vuodesta 2036 alkaen vaihtoehdoissa VE3 ja VE4 johtuen sivukivialueen laajennuksesta. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 sivukivialuetta ei laajenneta ja suotovesimäärä pysyy edellisten vuosien tasolla.

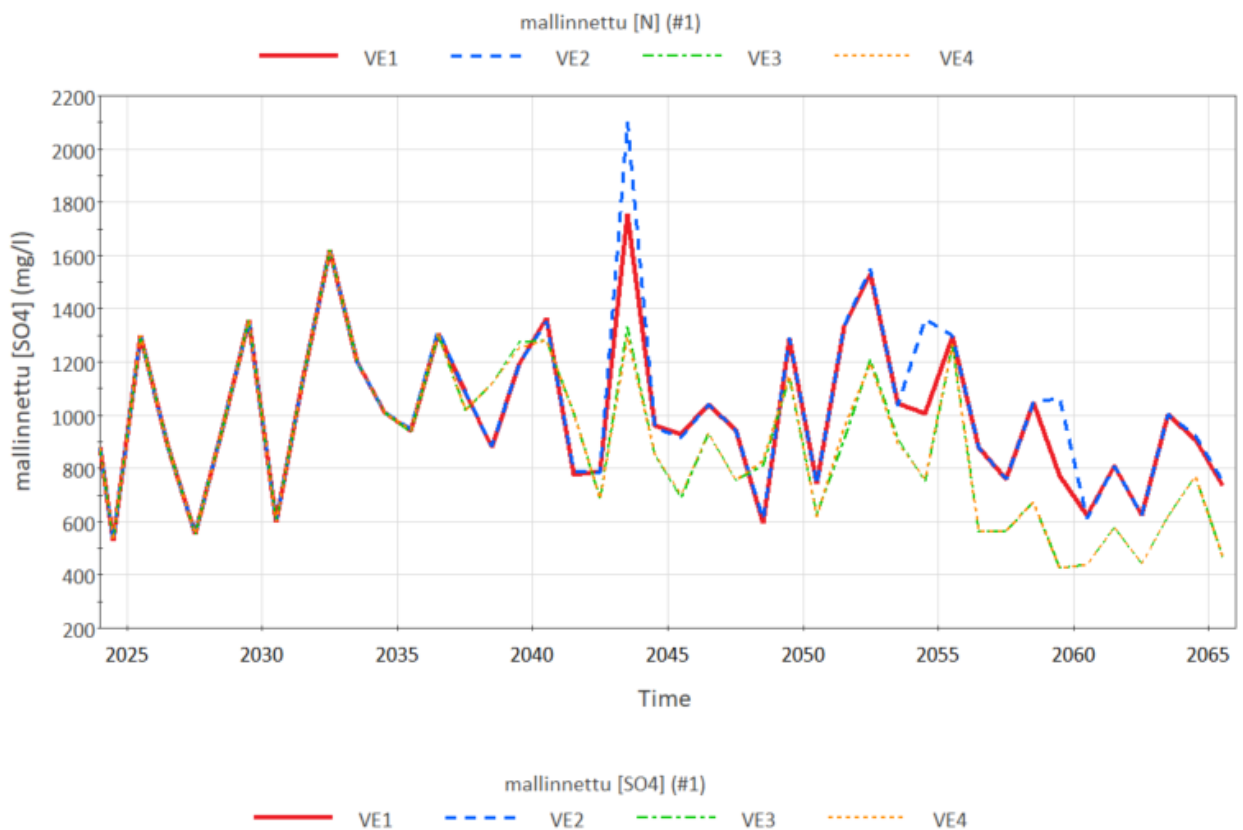
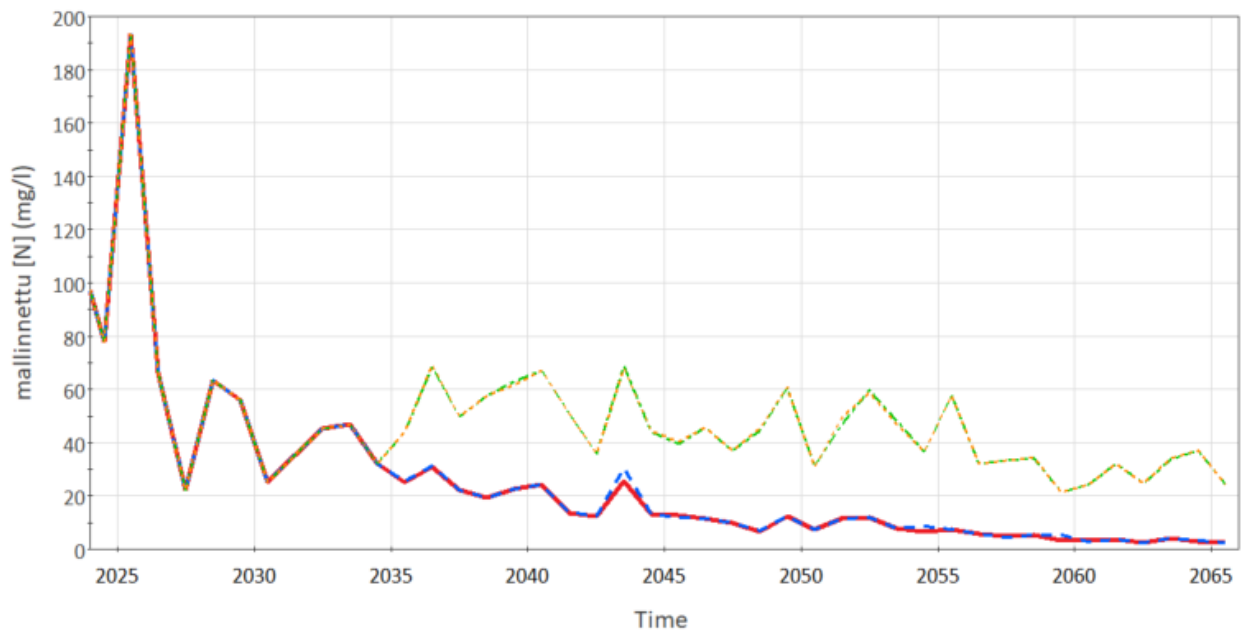
Suotoveden kokonaistyyppipitoisuus ja -kuormitus pienenee tasaisesti Itäläjityksen sivukiviläjityksen päätyttyä vuonna 2035 vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Sulfaattipitoisuus ja -kuormitus pienenee mallissa hitaammin. (Kuva 20 ja Kuva 21)

Läjityksen jatkumisen seurauksena kokonaistyyppipitoisuus ja -kuormitus pysyvät suurempina vaihtoehdoissa VE3 ja VE4. Sulfaattipitoisuus pysyy samalla tasolla tai hieman pienenee, vaikka läjitys jatkuu. Suotovesikuormitus kuitenkin kasvaa. Läjitysalueen pinta-alan suurenemisesta johtuvan suotovesimäärän kasvun takia lisääntyvä sulfaattikuormitus ei näy pitoisuuden muutoksena. (Kuva 20 ja Kuva 21)

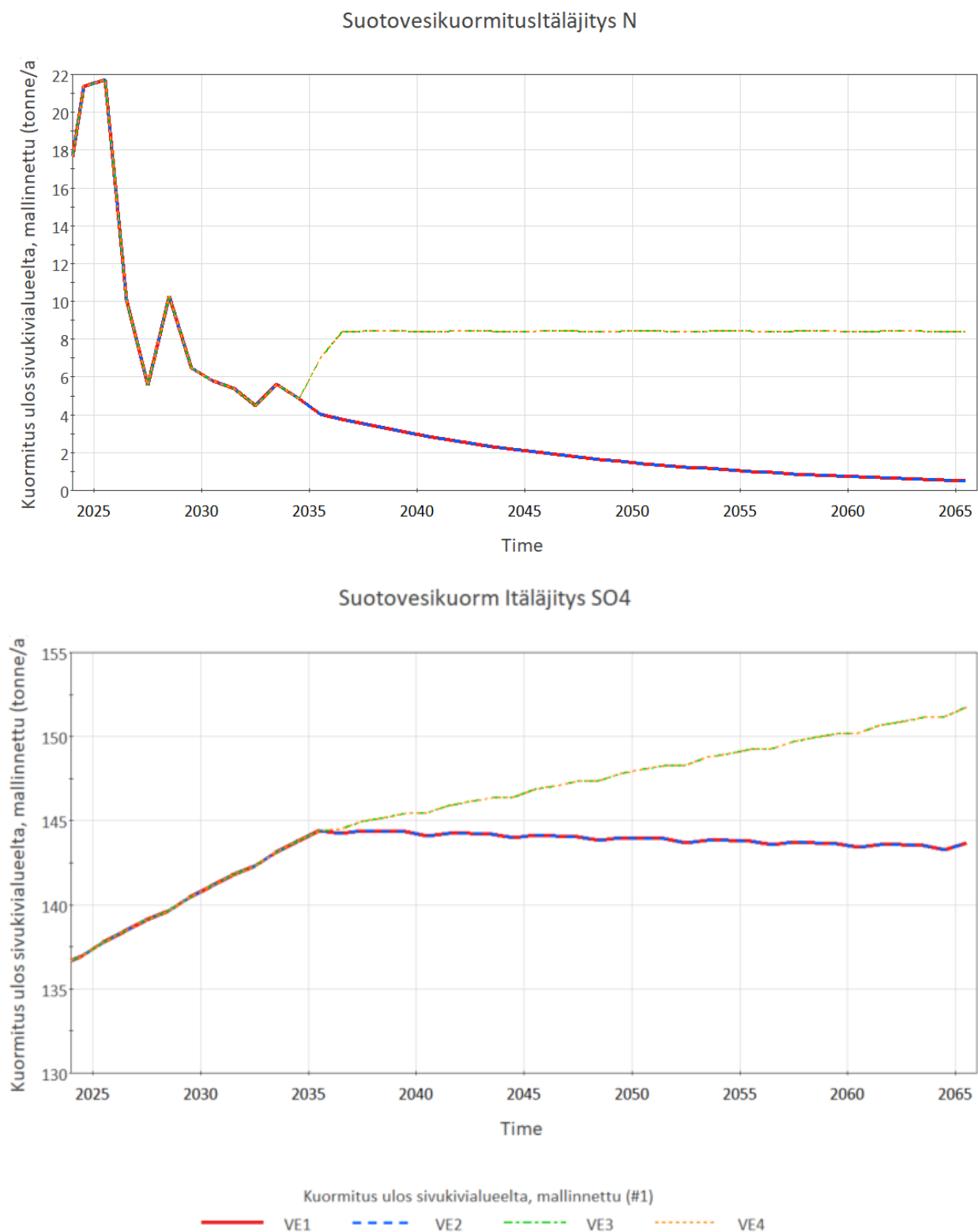


Kuva 19. Itäläjityksen sivukivialueelta Sikopuroon johdettavan suotoveden (W104) vuosikeskivirtaama eri YVA-vaihtoehdoissa vuosina 2024-2065.

Suotoveden W104 pitoisuus IL



Kuva 20. Itäläijityksen suotoveden (W104) kokonaistyyppi- ja sulfaattipitoisuuksien vuosikeskiarvot eri YVA-vaihtoehdoissa vuosina 2024-2065.



Kuva 21. Itäläjätyksen suotoveden (W104) kokonaistyyppi- ja sulfaattikuormitus (tonnia/v) eri YVA-vaihtoehtoissa vuosina 2024-2065.

6.6 Herkkyys- ja epävarmuustarkastelu

Mallin herkkyysanalyysin mukaan sivukivialueiden mallin vuositason kuormitusennuste on herkin:

- Läjitetävän sivukiven määrälle ja sen sisältämälle typpimäärälle (g/tn)
- Sivukivien raekokojakaumalle
- Lähtötilanteessa vakioksi määritetylle sulfaattikuormitustasolle
- Sulfaatin liukenemiskertoimille (Liite 5)

Malli on herkkä läjitettävän sivukiven määrälle. Tämä näkyy hyvin edellä esitetyissä pitkän aikasarjan kuormitusta ja suotoveden laatua esittävässä kuvissa läjityssuunnitelmiin perustuvan läjitysmäärän muuttuessa vuonna 2035. Näin ollen läjityssuunnitelmien karkeus tasoittaa vaihtelua, jota todellisuudessa aiheutuisi vuosittaisen läjitysmäärän toteutumisen mukaan. Sivukivien raekokojakaumaa ei ole tutkittu, sen ollessa hyvin haastava muuttuja. Raekokojakauma vaikuttaa sivukivitonnin sisältämään kivipinta-alaan, joka vaikuttaa sivukiven pinnalla reagoivien sulfidien (sulfaatin lähde) määrään. Laskennassa tämän tekijän vaikutuksen huomioiminen sisältää huomattavia epävarmuuksia. Lisätutkimuksilla epävarmuutta voidaan jatkossa pienentää.

Sulfaattikuormituksen muodostumisen osalta mallissa on käytetty alkuvaiheen liukenemista kuvaavia L/S-suhteita, joiden arvioidaan edustavan parhaiten toiminnan aikaista kuormitusta. Mallissa ei ole huomioitu toiminnan aikana tai sen jälkeen tehtävää maisemointia tai muita jälkihoitotoimenpiteitä, joista ei ole mallinnusvaiheessa tarkempaa tietoa. Kuormitukseen voidaan jälkihoitotoimenpiteillä (mm. peittorakenteet) vaikuttaa, millä tavoitellaan nopeampaa kuormituksen pienentymistä. Edellä kuvatuista epävarmuuksista johtuen mallinnusta ei ole ulotettu toiminnan jälkeiseen kuormitukseen.

Läpivirtaustesteillä saatava tulos sulfaatin liukoisuudesta pitkällä aikavälillä sisältää epävarmuuksia, jotka suurella todennäköisyydellä yliarvioivat mallinnettua sulfaattikuormitusta. Lisäksi mallissa oletettiin sulfaattikuormituksen pysyvän vähintään nykyisellä tasolla, mitä pidetään konservatiivisena arviona sulfaattikuormituksen kehittymisestä. Tällä kuormitusvakiolla on merkittävä rooli mallin sulfaattikuormitusennusteessa.

Mallilaskenta perustuu sulfaatin osalta laboratoriossa tehtyihin testeihin vesimäärän vaikutuksesta liukoisuuteen ajan kuluessa. Mallilaskenta tehtiin näin, koska riippuvuussuhdetta kuvaavan parametrisoinnin luominen vaatisi tarkempaa korrelaation selvittämistä.

Liukeneminen on oletettu mallissa vuodenajoista ja säästä riippumattomaksi, minkä vuoksi mallilaskenta jossain määrin yliarvioi kuormitusta etenkin runsaiden sulamisvesien ja sateiden jälkeen, jolloin läpivirtaus on nopeampaa eikä tyypeä tai sulfaattia ehdi samassa määrin liukenemaan suotoveteen. Vuositasolla tarkasteltuna näillä tekijöillä ei ole merkittävää vaikutusta kokonaisuuteen.

Sivukivistä otettujen näytteiden edustavuus kokonaisläjitysmäärää ajatellen on yksi merkittävä epävarmuus. Näytteistä analysoituun typpikertymään ja edelleen mallinnettuun typpikuormitukseen vaikuttaa merkittävästi näytteeseen päätyneen sivukiven syntypaikan etäisyys räjäytyskentästä ja räjäytyksen tyypistä sekä onnistumisesta. Oletetaan, että sivukivien

typpikertymä vaihtelee huomattavasti edellä mainituista tekijöistä johtuen. Sulfaatin liukenemiseen vaikuttavat kivilajien osuudet näytteissä ja miten näyte tältä osin edustaa kokonaisläjitystä.

Mallia tehtäessä ei ole ollut sellaista tietoa sivukiviläjityksen sisäisistä typpi- ja sulfaattikuormitukseen vaikuttavista kemiallisista ja biologisista prosesseista, joiden vaikutusta kuormituksen muodostumiseen olisi voitu huomioida mallissa. Mallissa tyyppiä ei esimerkiksi poistu biologisten tekijöiden johdosta tai kaasuksi denitrifikaation kautta tai muita kulkeutumisreittejä pitkin. Mallinnus perustuukin oletukselle, että laboratoriotestien pohjalta laskettava typpivarasto lopulta liukenee kokonaisuudessaan suotovesiin ja että sulfaatin liukeneminen vastaa liukenemista laboratorion läpivirtausteisteissä. Tämä oletus aiheuttaa mallinnukseen epävarmuutta, joka yliarvioi mallinnettua kuormitusta.

Ilmastonmuutoksen vaikutuksen sivukivialueiden ainetaseeseen oletetaan olevan hyvin pieni. Edellä mainittujen lisäksi pitkälle tulevaisuuteen laadittuun ennusteeseen merkittävimpiä epävarmuuksia tuovat

- Teknologian kehittymisen vaikutukset, esimerkiksi louhintamenetelmien sekä räjäytysaineiden ja -tekniikoiden vaikutukset sivukivien ja typpijäämien määriin.
- YVA-hankkeen suunnitelmien tarkentuminen
- Kaivostoiminnassa tapahtuvat YVA:n ulkopuoliset muutokset

LÄHTEET

Envineer Oy, 2023a. Siilinjärven sää- ja ilmastonmuutosmalli, 5.5.2023.

Envineer Oy, 2023b. Kolmisopen ja Sulkavanjärven vesistömalli, 29.11.2023.

Holopainen, J., Häkkinen, M., Kuittinen, N. ja Nissinen, A., 2020. Yara Siilinjärven rikastushiekaltaan vedenlaatuselvitys. Savonia AMK, Ympäristötekniikka. Projektityö. Julkaisematon. 21 s.

Ramboll Finland Oy, 2016. Yara Suomi Oy, Siilinjärven kaivos, Sivukiviläjityksen pinta- ja pohjavesivaikutukset, 28.12.2016

Ramboll Finland Oy, 2022. TULE-YVA:n arviointiohjelma, 16.8.2022

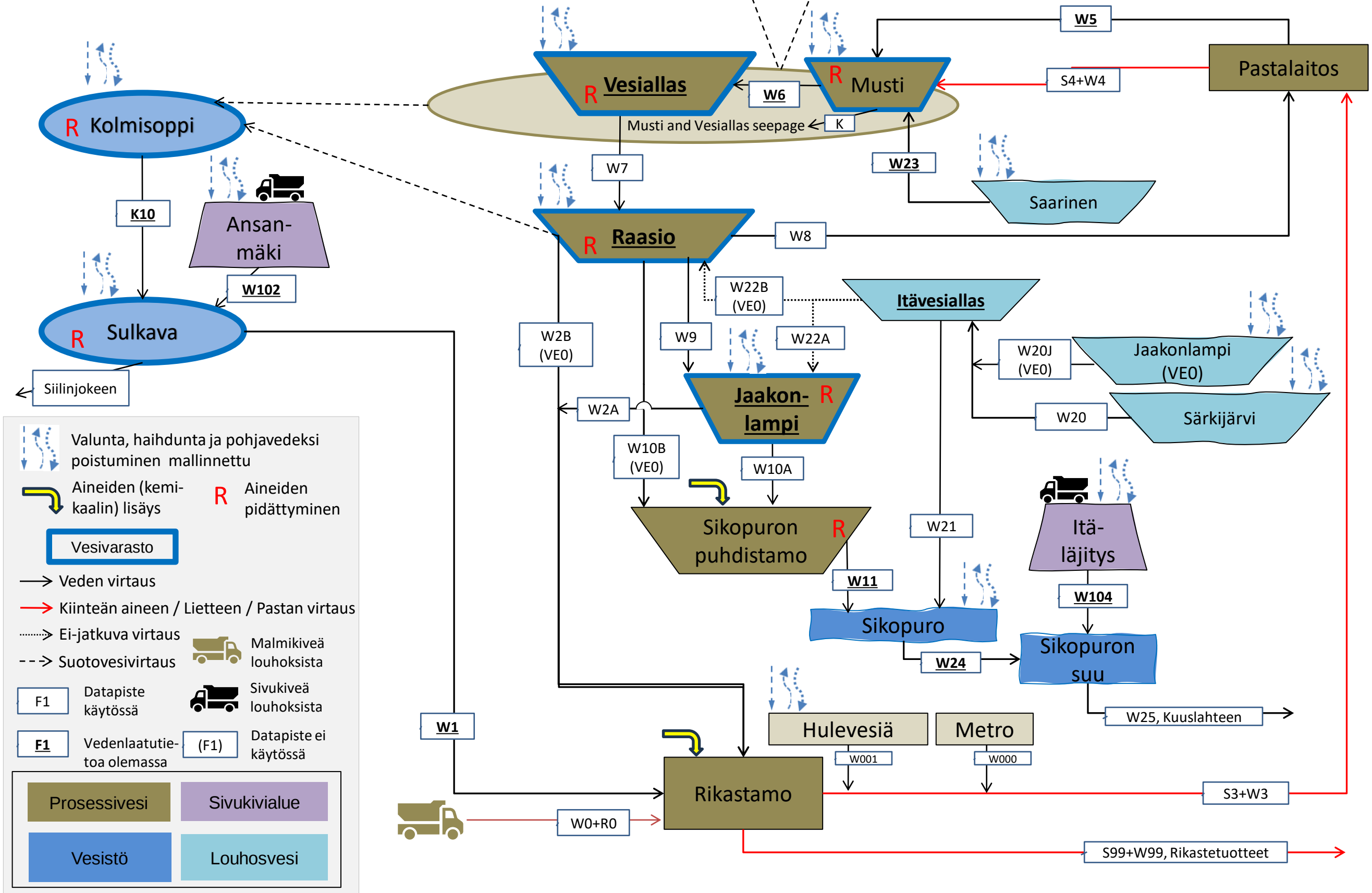
Suomen Ympäristökeskus, 2001. Sadeveden laatu ja laskeuma Suomessa 1998, SY468.

Wahlström M., Eskola P., Laine-Ylijoki J., Leino-Forsman H., Mäkelä E. ja Olin M., 1999. Maanrakentamisessa käytettävien teollisuuden sivutuotteiden riskinarviointi, Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT Kemiantekniikka. VTT Tiedotteita 1995. 79 s. + liitt. 54 s.

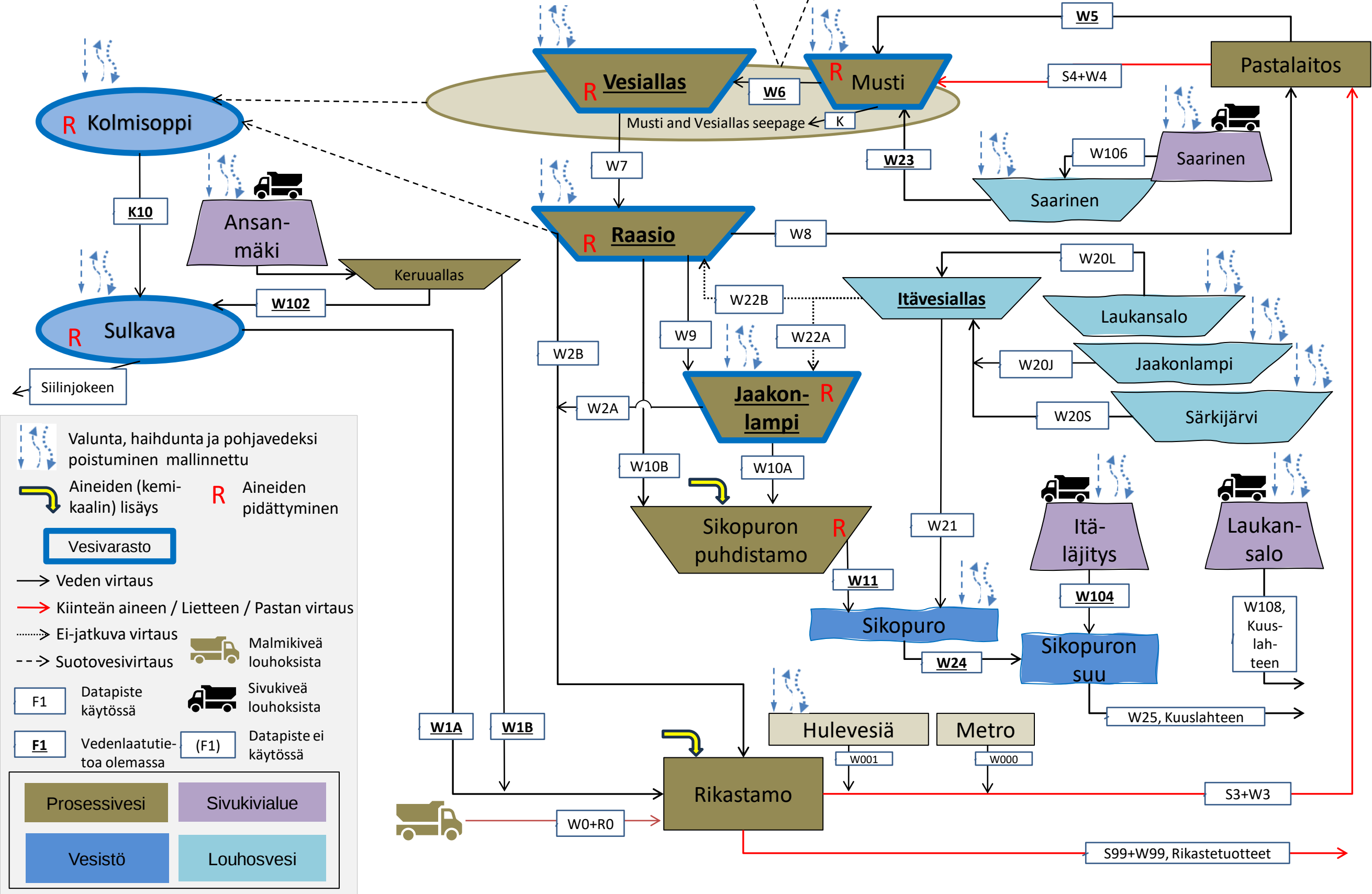


envineer.fi

Yaran Siilinjärven kaivoksen vesi- ja ainetaseen konseptuaalinen kuvaus, nykytila (ja VE0)



Yaran Siilinjärven kaivoksen vesi- ja ainetaseen konseptuaalinen kuvaus, TULE2065



Osamalli	Id	Mistä	Minne	Matriisi	Tarkennus	Vesi- /ainevirtaamaa käytetty rakentamisessa / kalibroinnissa	Vesi- /ainevirtaamaa käytetty verifoinnissa	Pinnankorkeus- / tilavuus- aikasarjaa käytetty rakentamisessa / kalibroinnissa	Pinnankorkeus- / tilavuus- aikasarjaa käytetty verifoinnissa	Datan lähde	Vesi- /ainemäärään liittyvää aikasarjaa on käytetty ennustemallin lähtötietona, miten?	Vesimäärään liittyvä lisätieto	Pitoisuutta käytetty rakentamisessa / kalibroinnissa	Pitoisuutta käytetty verifoinnissa	Pitoisuusdatan lähde	Pitoisuustietoa on käytetty ennustemallin lähtötietona, miten?	Pitoisuuteen liittyvä lisätieto
1. Kaivoksen vesikierto	R0	Louhokset	Rikastamo	malmi	malmisyöte	x				Yaran automaatio-järjestelmä	Malmisyöte	Malmisyöte syötetään lähtöarvona. Oletuksena käytetty 11 000 000 t/a. YVA-skenaarioissa käytetty VE0: 14 000 000 t/a ja VE1-VE4: 15 000 000 t/a.				ks. Lisätieto	Vesikiertoon tulevien aineiden merkittävin lähde on rikastamo. Malmin mukana rikastamolle tulee aineita, jotka päätyvät jauhinmyllyissä prosessiveteen. Rikastamolla käytetään myös kemikaaleja, joista aineita liukenee prosessiveteen. Prosessivesikierron altaiden pitoisuustietojen avulla on kalibroitu rikastamolta vesikiertoon tulevat ainemäärät tasolle, jossa ainetase täsmää vesikierron eri osien mittausten kanssa. Tässä ainelisäyksessä ei ole eritelty virtojen W3, W000 ja W001 osuutta. Tuleva ainemäärä on sidottu malmisyötteen määrään (R0). Oma osansa rikastamolle tulevien aineiden määrissä on myös raaka- ja kiertoveden otolla.
1. Kaivoksen vesikierto	W0	Louhokset	Rikastamo	vesi	malmisyöte	x				Tuotantotietojen keskiarvo viime vuosilta		Malmin kosteus syötetään vakioituna lähtöarvona. Malmin kosteus mallissa 1 paino-%. Rikastamolta saatu tieto.					
1. Kaivoksen vesikierto	W1(A)	Sulkavanjärvi	Rikastamo	vesi	raakavesi	x				Yaran automaatio-järjestelmä		Raakavedenotto pysyy ennustemallissa vakio-arvona 250 m3/h (mediaani 1.11.2019-29.9.2021), eikä se riipu malmituotannon määrästä. Normaalityltilanteessa raakavettä käytetään rikastamolla n.200-300 m3/h.	x	Yaran käyttötarkkailu- ja Sulkavanjärven tarkkailutulokset	Ennusteessa on käytetty pitoisuusdatan kk-keskiarvoja		
1. Kaivoksen vesikierto (YVA)	W1B	Ansanmäen suotovesien keruuallas	Rikastamo	vesi	raakavesi							Osa TULE-hankkeen suunnittelua. Ennustemallissa pumppausmäärä vuodesta 2036 alkaen on 15 l/s ja nousee aina 2 l/s viiden vuoden välein vuoteen 2061 niin, että vuonna 2061 ja siitä eteenpäin Q = 25 l/s.				ks. W102	
1. Kaivoksen vesikierto	W2(A)	Jaakonlampi	Rikastamo	vesi	kiertovesi	x				Yaran automaatio-järjestelmä		Ennustemallissa kiertovedenotto rikastamolle perustuu malmisyötteen määrään. Kiertovedenoton suhde malmisyötteen 0,65 m3/tonni (mediaani 1.11.2019-29.9.2021)	x	Yaran käyttötarkkailu		Ennustemallin ainevirtaama on mallinnetun ainevaraston sekä mallinnetun vapaan vesivaraston tulosta saatavan pitoisuuden ja vesivirtaaman tulo.	
1. Kaivoksen vesikierto (YVA)	W2B	Raasio	Rikastamo	vesi	kiertovesi							Osa TULE-hankkeen suunnittelua. Ennustemallissa sama logiikka kuin W2A				ks. W2(A)	
1. Kaivoksen vesikierto	W3	Rikastamo	Pastalaitos	liete	vesi		x			Yaran automaatio-järjestelmä		Rikastushiekan mukana lähtevän veden osuus on rikastamolle tulevasta kokonaisvesimäärästä se, mitä jää rikasteisiin sitoutuneen veden jälkeen jäljelle. Mallissa 99 % Rikastushiekan osuus on se osa rikastamolle tulevasta kuivamalmista, joka ei mene rikasteeseen (90,9 %). Katso Id S99.				ks. R0	
1. Kaivoksen vesikierto	S3	Rikastamo	Pastalaitos	liete	rikastushiekka		x			Yaran automaatio-järjestelmä							
1. Kaivoksen vesikierto	W99	Rikastamo	Jatkojalostus	vesi	Rikastetuotteiden kosteus	x						Mallissa 1 % rikastamolle tulevasta vedestä poistuu rikastetuotteiden (S99) mukana. Apatiittirikasteen kosteus on noin 8-10 paino-%. Mallissa käytetty 9 %. Biotiitin ja kiilteen kosteus on 10 paino-%. (Tiedot saatu rikastamolta)				ks. R0	
1. Kaivoksen vesikierto	S99	Rikastamo	Jatkojalostus	rikaste	Kaikki rikastetuotteet	x				Tuotantotietojen keskiarvo viime vuosilta		Rikastamolta saadaan apatiittirikastetta ennustemallissa 10 märkäpaino-% tulevasta malmista (vuosien 2017-2022 mediaani 9,98 %). Vastaava kuivapaino-% ennustemallissa on 9,1. Kuivatetun biotiitin ja kiilletuotannon osuus ennustemallissa on 6,5 paino-% apatiittirikastetuotannon määrästä (Rikastamolta saatu keskiarvo: noin 6-7 paino-%). Kuivasta malmisyöttestä kuivapaino-% mallissa on 0,7.					
1. Kaivoksen vesikierto	W000	Metro	Pastalaitos	vesi	Metron kuivanapitovesi	x				Keskiarvo pumppaustiedoista viime vuosilta		Käytetty vakioarvoa rakentamisessa ja ennustemallissa 438 000 m3/a. On kaivokselta saatu arvio pitkän aikavälin keskimääräisestä vesimäärästä.				ks. R0	
1. Kaivoksen vesikierto	W001	Rikastamon piha-alue	Pastalaitos	vesi	hulevesi	x				Pinta-alan perusteella laskettu arvio valunnasta		Hulevesien määrä on arvioitu kaivosalueelle kalibroitujen valutakertoimien (0,4-0,5) ja 10 ha valuma-alueen perusteella sekä mallin rakentamisessa että ennusteessa. Noin 30 000 m3/a.				ks. R0	
1. Kaivoksen vesikierto	W4	Pastalaitos	Musti	pasta	vesi	x				Yaran automaatio-järjestelmä		Mallissa Pastalaitokselta lähtevä vesi on jaettu suhteessa 46 paino-% pastalaitokselle tulevasta vedestä lähtee pastan mukana ja 54 paino-% ylitteenä. Tämä on keskiarvo vuosien 2019-2021 automaatiojärjestelmän datan pohjalta lasketusta suhteesta.					
1. Kaivoksen vesikierto	S4	Pastalaitos	Musti	pasta	rikastushiekka	x				Yaran automaatio-järjestelmä		Mallissa oletus, että kaikki pastalaitokselle tuleva rikastushiekka lähtee pastana rikastushiekka-alueelle. Syöttö rikastushiekka-alueelle kolmessa eri linjassa 1-3					
1. Kaivoksen vesikierto	W5	Pastalaitos	Musti	vesi	ylitevesi							ks. Id W4. Kiintoainepitoisuus ylitevedessä n. 1 %	x	Yaran tekemä lisänäytteenotto		Pitoisuustietoja on käytetty kalibroitaessa rikastamolta lähtevää ainevirtaamaa.	
1. Kaivoksen vesikierto	W23	Saaisen louhos	Musti	vesi	Kuivanapitovesi	x				Keskiarvo pumppaustiedoista viime vuosilta	Louhoksen pinta-alan muutos, pohjavesivalunnan muutos	Mallia rakennettaessa sekä ennusteessa huomioitu vuosipumppauksiin 300 000 - 400 000 m3/a perustuva arvio 350 000 m3/a . Mikäli louhos laajenee, ennustemallissa ylemmistä maaperäkerroksista muodostuva kuivanapitovesimäärä vaihtelee Päälouhokselle laaditun mittatuihin vesimääriin, louhoksen pinta-alaan ja säämalliin (valunta) perustuvaan korrelaatiomalliin perustuen, sekä pohjavedestä tuleva valunta Rambollin pohjavesiasiantuntijan pohjavesivalunta-arvion mukaisesti.	x	Yaran käyttötarkkailu	Ennusteessa on käytetty pitoisuusdatan kk-keskiarvoja		
1. Kaivoksen vesikierto	W6	Musti	Vesiallas	vesi	kiertovesi							Virtaamaa ei ole mitattu, se on laskettu taseasta	x	Yaran käyttötarkkailu			
1. Kaivoksen vesikierto	K	Musti	"Suotovesivarasto"	vesi	Mustilta (ja vesialtaalta) pois suotautuva vesi							Suotovesivirtaamien laskenta on esitetty malliraportissa.					
1. Kaivoksen vesikierto	K21 ja K22	"Suotovesivarasto"	Pienvaluma-alueet 403 ja 503	vesi	suotovesi	x				Suotovesien tarkkailutulokset		Virtaamamittaukset väliltä 2017-2.2022. Ennustemallissa virtaamaksi vakioitu kunkin tarkkailupisteen keskiarvo ko. aikasarjasta.					
1. Kaivoksen vesikierto	K2-K7 ja K20	"Suotovesivarasto"	Kolmisoppi	vesi	suotovesi	x				Suotovesien tarkkailutulokset		Virtaamamittaukset näytepisteen aikasarjasta riippuen väliltä 2007-2.2022. Ennustemallissa virtaamaksi vakioitu kunkin tarkkailupisteen keskiarvo ko. aikasarjasta.	x	Yaran suotovesitarkkailu	Ennusteessa on käytetty pitoisuusdatan kk-keskiarvoja		
1. Kaivoksen vesikierto	W7	Vesiallas	Raasio	vesi	kiertovesi	x	x			Yaran automaatio-järjestelmä		Pumppaus noudattaa W7-virtaaman kalibroinnissa rakennettua operaatiologiikkaa.	x	Yaran käyttötarkkailu		Ennustemallin ainevirtaama on mallinnetun ainevaraston sekä mallinnetun vapaan vesivaraston tulosta saatavan pitoisuuden ja vesivirtaaman tulo.	
1. Kaivoksen vesikierto	W8	Raasio	Pastalaitos	vesi	Pastalaitoksen raakavesi	x				Yaran automaatio-järjestelmä		Mittausjakso on vajaa. Mallin rakentamisessa ja ennustemallissa hyödynnetty sen lisäksi mittausjakson keskiarvoa 30 m3/h, joka vastaa myös Pastalaitoksen laskennallista raakavedentarvetta.	x	Yaran käyttötarkkailu		Ennustemallin ainevirtaama on mallinnetun ainevaraston sekä mallinnetun vapaan vesivaraston tulosta saatavan pitoisuuden ja vesivirtaaman tulo.	
1. Kaivoksen vesikierto	W9	Raasio	Jaakonlampi	vesi	kiertovesi							Virtaamaa ei mitattu. Virtaaman operaatiologiikka on rakennettu perustuen Raasion ja Jaakonlammen pinnankorkeusmittauksiin niin, että Jaakonlammen pinnankorkeus pysyisi mallissa mahdollisimman vakiona.	x	Yaran käyttötarkkailu		Ennustemallin ainevirtaama on mallinnetun ainevaraston sekä mallinnetun vapaan vesivaraston tulosta saatavan pitoisuuden ja vesivirtaaman tulo.	
1. Kaivoksen vesikierto	K8	Raasio	Kolmisoppi	vesi	suotovesi	x				Suotovesien tarkkailutulokset		Virtaamamittaukset väliltä 2017-2.2022. Ennustemallissa virtaamaksi vakioitu kunkin tarkkailupisteen keskiarvo ko. aikasarjasta.	x	Yaran suotovesitarkkailu	Ennusteessa on käytetty pitoisuusdatan kk-keskiarvoja		
1. Kaivoksen vesikierto	W10(A)	Jaakonlampi	Sikopuron puhdistamo	vesi	Vesikierrosta poistettava puhdistettava vesi	x	x			Yaran automaatio-järjestelmä		Puhdistamolle johdettava virtaama ennustemallissa riippuu eniten Vesivarastoaltaan vapaasta vesitilavuudesta. Puhdistamolle johdetaan se vesimäärä, joka jää yli Vesivarastoaltaan pinnankorkeuden säätelystä. Puhdistamolle johdettu vesimäärä pyritään pitämään ennustemallissa mahdollisimman vakiona kolmessa eri ajoasennossa: a) 0 m3/h, b) 380-480 m3/h ja c) 790-890 m3/h	x	Yaran käyttötarkkailu		Ennustemallin ainevirtaama on mallinnetun ainevaraston sekä mallinnetun vapaan vesivaraston tulosta saatavan pitoisuuden ja vesivirtaaman tulo.	
1. Kaivoksen vesikierto (YVA)	W10B	Raasio	Sikopuron puhdistamo	vesi	Vesikierrosta poistettava puhdistettava vesi							Osa TULE-hankkeen suunnittelua. Sama ennustemallin logiikka kuin W10A.				ks. W10(A)	
1. Kaivoksen vesikierto	W11	Sikopuron puhdistamo	Sikopuro	vesi	Ympäristöön johdettava puhdistettu vesi					Yaran automaatio-järjestelmä		Virtaamaa ei mitattu. Vesimäärä on mallissa sama kuin puhdistamolle johdettu vesimäärä (W10).	x	Yaran kuormitustarkkailu		Sikopuron puhdistamolta lähtevään kuormitukseen vaikuttavat sen tarkkailutietoihin perustuva ainekohtainen puhdistusteho sekä puhdistusprosessissa käytetty PIX-105A -saostuskemikaali, josta veteen liukenee sulfaattia. Parametrit on kalibroitu kuormitustarkkailun tietojen vasten.	
1. Kaivoksen vesikierto	W20(S)	Päälouhos	Itävesiallas	vesi	Kuivanapitovesi	x	x			Yaran automaatio-järjestelmä	Louhoksen pinta-alan muutos, pohjavesivalunnan muutos	Ennustemallissa päälouhoksesta tuleva ylemmistä maaperäkerroksista muodostuva kuivanapitovesimäärä vaihtelee mitattujen vesimäärien, louhoksen pinta-alan ja säämallin (valunta) välille rakennetun korrelaatiomallin mukaisesti. Pohjavedestä muodostuvien kuivanapitovesien määrä kasvaa lineaarisesti päättyen ajanhetkeen, jolloin louhos on täydessä laajuudessaan, jolloin ko. vesimäärä on Rambollin pohjavesiasiantuntijan täysimittaisen louhoksen pohjavesivalunnasta tekemän arvion mukainen.	x	Yaran käyttötarkkailu	Ennusteessa on käytetty pitoisuusdatan kk-keskiarvoja		

Osamalli	Id	Mistä	Minne	Matriisi	Tarkennus	Vesi- /ainevirtaamaa käytetty rakentamisessa / kalibroinnissa	Vesi- /ainevirtaamaa käytetty verifiointissa	Pinnankorkeus- / tilavuus- aikasarjaa käytetty rakentamisessa / kalibroinnissa	Pinnankorkeus- / tilavuus- aikasarjaa käytetty verifiointissa	Datan lähde	Vesi-/ainemäärään liittyvää aikasarjaa on käytetty ennustemallin lähtötietona, miten?	Vesimäärään liittyvä lisätieto	Pitoisuutta käytetty rakentamisessa / kalibroinnissa	Pitoisuutta käytetty verifiointissa	Pitoisuusdatan lähde	Pitoisuustietoa on käytetty ennustemallin lähtötietona, miten?	Pitoisuuteen liittyvä lisätieto	
1. Kaivoksen vesikierto (YVA)	W20J	Jaakonlammen louhos	Itävesiallas	vesi	Kuivanapitovesi						Louhoksen pinta- alan muutos, pohjavesivalunnan muutos	Osa TULE-hankkeen suunnittelua. Ennustemallissa ylempistä maaperäkerroksista muodostuva kuivanapitovesimäärä vaihtelee Päälouhokselle laaditun mitattuihin vesimääriin, louhoksen pinta-alaan ja säämalliin (valunta) perustuvaan korrelaatiomallin perustuen. Pohjavedestä muodostuvien kuivanapitovesien määrä kasvaa louhinnan aloitushetkestä linearisesti päättyen ajanhetkeen, jolloin louhos on täydessä laajuudessaan, jolloin vesimäärä on Rambollin pohjavesiasiantuntijan täysimittaisen louhoksen pohjavesivalunnasta tekemän arvion mukainen.				Ennusteessa on käytetty Särkijärven kuivanapitovesien pitoisuusdatan kk- keskiarvoja		
1. Kaivoksen vesikierto (YVA)	W20L	Laukansalon louhos	Itävesiallas	vesi	Kuivanapitovesi						Louhoksen pinta- alan muutos, pohjavesivalunnan muutos	Osa TULE-hankkeen suunnittelua. Ennustemallissa ylempistä maaperäkerroksista muodostuva kuivanapitovesimäärä vaihtelee Päälouhokselle laaditun mitattuihin vesimääriin, louhoksen pinta-alaan ja säämalliin (valunta) perustuvaan korrelaatiomallin perustuen. Pohjavedestä muodostuvien kuivanapitovesien määrä kasvaa louhinnan aloitushetkestä linearisesti päättyen ajanhetkeen, jolloin louhos on täydessä laajuudessaan, jolloin vesimäärä on Rambollin pohjavesiasiantuntijan täysimittaisen louhoksen pohjavesivalunnasta tekemän arvion mukainen.				Ennusteessa on käytetty Särkijärven kuivanapitovesien pitoisuusdatan kk- keskiarvoja		
1. Kaivoksen vesikierto	W21	Itävesiallas	Sikopuro	vesi	Ympäristöön johtamiskelpoinen kuivanapitovesi	x				Yaran automaatio- järjestelmä		Ennustemallissa kaikki itävesialtaaseen tuleva vesi ohjataan Sikopuroon		ks. W20(S)				
1. Kaivoksen vesikierto	W22(A)	Itävesiallas	Jaakonlampi	vesi	Ympäristöön johtamiskelvoton kuivanapitovesi	x				Yaran automaatio- järjestelmä		Ennustemallissa kaikki itävesialtaaseen tuleva vesi ohjataan Sikopuroon		ks. W20(S)				
1. Kaivoksen vesikierto (YVA)	W22B	Itävesiallas	Raasio	vesi	Ympäristöön johtamiskelvoton kuivanapitovesi							Osa TULE-hankkeen suunnittelua. Ennustemallissa kaikki itävesialtaaseen tuleva vesi ohjataan Sikopuroon						
1. Kaivoksen vesikierto	W24	Sikopuro	Sikopuron suualue	vesi	Puhdistettu kiertovesi+kuivanapitovesi+ Kortteisen valuma		x					Huomioitu Sikopuroon tuleva luonnonvalunta säämallin ja valuma-alueen pinta-alan mukaisesti. W24 on luonnonvaluman, W11 ja W21 summa.		x		ks. Lisätieto	Valuma-alueen ei rakennetun alueen valumavesien pitoisuutena on käytetty Syrjänpuron kk-keskiarvoja	
1. Kaivoksen vesikierto	Musti	-	-	vesi	vapaa vesitilavuus			x		Yaran automaatio- järjestelmä		Mustin alueen vapaata vesivarastoa ei ole mallinnettu, koska sen tilavuus on pieni, eikä pinnankorkeuden ja tilavuuden suhde ole tiedossa. Mallissa oletetaan, läjittyneen rikastushiekan huokostilavuudesta 90 % olevan vedellä kyllästyneessä tilassa, jolloin vettä pidätty hiekan huokosiin läjityksen					Fosfori- ja typpiainevarastoa pienentävät viipymään perustuvat ja käyttötarkkailun pitoisuustietoja vasten kalibroidut retentioarvot.	
1. Kaivoksen vesikierto	Musti	-	-	rikastushiekka	läjitetty rh-tilavuus							Laskettu tulevan rikastushiekan määrän, läjitetyn rikastushiekan tiheyden 1,9 t/m3 ja kuivan rikastuhiekan ominaispainon 2,9 t/m3 perusteella.						
1. Kaivoksen vesikierto	Vesiallas	-	-	vesi	vapaa vesitilavuus			x	x	Yaran automaatio- järjestelmä		Vesialtaan pinnankorkeus on koko vesitaseen tärkein kalibrointi- ja verifiointiaineisto. Ennustemallissa vesitasetta säädellään Yaran vesienhallinnan käsikirjan mukaisten tavoitepinnankorkeuksien pohjalta rakennetun Vesialtaan operaatiologiikan mukaisesti.	x	Yaran käyttötarkkailu		Fosfori- ja typpiainevarastoa pienentävät viipymään perustuvat ja käyttötarkkailun pitoisuustietoja vasten kalibroidut retentioarvot.		
1. Kaivoksen vesikierto	Raasio	-	-	vesi	vapaa vesitilavuus			x		Yaran automaatio- järjestelmä		Ennustemallissa Raasion vesivarasto pyritään pitämään mahdollisimman vakiona hienosäätämällä Vesialtaasta Raasioon pumpattavaa ja Jaakonlampeen johdettavan veden määrää sekä Yaran vesienhallinnan käsikirjan mukaiset pinnankorkeudet ja pinnankorkeusmuutosten turvallisuusarjoitukset huomioiden. Ennustemalli pyrkii pumpaamaan Vesialtaasta Raasioon vain sellaisen vesimäärän, joka voidaan samantien johtaa edelleen Jaakonlampeen.	x	Yaran käyttötarkkailu	ks. Lisätieto	Fosfori- ja typpiainevarastoa pienentävät viipymään perustuvat ja käyttötarkkailun pitoisuustietoja vasten kalibroidut retentioarvot. Valuma-alueen ei rakennetun alueen valumavesien pitoisuutena on käytetty Syrjänpuron kk-keskiarvoja		
1. Kaivoksen vesikierto	Jaakonlampi	-	-	vesi	vapaa vesitilavuus			x		Yaran automaatio- järjestelmä		Ennustemallissa Jaakonlammen vesivarasto pyritään pitämään mahdollisimman vakiona hienosäätämällä Vesialtaasta Raasioon pumpattavaa ja Raasiosta Jaakonlampeen johdettavan veden määrää. Vesivarastoa säätelee myös Yaran vesienhallinnan käsikirjan mukaiset pinnankorkeuden reunaehdot. Ennustemalli pyrkii pumpaamaan Vesialtaasta Raasioon vain sellaisen vesimäärän, joka voidaan samantien johtaa edelleen Jaakonlammen kautta rikastamolle tai Sikopuron puhdistamolle.	x	Yaran käyttötarkkailu	ks. Lisätieto	Valuma-alueen ei rakennetun alueen valumavesien pitoisuutena on käytetty Syrjänpuron kk-keskiarvoja		
2. Sivukivialuemalli	R101	Louhokset	Ansanmäki	sivukivi	läjitetty sivukivimäärä	x				Yaran automaatio- järjestelmä	Tuotantosunnitel- man mukainen sivukivien läjitysmäärä		x	Sivukivien laboratoriotutkimuk- set		Ainevirtaaman ennuste sivukivialuille perustuu laboratoriotutkimuksissa 2022 sivukivitonnia kohti määritettyihin typen ja sulfaatin keskimääriisiin liukeneviin kokonaismääriin (Ravistelustetit).		
2. Sivukivialuemalli	R103	Louhokset	Itäläjitys	sivukivi	läjitetty sivukivimäärä	x				Yaran automaatio- järjestelmä	Tuotantosunnitel- man mukainen sivukivien läjitysmäärä		x	Sivukivien laboratoriotutkimuk- set		ks R101 yllä		
2. Sivukivialuemalli (YVA)	R105	Louhokset	Saaisen läjitys	sivukivi	läjitetty sivukivimäärä						Tuotantosunnitel- man mukainen sivukivien läjitysmäärä					ks. R101 yllä		
2. Sivukivialuemalli (YVA)	R107	Louhokset	Laukansalon läjitys	sivukivi	läjitetty sivukivimäärä						Tuotantosunnitel- man mukainen sivukivien läjitysmäärä					ks. R101 yllä		
2. Sivukivialuemalli	Ansanmäki	-	-	Sivukivi+Vesi	Vesi-ja ainetase							Sivukivialueen vesivarasto muodostuu veden viipymästä vesitaseen tai sulannan ja suotoveden muodostumisen välillä.				R101, ks. Lisätieto	Kuvattu tarkemmin raportissa	
2. Sivukivialuemalli	Itäläjitys	-	-	Sivukivi+Vesi	Vesi-ja ainetase							ks. Ansanmäki					R103, ks. Lisätieto	ks. Ansanmäki yllä.
2. Sivukivialuemalli	Saaisen läjitys	Saaisen läjitys	Saaisen läjitys	Saaisen läjitys	Vesi-ja ainetase							ks. Ansanmäki					R105, ks. Lisätieto	ks. Ansanmäki yllä.
2. Sivukivialuemalli	laukansalon läjitys	laukansalon läjitys	laukansalon läjitys	laukansalon läjitys	Vesi-ja ainetase							ks. Ansanmäki					R107, ks. Lisätieto	ks. Ansanmäki yllä.
2. Sivukivialuemalli (YVA)	Keruaallas	-	-	vesi	suotovesi						Ansanmäen suotovesimäärä	TULE-YVA:n hankevaihtoehtojen suunnitelmiin kuuluu Ansanmäen suotovesien osittainen pumpaaminen rikastamolle raakavedeksi ja osittain Sulkavanjärveen tästä uudesta altaasta, johon Ansanmäen suotovedet johdetaan (Ks. W18)					ks. W102	
2. Sivukivialuemalli	W102	Ansanmäki /Ansanmäen suotovesien kerruallas	Ansanmäenpuro	vesi	suotovesi	x	x			Jatkuvatoiminen virtaamamittaus		Sivukivialueen vesivarastosta lähtevä vesimäärä on kalibroitu jatkuvatoimisen virtaamamittauksen dataa vasten.	x	Yaran suotovesitarkkailu			Sivukivialueelta lähtevä ainemäärä perustuu mallissa vesivaraston liuenneiden aineiden pitoisuuden ja mallinnetun suotovesimäärän tuloon.	
2. Sivukivialuemalli	W104	Itäläjitys	Sikopuro	vesi	suotovesi	x	x			Jatkuvatoiminen virtaamamittaus		virtaamamittauksen dataa vasten. Koska dataa vasta syksystä 2021 alkaen on käytetty pohjana myös Ansanmäen (W102) mittauksia.	x	Yaran suotovesitarkkailu			ks. W102	
2. Sivukivialuemalli (YVA)	W106	Saaisen läjitys	Saaisen louhos	vesi	suotovesi							Sivukivialueen vesivarastosta lähtevän vesimäärän mallintamisessa on käytetty samoja viipymäparametrien arvoja kuin Ansanmäessä.					ks. W102	
2. Sivukivialuemalli (YVA)	W108	Laukansalon läjitys	Kuuslahti	vesi	suotovesi							Sivukivialueen vesivarastosta lähtevän vesimäärän mallintamisessa on käytetty samoja viipymäparametrien arvoja kuin Ansanmäessä.					ks. W102	
3. Ympäristövedet	W25	Sikopuron suualue	Kuuslahti	vesi	Sikopurosta Kuuslahteen yhteensä							On suoraan tulevien vesimäärien (W24 ja W104) summa.						



ANALYYSIRAPORTTI

Tilausnumero	: HL2203850	Tarjousnumero	: OF210566
Asiakas	: Envineer Oy	Projekti	: ----
Yhteyshenkilö	: Matias Viitasalo	Ostotilausnumero	: ----
Osoite	: Microkatu 1 70210 Kuopio Suomi	Näytteenottaja	: Yara Hartikainen/Kuljetus Taattola
Sähköposti	: matias.viitasalo@envineer.fi	Näytteenottokohde	: ----
Puhelin	: ----	Vastaanotetut näytteet	: 10
Sivu	: 1 / 6	Analysoidut näytteet	: 10
		Vastaanottopvm	: 2022-08-10 12:05
		Analyysien aloituspvm	: 2022-08-26
		Päiväys	: 2022-08-30 16:06

Yleiset kommentit

Jos näytteenottoaikaa ei ole toimitettu, käytetään näytteenottoajan oletusarvoa 00:00 näytteenottopäivänä. Jos näytteenottopäivää ei ole toimitettu, käytetään oletusnäytteenottopäivää ja se näytetään sulkeissa ilman kellonaikaa.

Tämä raportti edustaa alkuperäistä analyysiraporttia. Raporttia ei saa muokata ja sen saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muusta kopioinnista on saatava erillinen kirjallinen lupa laboratoriolta. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lisätietoa laboratorion vastuuvuolisuuksista löytyy kotisivuiltamme <http://www.alsglobal.fi>

Allekirjoitukset

Asema

Jari Hautala

Maajohtaja

Sivu
Tilausnumero
Asiakas

: 2 / 6
: HL2203850
: Envineer Oy



Analyysitulokset

Näyttematriisi: UUTE

Asiakkaan
näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Näytetyyppi 1: osanäyte nro
1.

HL2203850-001

2022-08-10 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Epäorgaaniset yhdisteet							
kokonaistyyppi	0.12	± 0.04	mg/L	0.10	W-NTOT-IR-CL/PR	W-NTOT-CL	PR
Epäorgaaniset parametrit							
nitraatit	0.162	± 0.024	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriitit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitraattityppi	0.036	± 0.005	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriittityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
ammonium	<0.026	----	mg/L	0.026	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR
ammoniumtyppi	<0.020	----	mg/L	0.020	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR

Näyttematriisi: UUTE

Asiakkaan
näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Näytetyyppi 1: osanäyte nro
2.

HL2203850-002

2022-08-10 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Epäorgaaniset yhdisteet							
kokonaistyyppi	0.10	± 0.03	mg/L	0.10	W-NTOT-IR-CL/PR	W-NTOT-CL	PR
Epäorgaaniset parametrit							
nitraatit	0.131	± 0.020	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriitit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitraattityppi	0.030	± 0.004	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriittityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
ammonium	<0.026	----	mg/L	0.026	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR
ammoniumtyppi	<0.020	----	mg/L	0.020	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR

Sivu
Tilausnumero
Asiakas

: 3 / 6
: HL2203850
: Envineer Oy



Näytematriisi: UUTE

Asiakkaan
näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Näytetyyppi 1: osanäyte nro
3.
HL2203850-003
2022-08-10 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Epäorgaaniset yhdisteet							
kokonaistyyppi	0.14	± 0.04	mg/L	0.10	W-NTOT-IR-CL/PR	W-NTOT-CL	PR
Epäorgaaniset parametrit							
nitraatit	0.228	± 0.034	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriitit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitraattityppi	0.051	± 0.008	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriittityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
ammonium	0.047	± 0.007	mg/L	0.026	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR
ammoniumtyppi	0.037	± 0.006	mg/L	0.020	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR

Näytematriisi: UUTE

Asiakkaan
näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Näytetyyppi 1: osanäyte nro
4.
HL2203850-004
2022-08-10 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Epäorgaaniset yhdisteet							
kokonaistyyppi	0.16	± 0.05	mg/L	0.10	W-NTOT-IR-CL/PR	W-NTOT-CL	PR
Epäorgaaniset parametrit							
nitraatit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriitit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitraattityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriittityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
ammonium	<0.026	----	mg/L	0.026	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR
ammoniumtyppi	<0.020	----	mg/L	0.020	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR

Näytematriisi: UUTE

Asiakkaan
näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Näytetyyppi 1: osanäyte nro
5.
HL2203850-005
2022-08-10 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Epäorgaaniset yhdisteet							
kokonaistyyppi	0.22	± 0.06	mg/L	0.10	W-NTOT-IR-CL/PR	W-NTOT-CL	PR
Epäorgaaniset parametrit							
nitraatit	0.263	± 0.039	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriitit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitraattityppi	0.059	± 0.009	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriittityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
ammonium	0.142	± 0.021	mg/L	0.026	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR
ammoniumtyppi	0.110	± 0.016	mg/L	0.020	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR

Sivu
Tilausnumero
Asiakas

: 4 / 6
: HL2203850
: Envineer Oy



Näytematriisi: UUTE

Asiakkaan
näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Näytetyyppi 1: osanäyte nro
6.
HL2203850-006
2022-08-10 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Epäorgaaniset yhdisteet							
kokonaistyyppi	0.14	± 0.04	mg/L	0.10	W-NTOT-IR-CL/PR	W-NTOT-CL	PR
Epäorgaaniset parametrit							
nitraatit	0.298	± 0.045	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriitit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitraattityppi	0.067	± 0.010	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriittityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
ammonium	0.035	± 0.005	mg/L	0.026	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR
ammoniumtyppi	0.027	± 0.004	mg/L	0.020	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR

Näytematriisi: UUTE

Asiakkaan
näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Näytetyyppi 1: osanäyte nro
7.
HL2203850-007
2022-08-10 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Epäorgaaniset yhdisteet							
kokonaistyyppi	0.23	± 0.07	mg/L	0.10	W-NTOT-IR-CL/PR	W-NTOT-CL	PR
Epäorgaaniset parametrit							
nitraatit	0.255	± 0.038	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriitit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitraattityppi	0.058	± 0.009	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriittityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
ammonium	0.133	± 0.020	mg/L	0.026	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR
ammoniumtyppi	0.103	± 0.015	mg/L	0.020	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR

Näytematriisi: UUTE

Asiakkaan
näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Näytetyyppi 1: osanäyte nro
8.
HL2203850-008
2022-08-10 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Epäorgaaniset yhdisteet							
kokonaistyyppi	<0.10	----	mg/L	0.10	W-NTOT-IR-CL/PR	W-NTOT-CL	PR
Epäorgaaniset parametrit							
nitraatit	0.149	± 0.022	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriitit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitraattityppi	0.034	± 0.005	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriittityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
ammonium	<0.026	----	mg/L	0.026	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR
ammoniumtyppi	<0.020	----	mg/L	0.020	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR

Sivu
Tilausnumero
Asiakas

: 5 / 6
: HL2203850
: Envineer Oy



Näyttematriisi: UUTE

Asiakkaan
näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Näytetyyppi 1: osanäyte nro
9.
HL2203850-009
2022-08-10 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Epäorgaaniset yhdisteet							
kokonaistyyppi	<0.10	----	mg/L	0.10	W-NTOT-IR-CL/PR	W-NTOT-CL	PR
Epäorgaaniset parametrit							
nitraatit	0.141	± 0.021	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriitit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitraattityppi	0.032	± 0.005	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriittityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
ammonium	<0.026	----	mg/L	0.026	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR
ammoniumtyppi	<0.020	----	mg/L	0.020	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR

Näyttematriisi: UUTE

Asiakkaan
näytetunnus
Laboratorion näytetunnus
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika

Näytetyyppi 2: osanäyte nro
10.
HL2203850-010
2022-08-10 00:00

Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Epäorgaaniset yhdisteet							
kokonaistyyppi	0.29	± 0.09	mg/L	0.10	W-NTOT-IR-CL/PR	W-NTOT-CL	PR
Epäorgaaniset parametrit							
nitraatit	0.134	± 0.020	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriitit	<0.040	----	mg/L	0.040	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitraattityppi	0.030	± 0.004	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
nitriittityppi	<0.010	----	mg/L	0.010	W-ANI-ENV/PR	W-ANI-ENV	PR
ammonium	0.266	± 0.040	mg/L	0.026	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR
ammoniumtyppi	0.206	± 0.031	mg/L	0.020	W-NH4-SPCL/PR	W-NH4-SPC	PR

Analyyseraportin tulososa päättyy tähän

Sivu : 6 / 6
Tilausnumero : HL2203850
Asiakas : Envineer Oy



Lyhyt menetelmäkuvaus

Analyysimenetelmät	Menetelmäkuvaukset
W-ANI-ENV	CZ_SOP_D06_02_068 (CSN EN ISO 10304-1) Liukoisen fluoridin, kloridin, nitriitin, bromidin, nitraatin ja sulfaatin määrittäminen ioniestekromatografilla ja nitriittitypen, nitraattitypen ja sulfaattirikin määrittäminen laskennallisesti mitatuista arvoista, sisältäen myös kokonaismineralisaation laskennan.
W-NH4-SPC	CZ_SOP_D06_02_019 (CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, SM 4500-NO2-, SM 4500-NO3-) Ammoniumin ja ammonium-ionien summan sekä nitriitin ja nitriitti- ja nitraatti-ionien summan määrittäminen diskreetillä spektrofotometrillä. Nitriitin, nitraatin, ammoniumin, epäorgaanisen ja orgaanisen kokonaistypen sekä vapaan ja dissosioituneiden ammonium-ionien määrittäminen laskennallisesti mitatuista arvoista, sisältäen myös kokonaismineralisaation laskennan.
W-NTOT-CL	CZ_SOP_D06_02_094.A (CSN EN 12260) Sitoutuneen typen (TNb) määrittäminen typen oksidien hapettamisen jälkeen kemiluminesenssidetektiolla.
W-NTOT-IR	CZ_SOP_D06_02_094.B (CSN EN 12260) Sitoutuneen typen (TNb) määrittäminen typen oksidien hapettamisen jälkeen IR-detektioinnilla.

Lyhenteet: **LOR** = Raportointiraja (Limit Of Reporting) edustaa normaalia raportointirajaa kyseessä olevalle parametrille ja menetelmälle. Huomioithan, että raportointiraja voi nousta esim. liian pienen näytemäärän vuoksi tai jos näyte joudutaan laimentamaan matriisihäiriöiden vuoksi.

MU = Mittausepävarmuus

* = Merkki tuloksen yhteydessä tarkoittaa akkreditoimatonta analyysia.

Mittausepävarmuus:

Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena (dokumentin "Guide to the Expression of Measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010" määritelmän mukaan), jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%. Mittausepävarmuus raportoidaan vain havaituille yhdisteille, joiden pitoisuudet ovat yli raportointirajan.

Alihankkijoiden mittausepävarmuus on yleensä annettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2. Laboratoriolta saa lisätietoja pyydettäessä.

Analysoiva laboratorio

	Laboratorio
PR	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Praha 9 - Vysocany Tšekki 190 00 Akkreditointielin: CAI Akkreditointinumero: 1163



Tutkimustodistus AR-22-YB-042267-01
Päivämäärä 19.12.2022

Sivu 1/3

Tutkimusnro EUFI05-00017604

Asiakasnro YB0001222

11034-099

Envineer Oy

Matias Viitasalo

PL 1199

70211 KUOPIO

FINLAND

s-posti: matias.viitasalo@envineer.fi

Tilauksen kuvaus

2022545 (14.6.2022) ja 2022549 (29.6.2022) räjäytettyä ja 8.8.2022 murskattua sivukiveä

Näyttenumero	693-2022-00040088	693-2022-00040089	693-2022-00040090	693-2022-00040091	693-2022-00040092
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 6	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 1	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 2	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 3	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 4
Näytteen kuvaus	Kivimurske	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Kivi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /
	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset							
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l		84	87	78	56
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	100,0				
Typpi (N) *	YSD24	mg/l		2,5	1,9	1,7	1,2
Alkuaineanalyysit							
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l		0,012	0,046	0,052	0,054
Kolonnitesti, veloitus perYBEC1 fraktio				Tehty	Tehty	Tehty	Tehty



Näytenumero	693-2022-00040093	693-2022-00040094	693-2022-00040095	693-2022-00040096
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 5	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 6	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 7	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 8
Näytteen kuvaus	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l	33	11	6,2	6,2
Typpi (N) *	YSD24	mg/l	0,52	0,25	0,095	0,097
Alkuaineanalyysit						
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l	0,059	0,021	0,014	0,018
Kolonnitesti, veloitus per YBEC1 fraktio			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

19.12.2022

Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBB03	Sulfaatti (SO ₄)	<50:±4mg/l >50:±8%	5	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YSD24	Typpi (N)	<0.07:±0.01mg/l >0.07:±15%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	YS
Alkuaineanalyysit						
YB0KW	Fosfori (P)	<0.05:±0.005mg/l >0.05:±10%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009	YB
YBEC1	Kolonnitesti, veloitus per fraktio			Ei		YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Jakelu : eeva.kauppinen@envineer.fi, hanna.luukkonen@yara.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Sivu 1/3
Tutkimustodistus AR-22-YB-042271-01
Päivämäärä 19.12.2022

Tutkimusnro EUFI05-00017605

Asiakasnro YB0001222

11034-099

Envineer Oy

Matias Viitasalo

PL 1199

70211 KUOPIO

FINLAND

s-posti: matias.viitasalo@envineer.fi

Tilauksen kuvaus

2022545 (14.6.2022) ja 2022549 (29.6.2022) räjäytettyä ja 8.8.2022 murskattua sivukiveä

Näyttenumero	693-2022-00040097	693-2022-00040098	693-2022-00040099	693-2022-00040100	693-2022-00040101
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 7	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 1	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 2	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 3	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 4
Näytteen kuvaus	Kivimurske	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Kivi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /
	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset							
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l		49	34	31	35
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	100,0				
Typpi (N) *	YSD24	mg/l		1,9	0,96	0,89	0,98
Alkuaineanalyysit							
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l		0,13	0,13	0,11	0,11
Kolonnitesti, veloitus perYBEC1 fraktio				Tehty	Tehty	Tehty	Tehty



Näytenumero	693-2022-00040102	693-2022-00040103	693-2022-00040104	693-2022-00040105
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 5	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 6	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 7	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 8
Näytteen kuvaus	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l	24	18	9,0	<5
Typpi (N) *	YSD24	mg/l	0,59	0,39	0,21	0,11
Alkuaineanalyysit						
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l	0,084	0,063	0,065	0,035
Kolonnitesti, veloitus per YBEC1 fraktio			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

19.12.2022

Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBB03	Sulfaatti (SO ₄)	<50:±4mg/l >50:±8%	5	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YSD24	Typpi (N)	<0.07:±0.01mg/l >0.07:±15%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	YS
Alkuaineanalyysit						
YB0KW	Fosfori (P)	<0.05:±0.005mg/l >0.05:±10%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009	YB
YBEC1	Kolonnitesti, veloitus per fraktio			Ei		YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Jakelu : eeva.kauppinen@envineer.fi, hanna.luukkonen@yara.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Sivu 1/3
Tutkimustodistus AR-22-YB-042281-01
Päivämäärä 19.12.2022

Tutkimusnro EUFI05-00017606

Asiakasnro YB0001222

11034-099

Envineer Oy

Matias Viitasalo

PL 1199

70211 KUOPIO

FINLAND

s-posti: matias.viitasalo@envineer.fi

Tilauksen kuvaus

2022545 (14.6.2022) ja 2022549 (29.6.2022) räjäytettyä ja 8.8.2022 murskattua sivukiveä

Näyttenumero	693-2022-00040106	693-2022-00040107	693-2022-00040108	693-2022-00040109	693-2022-00040110
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 9	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 1	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 2	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 3	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 4
Näytteen kuvaus	Kivimurske	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Kivi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /
	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset							
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l		110	64	69	68
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	100,0				
Typpi (N) *	YSD24	mg/l		1,8	0,70	0,69	0,68
Alkuaineanalyysit							
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l		0,043	0,064	0,056	0,075
Kolonnitesti, veloitus per YBEC1 fraktio				Tehty	Tehty	Tehty	Tehty



Näytenumero	693-2022-00040111	693-2022-00040112	693-2022-00040113	693-2022-00040114
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 5	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 6	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 7	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 8
Näytteen kuvaus	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l	35	22	11	5,6
Typpi (N) *	YSD24	mg/l	0,27	0,14	0,079	0,10
Alkuaineanalyysit						
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l	0,049	0,053	0,026	0,025
Kolonnitesti, veloitus per YBEC1 fraktio			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

19.12.2022



Joonas Kortelainen Analyysipalvelupäällikkö

JoonasKortelainen@eurofins.fi +358 401448828

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBB03	Sulfaatti (SO ₄)	<50:±4mg/l >50:±8%	5	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YSD24	Typpi (N)	<0.07:±0.01mg/l >0.07:±15%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	YS
Alkuaineanalyysit						
YB0KW	Fosfori (P)	<0.05:±0.005mg/l >0.05:±10%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009	YB
YBEC1	Kolonnitesti, veloitus per fraktio			Ei		YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Jakelu : eeva.kauppinen@envineer.fi, hanna.luukkonen@yara.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.


Tutkimustodistus
Päivämäärä

Sivu 1/3
AR-22-YB-042359-01
20.12.2022

Tutkimusnro EUFI05-00017607

Asiakasnro YB0001222

11034-099

Envineer Oy

Matias Viitasalo

PL 1199

70211 KUOPIO

FINLAND

s-posti: matias.viitasalo@envineer.fi

Tilauksen kuvaus

2022545 (14.6.2022) ja 2022549 (29.6.2022) räjäytettyä ja 8.8.2022 murskattua sivukiveä

Näyttenumero	693-2022-00040115	693-2022-00040116	693-2022-00040117	693-2022-00040118	693-2022-00040119
Näytteen nimi	Näytetyyppi 2: osanäyte 10	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 1	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 2	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 3	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 4
Näytteen kuvaus	Kivimurske	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Kivi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /
	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset							
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l		160	100	65	43
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	100,0				
Typpi (N) *	YSD24	mg/l		2,5	2,7	1,7	0,69
Alkuaineanalyysit							
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l		0,23	0,26	0,21	0,17
Kolonnitesti, veloitus per YBEC1 fraktio				Tehty	Tehty	Tehty	Tehty



Näytenumero	693-2022-00040120	693-2022-00040121	693-2022-00040122	693-2022-00040123
Näytteen nimi	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 5	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 6	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 7	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 8
Näytteen kuvaus	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola

Analyytit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l	23	15	7,5	<5
Typpi (N) *	YSD24	mg/l	0,30	0,18	0,068	0,11
Alkuaineanalyytit						
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l	0,11	0,075	0,033	0,018
Kolonnitesti, veloitus perYBEC1 fraktio			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

20.12.2022

Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBB03	Sulfaatti (SO ₄)	<50:±4mg/l >50:±8%	5	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YSD24	Typpi (N)	<0.07:±0.01mg/l >0.07:±15%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	YS
Alkuaineanalyysit						
YB0KW	Fosfori (P)	<0.05:±0.005mg/l >0.05:±10%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009	YB
YBEC1	Kolonnitesti, veloitus per fraktio			Ei		YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Jakelu : eeva.kauppinen@envineer.fi, hanna.luukkonen@yara.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Läpivirtaustesti, Eurofins

Tutkimustodistus
AR22YB042267-01

Näytetyyppi 1 osanäyte 6	l/s	TYPPI mg/l suodos	SO4 mg/l suodos	P mg/l suodos		TYPPI mg/kg fraktio	SO4 mg/kg fraktio	P mg/kg fraktio	kumulatiivinen fraktio	TYPPI mg/kg kum.	SO4 mg/kg kum.	P mg/kg kum.
fr1	0.02	2.5	83.55	0.0116	0.020	0.051	1.70	0.00024	0.02	0.051	1.7	0.0002
fr2	0.02	1.9	86.47	0.0463	0.020	0.039	1.76	0.00094	0.04	0.090	3.5	0.0012
fr3	0.06	1.7	78.41	0.0519	0.060	0.103	4.73	0.00313	0.10	0.192	8.2	0.0043
fr4	0.10	1.2	56.07	0.0541	0.100	0.120	5.62	0.00542	0.20	0.313	14	0.0097
fr5	0.20	0.52	32.84	0.0594	0.200	0.104	6.58	0.01191	0.40	0.417	20	0.0216
fr6	0.41	0.25	10.69	0.0216	0.413	0.103	4.42	0.00893	0.82	0.520	25	0.0306
fr7	1.20	0.095	6.20	0.0135	1.203	0.114	7.46	0.01624	2.02	0.634	32	0.0468
fr8	3.00	0.097	6.17	0.0183	3.000	0.291	18.50	0.05491	5.02	0.925	51	0.1017

AR22YB042271-01

Näytetyyppi 1 osanäyte 7	l/s	TYPPI mg/l suodos	SO4 mg/l suodos	P mg/l suodos		TYPPI mg/kg fraktio	SO4 mg/kg fraktio	P mg/kg fraktio	kumulatiivinen fraktio	TYPPI mg/kg kum.	SO4 mg/kg kum.	P mg/kg kum.
fr1	0.020	1.9	48.7	0.13	0.020	0.037	0.96	0.0025	0.020	0.037	1.0	0.0025
fr2	0.026	0.96	34.4	0.13	0.026	0.025	0.88	0.0034	0.045	0.062	1.8	0.0059
fr3	0.060	0.89	31.2	0.11	0.060	0.053	1.86	0.0063	0.10	0.12	3.7	0.012
fr4	0.099	0.98	34.9	0.11	0.099	0.097	3.45	0.0113	0.20	0.21	7.2	0.024
fr5	0.229	0.59	23.9	0.08	0.229	0.135	5.46	0.0193	0.43	0.35	13	0.043
fr6	0.422	0.39	18.1	0.06	0.422	0.164	7.65	0.0265	0.85	0.51	20	0.069
fr7	1.200	0.21	9.0	0.07	1.200	0.252	10.7	0.0782	2.05	0.76	31	0.15
fr8	3.019	0.11	4.1	0.04	3.019	0.332	12.4	0.1063	5.07	1.10	43	0.25

AR22YB042281-01

Näytetyyppi 1 osanäyte 9	l/s	TYPPI mg/l suodos	SO4 mg/l suodos	P mg/l suodos		TYPPI mg/kg fraktio	SO4 mg/kg fraktio	P mg/kg fraktio	kumulatiivinen fraktio	TYPPI mg/kg kum.	SO4 mg/kg kum.	P mg/kg kum.
fr1	0.022	1.8	105.6	0.043	0.022	0.040	2.4	0.0010	0.022	0.040	2.4	0.0010
fr2	0.020	0.7	64.2	0.064	0.020	0.014	1.3	0.0013	0.042	0.054	3.6	0.0022
fr3	0.062	0.69	69.3	0.056	0.062	0.043	4.3	0.0035	0.104	0.097	7.9	0.0057
fr4	0.109	0.68	67.7	0.075	0.11	0.074	7.4	0.0081	0.21	0.17	15	0.014
fr5	0.231	0.27	34.5	0.049	0.23	0.062	8.0	0.0114	0.44	0.23	23	0.025
fr6	0.391	0.14	22.0	0.053	0.39	0.055	8.6	0.0209	0.84	0.29	32	0.046
fr7	1.292	0.079	11.3	0.026	1.29	0.102	14.6	0.0336	2.13	0.39	46	0.080
fr8	3.28	0.1	5.6	0.025	3.28	0.328	18.4	0.0803	5.40	0.72	65	0.160

AR22YB042359-01

Näytetyyppi 1 osanäyte 10	l/s	TYPPI mg/l suodos	SO4 mg/l suodos	P mg/l suodos		TYPPI mg/kg fraktio	SO4 mg/kg fraktio	P mg/kg fraktio	kumulatiivinen fraktio	TYPPI mg/kg kum.	SO4 mg/kg kum.	P mg/kg kum.
fr1	0.023	2.5	155.7	0.230	0.023	0.058	3.59	0.0053	0.023	0.058	3.6	0.005
fr2	0.020	2.7	100.8	0.257	0.020	0.055	2.06	0.0052	0.043	0.11	5.6	0.011
fr3	0.060	1.7	65.0	0.211	0.060	0.103	3.92	0.0127	0.104	0.22	9.6	0.023
fr4	0.099	0.69	43.0	0.168	0.099	0.069	4.27	0.0167	0.203	0.28	14	0.040
fr5	0.232	0.3	23.1	0.112	0.232	0.070	5.37	0.0261	0.435	0.35	19	0.066
fr6	0.436	0.18	15.1	0.075	0.436	0.079	6.57	0.0329	0.872	0.43	26	0.099
fr7	1.200	0.068	7.5	0.033	1.200	0.082	8.99	0.0390	2.072	0.51	35	0.138
fr8	3.017	0.11	4.5	0.018	3.017	0.332	13.71	0.0555	5.089	0.85	48	0.193

KESKIARVO	l/s	TYPPI mg/l suodos	SO4 mg/l suodos	P mg/l suodos		TYPPI mg/kg fraktio	SO4 mg/kg fraktio	P mg/kg fraktio	kumulatiivinen fraktio	TYPPI mg/kg kum.	SO4 mg/kg kum.	P mg/kg kum.
fr1	0.02	2.175	98.37	0.10	0.021	0.047	2.154	0.002	0.02	0.047	2.154	0.002
fr2	0.02	1.565	71.4755985	0.125325	0.022	0.033	1.494	0.003	0.04	0.080	3.648	0.005
fr3	0.06	1.245	60.96843507	0.105975	0.061	0.075	3.703	0.006	0.1	0.155	7.351	0.011
fr4	0.10	0.8875	50.41606568	0.102925	0.102	0.090	5.175	0.010	0.2	0.245	12.526	0.022
fr5	0.2	0.42	28.57174901	0.0763	0.223	0.093	6.344	0.017	0.4	0.338	18.870	0.039
fr6	0.4	0.24	16.48024762	0.0533	0.416	0.100	6.815	0.022	0.8	0.438	25.685	0.061
fr7	1.2	0.113	8.489307852	0.0343	1.223	0.137	10.450	0.042	2.1	0.575	36.134	0.103
fr8	3.1	0.10425	5.109029723	0.0241	3.078	0.321	15.755	0.074	5.1	0.896	51.890	0.177

Yara Suomi Oyj, Siilinjärvi

Sivukivialueiden sulfaatin kuormituslaskennat

Projekti	Yaran sivukivialueiden sulfaatin kuormituslaskennat
Projekti nro	1510067332-005
Vastaanottaja	Yara Suomi Oyj
Asiakirjatyyppi	Selvitys
Versio	1
Päivämäärä	1.12.2023
Laatija	Hanna Tolvanen
Tarkastaja	Ville Kilponen

Sisältö

1.	Johdanto	1
2.	Sivukivialueiden kuormituksen laskenta	1
3.	Laskentojen tulokset	2

1. Johdanto

Työssä laskettiin Yaran Siilinjärven sivukivialueiden sulfaatin kuormitusta YVA vaihtoehtojen mukaisesti. Laskennat laadittiin Ansanmäen, Itäläjäytyksen, Saarisen ja Laukansalon sivukivialueille.

2. Sivukivialueiden kuormituksen laskenta

Laskennassa käytettiin tanskalaista suotautumismallia (Wahlström et al. 1999, liite 3), jolla voidaan karkeasti arvioida toteutuva L/S-suhde sivukivialueilla huomioiden läjityksen korkeus (H) ja aika (t).

$$t = \frac{t_0 + (1000pH \frac{L}{S})}{I}$$

(kaava 1)

missä,

t = aika tietyn L/S-suhteen saavuttamiseksi (a)

t₀ = alueen perustamisen ja ensimmäisen suotoveden esiintymisen välinen aika (a) = 0

H = materiaalikerroksen paksuus (m)

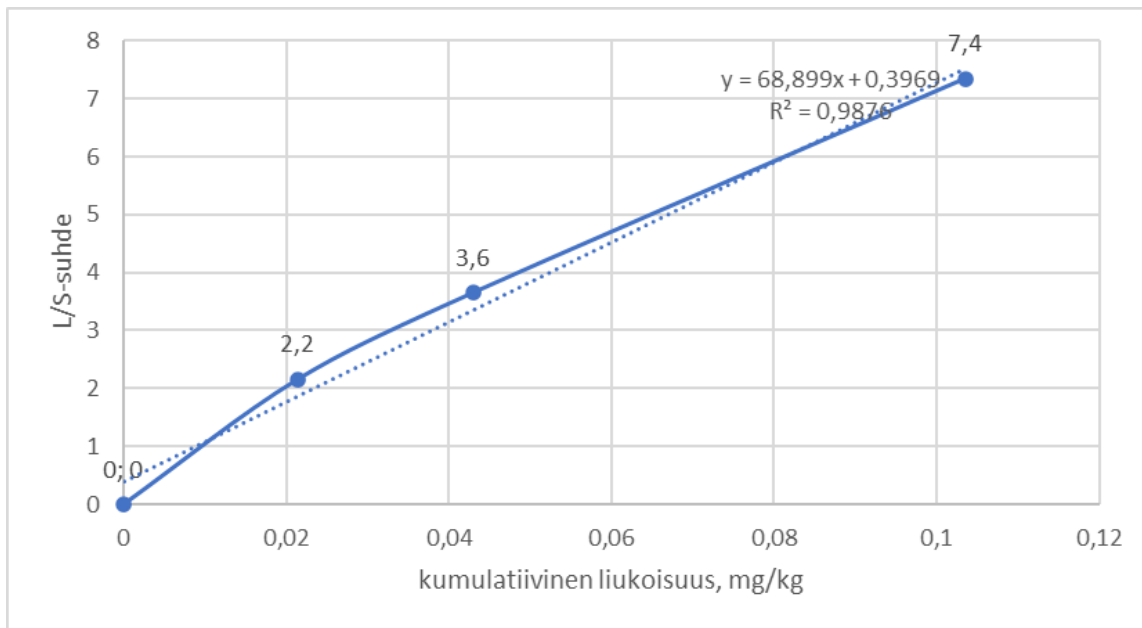
p = materiaalin kuivatiheys valmiissa rakenteessa (t/m³) = 1,7 t/m³

L/S = veden ja materiaalin välinen suhde (m³/t) = x m³/t

I = suotautunut vesimäärä vuodessa (325 mm/a)

L/S-suhteen määrittämiseksi arvioitiin Yaran YVA:n vaihtoehdoilla ja nykytilan mukaisilla läjitysalueiden korkeuksilla sivukiviläjityksen materiaalikerroksen paksuus (kaavassa 1, parametri H). Lisäksi tunnettiin kasojen läjitykseen käytetty/ käytettävä aika (kaavassa 1, parametri t). Kaavassa 1 käytettävä suotautunut vesimäärä ja sivukiven tiheys on oletettu tunnetuiksi vakioiksi. Näin ollen kaavasta määritettiin kullakin hetkellä sivukiven läjityksessä toteutuva L/S-suhde (kaavassa 1, parametri L/S = x).

Kun L/S-suhde on tiedossa tietyllä läjityshetkellä, voitiin sivukivien läpivirtaustestin tuloksista (liite 2) määrittää liukeneva sulfaatin osuus kuvaajasta 1.



Kuvaaja 1. Liukoisuustestien keskiarvon mukainen kumulatiivinen kuvaaja. Kuvaajan yhtälöstä on ratkaistu L/S-suhteen ollessa tiedossa sulfaatin kumulatiivinen liukoisuus (mg/kg).

L/S-suhteen mukaan liukenevan sulfaatin ja kulloinkin sivukivialueilla olevan sivukivimäärän perusteella laskettiin liukenevan sulfaatin osuus kullakin ajan hetkellä.

3. Laskentojen tulokset

Käytetyt lähtöparametrit ja laskentojen tulokset on esitetty taulukossa 1 ja liitteessä 1.

Taulukko 1. Parametrit ja liukenevat sulfaattimäärät sivukivialueilla v. 2023 jälkeen läjitettävien sivukivien osalta.

Sivukivialue ja vaihe	H, Korkeus (m)	a, Läjitys aika (vuotta)	L/S- suhde	L/S-suhteen mukainen SO ₄ liukoisuus (mg/kg)	Läjitetty kokonaismäärä (tn)	Liukeneva sulfaatin määrä (tn/a)
Ansanmäki						
2035	50	12	0,039	3,08	40 310 711	10
2065 (VE1, VE2)	60	42	0,135	9,70	304 722 111	70
2065 (VE3, VE4)	135	42	0,06	4,53	294 486 831	45
Itäläjitys						
2035	80	12	0,029	2,39	45 107 616	9
2065 (VE1, VE2)	80	42	0,1	7,29	45 107 616	8
2065 (VE3, VE4)	135	42	0,06	4,53	154 283 936	16
Laukansalo						
2065 (VE1, VE2)	110	25	0,044	3,43	83 383 414	11
Saarinen						
2065 (VE1-VE4)	82	10	0,024	2,05	18 764 680	3,7

Ansanmäki

2035 (ilman nykytilaa)	t0	0
	L/S	0,039 m3/tn
	p	1,7 t/m3
	H	60 m
	I	325 mm/a

Liite 1

Suotautumisaika 12 a

Läjitetty määrä vuoden 2035 lopulla

Massamäärä	23 712 183 m3	40310711 t	23712183 m3
tiheys	1,7 t/m3	40310710679	
Massa	40310710,68 t		
	40310710679 kg		

	L/S 0,052	Liukoisten aineiden kokonaismäärä (kg)	Vuosittain liukeneva haitta-ainemäärä
	mg/kg		
sulfaatti	3,08	124157	10144 kg/a 10 tn/a

2035-nykytila	180 mpy	korkeus
	120 mpy	pohja
	60 korkeus	

Vaihtoehto	VE0	VE1	VE2	VE3	VE4
Sivukiven läjitysalueet					
Ansanmäen laajennus	+230 ei laajennusta	+230 n. 185 ha	+230 n. 185 ha	+305 n. 115 ha	+305 n. 115 ha
Saamisen laajennus	+210 ei laajennusta	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha
Itäläjäytysten laajennus	+240 ei laajennusta	-	-	+295 n. 50 ha	+295 n. 50 ha
Laukansalo	-	+225 n. 85 ha lounaaseen	+225 n. 85 ha lounaaseen	-	-

Ansanmäki

2065 (ilman nykytilaa)	t0	0	
VE1, VE2	L/S	0,135	m3/tn
	p	1,7	t/m3
	H	60	m
	l	325	mm/a

Liite 1

Suotautumisaika 42 a

Massamäärä		179 248 300	m3
tiheys		1,7	t/m3
Massa		304722110,7	t
		3,04722E+11	kg

Läjitetty määrä vuoden 2065 lopulla			
304722111	t	179248300	m3
3,04722E+11	kg		

	L/S 0,1 mg/kg	Liukoisten aineiden kokonaismäärä (kg)	Vuosittain liukeneva haitta-ainemäärä
sulfaatti	9,7	2955804	69763 kg/a 70 tn/a

2065-nykytila	180 mpy 120 mpy 60 korkeus	korkein harjanne pohja
---------------	----------------------------------	---------------------------

Vaihtoehto	VE0	VE1	VE2	VE3	VE4
Sivukiven läjitysalueet					
Ansanmäen laajennus	+230 ei laajennusta	+230 n. 185 ha	+230 n. 185 ha	+305 n. 115 ha	+305 n. 115 ha
Saamisen laajennus	+210 ei laajennusta	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha
Itäläjitetyksen laajennus	+240 ei laajennusta	-	-	+295 n. 50 ha	+295 n. 50 ha
Laukansalo	-	+225 n. 85 ha lounaaseen	+225 n. 85 ha lounaaseen	-	-

Liite 1

Suotautumisaika 42 a

Läjitetty määrä vuoden 2065 lopulla			
294486831	t	173227547	m3
2,94487E+11	kg		

2065-nykytilä	255 mpy	korkeus
	120 mpy	pohja
	135 korkeus	

Confidential

Itäläjitys

2035-nykytila	t0	0	
	L/S	0,029	m3/tn
	p	1,7	t/m3
	H	80	m
	I	325	mm/a

Liite 1

Suotautumisaika 12 a

Massamäärä		26 533 892	m3
tiheys		1,7	t/m3
Massa		45107615,92	t
		45107615917	kg

Läjityksen määrä vuoden 2035 lopussa			
45107616	t	26533892	m3
45107615917	kg		

L/S 0,029

mg/kg

Liukoisten aineiden kokonaismäärä (kg)

Vuosittain liukeneva haitta-ainemäärä

sulfaatti

2,39

107807

8884 kg/a

9 tn

205 mpy

lakikorkeus

205

110-130 mpy

pohja

120

120-155 mpy

pohja

137,5

125

80 korkeus (m)

Vaihtoehto	VE0	VE1	VE2	VE3	VE4
Sivukiven läjitysalueet					
Ansanmäen laajennus	+230 ei laajennusta	+230 n. 185 ha	+230 n. 185 ha	+305 n. 115 ha	+305 n. 115 ha
Saarisen laajennus	+210 ei laajennusta	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha
Itäläjityksen laajennus	+240 ei laajennusta	-	-	+295 n. 50 ha	+295 n. 50 ha
Laukansalo	-	+225 n. 85 ha lounaaseen	+225 n. 85 ha lounaaseen	-	-

Itäläjitys

2065	t0	0	
VE1, VE2	L/S	0,1	m3/tn
	p	1,7	t/m3
	H	80	m
	I	325	mm/a

Liite 1

Suotautumisaika 42 a

Massamäärä		26 533 892	m3
tiheys		1,7	t/m3
Massa		45107615,92	t
		45107615917	kg

Läjituksen määrä v. 2065 lopussa			
45107615,92	t	26533892	m3
45107615917	kg		

	L/S 0,1 mg/kg	Liukoisten aineiden kokonaismäärä (kg)	Vuosittain liukeneva haitta-ainemäärä (kg/a)		
sulfaatti	7,29	328835	7858	8 tn	

v. 2065	205 mpy	lakikorkeus	205
	110-130 mpy	pohja	120
	120-155 mpy	pohja	137,5
			125
			80 korkeus (m)

Vaihtoehto	VE0	VE1	VE2	VE3	VE4
Sivukiven läjitysalueet					
Ansanmäen laajennus	+230 ei laajennusta	+230 n. 185 ha	+230 n. 185 ha	+305 n. 115 ha	+305 n. 115 ha
Saamisen laajennus	+210 ei laajennusta	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha
Itäläjituksen laajennus	+240 ei laajennusta	-	-	+295 n. 50 ha	+295 n. 50 ha
Laukansalo	-	+225 n. 85 ha lounaaseen	+225 n. 85 ha lounaaseen	-	-

Itäläjitys

2065	t0	0	
VE3, VE4	L/S	0,06	m3/tn
	p	1,7	t/m3
	H	135	m
	I	325	mm/a

Liite 1

Suotautumisaika 42 a

Massamäärä		90 755 256	m3
tiheys		1,7	t/m3
Massa		154283936	t
		1,54284E+11	kg

Läjituksen määrä v. 2065 lopussa			
154283936	t	90755256	m3
1,54284E+11	kg		

L/S 0,06

mg/kg

Liukoisten aineiden kokonaismäärä (kg)

4,53

Vuosittain liukeneva haitta-ainemäärä

698906,2297

16496 kg

16 tn

sulfaatti

v. 2065

260 mpy

110-130 mpy

120-155 mpy

lakikorkeus

pohja

pohja

260

120

137,5

260

125

135 korkeus (m)

Vaihtoehto	VE0	VE1	VE2	VE3	VE4
Sivukiven läjitysalueet					
Ansanmäen laajennus	+230 ei laajennusta	+230 n. 185 ha	+230 n. 185 ha	+305 n. 115 ha	+305 n. 115 ha
Saamisen laajennus	+210 ei laajennusta	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha
Itäläjituksen laajennus	+240 ei laajennusta	-	-	+295 n. 50 ha	+295 n. 50 ha
Laukansalo	-	+225 n. 85 ha lounaaseen	+225 n. 85 ha lounaaseen	-	-

Laukansalo

2065 (VE1, VE2)	t0	0	
	L/S	0,044	m3/tn
	p	1,7	t/m3
	H	110	m
	l	325	mm/a

Liite 1

Suotautumisaika		25	a
Massamäärä		49 049 067	m3
tiheys		1,7	t/m3
Massa		83383414,4	t
		83383414400	kg

Läjitetty määrä vuoden 2065 lopulla		
83383414	t	49049067 m3
83383414400	kg	

	L/S 0,044	Liukoisten aineiden kokonaismäärä (kg)	Vuosittain liukeneva haitta-ainemäärä
	mg/kg		
sulfaatti	3,43	286005	11297 kg/a 11 tn/a
2065	225 mpy	korkein harjanne	
	115 mpy	pohja	
	110 korkeus (m)		

2040-2065 läjitys kestää 25 vuotta

Vaihtoehto	VE0	VE1	VE2	VE3	VE4
Sivukiven läjitysalueet					
Ansanmäen laajennus	+230 ei laajennusta	+230 n. 185 ha	+230 n. 185 ha	+305 n. 115 ha	+305 n. 115 ha
Saarisen laajennus	+210 ei laajennusta	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha
Itäläjäityksen laajennus	+240 ei laajennusta	-	-	+295 n. 50 ha	+295 n. 50 ha
Laukansalo	-	+225 n. 85 ha lounaaseen	+225 n. 85 ha lounaaseen	-	-

Saarisen laajennus

2065 (VE1-VE4)	t0	0	
	L/S	0,024	m3/tn
	p	1,7	t/m3
	H	82	m
	l	325	mm/a

Suotautumisaika		10	a
Massamäärä		11 038 047	m3
tiheys		1,7	t/m3
Massa		18764680	t
		18764680000	kg

Liite 1

Läjitetty määrä vuoden 2065 lopulla			
18764680	t	11038047	m3
18764680000	kg		

	L/S 0,024	Liukoisten aineiden kokonaismäärä (kg)	Vuosittain liukeneva haitta-ainemäärä
	mg/kg		
sulfaatti	2,05	38468	3737 kg/a 3,7 tn/a
2065	210 mpy	korkein harjanne	
	128 mpy	pohja	
	82 korkeus (m)		

2055-2065 läjitys kestää 10 vuotta

Vaihtoehto	VE0	VE1	VE2	VE3	VE4
Sivukiven läjitysalueet					
Ansanmäen laajennus	+230 ei laajennusta	+230 n. 185 ha	+230 n. 185 ha	+305 n. 115 ha	+305 n. 115 ha
Saarisen laajennus	+210 ei laajennusta	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha	+210 n. 50 ha
Itäläjäityksen laajennus	+240 ei laajennusta	-	-	+295 n. 50 ha	+295 n. 50 ha
Laukansalo	-	+225 n. 85 ha lounaaseen	+225 n. 85 ha lounaaseen	-	-



Sivu 1/3
Tutkimustodistus AR-22-YB-042267-01
Päivämäärä 19.12.2022

Tutkimusnro EUFI05-00017604
Asiakasnro YB0001222
11034-099

Envineer Oy
Matias Viitasalo
PL 1199
70211 KUOPIO
FINLAND
s-posti: matias.viitasalo@envineer.fi

Tilauksen kuvaus

2022545 (14.6.2022) ja 2022549 (29.6.2022) räjäytettyä ja 8.8.2022 murskattua sivukiveä

Näyttenumero	693-2022-00040088	693-2022-00040089	693-2022-00040090	693-2022-00040091	693-2022-00040092
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 6	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 1	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 2	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 3	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 4
Näytteen kuvaus	Kivimurske	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Kivi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /
	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset							
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l		84	87	78	56
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	100,0				
Typpi (N) *	YSD24	mg/l		2,5	1,9	1,7	1,2
Alkuaineanalyysit							
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l		0,012	0,046	0,052	0,054
Kolonnitesti, veloitus per fraktio	YBEC1			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty



Sivu 2/3
Tutkimustodistus AR-22-YB-042267-01
Päivämäärä 19.12.2022

Näytenumero	693-2022-00040093	693-2022-00040094	693-2022-00040095	693-2022-00040096
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 5	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 6	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 7	Näytetyyppi 1: osanäyte 6, fraktio 8
Näytteen kuvaus	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l	33	11	6,2	6,2
Typpi (N) *	YSD24	mg/l	0,52	0,25	0,095	0,097
Alkuaineanalyysit						
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l	0,059	0,021	0,014	0,018
Kolonnitesti, veloitus per YBEC1 fraktio			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

19.12.2022

Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määritysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBB03	Sulfaatti (SO ₄)	<50:±4mg/l >50:±8%	5	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YSD24	Typpi (N)	<0.07:±0.01mg/l >0.07:±15%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	YS
Alkuaineanalyytit						
YB0KW	Fosfori (P)	<0.05:±0.005mg/l >0.05:±10%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009	YB
YBEC1	Kolonnitesti, veloitus per fraktio			Ei		YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Jakelu : eeva.kauppinen@envineer.fi, hanna.luukkonen@yara.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Sivu 1/3
Tutkimustodistus AR-22-YB-042271-01
Päivämäärä 19.12.2022

Tutkimusnro EUFI05-00017605
Asiakasnro YB0001222
11034-099

Envineer Oy
Matias Viitasalo
PL 1199
70211 KUOPIO
FINLAND
s-posti: matias.viitasalo@envineer.fi

Tilauksen kuvaus

2022545 (14.6.2022) ja 2022549 (29.6.2022) räjäytettyä ja 8.8.2022 murskattua sivukiveä

Näyttenumero	693-2022-00040097	693-2022-00040098	693-2022-00040099	693-2022-00040100	693-2022-00040101
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 7	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 1	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 2	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 3	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 4
Näytteen kuvaus	Kivimurske	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Kivi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /
	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset							
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l		49	34	31	35
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	100,0				
Typpi (N) *	YSD24	mg/l		1,9	0,96	0,89	0,98
Alkuaineanalyysit							
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l		0,13	0,13	0,11	0,11
Kolonnitesti, veloitus per fraktio	YBEC1			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty



Sivu 2/3
Tutkimustodistus AR-22-YB-042271-01
Päivämäärä 19.12.2022

Näytenumero	693-2022-00040102	693-2022-00040103	693-2022-00040104	693-2022-00040105
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 5	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 6	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 7	Näytetyyppi 1: osanäyte 7, fraktio 8
Näytteen kuvaus	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l	24	18	9,0	<5
Typpi (N) *	YSD24	mg/l	0,59	0,39	0,21	0,11
Alkuaineanalyysit						
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l	0,084	0,063	0,065	0,035
Kolonnitesti, veloitus per YBEC1 fraktio			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

19.12.2022

Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määritysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBB03	Sulfaatti (SO ₄)	<50:±4mg/l >50:±8%	5	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YSD24	Typpi (N)	<0.07:±0.01mg/l >0.07:±15%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	YS
Alkuaineanalyytit						
YB0KW	Fosfori (P)	<0.05:±0.005mg/l >0.05:±10%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009	YB
YBEC1	Kolonnitesti, veloitus per fraktio			Ei		YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Jakelu : eeva.kauppinen@envineer.fi, hanna.luukkonen@yara.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Sivu 1/3
Tutkimustodistus AR-22-YB-042281-01
Päivämäärä 19.12.2022

Tutkimusnro EUFI05-00017606

Asiakasnro YB0001222

11034-099

Envineer Oy

Matias Viitasalo

PL 1199

70211 KUOPIO

FINLAND

s-posti: matias.viitasalo@envineer.fi

Tilauksen kuvaus

2022545 (14.6.2022) ja 2022549 (29.6.2022) räjäytettyä ja 8.8.2022 murskattua sivukiveä

Näyttenumero	693-2022-00040106	693-2022-00040107	693-2022-00040108	693-2022-00040109	693-2022-00040110
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 9	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 1	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 2	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 3	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 4
Näytteen kuvaus	Kivimurske	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Kivi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /
	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset							
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l		110	64	69	68
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	100,0				
Typpi (N) *	YSD24	mg/l		1,8	0,70	0,69	0,68
Alkuaineanalyysit							
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l		0,043	0,064	0,056	0,075
Kolonnitesti, veloitus per fraktio	YBEC1			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty



Sivu 2/3
Tutkimustodistus AR-22-YB-042281-01
Päivämäärä 19.12.2022

Näytenumero	693-2022-00040111	693-2022-00040112	693-2022-00040113	693-2022-00040114
Näytteen nimi	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 5	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 6	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 7	Näytetyyppi 1: osanäyte 9, fraktio 8
Näytteen kuvaus	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l	35	22	11	5,6
Typpi (N) *	YSD24	mg/l	0,27	0,14	0,079	0,10
Alkuaineanalyysit						
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l	0,049	0,053	0,026	0,025
Kolonnitesti, veloitus per YBEC1 fraktio			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

19.12.2022

Joonas Kortelainen Analyysipalvelupäällikkö

JoonasKortelainen@eurofins.fi +358 401448828

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määritysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBB03	Sulfaatti (SO ₄)	<50:±4mg/l >50:±8%	5	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YSD24	Typpi (N)	<0.07:±0.01mg/l >0.07:±15%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	YS
Alkuaineanalyytit						
YB0KW	Fosfori (P)	<0.05:±0.005mg/l >0.05:±10%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009	YB
YBEC1	Kolonnitesti, veloitus per fraktio			Ei		YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Jakelu : eeva.kauppinen@envineer.fi, hanna.luukkonen@yara.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Sivu 1/3
Tutkimustodistus AR-22-YB-042359-01
Päivämäärä 20.12.2022

Tutkimusnro EUFI05-00017607

Asiakasnro YB0001222

11034-099

Envineer Oy

Matias Viitasalo

PL 1199

70211 KUOPIO

FINLAND

s-posti: matias.viitasalo@envineer.fi

Tilauksen kuvaus

2022545 (14.6.2022) ja 2022549 (29.6.2022) räjäytettyä ja 8.8.2022 murskattua sivukiveä

Näyttenumero	693-2022-00040115	693-2022-00040116	693-2022-00040117	693-2022-00040118	693-2022-00040119
Näytteen nimi	Näytetyyppi 2: osanäyte 10	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 1	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 2	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 3	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 4
Näytteen kuvaus	Kivimurske	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Kivi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /	Asiakas / Yara Hartikainen /
	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola	Kuljetus Taattola

Analyytit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset							
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l		160	100	65	43
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	100,0				
Typpi (N) *	YSD24	mg/l		2,5	2,7	1,7	0,69
Alkuaineanalyytit							
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l		0,23	0,26	0,21	0,17
Kolonnitesti, veloitus per YBEC1 fraktio				Tehty	Tehty	Tehty	Tehty



Sivu 2/3
Tutkimustodistus AR-22-YB-042359-01
Päivämäärä 20.12.2022

Näytenumero	693-2022-00040120	693-2022-00040121	693-2022-00040122	693-2022-00040123
Näytteen nimi	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 5	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 6	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 7	Näytetyyppi 2: osanäyte 10, fraktio 8
Näytteen kuvaus	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Matriisi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi	Suotovesi
Näytteenottopäivä	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022	08.08.2022
Vastaanottopäivä	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Analysointi aloitettu	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022	10.10.2022
Näytteenottaja	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola	Asiakas / Yara Hartikainen / Kuljetus Taattola

Analyytit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Sulfaatti (SO ₄) *	YBB03	mg/l	23	15	7,5	<5
Typpi (N) *	YSD24	mg/l	0,30	0,18	0,068	0,11
Alkuaineanalyytit						
Fosfori (P)	YB0KW	mg/l	0,11	0,075	0,033	0,018
Kolonnitesti, veloitus perYBEC1 fraktio			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

20.12.2022

Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määritysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBB03	Sulfaatti (SO ₄)	<50:±4mg/l >50:±8%	5	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YSD24	Typpi (N)	<0.07:±0.01mg/l >0.07:±15%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	YS
Alkuaineanalyytit						
YB0KW	Fosfori (P)	<0.05:±0.005mg/l >0.05:±10%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009	YB
YBEC1	Kolonnitesti, veloitus per fraktio			Ei		YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Jakelu : eeva.kauppinen@envineer.fi, hanna.luukkonen@yara.com

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Läpivirtaustesti, Eurofins

Tutkimustodistus
AR22YB042267-01

Näytetyyppi 1 osanäyte 6	l/s	TYPPI mg/l suodos	SO4 mg/l suodos	P mg/l suodos		TYPPI mg/kg fraktio	SO4 mg/kg fraktio	P mg/kg fraktio	kumulatiivinen fraktio	TYPPI mg/kg kum.	SO4 mg/kg kum.	P mg/kg kum.
fr1	0.02	2.5	83.55	0.0116	0.020	0.051	1.70	0.00024	0.02	0.051	1.7	0.0002
fr2	0.02	1.9	86.47	0.0463	0.020	0.039	1.76	0.00094	0.04	0.090	3.5	0.0012
fr3	0.06	1.7	78.41	0.0519	0.060	0.103	4.73	0.00313	0.10	0.192	8.2	0.0043
fr4	0.10	1.2	56.07	0.0541	0.100	0.120	5.62	0.00542	0.20	0.313	14	0.0097
fr5	0.20	0.52	32.84	0.0594	0.200	0.104	6.58	0.01191	0.40	0.417	20	0.0216
fr6	0.41	0.25	10.69	0.0216	0.413	0.103	4.42	0.00893	0.82	0.520	25	0.0306
fr7	1.20	0.095	6.20	0.0135	1.203	0.114	7.46	0.01624	2.02	0.634	32	0.0468
fr8	3.00	0.097	6.17	0.0183	3.000	0.291	18.50	0.05491	5.02	0.925	51	0.1017

AR22YB042271-01

Näytetyyppi 1 osanäyte 7	l/s	TYPPI mg/l suodos	SO4 mg/l suodos	P mg/l suodos		TYPPI mg/kg fraktio	SO4 mg/kg fraktio	P mg/kg fraktio	kumulatiivinen fraktio	TYPPI mg/kg kum.	SO4 mg/kg kum.	P mg/kg kum.
fr1	0.020	1.9	48.7	0.13	0.020	0.037	0.96	0.0025	0.020	0.037	1.0	0.0025
fr2	0.026	0.96	34.4	0.13	0.026	0.025	0.88	0.0034	0.045	0.062	1.8	0.0059
fr3	0.060	0.89	31.2	0.11	0.060	0.053	1.86	0.0063	0.10	0.12	3.7	0.012
fr4	0.099	0.98	34.9	0.11	0.099	0.097	3.45	0.0113	0.20	0.21	7.2	0.024
fr5	0.229	0.59	23.9	0.08	0.229	0.135	5.46	0.0193	0.43	0.35	13	0.043
fr6	0.422	0.39	18.1	0.06	0.422	0.164	7.65	0.0265	0.85	0.51	20	0.069
fr7	1.200	0.21	9.0	0.07	1.200	0.252	10.7	0.0782	2.05	0.76	31	0.15
fr8	3.019	0.11	4.1	0.04	3.019	0.332	12.4	0.1063	5.07	1.10	43	0.25

AR22YB042281-01

Näytetyyppi 1 osanäyte 9	l/s	TYPPI mg/l suodos	SO4 mg/l suodos	P mg/l suodos		TYPPI mg/kg fraktio	SO4 mg/kg fraktio	P mg/kg fraktio	kumulatiivinen fraktio	TYPPI mg/kg kum.	SO4 mg/kg kum.	P mg/kg kum.
fr1	0.022	1.8	105.6	0.043	0.022	0.040	2.4	0.0010	0.022	0.040	2.4	0.0010
fr2	0.020	0.7	64.2	0.064	0.020	0.014	1.3	0.0013	0.042	0.054	3.6	0.0022
fr3	0.062	0.69	69.3	0.056	0.062	0.043	4.3	0.0035	0.104	0.097	7.9	0.0057
fr4	0.109	0.68	67.7	0.075	0.11	0.074	7.4	0.0081	0.21	0.17	15	0.014
fr5	0.231	0.27	34.5	0.049	0.23	0.062	8.0	0.0114	0.44	0.23	23	0.025
fr6	0.391	0.14	22.0	0.053	0.39	0.055	8.6	0.0209	0.84	0.29	32	0.046
fr7	1.292	0.079	11.3	0.026	1.29	0.102	14.6	0.0336	2.13	0.39	46	0.080
fr8	3.28	0.1	5.6	0.025	3.28	0.328	18.4	0.0803	5.40	0.72	65	0.160

AR22YB042359-01

Näytetyyppi 1 osanäyte 10	l/s	TYPPI mg/l suodos	SO4 mg/l suodos	P mg/l suodos		TYPPI mg/kg fraktio	SO4 mg/kg fraktio	P mg/kg fraktio	kumulatiivinen fraktio	TYPPI mg/kg kum.	SO4 mg/kg kum.	P mg/kg kum.
fr1	0.023	2.5	155.7	0.230	0.023	0.058	3.59	0.0053	0.023	0.058	3.6	0.005
fr2	0.020	2.7	100.8	0.257	0.020	0.055	2.06	0.0052	0.043	0.11	5.6	0.011
fr3	0.060	1.7	65.0	0.211	0.060	0.103	3.92	0.0127	0.104	0.22	9.6	0.023
fr4	0.099	0.69	43.0	0.168	0.099	0.069	4.27	0.0167	0.203	0.28	14	0.040
fr5	0.232	0.3	23.1	0.112	0.232	0.070	5.37	0.0261	0.435	0.35	19	0.066
fr6	0.436	0.18	15.1	0.075	0.436	0.079	6.57	0.0329	0.872	0.43	26	0.099
fr7	1.200	0.068	7.5	0.033	1.200	0.082	8.99	0.0390	2.072	0.51	35	0.138
fr8	3.017	0.11	4.5	0.018	3.017	0.332	13.71	0.0555	5.089	0.85	48	0.193

KESKIARVO	l/s	TYPPI mg/l suodos	SO4 mg/l suodos	P mg/l suodos		TYPPI mg/kg fraktio	SO4 mg/kg fraktio	P mg/kg fraktio	kumulatiivinen fraktio	TYPPI mg/kg kum.	SO4 mg/kg kum.	P mg/kg kum.
fr1	0.02	2.175	98.37	0.10	0.021	0.047	2.154	0.002	0.02	0.047	2.154	0.002
fr2	0.02	1.565	71.4755985	0.125325	0.022	0.033	1.494	0.003	0.04	0.080	3.648	0.005
fr3	0.06	1.245	60.96843507	0.105975	0.061	0.075	3.703	0.006	0.1	0.155	7.351	0.011
fr4	0.10	0.8875	50.41606568	0.102925	0.102	0.090	5.175	0.010	0.2	0.245	12.526	0.022
fr5	0.2	0.42	28.57174901	0.0763	0.223	0.093	6.344	0.017	0.4	0.338	18.870	0.039
fr6	0.4	0.24	16.48024762	0.0533	0.416	0.100	6.815	0.022	0.8	0.438	25.685	0.061
fr7	1.2	0.113	8.489307852	0.0343	1.223	0.137	10.450	0.042	2.1	0.575	36.134	0.103
fr8	3.1	0.10425	5.109029723	0.0241	3.078	0.321	15.755	0.074	5.1	0.896	51.890	0.177