

Liite 8

Vesien hallinta ja vesitase

a. Vesi- ja kuormatase

BOLIDEN

Kevitsan kaivosalueen vesitase

Laadittu

Boliden Kevitsa Mining Oy:lle



Laatija



SRK Consulting (Canada) Inc.
CAPR004048
October 2025

Kevitsan kaivosalueen vesitase

Marraskuu 2025

Suomennos: Boliden Kevitsa, Johanna Holm

Laadittu

Boliden Kevitsa Mining Oy
Kevitsantie 730
Petkula, Finland 99670

Puh.: +358 16 451 100
Web: <https://www.boliden.com>

Laatija

SRK Consulting (Canada) Inc.
320 Granville Street, Suite 2600
Vancouver, BC V6C 1S9
Canada

Puh.: +1 604 681 4196
Web: www.srk.com

Projekti No.: CAPR004048

Tiedosto: CAPR004048_Kevitsa_EIA_WLBM_Report_FINAL_20251008.docx

Copyright © SRK Consulting (Canada) Inc., 2016



Tiivistelmä

SRK Consulting Ltd. (SRK) on toiminut Boliden Kevitsa Mining Oy:n (Boliden) toimeksiannosta laatiessaan vesien- ja kuormituksen tasemallia (WLBM) Kevitsan ympäristövaikutusten arviointia (YVA) varten. Mallin rakensi alun perin Golder Associates vuonna 2022 (Golder 2022), ja Enchemica päivitti sitä vuosina 2022–2025. Malliin tehtiin muutoksia YVA-prosessin tukemiseksi Bolidenin ohjeistuksen mukaisesti samalla, kun mallin omistajuus siirtyy Enchemicalta SRK:lle. Kattavaa mallin auditointia tai tarkistusta ei ole tehty tämän työn yhteydessä, joten esitetyt tulokset perustuvat kaikkien osapuolten työn yhteenvetoon. Mallin tarkastelun perusteella on annettu suosituksia mallin kehittämiseksi, ja SRK toteuttaa nämä suositukset mallin omistajuuden siirtymäkauden aikana.

Mallissa arvioitiin Kevitsan kaivoksen vesienhallintaan liittyviä mahdollisia ympäristö- ja toiminnallisia riskejä kolmen uuden elinkaarisuunnitelman (LOM) vaihtoehdon (VE0+, VE1.1 ja VE1.3) pohjalta. Vesitaselaskennan tulokset osoittavat, että vesienhallinta Kevitsassa pysyy toiminnallisten ja sääntelyyn liittyvien rajoitusten puitteissa skenaariossa VE0+ (sekä keskimääräisissä että määrittämissä olosuhteissa), mutta putkilinjan purkukapasiteetti ylittyy skenaarioissa VE1.1 (määrittämissä olosuhteissa) ja VE1.3 (sekä keskimääräisissä että määrittämissä olosuhteissa). Purku- tai toiminnalliset rajat eivät kuitenkaan ylitä skenaarioissa VE0+ ja VE1.1 ilmastomuutosolosuhteissa, mutta putkilinjan purkukapasiteetti ylittyy skenaariossa VE1.3.

Kuormitustaseen tulokset keskimääräisissä olosuhteissa osoittavat, että kaikki tarkastellut parametrit (sulfaatti, kokonaistyyppi, kokonaisnikkeli, liuennut kupari, liuennut kadmium ja liuennut elohopea) pysyvät päästörajojen alapuolella koko toiminnan ajan kaikissa kolmessa malliskenaariossa VE0+, VE1.1 ja VE1.3.

Mallin tulokset, joissa oletetaan ilmastomuutoksen vaikutukset, osoittavat, että purkuvesien pitoisuudet kasvavat yleensä kuivemmissä kuin keskimääräisissä olosuhteissa (kuten havaittiin vuonna 2030). Sulfaatin kuukausikeskiarvotavoite ja kokonaisnikkelin kuukausittaiset purkurajat ylittyvät, kun taas kokonaistypen, kokonaiskuparin, liuenneen kadmiumin ja liuenneen elohopean pitoisuudet pysyvät päästörajojen alapuolella.

Mallin tuloksissa havaittiin joitakin poikkeamia verrattuna mitattuihin arvoihin, mikä viittaa siihen, että käytännön toimintatavat voivat poiketa mallissa tehdyistä oletuksista. SRK suosittelee, että mallin kalibrointiin vaikuttavat lähtötiedot, oletukset ja mahdolliset virheet arvioidaan, jotta voidaan selvittää, voidaanko mallin kalibrointia parantaa. SRK suosittelee myös, että ilmastomuutosta koskevat lähtötiedot ja oletukset tarkistetaan.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	ii
1. Johdanto.....	1
2. Taustaa.....	1
3. Mallin kuvaus	3
3.1 Ilmastotieto ja olosuhteet	7
3.2 Oletukset veden kulutustarpeesta.....	10
3.3 Kaivoksen elinkaaren kehitys.....	10
3.4 Purkuolosuhteet	12
4. Mallin kalibrointi	13
4.1 Vesitasemallin kalibrointi.....	13
4.1.1 Lumiennuste.....	13
4.1.2 Vuotuiset kumulatiiviset virtaamat vuonna 2024.....	14
4.2.3 Vesitaseen kalibrointi ja aikasarjatulokset	15
4.2 Kuormatasemallin kalibrointi	21
5 Vesitaseen tulokset.....	24
6 Kuormataseen tulokset	27
7 Mallin herkkyydet	30
8. Suosituksia.....	36
9. Päätelmät.....	37
Viittaukset	39

Kuvaluettelo

Kuva 2-1 Keskeiset toiminnot Kevitsan kaivoksella	2
Kuva 3-1 Kevitsan vesienhallintakaavio skenaariolle VE0+	4
Kuva 3-2 Kevitsan vesienhallintakaavio skenaariolle VE1.1	5
Kuva 3-3 Kevitsan vesienhallintakaavio skenaariolle VE1.3	6
Kuva 3-4 Kevitsan historialliset sadantaolosuhteet ja mallinnuksen edustavat vuodet	8
Kuva 3-5 Sadanta Kevitsassa oletetulla RCP 4.5 -ilmastomuutoskenaariolla vuodesta 2025 alkaen	8
Kuva 3-6 Kevitsan lämpötilahavainnot ja ennustetut arvot	9
Kuva 3-7 Sateen ja lumen sulamisen kuukausikeskiarvot	9
Kuva 3-8 Kevitsan toteutunut (2019-2025) ja ennustettu (2024-2045) malmituotanto	10
Kuva 3-9 Sivukivialueen pinta-ala	11
Kuva 3-10 Avolouhoksen pinta-ala	12
Kuva 4-1 Havaittu ja mallinnettu lumipeitteen kertyminen	14
Kuva 4-2 Mallinnetut ja mitatut purkuvirtaamat Vajukoskelle (kuukausitasolla)	16
Kuva 4-3 Mallinnetut ja mitatut sivukivialueen (WRSF) valumavirtaamat (kuukausitasolla)	17
Kuva 4-4 Mallinnetut ja mitatut louhoksen purkuvesivirtaamat (kuukausitasolla)	17
Kuva 4-5 Mallinnetut ja mitatut pumpatut hulevesivirtaamat (kuukausitasolla)	18
Kuva 4-6 Mallinnetut ja mitatut TP1:n virtaamat (kuukausitasolla)	18
Kuva 4-7 Mallinnetut ja mitatut TP2:n virtaamat (kuukausitasolla)	19
Kuva 4-8 Mallinnetut ja mitatut TSFA:ta pumpatut virtaamat (kuukausitasolla)	19
Kuva 4-9 Mallinnetut ja mitatut PWR:lta pumpatut virtaamat (kuukausitasolla)	20
Kuva 4-10 Mallinnetut ja mitatut tilavuudet TSFA:lla	20
Kuva 4-11 Mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä	21
Kuva 4-12 Mallinnettujen kokonaistyyppipitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä	22
Kuva 4-13 Mallinnettujen kokonaisnikkelipitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä	22
Kuva 4-14 Mallinnettujen kokonaiskuparipitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä	23
Kuva 4-15 Mallinnettujen liuenneiden kadmiumpitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä	23

Kuva 4-16 Mallinnettujen liuenneiden elohopeapitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä	24
Kuva 5-1 Vesienkäsittelyn sisäänvirtaamat	25
Kuva 5-2 Kokonaispurkuvesimäärät	25
Kuva 5-3 Vesimäärien kertyminen TSFA:lle	26
Kuva 5-4 Vesimäärien kertyminen vesivarastoaltaalle (PWR)	26
Kuva 6-1 Sulfaatin mallinnetut tulokset verrattuna päästörajoihin	27
Kuva 6-2 Kokonaistypen mallinnetut tulokset verrattuna päästörajoihin	28
Kuva 6-3 Kokonaisnikkelin mallinnetut tulokset verrattuna päästörajoihin	28
Kuva 6-4 Kokonaiskuparin mallinnetut tulokset verrattuna päästörajoihin	29
Kuva 6-5 Liuenneen kadmiumin mallinnetut tulokset verrattuna päästörajoihin	29
Kuva 6-6 Liuenneen elohopean mallinnetut tulokset verrattuna päästörajoihin	30
Kuva 7-1 TSFA:n kertyvä vesimäärä keskimääräisissä ja määrissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE0+	31
Kuva 7-2 TSFA:n kertyvä vesimäärä keskimääräisissä ja määrissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE1.1	32
Kuva 7-3 TSFA:n kertyvä vesimäärä keskimääräisissä ja määrissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE1.3	32
Kuva 7-4 Kokonaispurku keskimääräisissä ja määrissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE0+	33
Kuva 7-5 Kokonaispurku keskimääräisissä ja määrissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE1.1	33
Kuva 7-6 Kokonaispurku keskimääräisissä ja määrissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE1.3	34
Kuva 7-7 TSFA:n kertyvä vesimäärä RCP 4.5 olosuhteissa	34
Kuva 7-8 Kokonaispurku RCP 4.5 olosuhteissa	35
Kuva 7-9 Sulfaatin mallinnetut tulokset verrattuna päästöraja-arvoihin ilmastonmuutosolosuhteissa	35
Kuva 7-10 Kokonaisnikkelin mallinnetut tulokset verrattuna päästöraja-arvoihin ilmastonmuutosolosuhteissa	36

Taulukkoluetelo

Taulukko 2-1 Kevitsan kaivoksen elinkaariskenaariot	3
Taulukko 3-1 Veden kemialliset päästöraja-arvot	13
Taulukko 4-1 Vuoden 2024 mallinnettujen vuosivirtaamien vertailu mitattuihin arvoihin Kevitsan keskeisillä virtaamanseurantapisteillä	15

Lyhenneluettelo

YVA – Ympäristövaikutusten arviointi
ETP - Effluent Treatment Plant, jätevedenpuhdistamo
METP - Mechanical Effluent Treatment Plant, jätevedenpuhdistamo
PWR - Process Water Reservoir, prosessivesiallas
ROM - Run-of-Mine, louhittu malmi
SWP - Storm Water Ponds, Hulevesialtaat
TP1 – Taustapumppaamo 1
TP2 – Taustapumppaamo 2
TSF - Tailings Storage Facility, rikastushiekka-allas
TSFA - Tailings Storage Facility A, rikastushiekka-allas A
TSFA2 - Tailings Storage Facility A2, rikastushiekka-allas A2
TSFB - Tailings Storage Facility B, rikastushiekka-allas B
WLBW - Water and Load Balance Model, Vesi- ja kuormatase
WRSF - Waste Rock Storage Facility, sivukivialue

1. Johdanto

SRK Consulting Ltd. (SRK) on toiminut Boliden Kevitsa Mining Oy:n (Boliden) toimeksiannosta laatiessaan vesi- ja kuormatasemallia (WLBM-malli) Kevitsan ympäristövaikutusten arviointia (YVA) varten. Mallin rakensi alun perin Golder Associates vuonna 2022 (Golder 2022), ja Enchemica päivitti sitä vuosina 2022–2025. Malliin tehtiin muutoksia YVA-prosessin tukemiseksi Bolidenin ohjeistuksen mukaisesti samalla, kun mallin omistajuus siirtyy Enchemicalta SRK:lle. Kattavaa mallin auditointia tai tarkistusta ei ole tehty tämän työn yhteydessä, joten esitetyt tulokset perustuvat kaikkien osapuolten työn yhteenvetoon. Mallin tarkastelun perusteella on annettu suosituksia mallin kehittämiseksi, ja SRK toteuttaa nämä suositukset mallin omistajuuden siirtymäkauden aikana.

Nykyisen WLBM-mallin tarkoituksena on ymmärtää, miten vettä hallitaan Kevitsan kaivoksella ja siten tukea päätöksentekoa toiminnan optimoinnissa ja mahdollisten ympäristöriskien vähentämisessä. Tässä raportissa malli arvioi vedenhallintaan liittyviä mahdollisia ympäristö- ja toiminnallisia riskejä Kevitsan kaivoksella kolmen Bolidenin tarkasteleman elinkaariskenaarion (LOM) pohjalta.

Tämä raportti tiivistää Kevitsan kaivoksen vedenhallintasuunnitelmat osana ympäristövaikutusten arviointia (YVA).

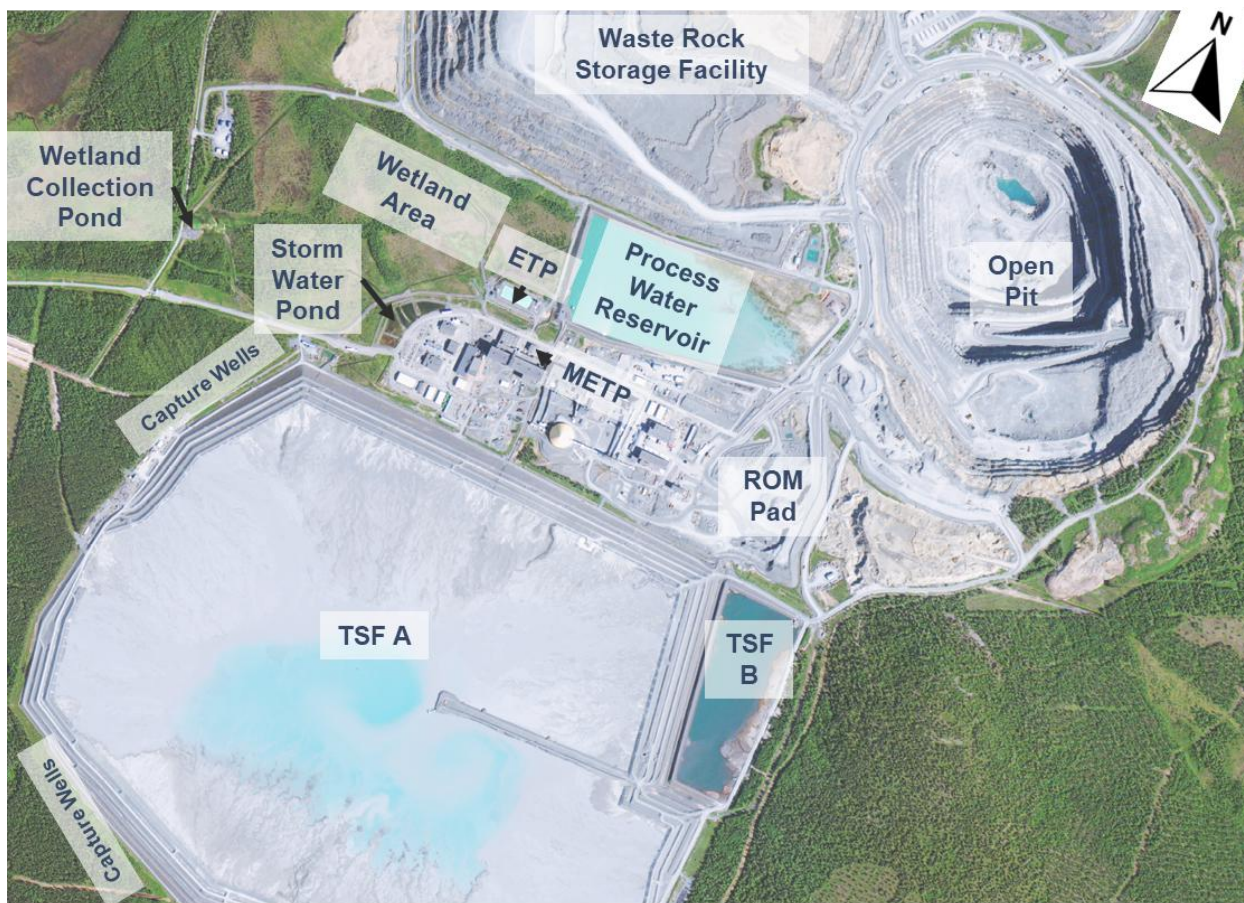
2. Taustaa

Kevitsa on nikkeli-kupari-avolouhos Sodankylässä, Pohjois-Suomessa. Kaivosalueen keskeiset sijainnit (esitetty kuvassa Kuva 2-1) ja vedenhallintaan liittyvä infrastruktuuri sisältävää seuraavat:

- Rikastushiekka-allas (TSF):
 - TSFA (vähärikkinen rikastushiekka): vesi palautetaan rikastamolle tai prosessivesialtaaseen (PWR), ja suotovedet kerätään kokoojakanavista pohjoisen TP1- ja etelän TP2-pumppaamoille.
 - TSFB (korkearikkinen rikastushiekka): suotovedet kerätään kokoojakanavasta ETP:lle tai METP:lle.
- Prosessivesiallas (PWR): pääasiallinen vesivarasto, johon kerätään vedet avolouhoksen kuivauksesta, TSFA:n palautusvedet sekä sivukivialueen suotovedet.
- Hulevesialtaat (SWP): keräävät pohjavesikaivojen, toimistoalueen valumavesien sekä TSFA:n ja TSFB:n suotovedet.
- Vesienkäsittely (ETP): käsittelee kaivoksen kontaktivedet metallien kalkkisaostuksella ennen niiden johtamista ympäristöön.

- Mekaaninen vesienkäsittely (METP): kontaktivesien lisäkäsittely kapasiteetin lisäämiseksi (käytössä vuodesta 2018).
- Kosteikko: vedenkäsittelyn viimeistelyvaihe ja alueen alin kohta, joka kerää lisävalumia ja pohjavettä ympäröiviltä alueilta.
- Vajukoski (Kitinen): veden purkupaikka
- Avolouhos: kuivatusvedet poistetaan laskeutusaltaaseen ja pumpataan edelleen prosessivesialtaaseen (PWR).
- Sivukivialue (WRSF): suotovedet kerätään kokoojakanavista ja pumpataan prosessivesialtaaseen (PWR) tai jätevedenpuhdistamolle (ETP).
- Louhitun malmin varastoalue (ROMPad): suotovedet kerätään kahteen pieneen altaaseen ja pumpataan prosessivesialtaaseen (PWR).
- Rikastamo: kierrätetty vesi tulee rikastushiekka-altaalta TSFA tai prosessivesialtaasta PWR ja raakavesi Kitisen joesta.

Kuva 2-1 Keskeiset toiminnot Kevitsan kaivoksella



Lähde: Muokattu kuva (Boliden 2025)

Wetland collection pond = kosteikon keruuallas
Capture wells = suotovesikaivot
Storm water pond = hulevesiallas
TSF A = rikastushiekka-allas A
Wetland area = kosteikkoalue
ETP = vesienkäsittely
METP = vesienkäsittely
Waste rock storage facility = sivukivialue
Process water reservoir = prosessivesiallas
TSF B = rikastushiekka-allas B
ROMPad = louhitun malmin varastoalue
Open pit = avolouhos

Kuva 2-1 tiivistää kolme elinkaariskenaariota (LOM) Kevitsan toiminnassa, joita on arvioitu WLBm-mallilla. Näitä skenaarioita ja niiden vaikutuksia Kevitsan vedenhallintaan käsitellään tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Taulukko 2-1 Kevitsan kaivoksen elinkaariskenaariot

Malli skenaario	Toiminta-aika	TSF laajennus	WRSF laajennus	Louhoksen laajeneminen	Uusi tarvekilouhos
VE0+	2034 saakka	Keskilinjakorotus TSFA (280 m maksimikorkeus)	NA	Louhintavaihe 4 + Tarvekilouhos	NA
VE1.1	2045 saakka	Keskilinjakorotus TSFA (310 m maksimikorkeus) TSFB2 padon itäpuolen korotukset	Sivukivialueen laajennus (490 ha)	Louhintavaihe 5 + Tarvekilouhos	Iso Hanhilehto
VE1.3	2045 saakka	Keskilinjakorotus TSFA (280 m maksimikorkeus) Uusi TSFA2 alue (271 maksimikorkeus)	Sivukivialueen laajennus (550 ha)	Louhintavaihe 5 + Tarvekilouhos	Iso Hanhilehto

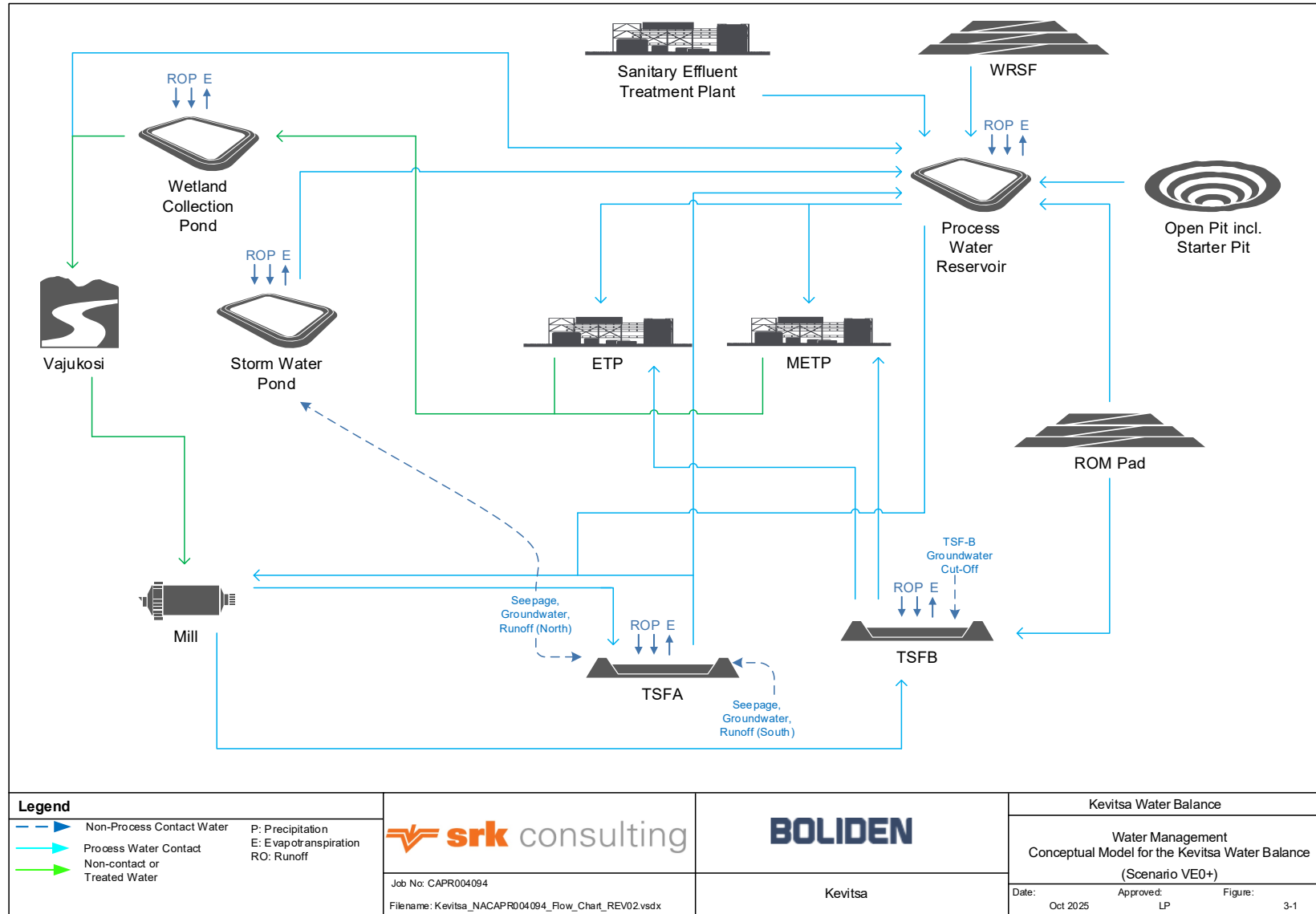
Lähde: Koottu tekstistä.

3. Mallin kuvaus

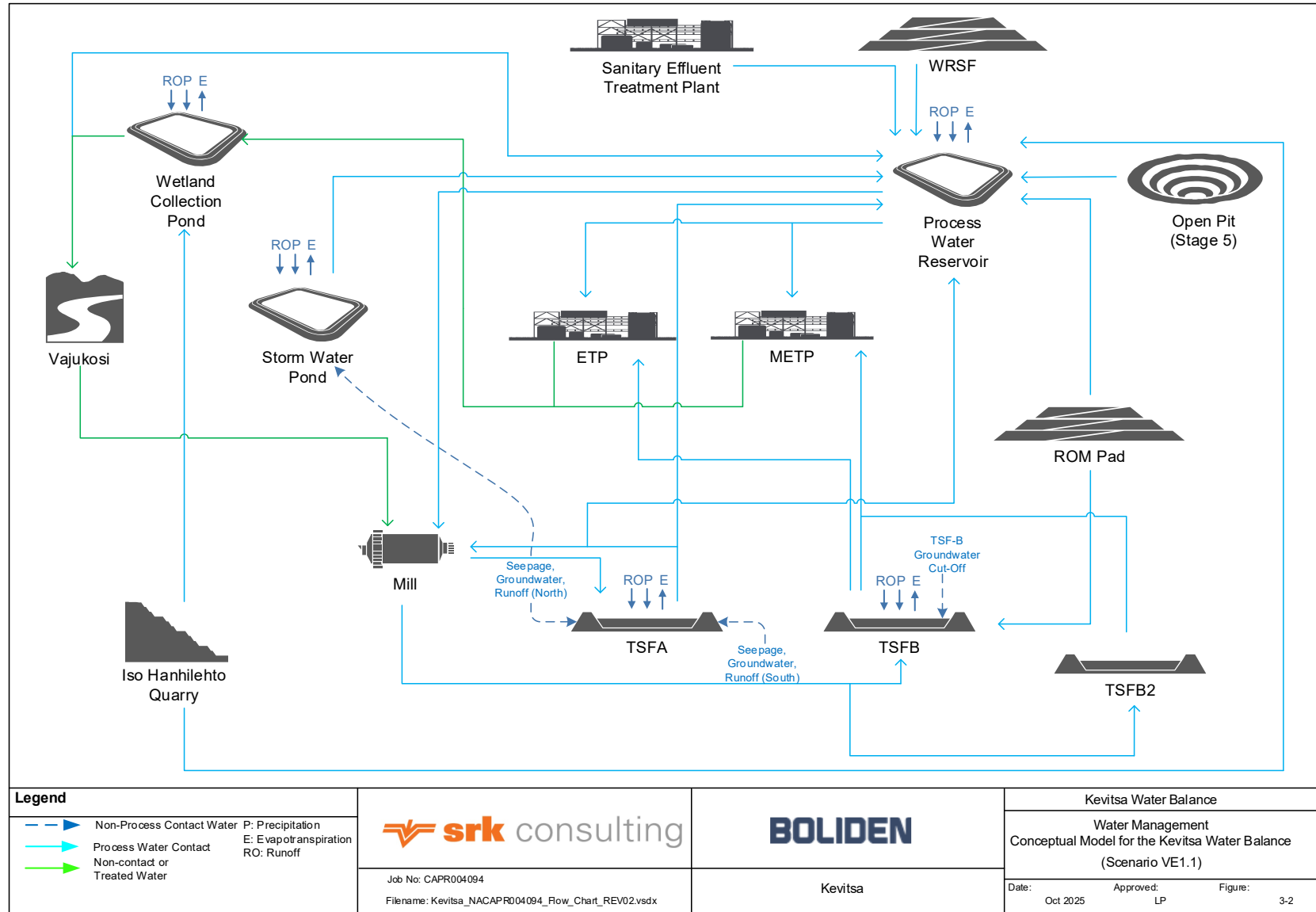
Kevitsan WLBm-malli rakennettiin simuloimaan veden virtausta ja varastointia niissä toiminnoissa, jotka on kuvattu luvussa 2 ja esitetty kuvassa 2-1 vaihtoehdoille VE0+, VE1.1 ja VE1.3. Malli kehitettiin GoldSim-ohjelmistolla (versio 15, GoldSim Technology Group, 2025) simuloimaan veden ja epäpuhtauksien virtausta näissä kolmessa elinkaariskenaariossa.

Mallin syötteisiin sisältyivät valuma-alueet, säätiedot, keskeiset geometriat, geokemialliset lähdeterminit, malmin rikastus- ja rikastushiekka-parametrit sekä operatiiviset tiedot mallin kalibrointia ja validointia varten. Koska mallia päivitetään parhaillaan Enchemicalta SRK:lle siirtymisen yhteydessä, tähän raporttiin ei ole tehty muutoksia aiempiin syötteisiin, laskentatapoihin tai kalibrointiparametreihin, lukuun ottamatta liitteessä A mainittuja syötteitä ja logiikkaa, joka on luotu kuvaamaan seuraavissa luvuissa esitettyjä elinkaariskenaarioita (LOM).

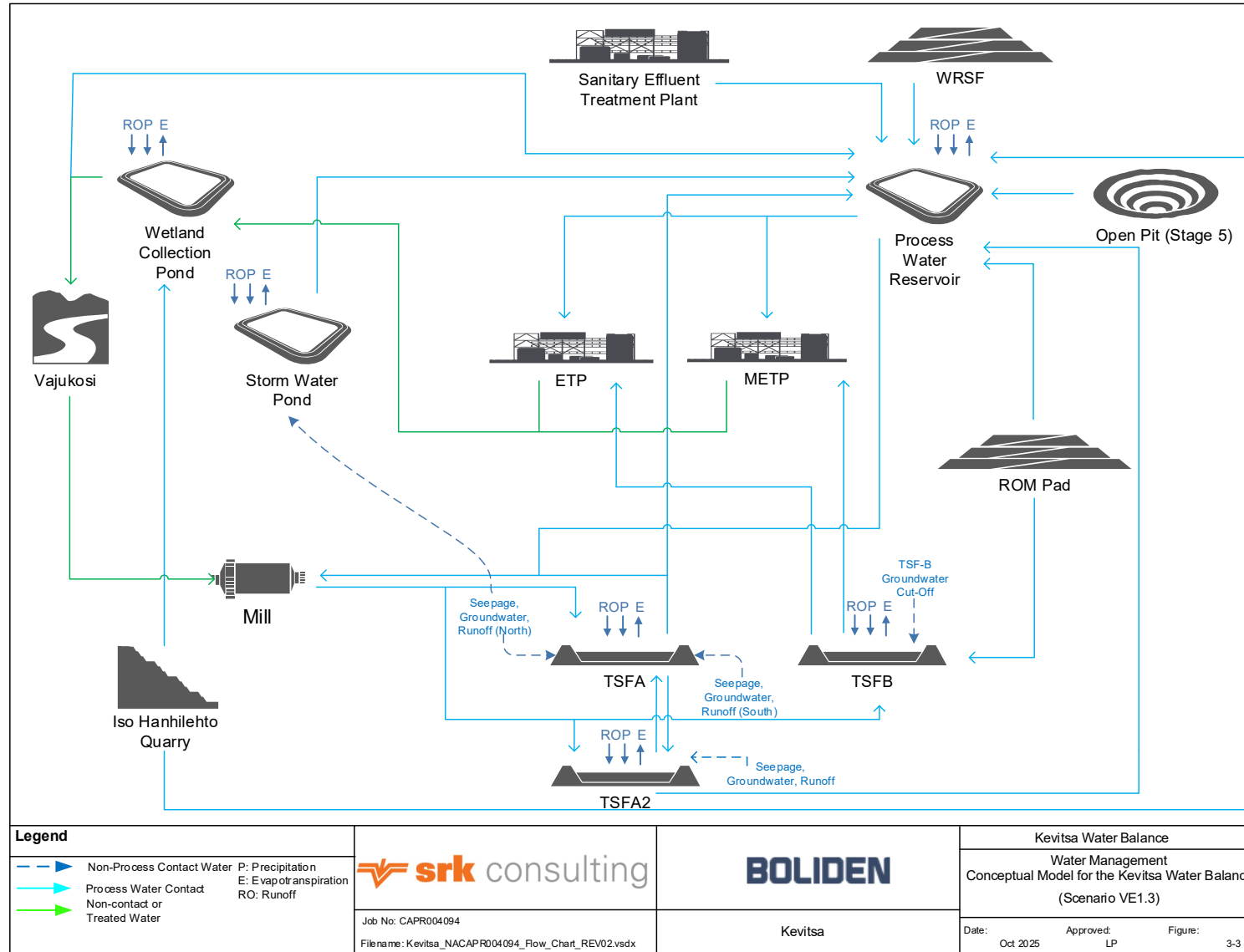
Kuva 3-1 Kevitsan vesienhallintakaavio skenaariolle VE0+



Kuva 3-2 Kevitsan vesienhallintakaavio skenaariolle VE1.1



Kuva 3-3 Kevitsan vesienhallintakaavio skenaariolle VE1.3



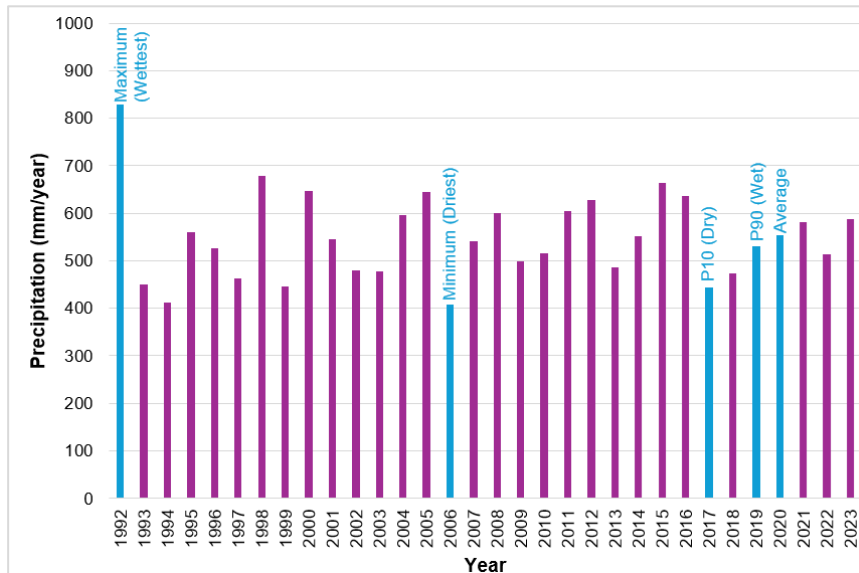
3.1 Ilmastotieto ja olosuhteet

Mallin ilmastosyötteet perustuvat historiallisiin sadanta-, lämpötila- ja lumipeitetietoihin syyskuuhun 2024 asti, ja sen jälkeen käytetään synteettisiä syötteitä.

- **Sadantamäärien** olosuhteet voidaan valita neljästä vaihtoehdosta:
 1. Satunnaisen sadannan vuosi: Malli käyttää satunnaista vuotta ilmastodatan historiallisesta aineistosta edustamaan jokaista tulevaa vuotta. Valinta tehdään kunkin tulevan vuoden 1. tammikuuta (Kuva 3-3). Tätä asetusta käytetään todennäköisyyspohjaisissa simuloinneissa.
 2. Keskimääräisen sademäärän vuosi: Malli käyttää vuoden 2020 ilmastodataa, joka edustaa kokonaissademäärältään keskimääräistä vuotta (Kuva 3-3). Tätä asetusta pidetään tämän raportin mallin perustapauksena (Base Case).
 3. Valitse vuosi kerrallaan: Malli valitsee jokaiselle tulevalle simulaatiovuodelle yhden vuoden historiallisesta ilmastoaineistosta (Kuva 3-3). Tätä asetusta käytetään tässä raportissa esitetyn herkkyysanalyysin merkkiä olosuhteita varten (Upper Case).
 4. Ilmastomuutos: Ilmastomuutosta koskevat syötteet malliin laati EarthSystemData Ltd (2019). Tiedot poimittiin Euro-Cordex-arkistosta, ja simulointi toteutettiin käyttäen koko päivittäistä aineistoa yhdestä alueellisesta ilmastomallista (RCM), joka valittiin edustavimmaksi Kevitsan ilmastolle (HIRHAM-5) polulle Representative Concentration Pathway 4.5 (RCP 4.5). RCM-tuloksiin tehtiin skaalauskorjaus, jotta ne vastaisivat Kevitsan kahden lähimmän havaintoaseman historiallisia meteorologisia tietoja. EarthSystemData Ltd (2019) osoittaa, että koska HIRHAM-5-malli edustaa keskimääräisiä olosuhteita, malli ei kata kaikkia mahdollisia lämpötila- ja sademäärän muutoksia, jotka voisivat johtaa purkujen ylityksiin. Kuva 3-5 esittää sademäärätiedot ilmastomuutosolosuhteissa. Tätä asetusta käytetään tässä raportissa esitetyn herkkyysanalyysin yhteydessä arvioitaessa merkkiä ja kuivempia olosuhteita verrattuna historiallisiin havaintoihin.
- **Lämpötila** arvot mallissa arvioitiin keskimääräisten päivittäisten lämpötilojen tai RCP 4.5 arvojen perusteella (Kuva 3-6). Joitakin korjauksia tehtiin huomioimaan syksyn ja kevään kylmät yöt, jolloin päivälämpötila on plussan puolella.
- **Sadanta** määritettiin vetenä tai lumena lämpötilakynnyksen perusteella (0-3 °C). Jos lämpötila ylittää kynnyksen, sadannan oletetaan olevan vesisadetta, muussa tapauksessa sadanta tulikitaan lumeksi ja lisätään lumipeitteeksi (Kuva 3-7).
- **Lumipeitteen** kertyminen määritetään mallissa iteratiivisen kalibroinnin avulla vertaamalla lumipeitteen paksuuksiin.
- **Lumen vesipitoisuuden** oletettiin olevan 18-22% lumen syvyydestä (mm) vastaavana vesimääränä (mm).
- **Lumen sulamisnopeus** laskettiin lämpötilakynnyksen perusteella, joka vaihteli 0-2 °C:n välillä (Kuva 3-7).
- **Lumen sublimaatiokertoimen** oletettiin olevan 0.1 kalibroinnin perusteella.

- **Jään muodostuminen ja sulaminen seisovassa vedessä** määritettiin iteratiivisen kalibroinnin perusteella vertaamalla jään paksuutta. Jään sulamisen oletettiin alkavan, kun lämpötila ylitti 0 °C. Jään sulamisen aloituspäiväksi oletettiin joka vuoden 90. päivä.

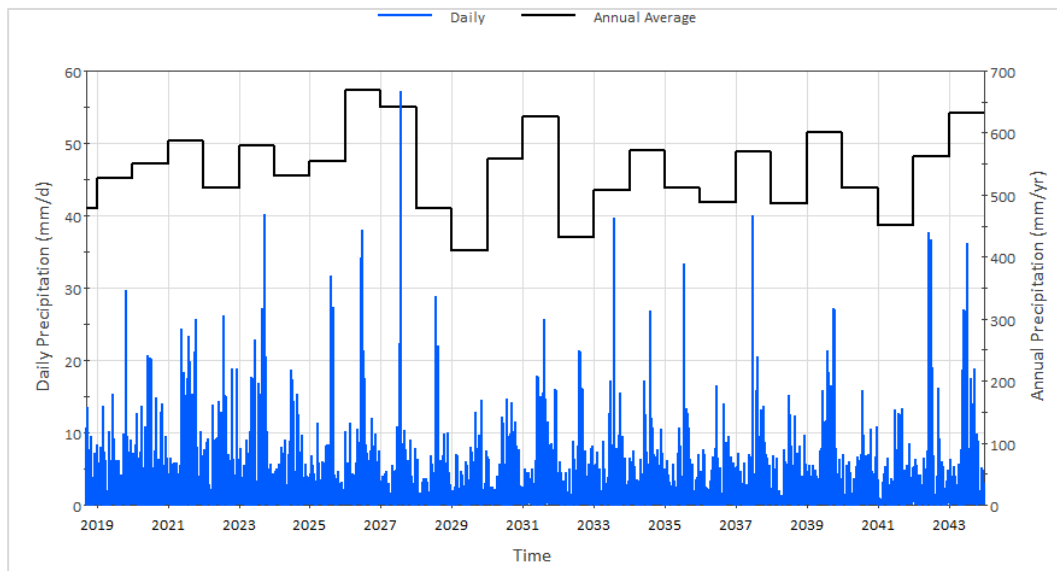
Kuva 3-4 Kevitsan historialliset sadantaolosuhteet ja mallinnuksen edustavat vuodet



Lähde: SRK 2025

Precipitation = sadanta
Year = vuosi

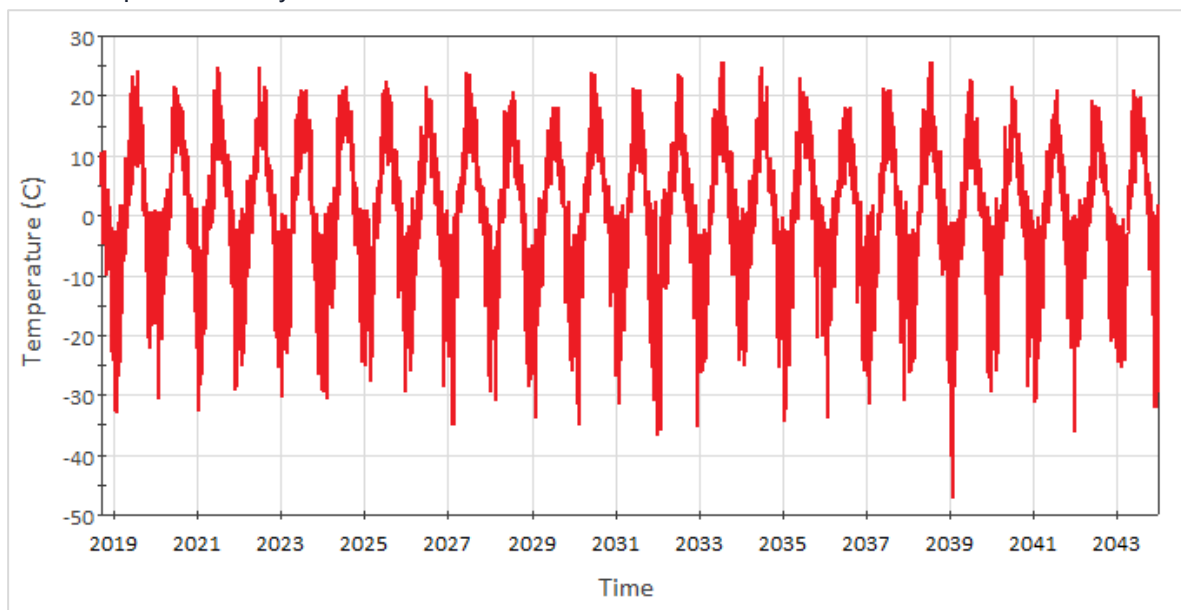
Kuva 3-5 Sadanta Kevitsassa oletetulla RCP 4.5 -ilmastomuutoskenaariolla vuodesta 2025 alkaen



Lähde: SRK 2025

Daily precipitation = päivittäinen sadanta
Annual precipitation = vuosittainen sadanta
Daily = päivittäinen
Annual average = vuosittainen keskiarvo
Time = aika

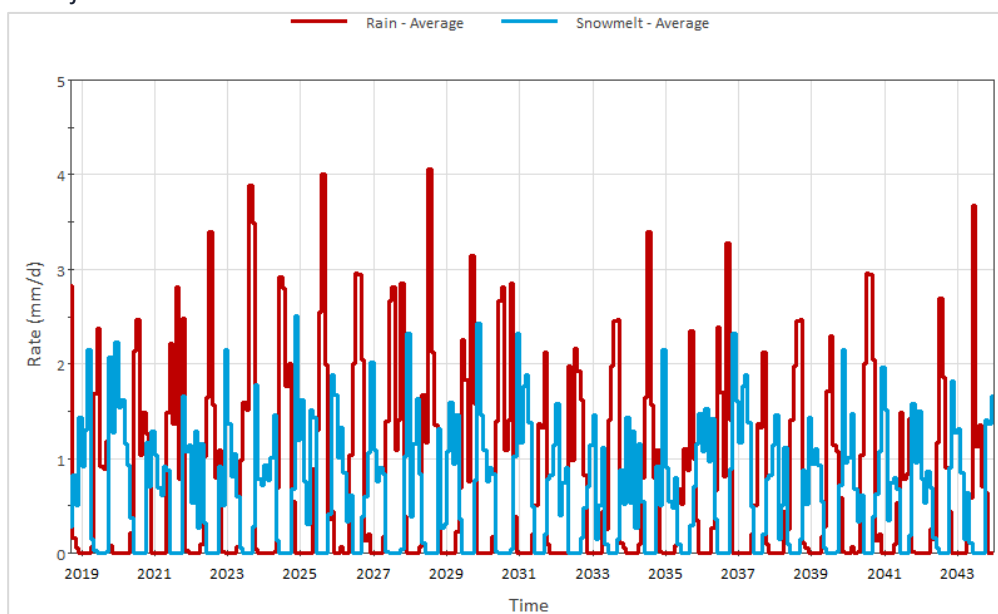
Kuva 3-6 Kevitsan lämpötilahavainnot ja ennustetut arvot



Lähde: SRK 2025

Temperature = lämpötila
Time = aika

Kuva 3-7 Sateen ja lumen sulamisen kuukausikeskiarvot



Lähde: SRK 2025

Rain - Average = sade - keskiarvo
Snowmelt - Average = Lumen sulaminen - keskiarvo
Rate = määrä
Time = aika

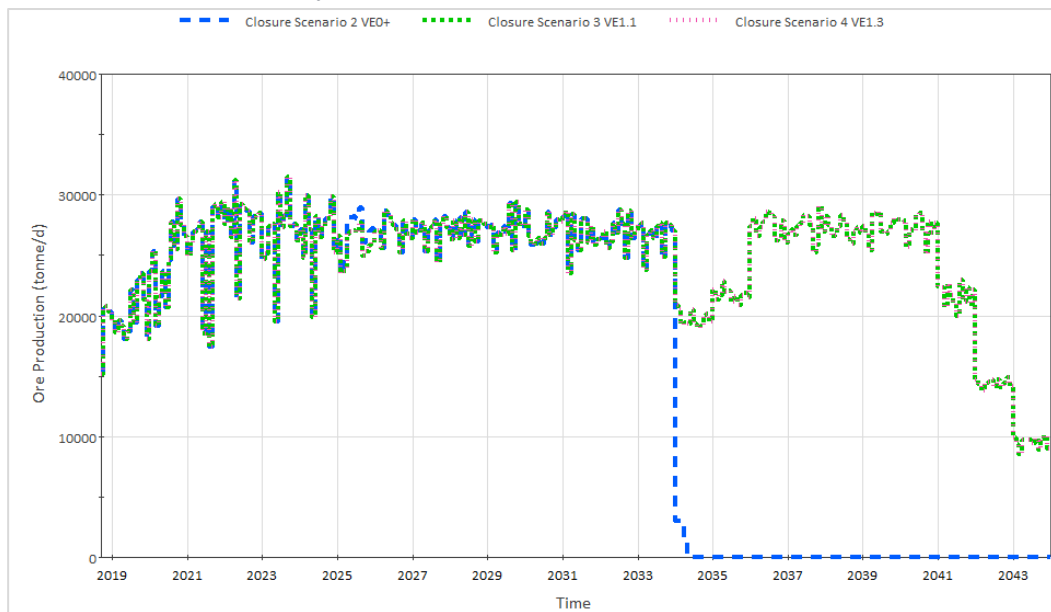
3.2 Oletukset veden kulutustarpeesta

Kevitsan veden tarve laskettiin pölynhallinnan vaatimusten ja malminrikastuksen tarpeiden perusteella. Pölynhallinnan veden tarve arvioitiin historiallisten tietojen pohjalta, kun taas malminrikastuksen veden tarve laskettiin rikastusmäärien ja nikkeli- sekä kuparirikasteiden vesipitoisuuden perusteella.

Kuvassa 3-8 on esitetty rikastamolle toimitetut toteutuneet ja ennustetut kuukausittaiset malmimäärät. Skenaariossa VE0+ tuotanto jatkuu vuoteen 2034 asti, kun taas skenaarioissa VE1.1 ja VE1.3 tuotanto jatkuu vuoteen 2044 asti.

Malli olettaa, että kuparirikasteen määrä on 0,9 % syötettävästä malmista ja nikkelirikasteen määrä on 1,2 % syötettävästä malmista, perustuen viimeaikaisiin havaintoihin. Rikasteen kosteuspitoisuuden oletetaan olevan 10,2 %. Rikastushiekkojen kiintoainepitoisuudet lasketaan vähentämällä rikasteen massa malmin prosessointimassasta. Tällä hetkellä 0,9 % rikastushiekkojen määrästä ohjataan toiseen rikastushiekka-altaaseen (TSFB) niiden korkeamman sulfidipitoisuuden vuoksi.

Kuva 3-8 Kevitsan toteutunut (2019-2025) ja ennustettu (2024-2045) malmituotanto



Lähde: SRK 2025

Closure Scenario = sulkemisskenaario
Ore production = malmintuotanto
Time = aika

3.3 Kaivoksen elinkaaren kehitys

Kevitsassa hallinnoitavan veden määrä määräytyy ensisijaisesti kaivostoiminnan käyttämien pinta-alojen perusteella, joista suurimmat ja merkittävimmät ovat sivukivialue (WRSF), avolouhos ja rikastushiekka-allas (TSFA). Kuvassa 3-9 esitetään, miten WRSF:n pinta-ala

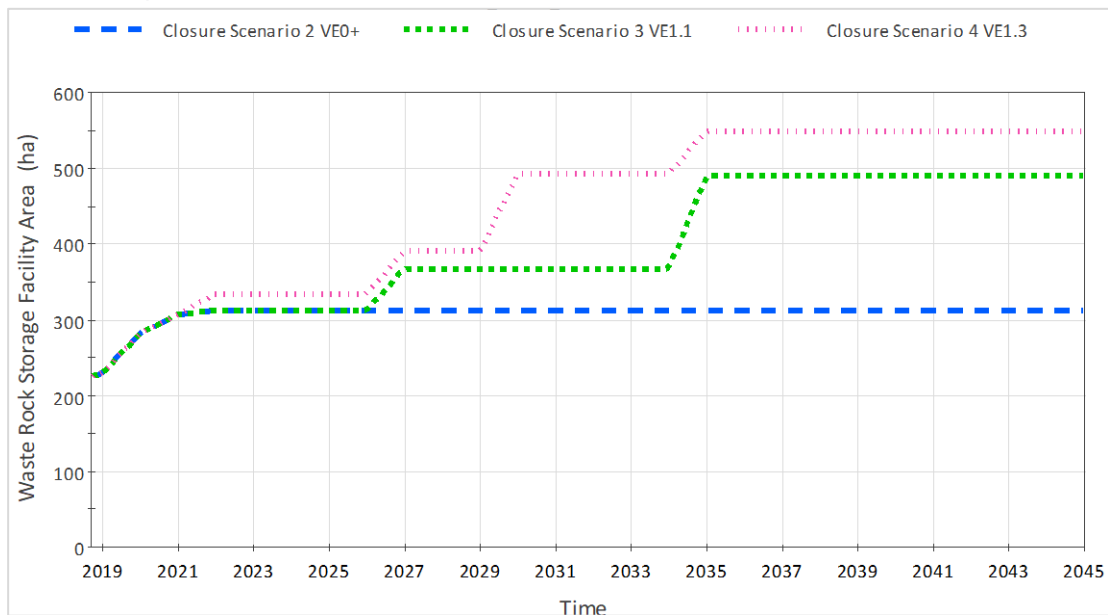
muuttuu ajan myötä kussakin kolmessa skenaariossa. Skenaariossa VE0+ WRSF:n pinta-ala pysyy samana. Skenaariossa VE1.1 WRSF:n pinta-ala kasvaa asteittain noin 490 hehtaariin vuoteen 2035 mennessä, kun taas skenaariossa VE1.3 WRSF:n pinta-ala kasvaa noin 550 hehtaariin vuosien 2029 ja 2035 välillä.

Kuten kuvasta 3-10 nähdään, avolouhoksen pinta-ala kasvaa noin 120 hehtaarista (louhintavaihe 4) skenaariossa VE0+ noin 145 hehtaariin (vaihe 4 + tarvekilouhos). Skenaarioissa VE1.1 ja VE1.3 avolouhoksen pinta-ala kasvaa noin 175 hehtaariin (louhintavaiheen 5 jälkeen).

TSFA:n pinta-ala (noin 350 hehtaaria) ei muutu skenaarioissa VE0+ ja VE1.1, koska padon korotukset tehdään keskilinjakorotustapamenettelyllä. Skenaariossa VE1.3 TSFA2-rikastushiekka-allas rakennetaan nykyisen TSFA:n eteläpuolelle, mikä kasvattaa alueen pinta-alaa noin 210 hehtaarilla.

Suurin käytettävissä oleva veden ja rikastushiekkojen varastointikapasiteetti alueella skenaarioissa VE0+ ja VE1.1 on noin 4 Mm³ (prosessivesialtaassa, TSFB:ssä ja TSFA:ssa), kun taas skenaariossa VE1.3 varastointikapasiteetti kasvaa noin 3 Mm³ TSFA2:n lisäämisen seurauksena.

Kuva 3-9 Sivukivialueen pinta-ala



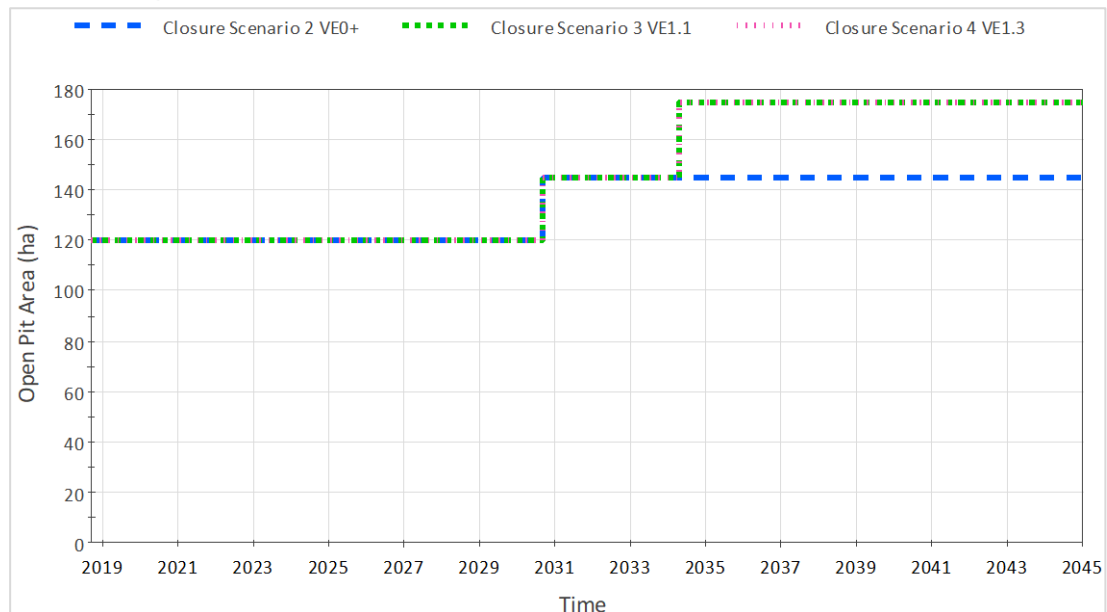
Lähde: SRK 2025

Closure Scenario = sulkemisskenaario

Waste rock storage facility area = sivukivialueen pinta-ala

Time = aika

Kuva 3-10 Avolouhoksen pinta-ala



Lähde: SRK 2025

Closure Scenario = sulkemisskenaario
Open pit area = avolouhoksen pinta-ala
Time = aika

3.4 Purkuolosuhteet

Seuraavat purkuun liittyvät lupaehdot otettiin huomioon mallissa arvioitaessa vedenhallintaan liittyviä mahdollisia ympäristö- ja toiminnallisia riskejä Kevitsassa:

- Purkuvirtaaman lupaehto Vajukoskelle on 275 l/s eli 990 m³/h, mikä sisältää molempien vesienkäsittelyjen purkuvedet sekä luonnolliset virtaamat tulvatasangolla. Purkujakso on rajattu 72 tuntiin.
- Puhdistamojen suurin yhdistetty purkuvirtaama on 1 050 m³/h. METP:n suurin käsittelykapasiteetti on 750 m³/h ja ETP:n suurin käsittelykapasiteetti on 300 m³/h, jonka on suunniteltu kasvavan 575 m³/h:iin ja enintään 450 m³/h:iin.
- Kesäkaudella (1.6.-30.9.) vesienkäsittelyn purku voidaan tehdä kahdella tavalla:
 1. Suoraan kosteikkoon, enintään 140 m³/h. 1.7.2025 myönnettiin lupa kosteikkoon purkamisen lopettamiseen. Tätä muutosta ei ole huomioitu mallissa, koska lupa ei ole vielä voimassa.
 2. Putkilinjaa pitkin suoraan Vajukoskelle ohittaen kosteikon. Vaikka purkuvirtaaman raja on 990 m³/h, Vajukoskelle johtavan purkuputken lisäpumpun maksimikapasiteetti on 900 m³/h.

- Veden kemialliset päästöraja-arvot on koottu taulukkoon Taulukko 3-1.

Taulukko 3-1 Veden kemialliset päästöraja-arvot

Parametri	Yksittäinen näyte Raja-arvo (mg/L)	Kuukausikeskiarvo Raja-arvo (mg/L)	Kuukausikeskiarvo Tavoite (mg/L)
Kokonaisnikkeli	0,75	0,3	-
Kokonaiskupari	0,3	0,1	-
Liennut kadmium	0,01	-	-
Liennut elohopea	0,005	-	-
Sulfaatti	-	2000	1000
Kokonaistyyppi	-	-	14

Lähde: SRK 2025

4. Mallin kalibrointi

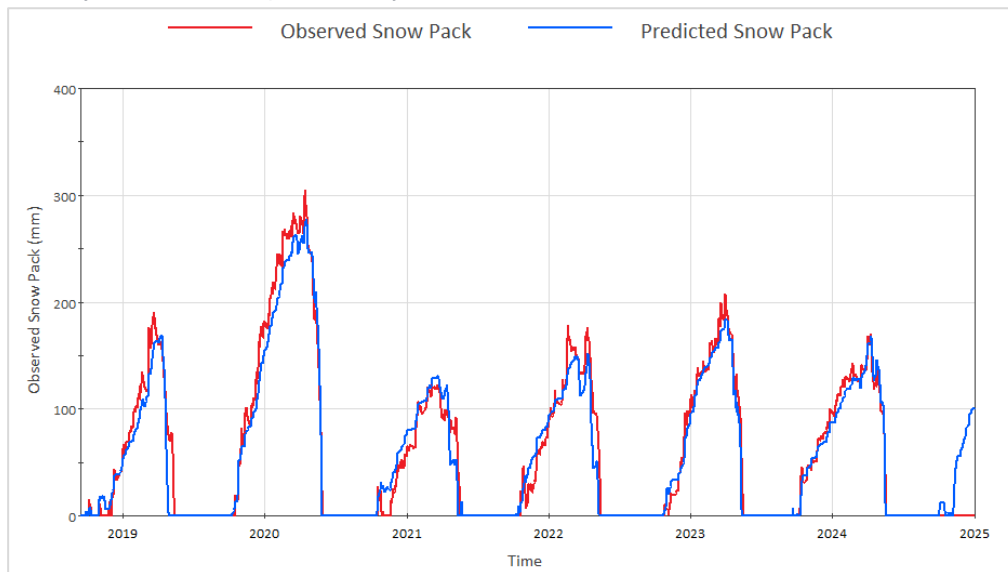
Seuraavissa luvuissa kuvataan WLBM-mallin kalibrointi vertaamalla mallinnettuja tuloksia mitattuihin arvoihin.

4.1 Vesitasemallin kalibrointi

4.1.1 Lumiennuste

Kevitsan mallissa kevättulvien virtaamat riippuvat siitä, kuinka hyvin talven lumipeitteen kertyminen on mallissa kuvattu. Kuvasta 4-1 käy ilmi, että mallin lumipeitteen kertyminen vastaa hyvin havaittuja tietoja vuosilta 2019-2024 sekä lumipeitteen määrän että sulamis- ja lauhtumisajankohtien osalta.

Kuva 4-1 Havaittu ja mallinnettu lumipeitteen kertyminen



Lähde: SRK 2025

Observed snow pack = havaittu lumipeite
 Predicted snow pack = ennustettu lumipeite
 Time = aika

4.1.2 Vuotuiset kumulatiiviset virtaamat vuonna 2024

Taulukko 4-1 tiivistää, miten vuoden 2024 vuosittaiset mallinnetut virtaamat vertautuvat mitattuihin arvoihin Kevitsan keskeisillä virtausmittauspiteillä:

- Mallinnetut vuosittaiset vesimäärät **prosessivesialtaasta prosessiin, sivukivialueen purku, vesienkäsittelyn syöttö ja purku Vajukoskelle** ovat samankaltaisia kuin mitatut pumpatut määrät.
- Pumpatut vesimäärät **taustapumppaamolta TP2 ja hulevesiallas** on aliarvioitu mallissa verrattuna mitattuihin arvoihin.
- Pumpatut vesimäärät **taustapumppaamolta TP1, TSFA ja louhoksen purku** on yliarvioitu mallissa verrattuna mitattuihin arvoihin.

Taulukko 4-1 Vuoden 2024 mallinnettujen vuosivirtaamien vertailu mitattuihin arvoihin Kevitsan keskeisillä virtaamanseurantapisteillä

Sijainti	Tarkkailupiste	Havaitut vuosittaiset vesimäärät (Mm ³)	Mallinnetut vuosittaiset vesimäärät (Mm ³)	Ero havaittujen ja mallinnettujen vuosittaisen vesimäärässä (Mm ³)	Prosentuaalinen ero (%)
Sivukivialue (WRSF)	KevP-2	1,0	1,1	0,1	11%
Kitinen (käsitelty vesi Vajukoskeen)	KevP-11	2,4	2,1	-0,3	-11%
ETP and METP syöttömäärä	KevP-10 + KevP-10a	2,9	3,4	0,5	18%
Vesivarastoaltaalta prosessiin	KevP-9	17,4	15,4	-1,9	-11%
TSFA:ta prosessivesialtaalle	KevP-8	10,3	15,7	5,4	53%
TP1 virtaama	KevP-4a3	0,1	0,2	0,1	145%
TP2 virtaama	KevP-4a2	0,7	0,4	-0,3	-47%
Hulevesi (prosessialue)	KevP-6	1,2	0,5	-0,7	-57%
Louhoksen purku	KevP-1V2	1,0	1,1	0,2	19%

Lähde: SRK 2025

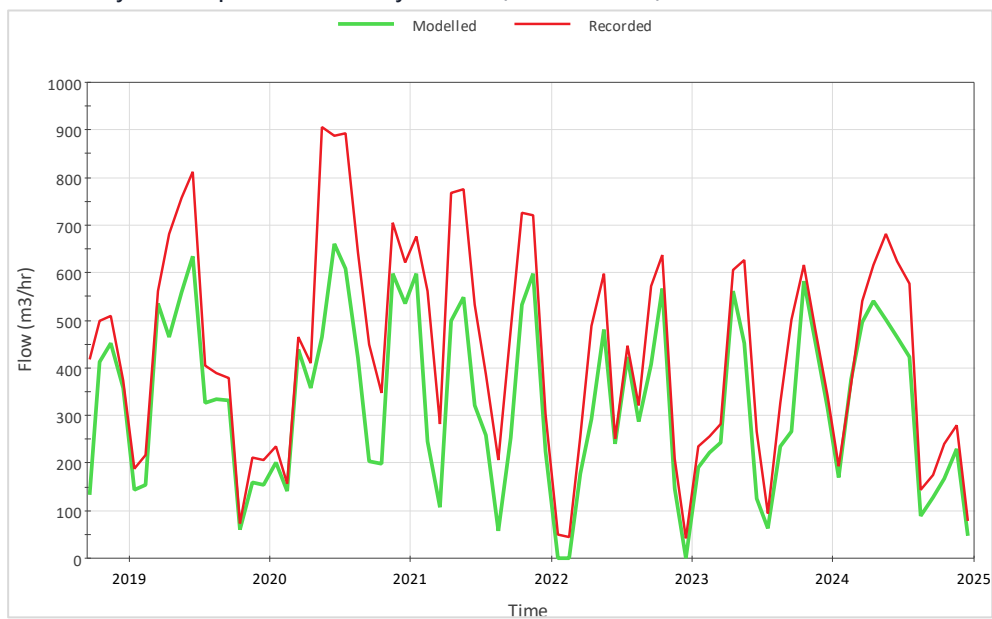
4.2.3 Vesitaseen kalibrointi ja aikasarjatulokset

Kuvissa Kuva 4-2 - Kuva 4-9 esitetään, miten mallinnetut kuukausikeskiarvoaikasarjat vastaavat mitattuja virtaamia taulukossa Taulukko 4-1 listatuilla virtaaman tarkkailupisteillä sekä TSFA:n syvyysmittausdatan perusteella. Seuraavat havainnot tehtiin:

- Mallissa Vajukoskelle johdettavat purkuvirtaamat kuvassa Kuva 4-2 on johdonmukaisesti aliarvioitu, vaikka kausivaihtelut on mallinnettu kohtuullisesti edustettuna.
- Sivukivialueen (WRSF) valumat kuvassa Kuva 4-3 on mallinnettu hyvin.
- Avolouhoksen seinämien valumat kuvassa Kuva 4-4 on mallinnettu hyvin, lukuun ottamatta vuoden 2020 jälkimmäistä puoliskoa (yliarvioitu) ja vuoden 2021 jälkipuolisko (aliarvioitu), sekä talvikauden jälkeinen aika (yliarvioitu).
- Hulevesialtaalta pumpatut vesimäärät kuvassa Kuva 4-5 on yliarvioitu vuoden 2022 ja aliarvioitu vuoden 2022 jälkeen.
- Kuvassa Kuva 4-6 taustapumppaamon 1 TP1 vesimäärä on yliarvioitu ennen vuotta 2022 ja aliarvioitu vuoden 2022 jälkeen, jolloin mitatuissa virtaamissa tapahtui merkittävä kasvu. Tästä muutoksesta huolimatta mallinnetut virtaamat jatkoivat historiallista kaavaa vain pienellä vaihtelulla.
- Kuvassa Kuva 4-7 esitetyt TP2:n virtaamat osoittavat merkittävää vuodenaikojen vaihtelua ja kasvavaa kehityssuuntaa vuosien varrella, mikä ei kuitenkaan näy mallinnetuissa virtaamissa, jotka pysyvät melko vakiona koko mallin ajan.

- TSFA virtaamat kuvassa Kuva 4-8 on mallinnettu hyvin, lukuun ottamatta 2019 (yliarvioitu) ja vuoden 2024 ensimmäisen neljänneksen jälkeistä aikaa, jolloin virtaamien oletettiin olevan nolla, vaikka virtaamat jatkuivat.
- PWR virtaamat kuvassa Kuva 4-9 on mallinnettu hyvin vuoteen 2021 saakka, minkä jälkeen virtaamat on johdonmukaisesti aliarvioitu, vaikka kausivaihtelu on mallissa kuvattu erittäin hyvin.
- TSFA tilavuudet kuvassa Kuva 0-3 vastaavat kohtuullisen hyvin syvyysmittausdataa, vaikka mitattu tieto on harvaa (puolivuosittaista).

Kuva 4-2 Mallinnetut ja mitatut purkuvirtaamat Vajukoskelle (kuukausitasolla)



Lähde: SRK 2025

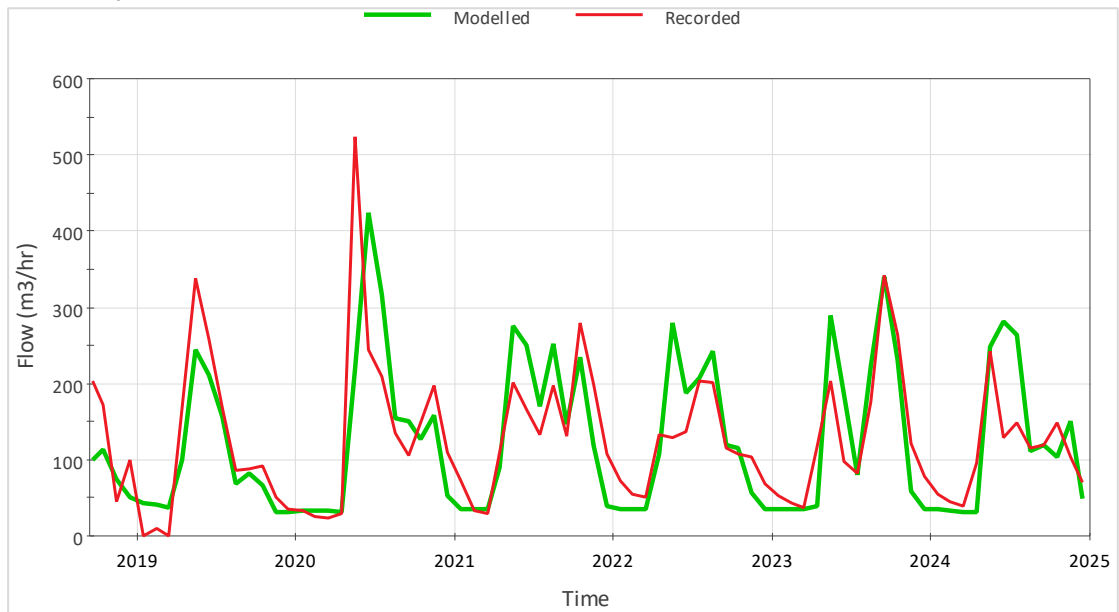
Modelled = mallinnettu

Recorded = mitattu

Flow = virtaama

Time = aika

Kuva 4-3 Mallinnetut ja mitatut sivukivialueen (WRSF) valumavirtaamat (kuukausitasolla)



Lähde: SRK 2025

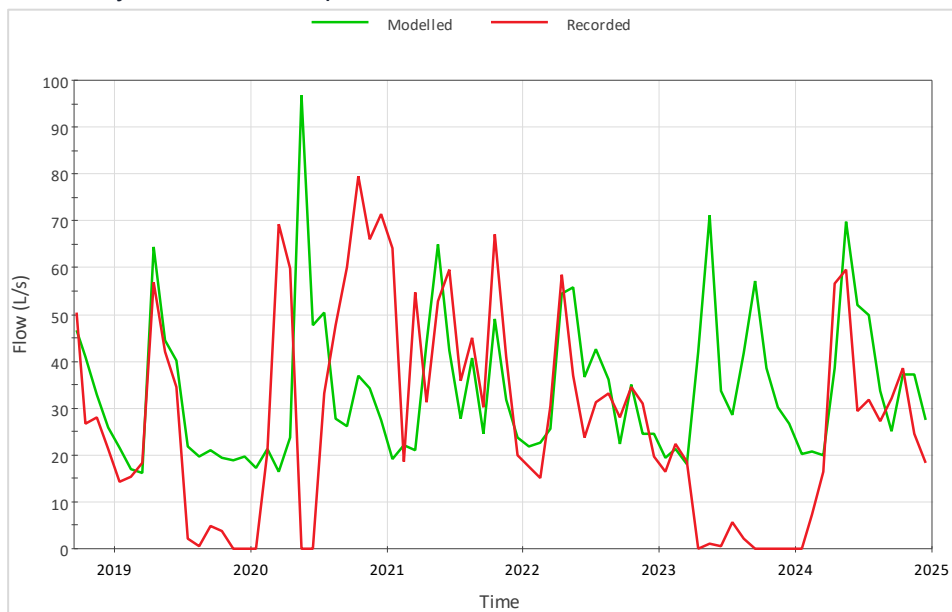
Modelled = mallinnettu

Recorded = mitattu

Flow = virtaama

Time = aika

Kuva 4-4 Mallinnetut ja mitatut louhoksen purkuvesivirtaamat (kuukausitasolla)



Lähde: SRK 2025

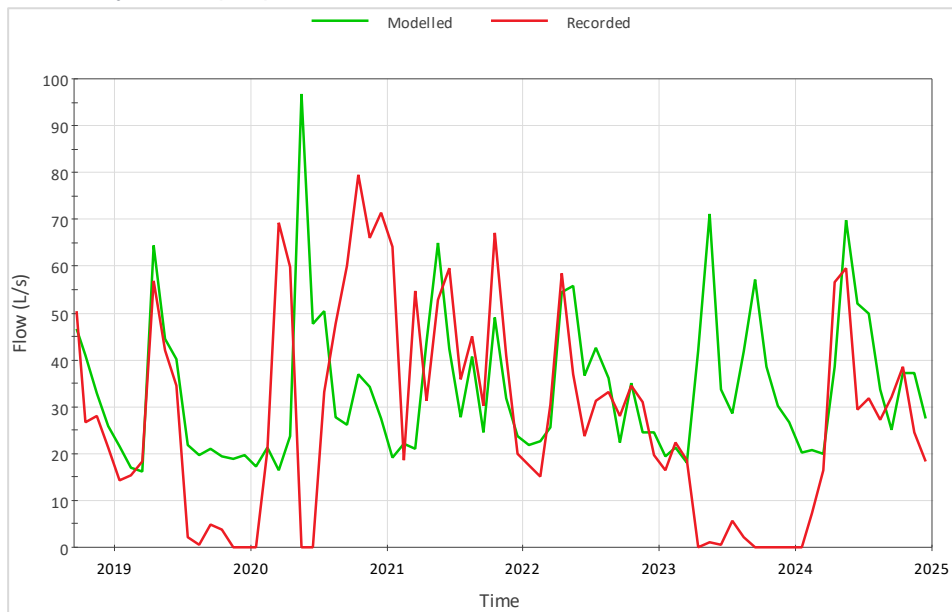
Modelled = mallinnettu

Recorded = mitattu

Flow = virtaama

Time = aika

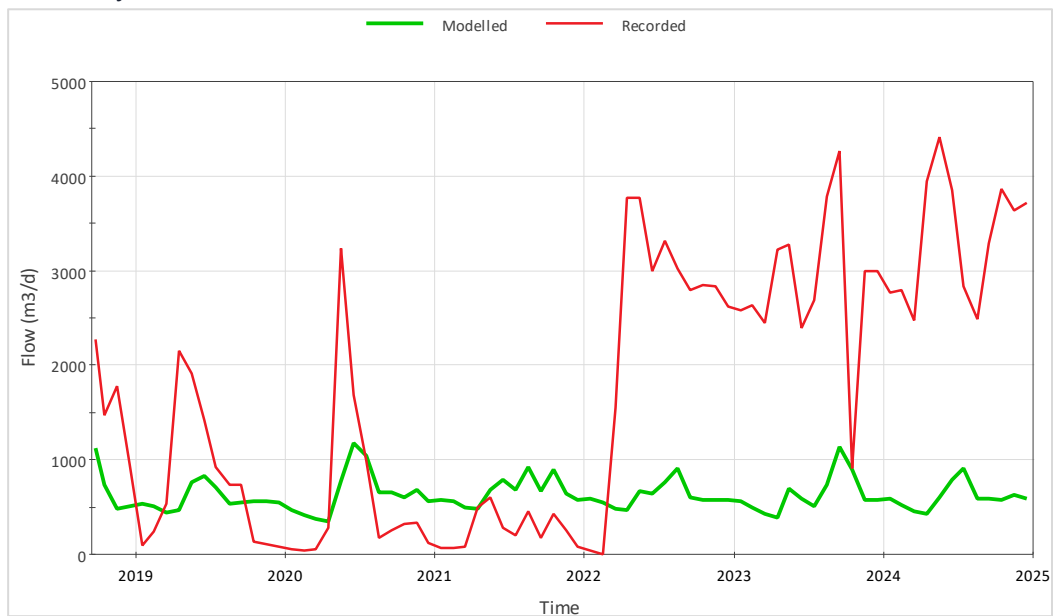
Kuva 4-5 Mallinnetut ja mitatut pumpatut hulevesivirtaamat (kuukausitasolla)



Lähde: SRK 2025

Modelled = mallinnettu
Recorded = mitattu
Flow = virtaama
Time = aika

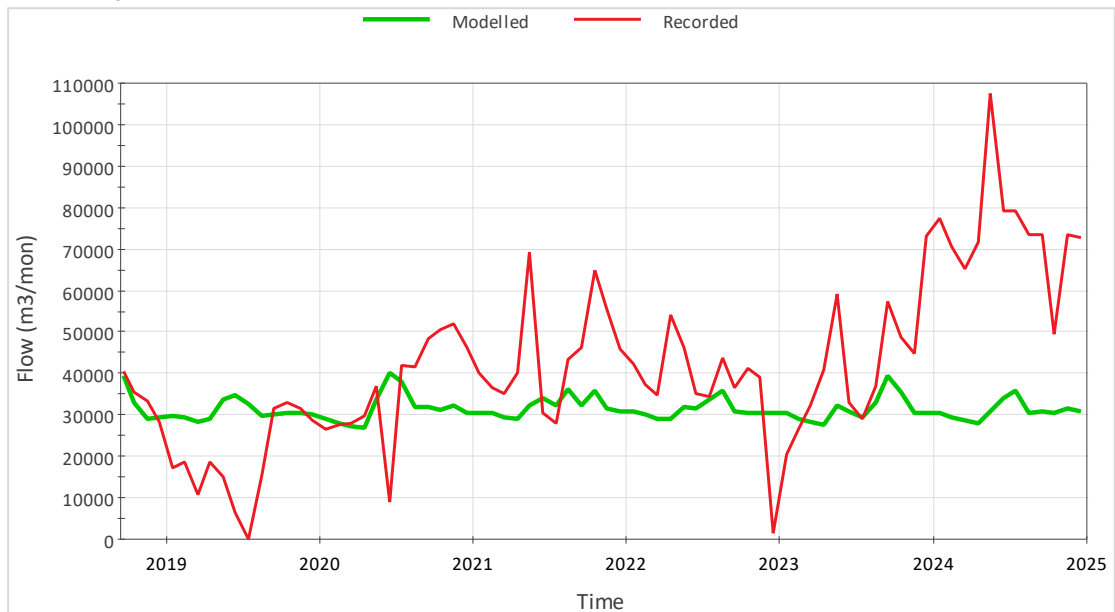
Kuva 4-6 Mallinnetut ja mitatut TP1:n virtaamat (kuukausitasolla)



Lähde: SRK 2025

Modelled = mallinnettu
Recorded = mitattu
Flow = virtaama
Time = aika

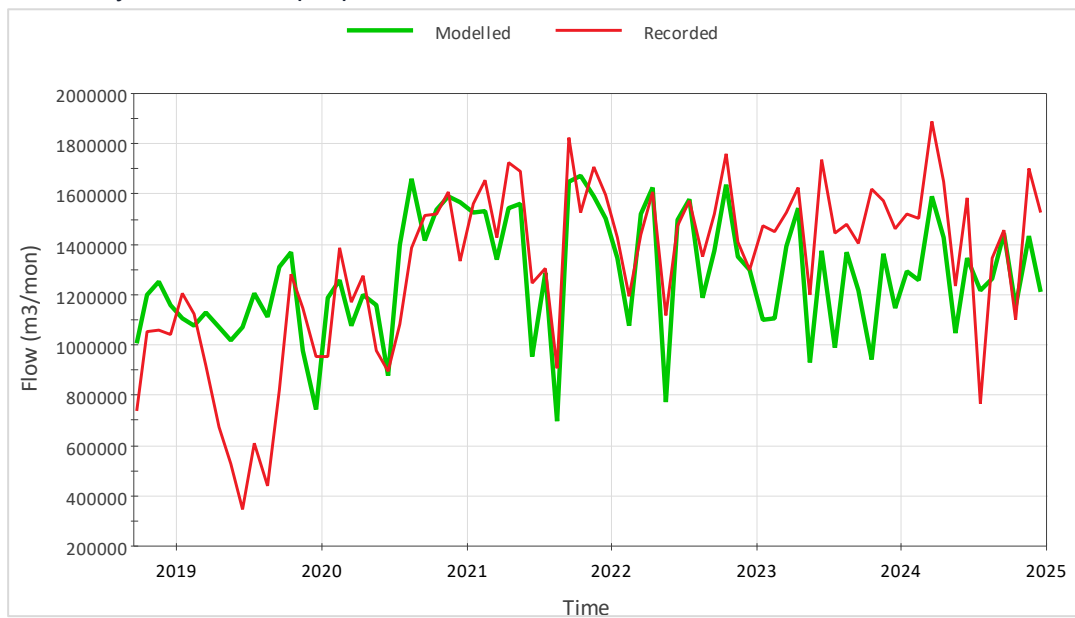
Kuva 4-7 Mallinnetut ja mitatut TP2:n virtaamat (kuukausitasolla)



Lähde: SRK 2025

Modelled = mallinnettu
Recorded = mitattu
Flow = virtaama
Time = aika

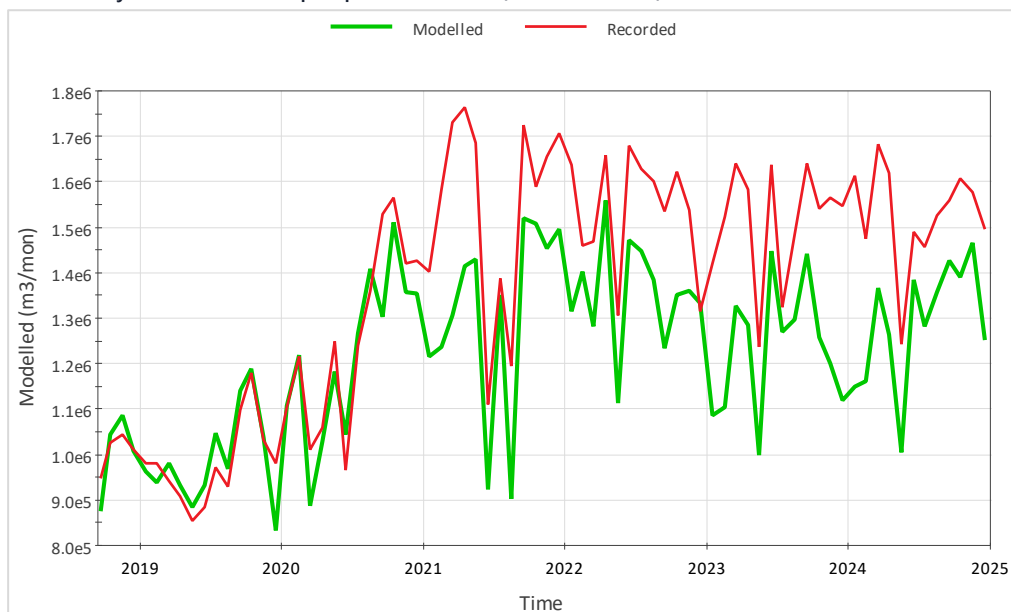
Kuva 4-8 Mallinnetut ja mitatut TSFA:ta pumpatut virtaamat (kuukausitasolla)



Lähde: SRK 2025

Modelled = mallinnettu
Recorded = mitattu
Flow = virtaama
Time = aika

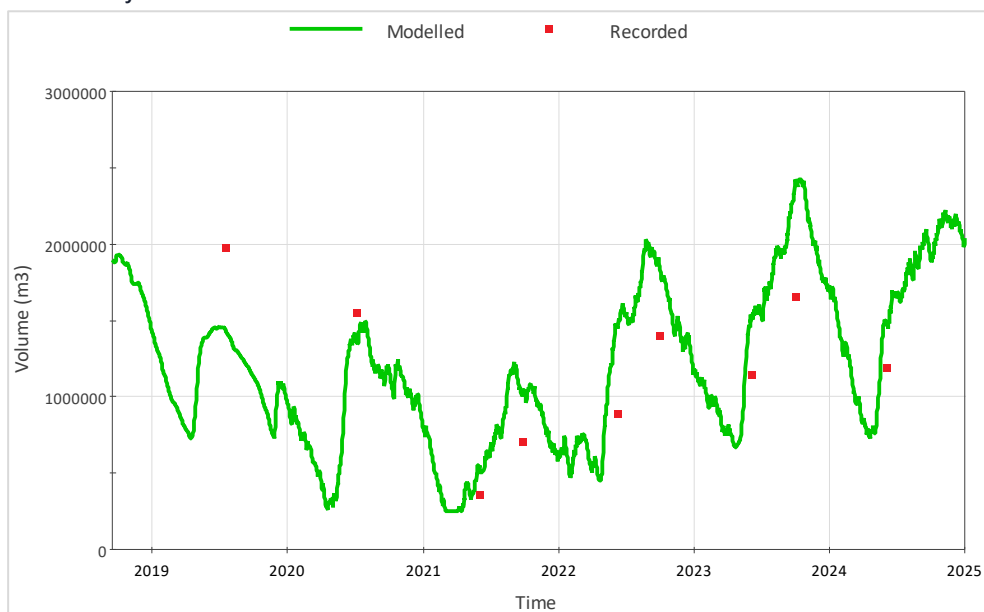
Kuva 4-9 Mallinnetut ja mitatut PWR:ita pumpatut virtaamat (kuukausitasolla)



Lähde: SRK 2025

Modelled = mallinnettu
Recorded = mitattu
Time = aika

Kuva 4-10 Mallinnetut ja mitatut tilavuudet TSFA:lla



Lähde: SRK 2025

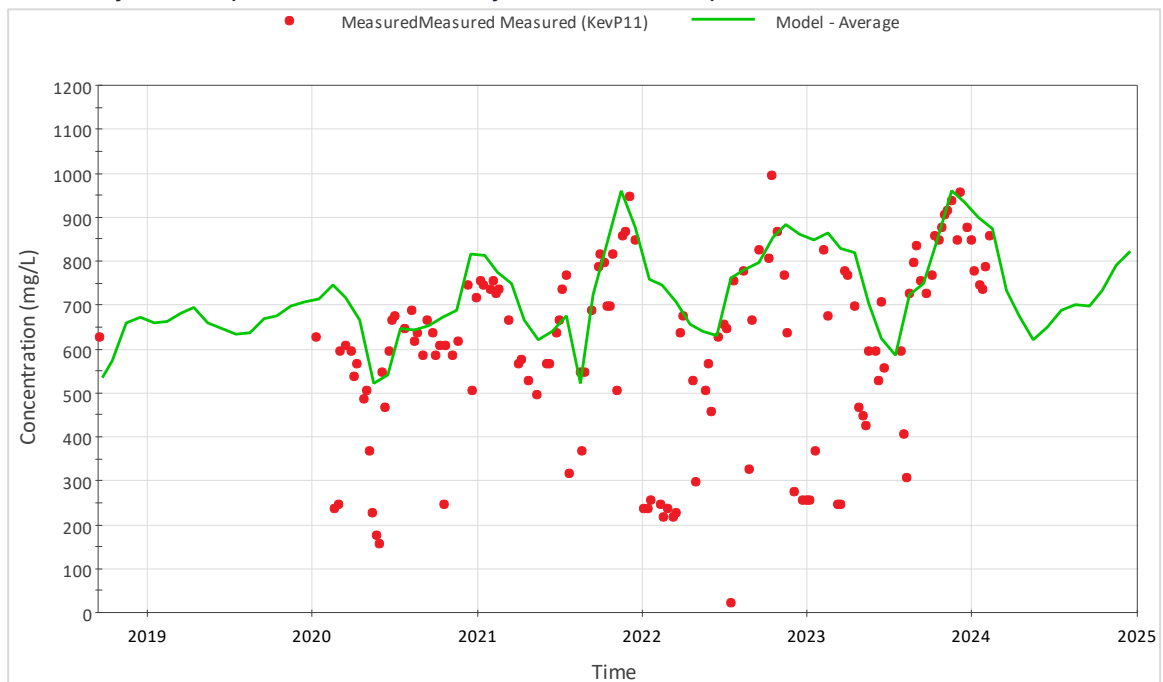
Modelled = mallinnettu
Recorded = mitattu
Volume = tilavuus
Time = aika

4.2 Kuormatasemallin kalibrointi

Kuvissa Kuva 4-11-Kuva 4-16 esitetään WLBm-mallin kalibrointi purkuvesien kemiallisille parametreille:

- Sulfaattitulokset kuvassa Kuva 4-11 kuvaavat tehokkaasti korkeita pitoisuuksia talvikuukausina, mutta alisuoriutuvat matalien pitoisuuksien jaksoilla, jolloin pitoisuudet ovat kaksinkertaisia mitattuihin nähden.
- Kokonaistypen tulokset kuvassa Kuva 4-12 osoittavat, että malli pyrkii yliarvioimaan mitattuja pitoisuuksia, erityisesti kevättulvan aikana.
- Kokonaisnikkelin tulokset kuvassa Kuva 4-13 osoittavat, että malli yleensä yliarvioi mitattuja pitoisuuksia, vaikka arvot ovat samaa suurusluokkaa.
- Kokonaiskuparin tulokset kuvassa Kuva 4-14 yleisesti seuraavat mitattujen korkeiden pitoisuuksien trendiä, mutta matalat pitoisuudet johdonmukaisesti yliarvioidaan vähintään yhden suurusluokan verran.
- Liuenneen kadmiumin tulokset kuvassa Kuva 4-15 ennustavat pitoisuuksia jatkuvasti yli 0,01 mg/l, kun mitatut arvot olivat koko kalibrointijakson ajan jatkuvasti alle määritysrajan (0,005 mg/l).
- Liuenneen elohopean tulokset kuvassa Kuva 4-16 aliarvioivat johdonmukaisesti mitattuja arvoja koko kalibrointijakson ajan.

Kuva 4-11 Mallinnettujen sulfaattipitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä



Lähde: SRK 2025

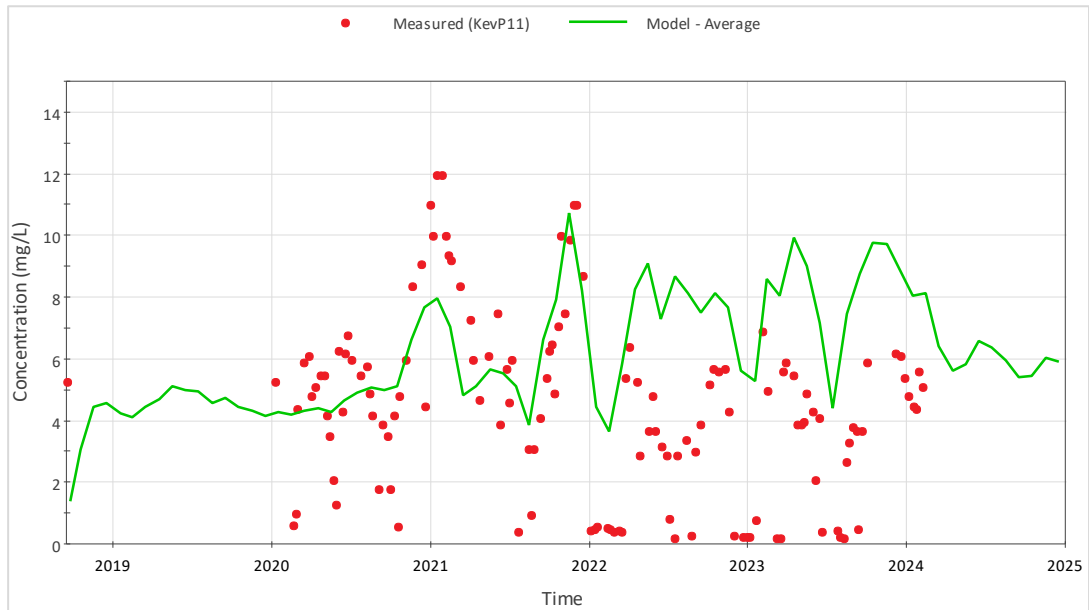
Measured = mitattu

Model - Average = mallinnettu keskiarvo

Concentration = pitoisuus

Time = aika

Kuva 4-12 Mallinnettujen kokonaistyyppipitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä



Lähde: SRK 2025

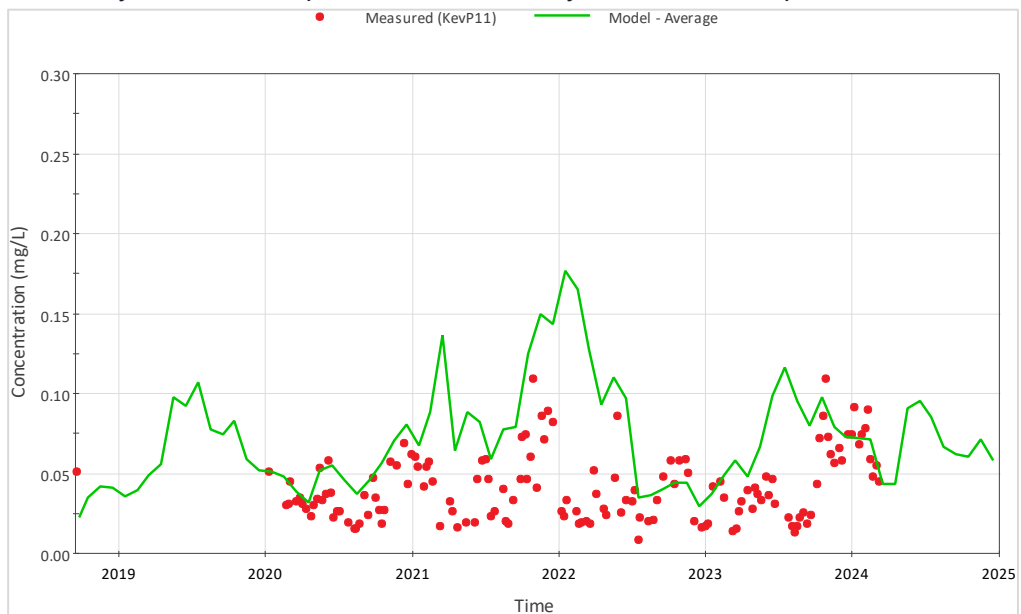
Measured = mitattu

Model - Average = mallinnettu keskiarvo

Concentration = pitoisuus

Time = aika

Kuva 4-13 Mallinnettujen kokonaisnikkelipitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä



Lähde: SRK

2025

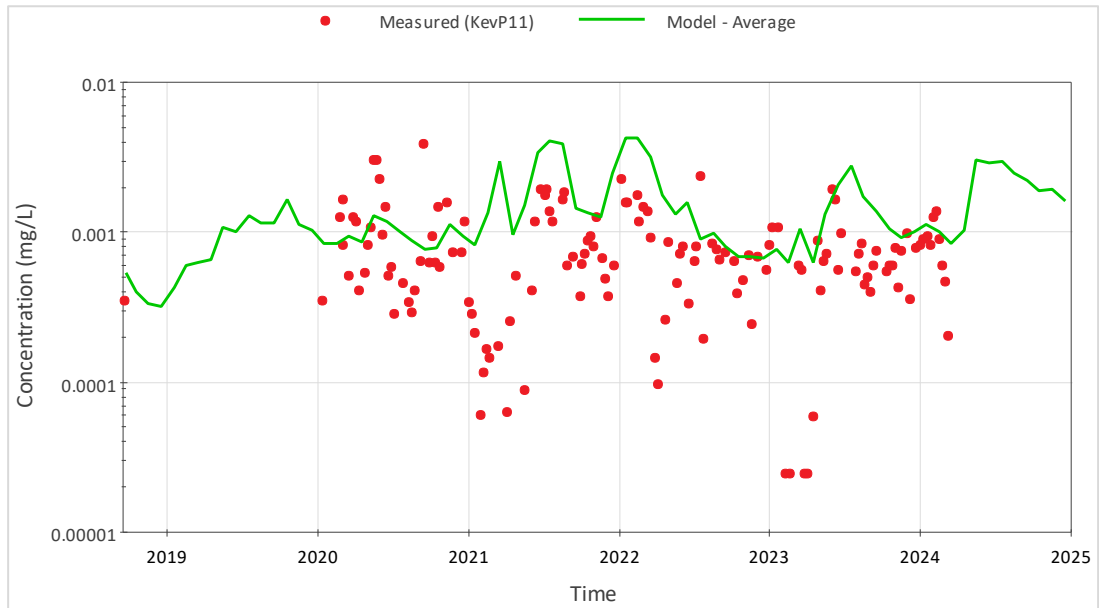
Measured = mitattu

Model - Average = mallinnettu keskiarvo

Concentration = pitoisuus

Time = aika

Kuva 4-14 Mallinnettujen kokonaiskuparipitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä



Lähde: SRK 2025

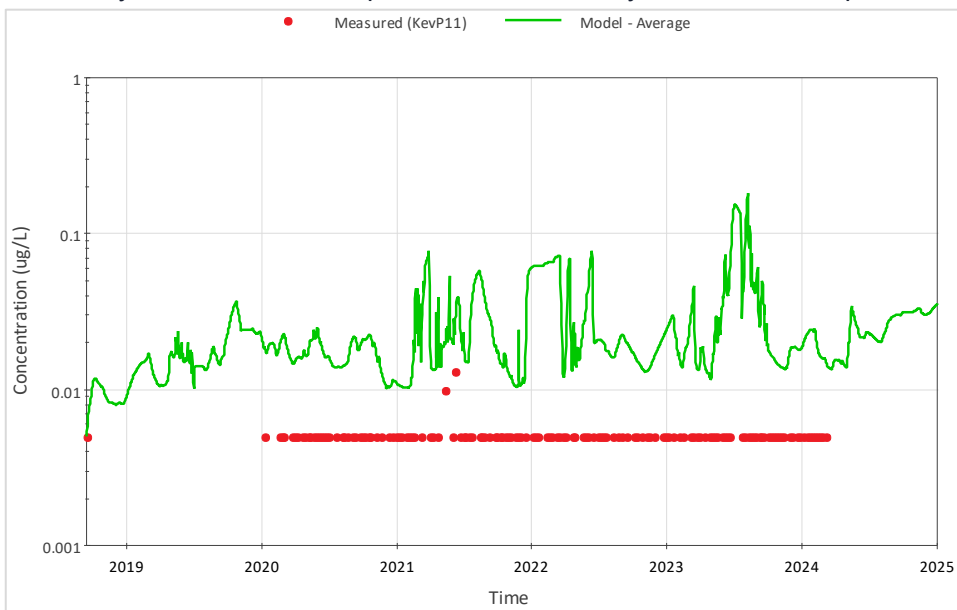
Measured = mitattu

Model – Average = mallinnettu keskiarvo

Concentration = pitoisuus

Time = aika

Kuva 4-15 Mallinnettujen liuenneiden kadmiumpitoisuuksien kalibrointi Vajukoskeen menevässä purkuvedessä



Lähde: SRK 2025

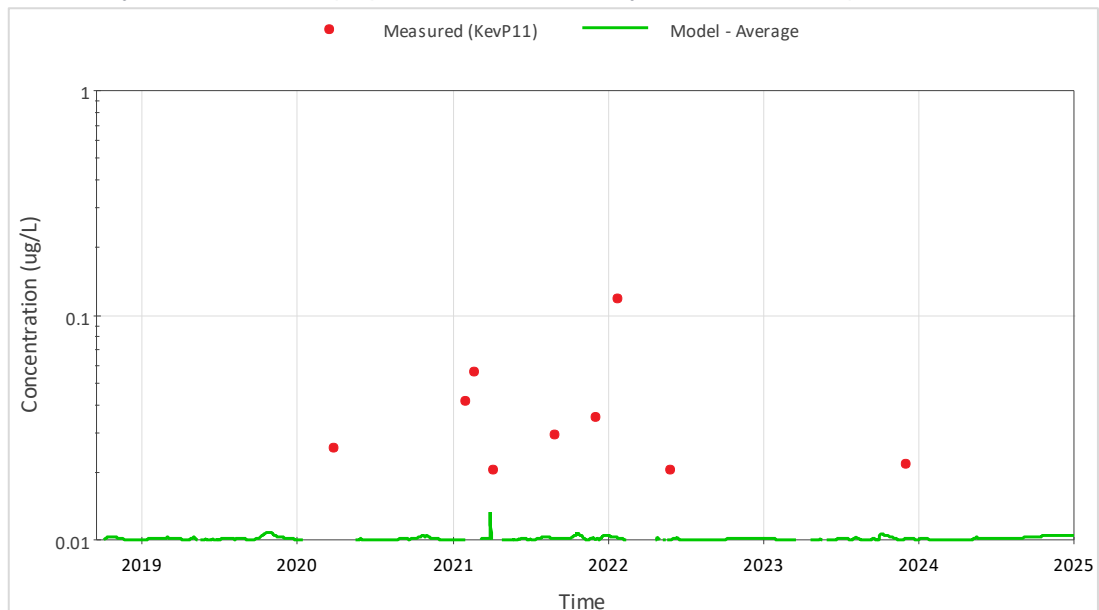
Measured = mitattu

Model – Average = mallinnettu keskiarvo

Concentration = pitoisuus

Time = aika

Kuva 4-16 Mallinnettujen liuenneiden elohopeapitoisuuksien kalibrointi Vajukosken menevässä purkuvedessä



Lähde: SRK 2025

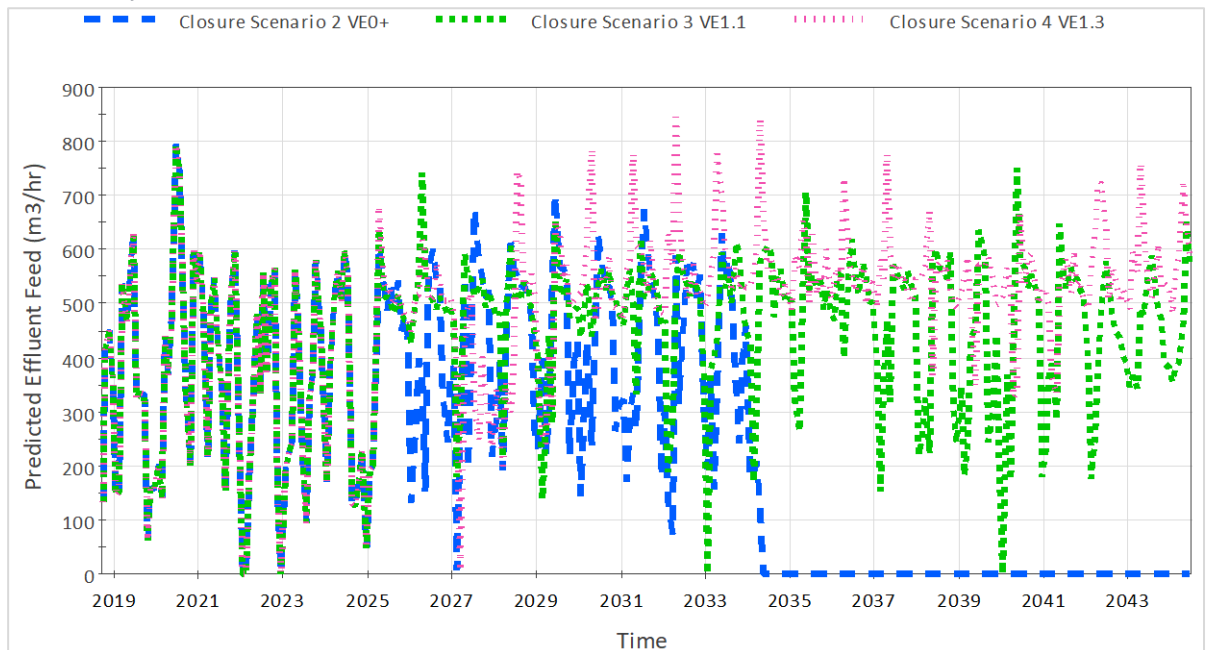
Measured = mitattu
 Model - Average = mallinnettu keskiarvo
 Concentration = pitoisuus
 Time = aika

5 Vesitaseen tulokset

Kuvissa Kuva 0-1-Kuva 0-4 esitetään vesitaseen tulokset keskeisissä paikoissa, joissa vettä puretaan ja varastoidaan:

- Kuvassa Kuva 0-1 esitetään mallin tulokset vedenkäsittelyn sisäänvirtaamille keskimääräisissä olosuhteissa. Vedenkäsittely Kevitsan alueella on jatkuvasti tarpeen toiminnan aikana (vuoteen 2034 asti skenaariossa VE0+ ja vuoteen 2045 asti skenaarioissa VE1.1 ja VE1.3), ja virtaamat ovat suurempia kevättulvan aikaan ja pienempiä talvella.
- Mallin tulokset koko alueen purkuvirtaamista Vajukoskelle keskimääräisissä olosuhteissa on esitetty kuvassa Kuva 0-2. Purkuvirtaamat skenaarioissa VE0+ ja VE1.1 eivät ylitä Vajukoskelle johtavan purkuputken booster-pumpun kapasiteettia, mutta skenaariossa VE1.3 purkuvirtaama ylittävää 900 m³/h kapasiteetin huippuvirtaamien aikana.
- Kuvassa Kuva 0-3 esitetään TSFA:han kertyneen veden määrä keskimääräisissä olosuhteissa. Mallinnetut tulokset osoittavat, että TSFA:n tilavuus pysyy toiminnallisen rajan sisällä koko toiminnan ajan kaikissa kolmessa skenaariossa (VE0+, VE1.1 ja VE1.3), koska ylimääräinen vesi johdetaan PWR:n kautta ja puretaan.
- Mallinnetut tulokset PWR:ään kertyneestä vesimäärästä keskimääräisissä olosuhteissa on esitetty kuvassa Kuva 0-4. Tulokset osoittavat, että PWR:n tilavuus ei ylitä optimaalista 1,3 Mm³:n operatiivista tilavuutta missään mallinnetussa skenaariossa.

Kuva 0-1 Vesienkäsittelyn sisäänvirtaamat



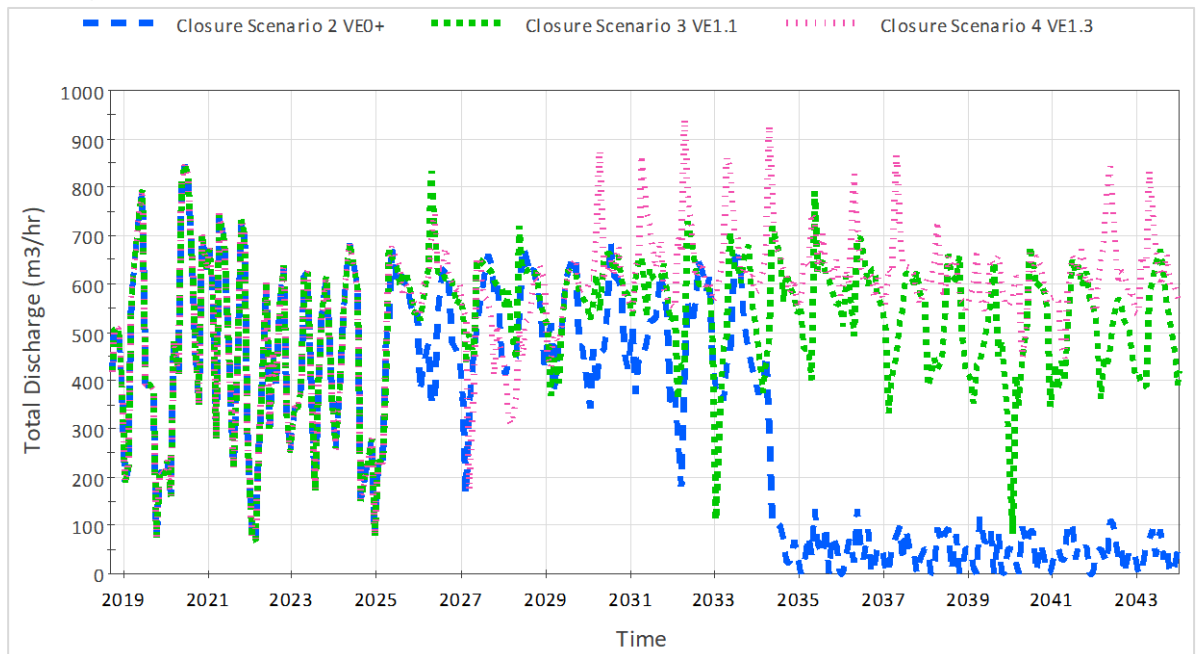
Lähde: SRK 2025

Predicted effluent feed = ennustettu purkuvesisyöttö

Time = aika

Closure Scenario = sulkemisskenaario

Kuva 0-2 Kokonaispurkuvesimäärät



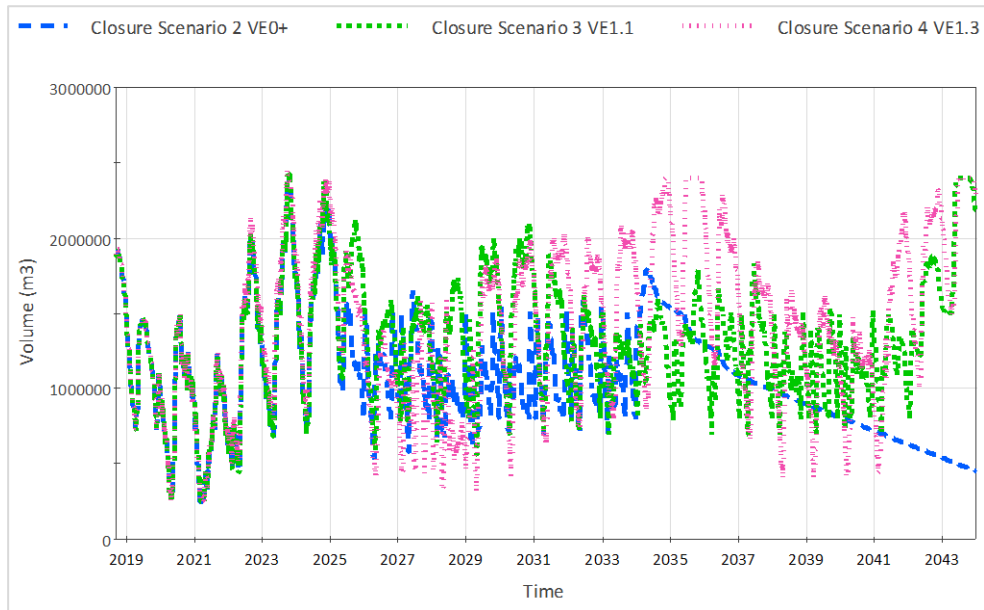
Lähde: SRK 2025

Total discharge = kokonaispurku

Time = aika

Closure Scenario = sulkemisskenaario

Kuva 0-3 Vesimäärien kertyminen TSFA:lle



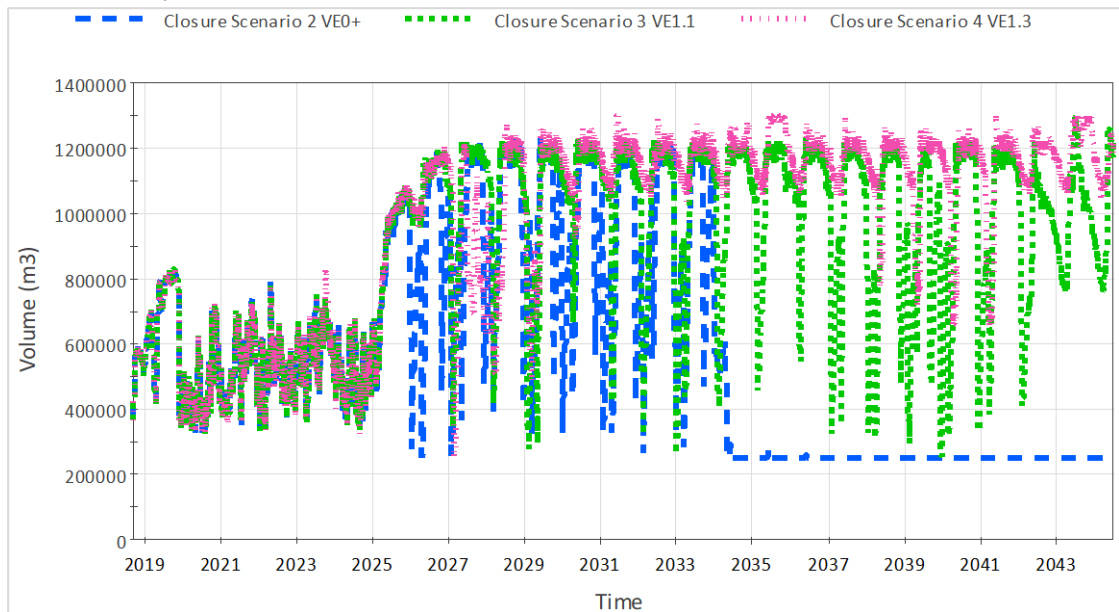
Lähde: SRK 2025

Volume = tilavuus

Time = aika

Closure Scenario = sulkemisskenaario

Kuva 0-4 Vesimäärien kertyminen vesivarastoaltaalle (PWR)



Lähde: SRK 2025

Volume = tilavuus

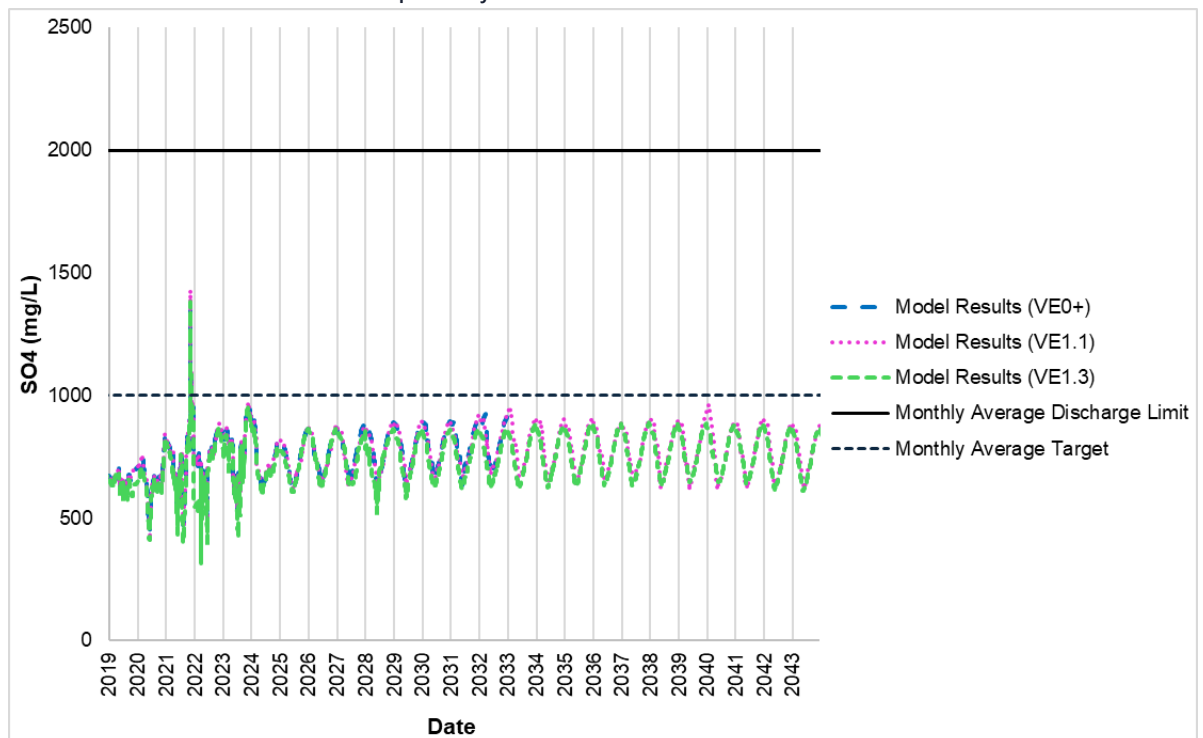
Time = aika

6 Kuormataseen tulokset

Kuvissa Kuva 0-1-Kuva 0-6 verrataan WLBM-mallin tuloksia Kevitsan päästörajoihin:

- Sulfaatin tulokset osoittavat kuvassa Kuva 0-1, että sulfaatin kuukausikeskiarvon purkutavoite (1000 mg/l) tai kuukausikeskiarvon purkuraja (2000 mg/l) ei ylity missään kolmessa malliskenaariossa (VE0+, VE1.1 ja VE1.3), ja mallin tulokset huipentuvat noin 900 mg/l tasolle.
- Kokonaistypen tulokset osoittavat kuvassa Kuva 0-2, että kuukausikeskiarvon tavoite 14 mg/l ei ylity missään kolmessa malliskenaariossa.
- Kokonaisnikkelin tulokset osoittavat kuvassa Kuva 0-3, että kuukausikeskiarvon raja-arvo (0,3 mg/l) tai yksittäisen näytteen raja-arvo (0,75 mg/l) ei ylity missään kolmessa malliskenaariossa, sillä huipputulokset pysyvät koko mallin ajan ajan alle 0,2 mg/l.
- Kokonaiskuparin, liukoisin kadmiumin ja liukoisin elohopean tulokset osoittavat kuvissa Kuva 0-4, Single sample discharge limit = yksittäisen näytteen raja-arvo
- Kuva 0-5 ja Kuva 0-6, että pitoisuudet eivät ylitä yksittäisen näytteen tai kuukausikeskiarvon raja-arvoja missään skenaariossa.

Kuva 0-1 Sulfaatin mallinnetut tulokset verrattuna päästörajoihin



Lähde: SRK 2025

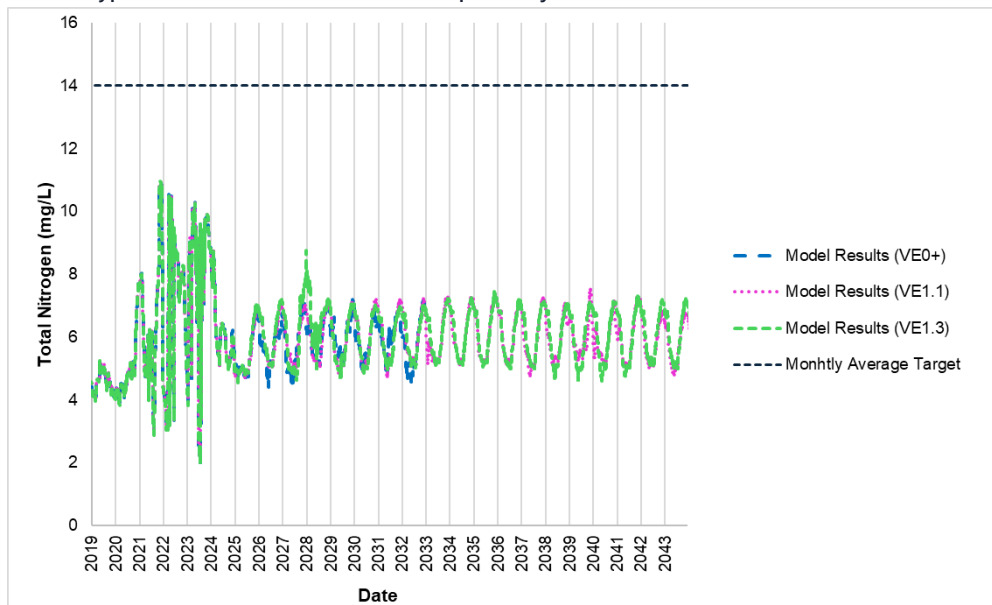
Date = päivä

Model Results = mallinnetut tulokset

Monthly average discharge limit = kuukausikeskiarvon päästöraja-arvo

Monthly average target = kuukausikeskiarvon tavoitearvo

Kuva 0-2 Kokonaistypen mallinnetut tulokset verrattuna päästörajiin



Lähde: SRK 2025

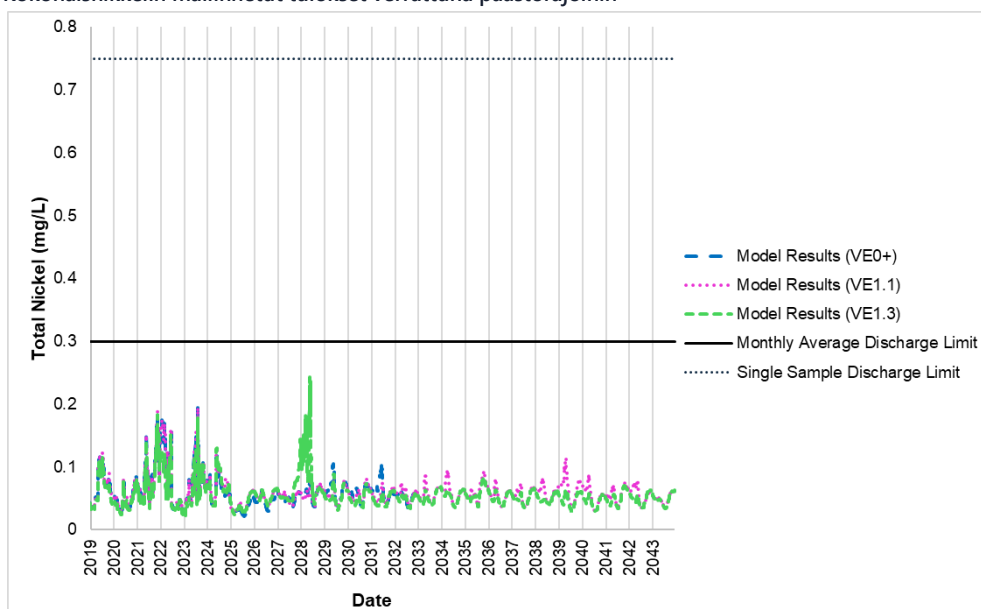
Total nitrogen = kokonaistyyppi

Date = päivä

Model Results = mallinnetut tulokset

Monthly average target = kuukausikeskiarvon tavoitearvo

Kuva 0-3 Kokonaisnikkelin mallinnetut tulokset verrattuna päästörajiin



Lähde: SRK 2025

Total nickel = kokonaisnikkeli

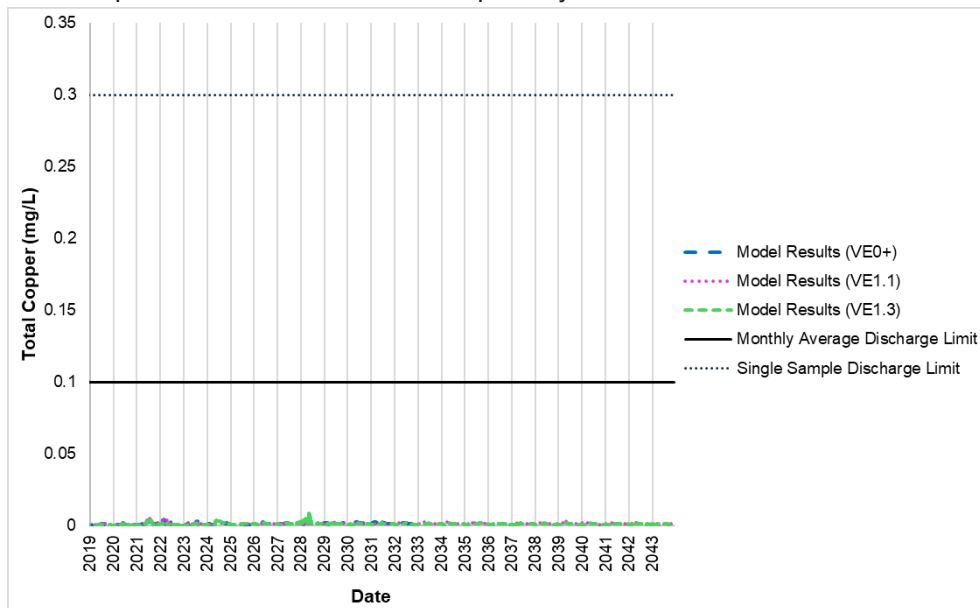
Date = päivä

Model Results = mallinnetut tulokset

Monthly average discharge limit = kuukausikeskiarvon päästöraja-arvo

Single sample discharge limit = yksittäisen näytteen raja-arvo

Kuva 0-4 Kokonaiskuparin mallinnetut tulokset verrattuna päästörajoihin



Lähde: SRK 2025

Total copper = kokonaiskupari

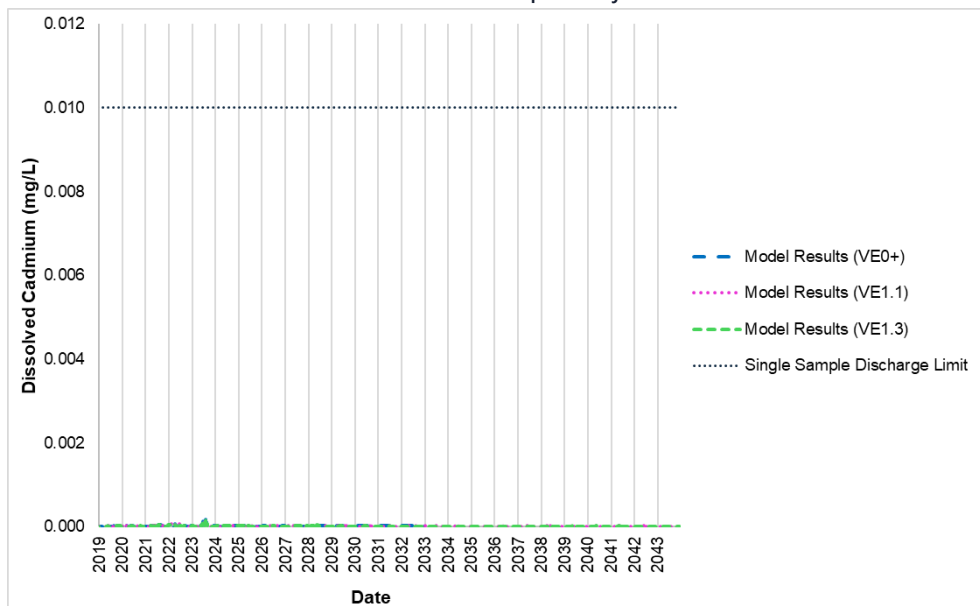
Date = päivä

Model Results = mallinnetut tulokset

Monthly average discharge limit = kuukausikeskiarvon päästöraja-arvo

Single sample discharge limit = yksittäisen näytteen raja-arvo

Kuva 0-5 Liuenneen kadmiumin mallinnetut tulokset verrattuna päästörajoihin



Lähde: SRK 2025

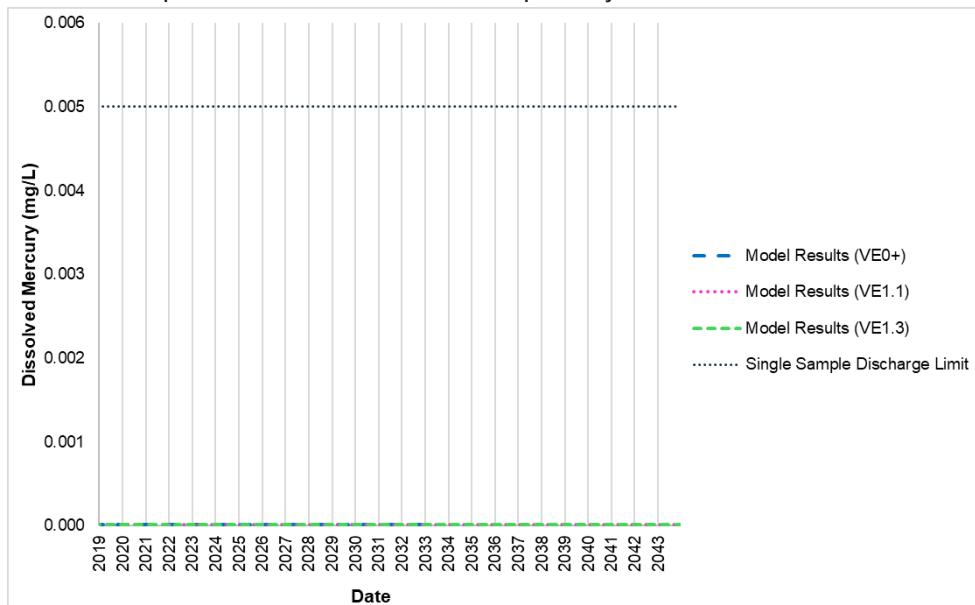
Dissolved cadmium = liuennut kadmium

Date = päivä

Model Results = mallinnetut tulokset

Single sample discharge limit = yksittäisen näytteen raja-arvo

Kuva 0-6 Liuenneen elohopean mallinnetut tulokset verrattuna päästörajoihin



Lähde: SRK 2025

Dissolved mercury = liuennut elohopea

Date = päivä

Model Results = mallinnetut tulokset

Single sample discharge limit = yksittäisen näytteen raja-arvo

7 Mallin herkkyydet

Vesivarastoinnin herkkyyden arvioimiseksi äärimmäisissä ilmasto-olosuhteissa WLBM-mallia ajettiin kahdella eri asetuksella vuodesta 2025 alkaen:

- 1) Märät olosuhteet:** käytettiin vuoden 2016 sadantatietoja (646 mm/vuosi) edustamaan märkiä olosuhteita (historiallisen aineiston 90. prosenttipiste).
- 2) Ilmastonmuutosolosuhteet:** oletettiin RCP 4.5 -skenaarion mukaiset sadanta- ja lämpötilatiedot, jotka kuvaavat keskimääräisiä, märkiä ja kuivia jaksoja.

Mallin tulokset osoittavat TSFA:n kertyneen veden määrästä skenaarioissa VE0+ (Kuva 0-1), VE0+1 (Kuva 0-2) ja VE1.1 (Kuva 0-3), että veden määrä kasvaa märissä olosuhteissa (upper case) toiminnan aikana verrattuna keskimääräisiin olosuhteisiin (base case), mutta se ei ylitä maksimivarastointikapasiteettia missään kolmessa malliskenaariossa, koska ylimääräinen vesi hallintaan prosessivesialtaan (PWR) kautta ja puretaan.

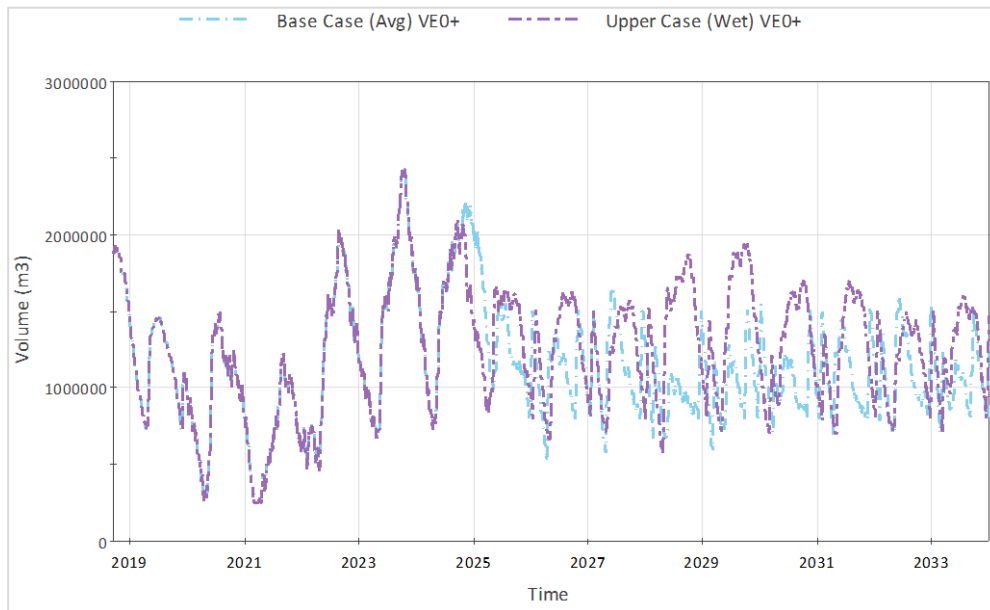
Vesitaseen tulokset osoittavat skenaarioissa VE0+ (Kuva 0-4), VE1.1 (Kuva 0-5) ja VE1.3 (Kuva 0-6), että purkuvirtaaman raja-arvo 900 m³/h ei ylitä skenaariossa VE0+, mutta se ylittyy skenaarioissa VE1.1 ja VE1.3 märissä olosuhteissa.

Ilmastonmuutosolosuhteissa tulokset osoittavat, että TSFA:n kertyneen veden määrä kasvaa kaikissa skenaarioissa (Kuva 0-7), vaikka maksimivarastointikapasiteettia ei ylitetä, koska

ylimääräinen vesi hallitaan vesivarastoaltaan kautta ja puretaan. Kokonaispurkuvesimäärät eivät ylitä skenaariossa VE0+, mutta ylittyy skenaarioissa VE1.1 and VE1.3 (Kuva 0-8).

Kemian osalta mallin tulokset ilmasto-olosuhteissa osoittavat, että purkuvesien pitoisuudet kasvavat kuivemmissä olosuhteissa (kuten havaittiin vuonna 2030). Sulfaatin kuukausikeskiarvon tavoite ja kokonaisnikkelin kuukausittainen raja-arvo ylittyvät lyhyellä aikavälillä (Kuva 0-9 ja Kuva 0-10), kun taas kokonaistypen, kokonaiskuparin, liuennon kadmiumin ja liuennon elohopean pitoisuudet pysyvät päästörajojen alapuolella.

Kuva 0-1 TSFA:n kertyvä vesimäärä keskimääräisissä ja määrissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE0+



Lähde: SRK 2025

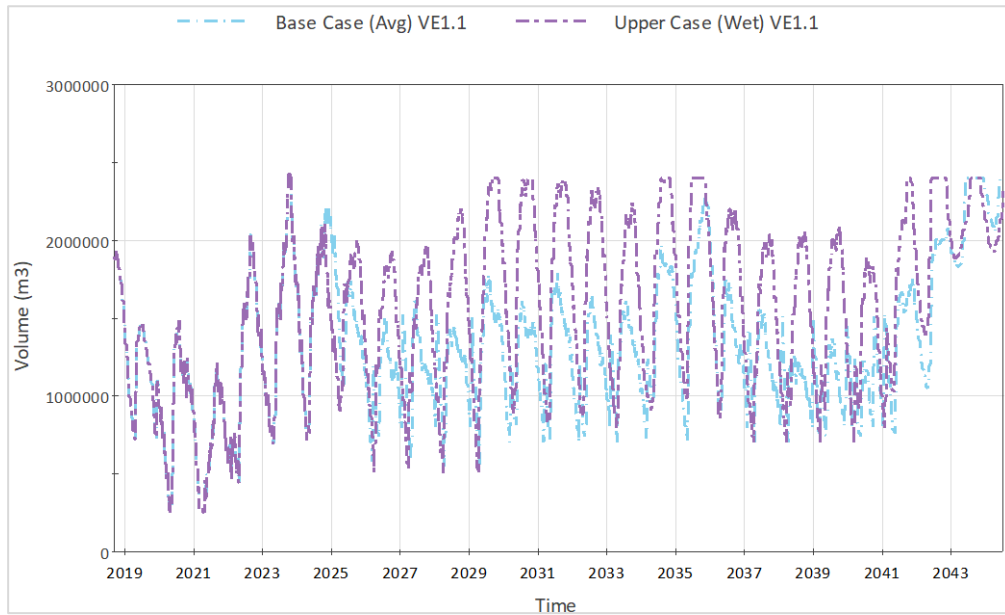
Volume = tilavuus

Base case = keskimääräiset olosuhteet

Upper case = määrät olosuhteet

Time = aika

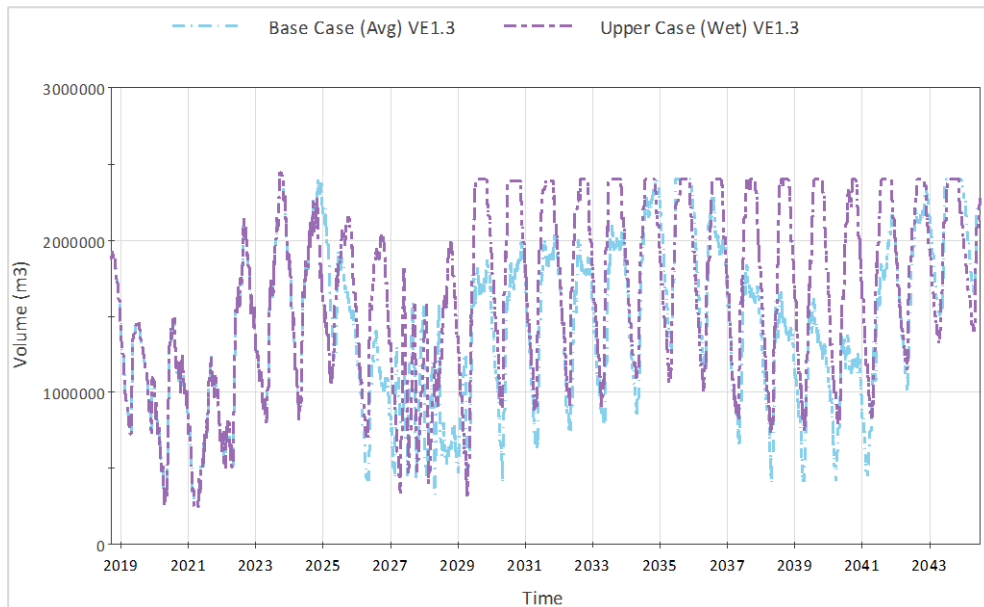
Kuva 0-2 TSFA:n kertyvä vesimäärä keskimääräisissä ja määrittämissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE1.1



Lähde: SRK 2025

Volume = tilavuus
Base case = keskimääräiset olosuhteet
Upper case = määrittämissä olosuhteet
Time = aika

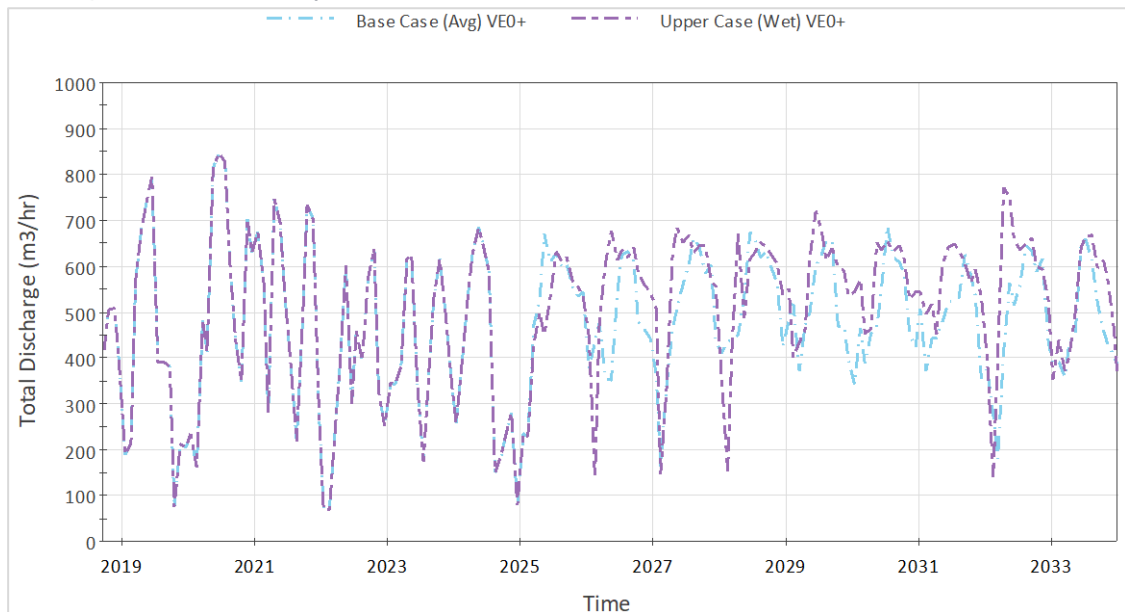
Kuva 0-3 TSFA:n kertyvä vesimäärä keskimääräisissä ja määrittämissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE1.3



Lähde: SRK 2025

Volume = tilavuus
Base case = keskimääräiset olosuhteet
Upper case = määrittämissä olosuhteet
Time = aika

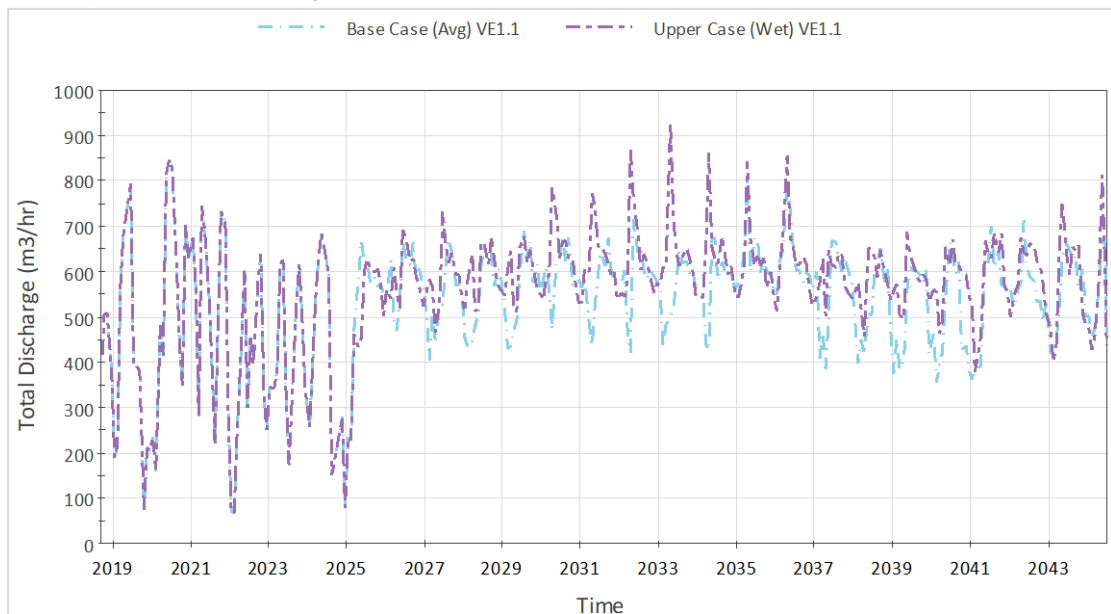
Kuva 0-4 Kokonaispurku keskimääräisissä ja määritellyissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE0+



Lähde: SRK 2025

Total discharge = kokonaispurku
Base case = keskimääräiset olosuhteet
Upper case = määritellyt olosuhteet
Time = aika

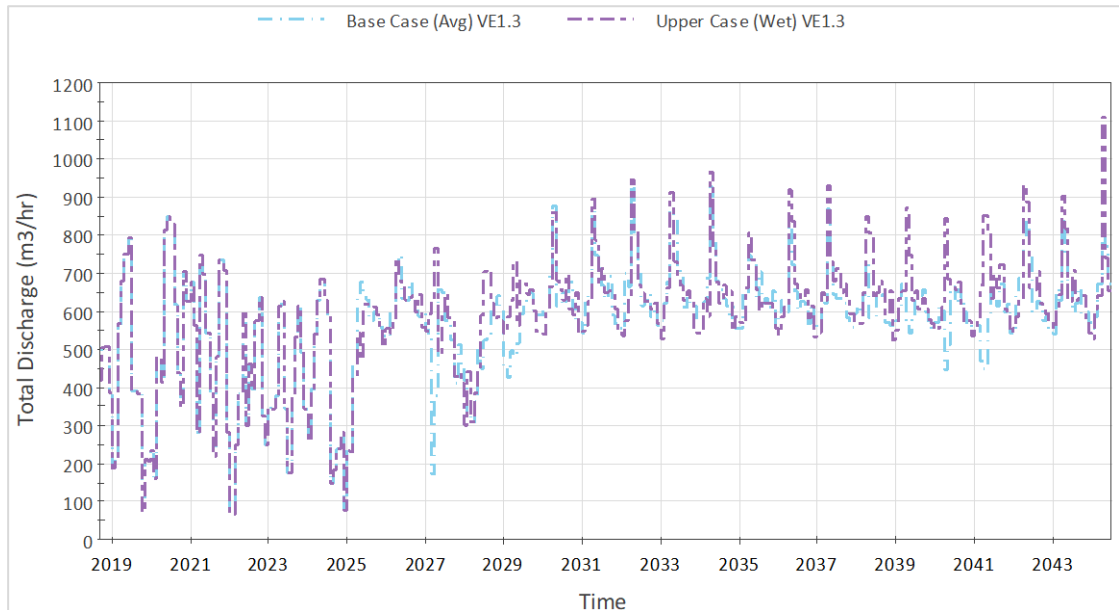
Kuva 0-5 Kokonaispurku keskimääräisissä ja määritellyissä ilmasto-olosuhteissa skenaariossa VE1.1



Lähde: SRK 2025

Total discharge = kokonaispurku
Base case = keskimääräiset olosuhteet
Upper case = määritellyt olosuhteet
Time = aika

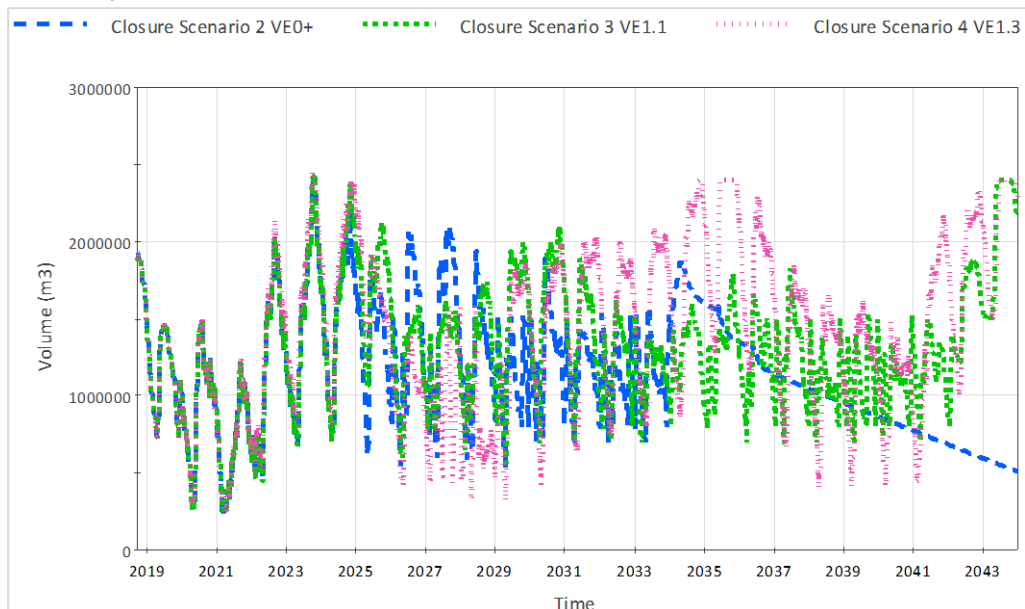
Kuva 0-6 Kokonaispurku keskimääräisissä ja määrittämissä ilmastolosuhteissa skenaariossa VE1.3



Lähde: SRK 2025

Total discharge = kokonaispurku
Base case = keskimääräiset olosuhteet
Upper case = määrittämissä olosuhteet
Time = aika

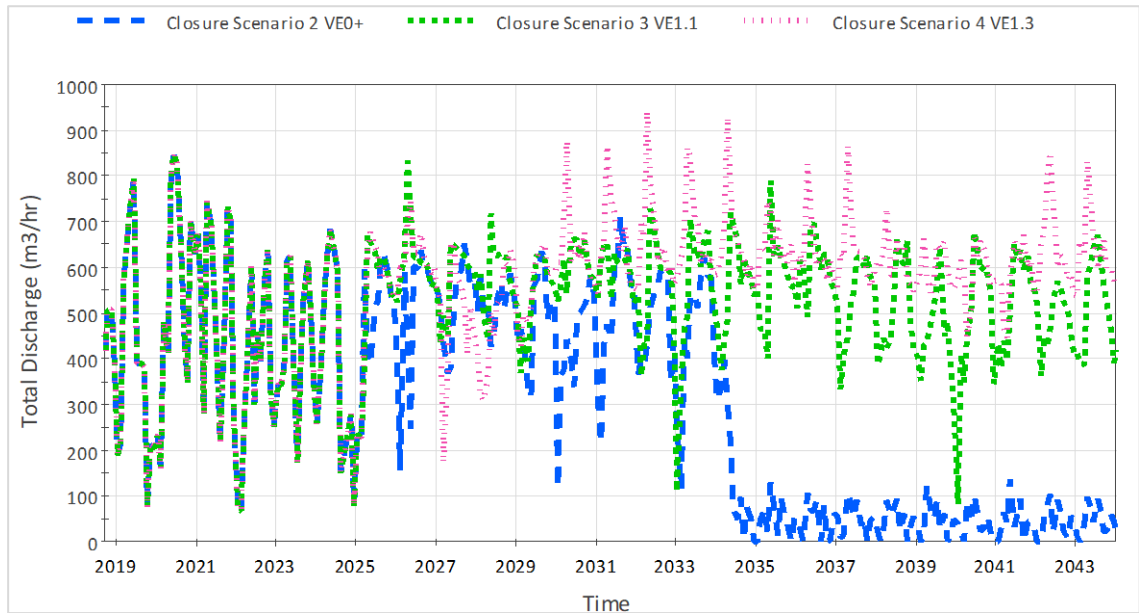
Kuva 0-7 TSFA:n kertyvä vesimäärä RCP 4.5 olosuhteissa



Lähde: SRK 2025

Volume = tilavuus
Time = aika
Closure Scenario = sulkemisskenaario

Kuva 0-8 Kokonaispurku RCP 4.5 olosuhteissa



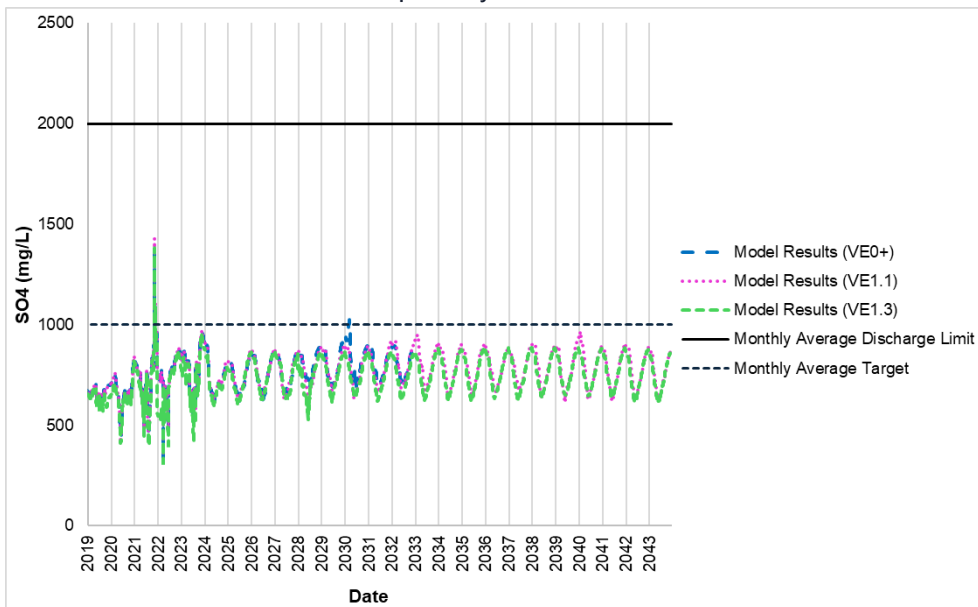
Lähde: SRK 2025

Total discharge = kokonaispurku

Time = aika

Closure Scenario = sulkemisskenaario

Kuva 0-9 Sulfaatin mallinnetut tulokset verrattuna päästöraja-arvoihin ilmastonmuutosolosuhteissa



Lähde: SRK 2025

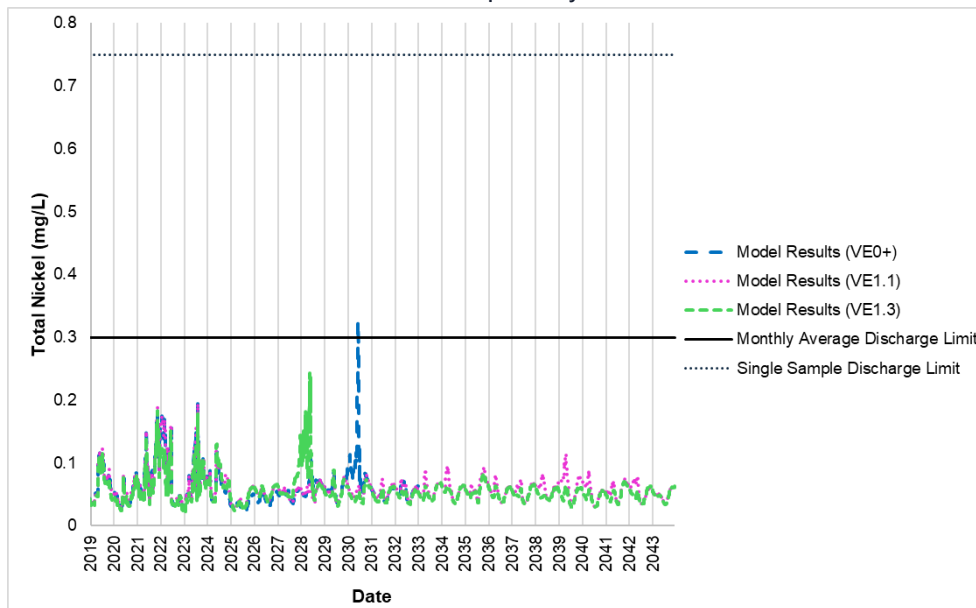
Date = päivä

Model Results = mallinnetut tulokset

Monthly average discharge limit = kuukausikeskiarvon päästöraja-arvo

Monthly average target = kuukausikeskiarvon tavoitearvo

Kuva 0-10 Kokonaisnikkelin mallinnetut tulokset verrattuna päästöraja-arvoihin ilmastomuutosolosuhteissa



Lähde: SRK 2025

Total nickel = kokonaisnikkeli

Date = päivä

Model Results = mallinnetut tulokset

Monthly average discharge limit = kuukausikeskiarvon päästöraja-arvo

Monthly average target = kuukausikeskiarvon tavoitearvo

8. Suosituksia

Joidenkin mallin tulosten ja mitattujen arvojen välillä havaittiin poikkeamia, mikä viittaa siihen, että käytännön toimintatavat voivat poiketa mallissa tehdyistä oletuksista. SRK suosittelee, että mallin kalibrointiin vaikuttavat lähtötiedot, oletukset ja mahdolliset virheet arvioidaan, jotta voidaan selvittää, voidaanko mallin kalibrointia parantaa.

Tämä näkyi vuosien välisten kuukausikeskiarvovirtaamien vaihtelussa sekä vuoden 2024 vuosittaisen pumpattujen vesimäärien eroissa, joissa TSFA:n, TP2:n ja hulevesialtaan pumpatut vesimäärät olivat mallissa yleensä aliarvioituja, kun taas TP1:n ja avolouhoksen pumpatut vesimäärät olivat yleensä yliarvioituja. Mallissa vuosittainen koko alueen purku vaikuttaa kuitenkin olevan hyvin edustettuna.

Ilmastomuutosta koskevien lähtötietojen osalta SRK suosittelee seuraavaa:

- Tarkista ilmastomuutoksen oletukset siten, että ne sisältävät hallitusten välisen ilmastomuutospaneelin IPPC:n laatimat globaalit yleismallit (GCM) kuudennen arviointiraportin mukaan (AR6), joka tarjoaa ajantasaisimmat ja kattavimmat ilmastoennusteet.
- Valitse asianmukainen konservatiivinen yhteiskunnallinen skenaario (SPP). SPP:t ovat uusin kehys yhteiskunnallisten valintojen arvioimiseksi, jotka vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin ja ilmastovaikutuksiin. Ne tarjoavat tarkimman näkemyksen

tulevista sosioekonomisista poluista verrattuna RCP:hin, mikä mahdollistaa paremman yhdenmukaisuuden hankekohtaisten riskinsietokykyjen kanssa. Esimerkiksi SSP2-4.5 edustaa yhteiskunnallisia trendejä, jotka seuraavat historiallisia malleja (sopiva mediaaniennusteille) ja SSP5-8.5 edustaa nopeaa talouskasvua ja voimakasta riippuvuutta fossiilisista polttoaineista (sopiva konservatiiviselle ennusteelle).

- Arvioi uudelleen HIRHAM-5 mallin valinta edustavammaksi AR6:n perusteella. Useiden AR6:n globaalien ilmastomallien (GCM) käyttö mahdollistaa laajemman ilmastotulosten huomioimisen, mikä vähentää riippuvuutta yhdestä mallista, kuten HIRHAM-5:stä. Tämä varmistaa, että analyysi kattaa sekä mediaani- että ääriskenaariot.
- Varmista, että skaalatun päivittäisten tietojen korjaus on edelleen validi.

Vesikemian osalta malli kuvaa tehokkaasti havaitut korkeat sulfaatti-, kokonaistyyppi-, kokonaisnikkeli- ja kokonaiskuparipitoisuudet, mutta yliarvioi pitoisuuksia joissain tapauksissa, erityisesti kevättulvan aikana. Malli yliarvioi liuenneen kadmiumin ja aliarvioi liuenneen elohopean pitoisuudet. SRK suosittelee, että liuenneen kadmiumin ja liuenneen elohopean lähdeterminit tarkistetaan, jotta voidaan arvioida, voidaanko mallin kalibrointia parantaa.

9. Pöätelmät

Kevitsan vesi- ja kuormatasemallia on päivitetty arvioimaan vedenhallintaan liittyviä mahdollisia ympäristö- ja toiminnallisia riskejä kolmen eri elinkaariskenaarion (VE0+, VE1.1 ja VE1.3) pohjalta. Jatkuva vedenkäsitely on tarpeen kaivostoiminnan aikana, ja erityisesti kevättulvan aikaan purkuvirtaamat ovat suurempia, jotta varastointialtaiden vesimäärät pysyvät operatiivisten tavoitteiden alapuolella ja malmin prosessointiin riittää vettä.

Vesitaseen tulokset viittaavat siihen, että vedenhallinta Kevitsassa pysyy toiminnallisten ja sääntelyyn liittyvien rajoitusten puitteissa skenaariossa VE0+ (sekä keskimääräisissä että määritellyissä olosuhteissa), mutta ylittää putkilinjan purkukapasiteetin vaihtoehdossa VE1.1 (määritellyissä olosuhteissa) ja VE1.3 (sekä keskimääräisissä että määritellyissä olosuhteissa). Ilmastonmuutosolosuhteissa purku- tai toiminnalliset rajat eivät ylitä vaihtoehdoissa VE0+ ja VE1.1, mutta putkilinjan purkukapasiteetti ylittyy skenaariossa VE1.3.

Kuormataseen tulokset keskimääräisissä olosuhteissa osoittavat, että kaikki tarkastellut parametrit (sulfaatti, kokonaistyyppi, kokonaisnikkeli, liuenut kupari, liuenut kadmium ja liuenut elohopea) pysyvät päästörajojen alapuolella koko toiminnan ajan kaikissa kolmessa malliskenaariorissa VE0+, VE1.1 ja VE1.3.

Mallin tulokset, joissa oletetaan ilmastonmuutoksen vaikutukset, osoittavat, että purkuvesien pitoisuudet kasvavat yleensä kuivemmissa kuin keskimääräisissä olosuhteissa (kuten havaittiin vuonna 2030). Tällaisissa ilmasto-olosuhteissa sulfaatin kuukausikeskiarvotavoite ja kokonaisnikkelin kuukausittaiset purkurajat ylittyvät lyhyellä aikavälillä, kun taas kokonaistypen, kokonaiskuparin, liuenneen kadmiumin ja liuenneen elohopean pitoisuudet pysyvät päästörajojen alapuolella.

Tämän raportin, Kevitsan kaivosalueen vesitase, on laatinut

Lais Pereira, MASc (Water Management)
Senior Consultant

ja tarkistanut

David Hoekstra, (Water Resources Engineer)
Principal Consultant
SRK Consulting (UK) Limited

Christina James, PGeo (Water Management)
Practice Leader

EGBC toimilupa: 1003655

Kaikki lähdemateriaalina käytetyt tiedot sekä tämän asiakirjan teksti, taulukot, kuvat ja liitteet on tarkistettu ja laadittu yleisesti hyväksytyjen insinööri- ja ympäristöalan ammattikäytäntöjen mukaisesti.

Vastuuvapauslauseke - SRK Consulting (Canada) Inc. on laatinut tämän asiakirjan Boliden Kevitsa Mining Oy:lle, asiakkaallemme. Kaikki tämän asiakirjan käyttö tai päätökset, joita kolmas osapuoli tekee asiakirjan perusteella, ovat kyseisen kolmannen osapuolen vastuulla. SRK ei missään olosuhteissa ota vastuuta mistään välillisistä vahingoista, jotka johtuvat kaupallisista päätöksistä tai toimista, jotka perustuvat tämän raportin käyttöön kolmannen osapuolen toimesta.

Tässä asiakirjassa esitetyt mielipiteet perustuvat SRK:n käytettävissä olleisiin tietoihin asiakirjan laatimishetkellä. SRK on noudattanut asianmukaista huolellisuutta tarkastaessaan muiden toimittamia tietoja tämän projektin käyttöön. Vaikka SRK on verrannut keskeisiä toimitettuja tietoja odotettuihin arvoihin, tulosten ja johtopäätösten tarkkuus riippuu täysin toimitettujen tietojen paikkansapitävyydestä ja täydellisyydestä. SRK ei ota vastuuta toimitettujen tietojen mahdollisista virheistä tai puutteista, paitsi siltä osin kuin SRK on palkattu tarkistamaan tiedot.

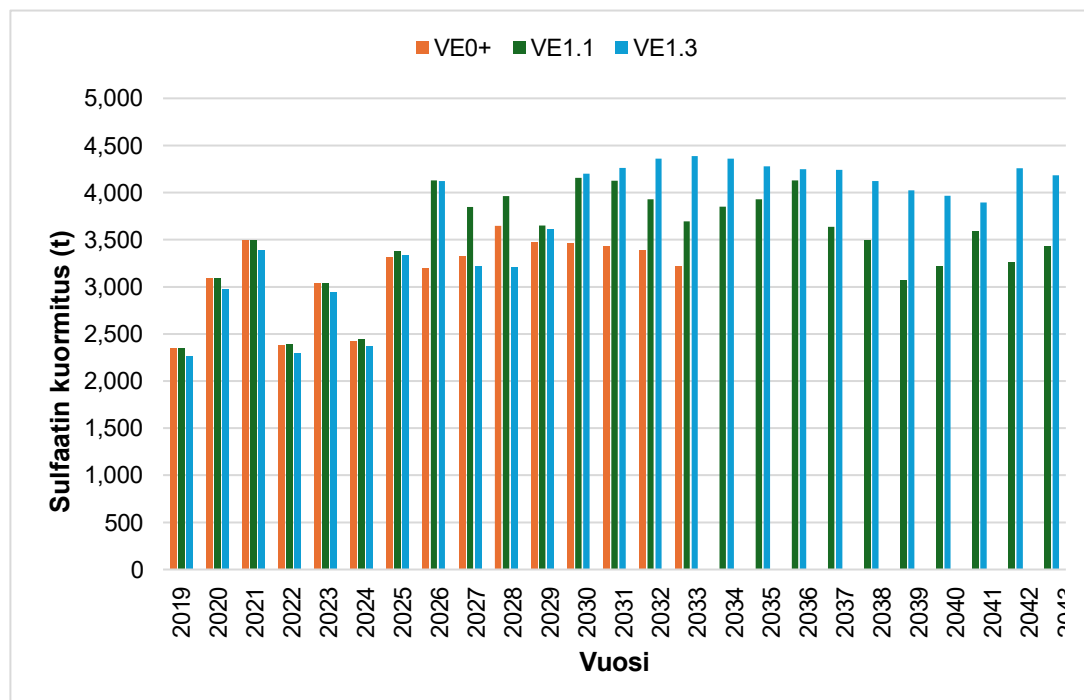
Viittaukset

Golder Associates Oy. 2022. Kevitsa Site Wide Water Balance. 21464904_21451864.605/A.1.
February 2022.

EarthSystemData Ltd. 2019. The effect of climate change on hydrological simulations in the Kevitsa mine area, Finland. April 2019.

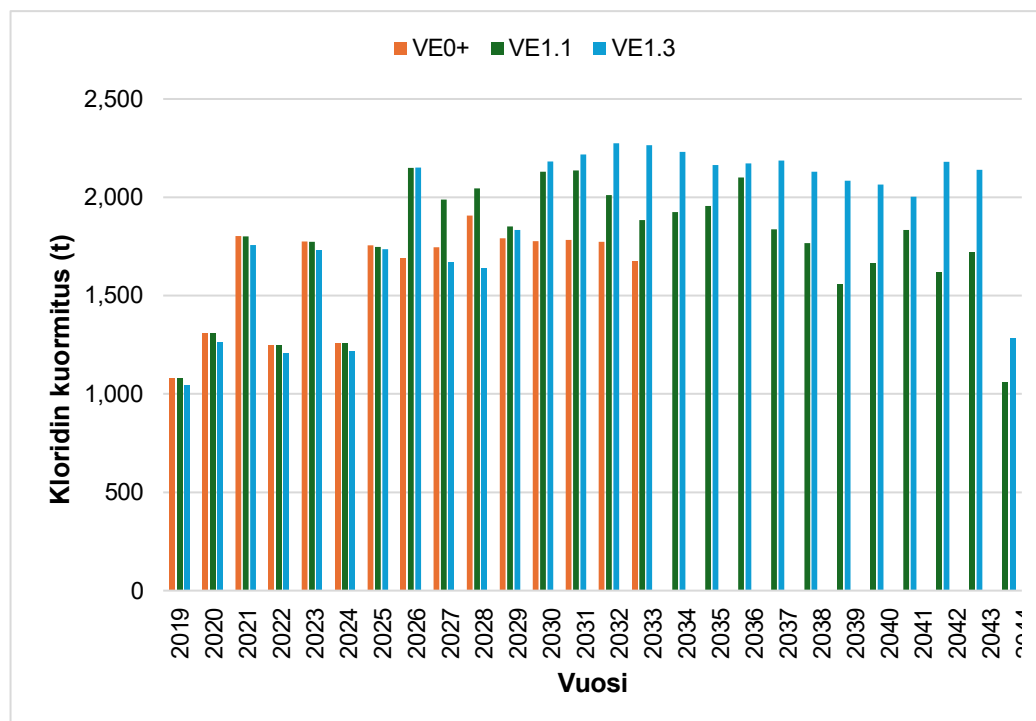
Sulfaatin vuosittaiset kuormitukset (t)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	2300	2400	2300
2020	3100	3100	3000
2021	3500	3500	3400
2022	2400	2400	2300
2023	3000	3000	2900
2024	2400	2400	2400
2025	3300	3400	3300
2026	3200	4100	4100
2027	3300	3800	3200
2028	3600	4000	3200
2029	3500	3700	3600
2030	3500	4200	4200
2031	3400	4100	4300
2032	3400	3900	4400
2033	3200	3700	4400
2034		3800	4400
2035		3900	4300
2036		4100	4200
2037		3600	4200
2038		3500	4100
2039		3100	4000
2040		3200	4000
2041		3600	3900
2042		3300	4300
2043		3400	4200
2044		2100	2500



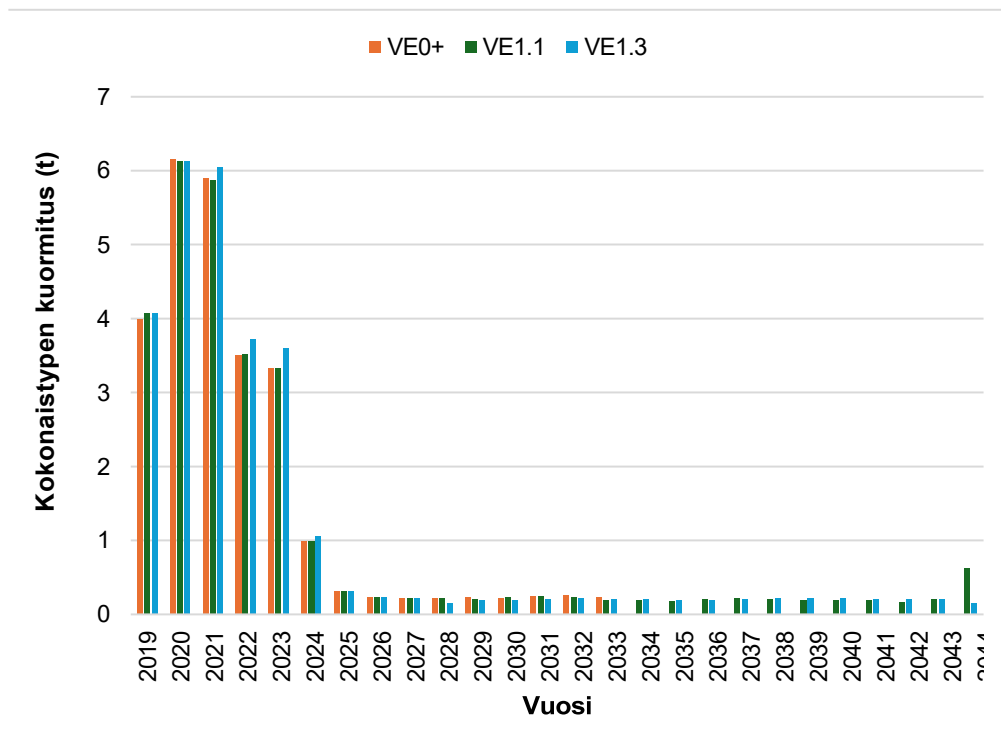
Kloridin vuosittaiset kuormitukset (t)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	1100	1100	1000
2020	1300	1300	1300
2021	1800	1800	1800
2022	1200	1200	1200
2023	1800	1800	1700
2024	1300	1300	1200
2025	1800	1700	1700
2026	1700	2100	2200
2027	1700	2000	1700
2028	1900	2000	1600
2029	1800	1900	1800
2030	1800	2100	2200
2031	1800	2100	2200
2032	1800	2000	2300
2033	1700	1900	2300
2034		1900	2200
2035		2000	2200
2036		2100	2200
2037		1800	2200
2038		1800	2100
2039		1600	2100
2040		1700	2100
2041		1800	2000
2042		1600	2200
2043		1700	2100
2044		1100	1300



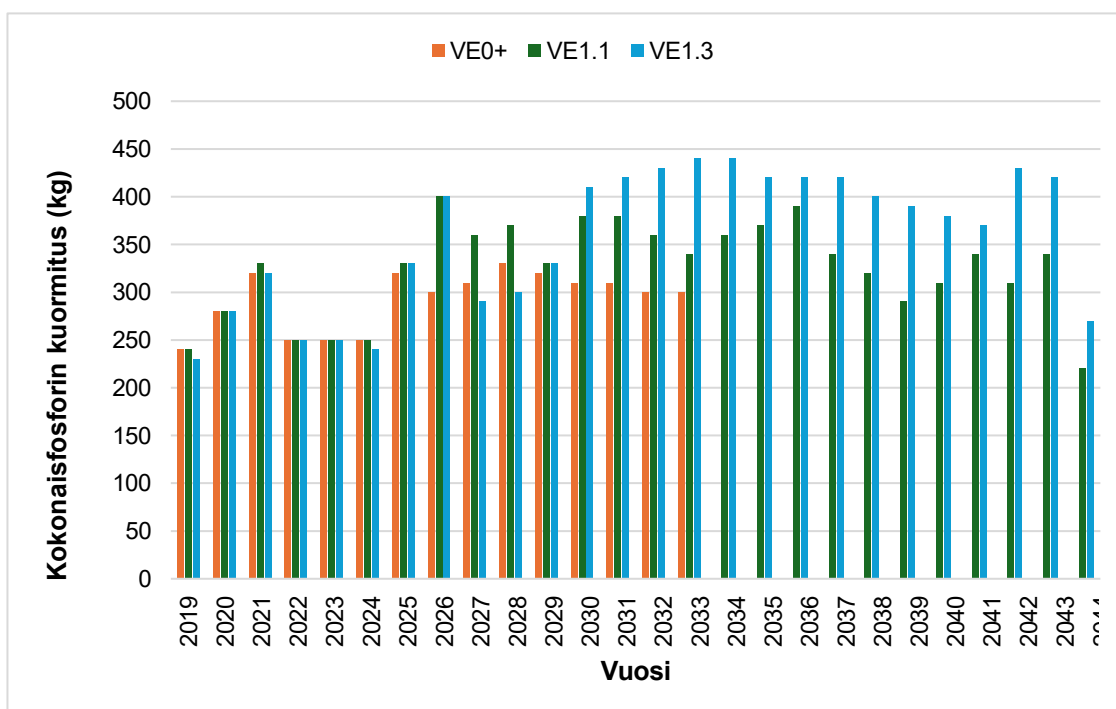
Kokonaistypen vuosittaiset kuormitukset (t)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	4.00	4.10	4.10
2020	6.20	6.10	6.10
2021	5.90	5.90	6.00
2022	3.50	3.50	3.70
2023	3.30	3.30	3.60
2024	0.99	0.99	1.10
2025	0.31	0.31	0.32
2026	0.23	0.24	0.23
2027	0.22	0.22	0.22
2028	0.22	0.22	0.16
2029	0.23	0.21	0.19
2030	0.22	0.23	0.20
2031	0.24	0.24	0.21
2032	0.26	0.23	0.22
2033	0.23	0.20	0.20
2034		0.19	0.20
2035		0.18	0.19
2036		0.21	0.20
2037		0.22	0.21
2038		0.20	0.22
2039		0.19	0.22
2040		0.20	0.22
2041		0.20	0.21
2042		0.17	0.21
2043		0.20	0.21
2044		0.62	0.15



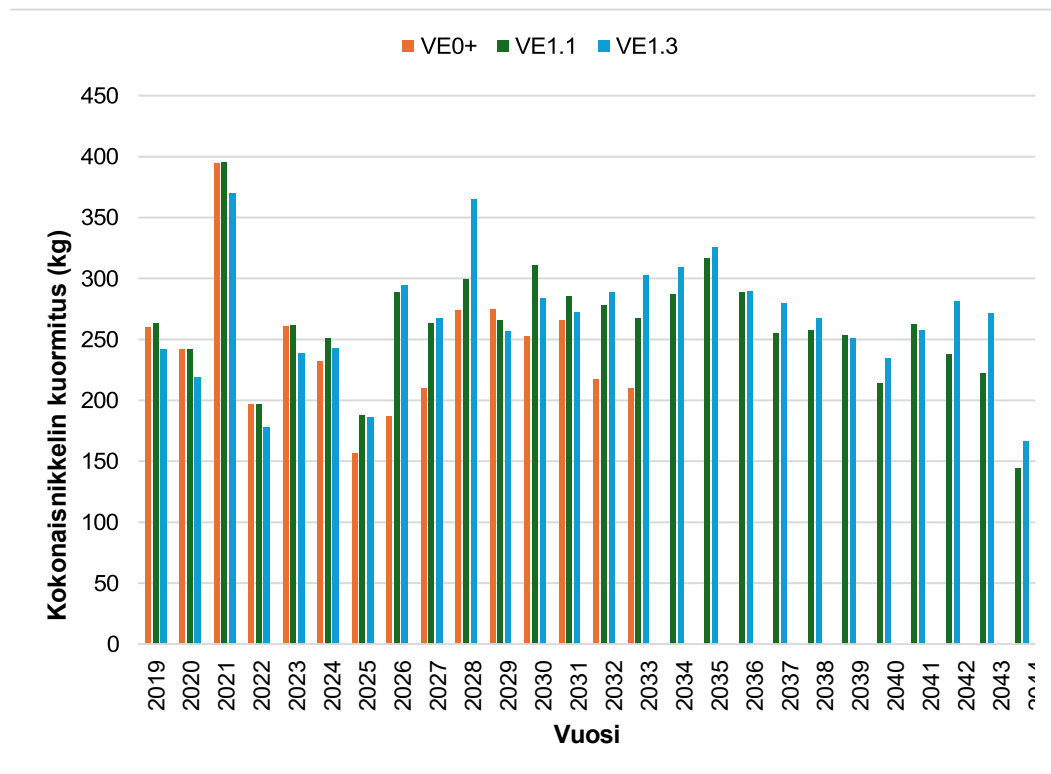
Kokonaisfosforin vuosittaiset kuormitukset (kg)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	240	240	230
2020	280	280	280
2021	320	330	320
2022	250	250	250
2023	250	250	250
2024	250	250	240
2025	320	330	330
2026	300	400	400
2027	310	360	290
2028	330	370	300
2029	320	330	330
2030	310	380	410
2031	310	380	420
2032	300	360	430
2033	300	340	440
2034		360	440
2035		370	420
2036		390	420
2037		340	420
2038		320	400
2039		290	390
2040		310	380
2041		340	370
2042		310	430
2043		340	420
2044		220	270



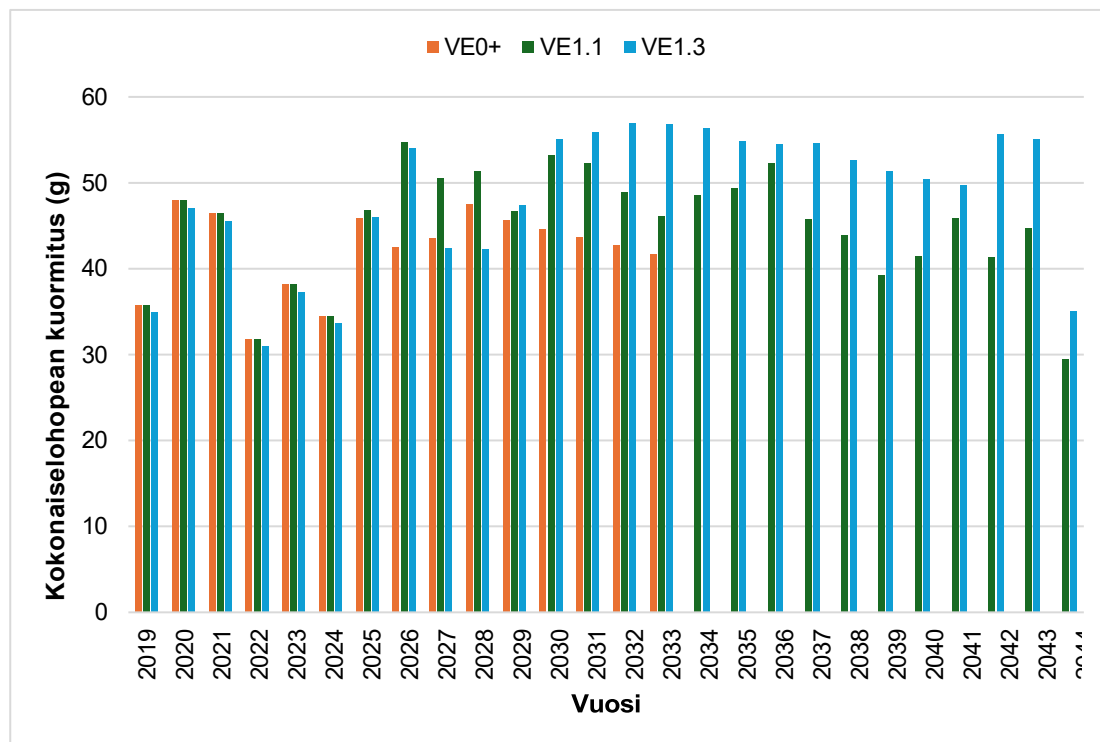
Kokonaisnikkelin vuosittaiset kuormitukset (kg)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	260	260	240
2020	240	240	220
2021	390	400	370
2022	200	200	180
2023	260	260	240
2024	230	250	240
2025	160	190	190
2026	190	290	290
2027	210	260	270
2028	270	300	370
2029	270	270	260
2030	250	310	280
2031	270	290	270
2032	220	280	290
2033	210	270	300
2034		290	310
2035		320	330
2036		290	290
2037		250	280
2038		260	270
2039		250	250
2040		210	230
2041		260	260
2042		240	280
2043		220	270
2044		140	170



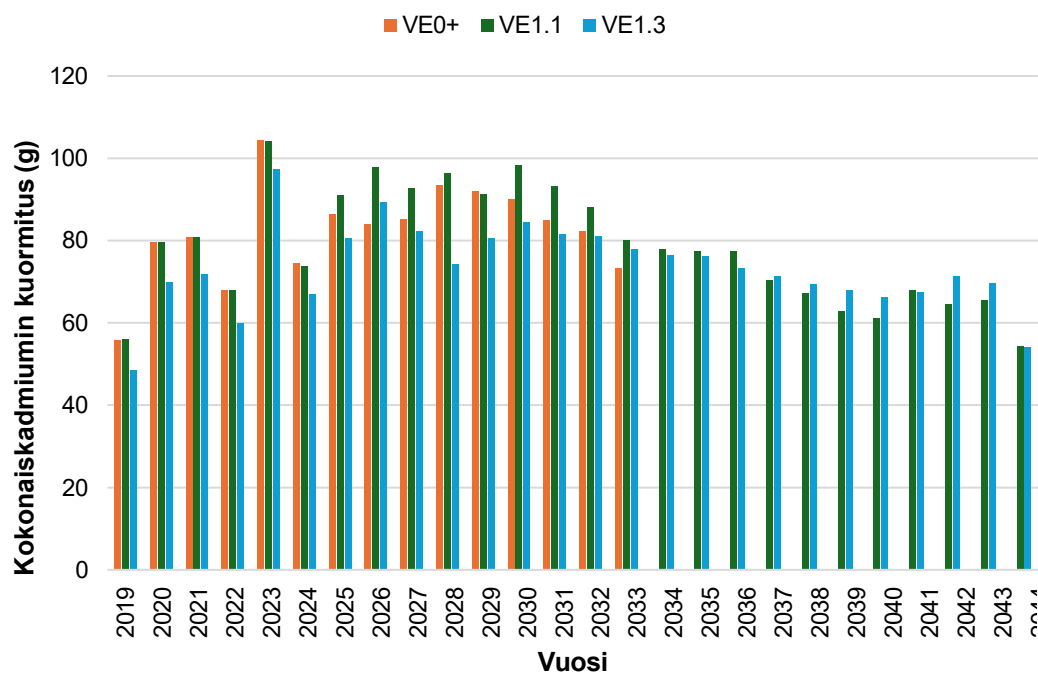
Kokonaiselohepean vuosittaiset kuormitukset (g)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	36	36	35
2020	48	48	47
2021	46	46	46
2022	32	32	31
2023	38	38	37
2024	34	34	34
2025	46	47	46
2026	43	55	54
2027	44	51	42
2028	47	51	42
2029	46	47	47
2030	45	53	55
2031	44	52	56
2032	43	49	57
2033	42	46	57
2034		49	56
2035		49	55
2036		52	55
2037		46	55
2038		44	53
2039		39	51
2040		42	50
2041		46	50
2042		41	56
2043		45	55
2044		30	35



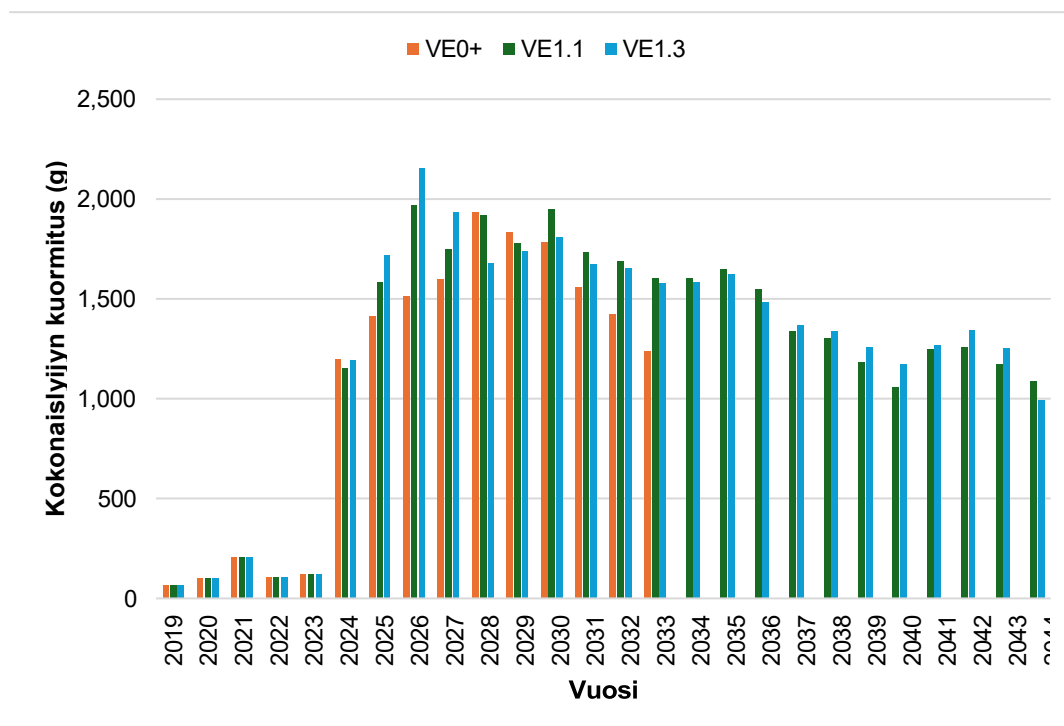
Kokonaiskadmiumin vuosittaiset kuormitukset (g)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	56	56	49
2020	80	80	70
2021	81	81	72
2022	68	68	60
2023	100	100	97
2024	74	74	67
2025	86	91	81
2026	84	98	89
2027	85	93	82
2028	93	96	74
2029	92	91	81
2030	90	98	84
2031	85	93	82
2032	82	88	81
2033	73	80	78
2034		78	76
2035		77	76
2036		77	73
2037		70	71
2038		67	69
2039		63	68
2040		61	66
2041		68	68
2042		64	71
2043		65	70
2044		54	54



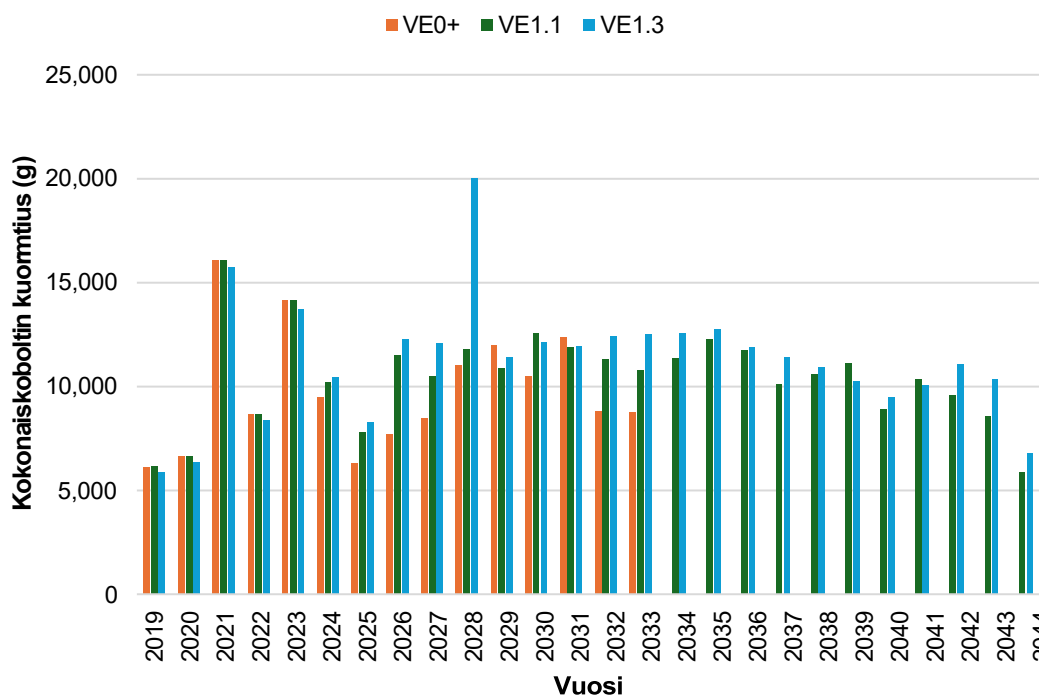
Kokonaislyijyn vuosittaiset kuormitukset (g)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	69	69	69
2020	100	100	100
2021	210	210	210
2022	110	110	110
2023	120	120	120
2024	1200	1200	1200
2025	1400	1600	1700
2026	1500	2000	2200
2027	1600	1800	1900
2028	1900	1900	1700
2029	1800	1800	1700
2030	1800	2000	1800
2031	1600	1700	1700
2032	1400	1700	1700
2033	1200	1600	1600
2034		1600	1600
2035		1600	1600
2036		1500	1500
2037		1300	1400
2038		1300	1300
2039		1200	1300
2040		1100	1200
2041		1200	1300
2042		1300	1300
2043		1200	1300
2044		1100	1000



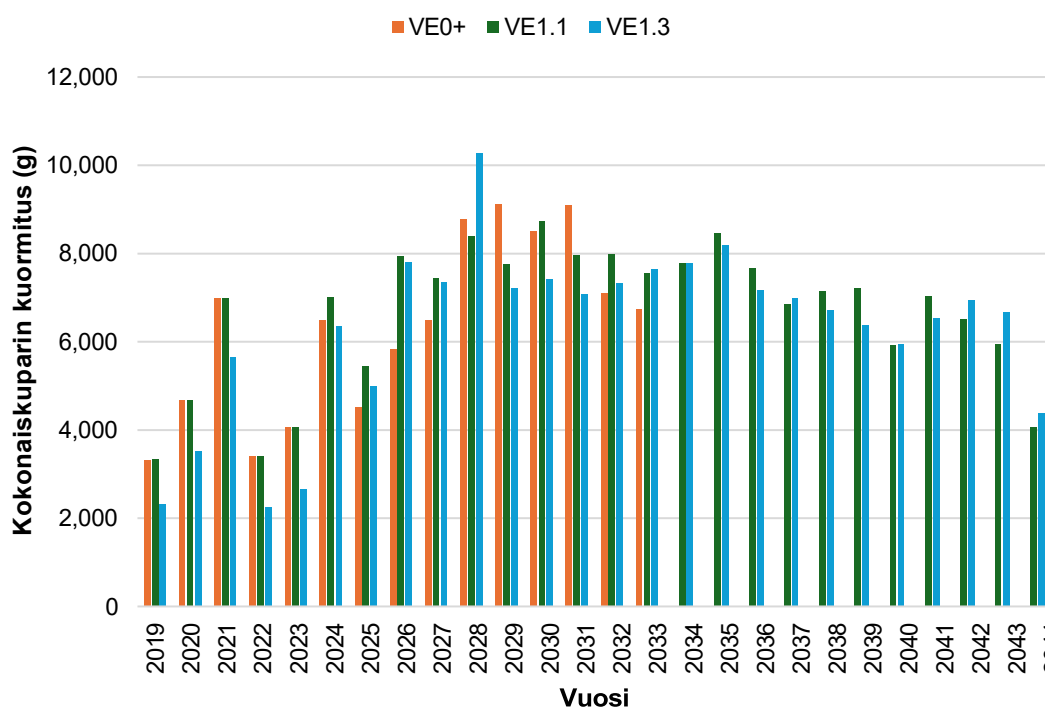
Kokonaiskoboltin vuosittainen kuormitus (g)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	6100	6100	5900
2020	6600	6600	6300
2021	16000	16000	16000
2022	8700	8700	8400
2023	14000	14000	14000
2024	9500	10000	10000
2025	6300	7800	8300
2026	7700	12000	12000
2027	8500	10000	12000
2028	11000	12000	20000
2029	12000	11000	11000
2030	10000	13000	12000
2031	12000	12000	12000
2032	8800	11000	12000
2033	8800	11000	13000
2034		11000	13000
2035		12000	13000
2036		12000	12000
2037		10000	11000
2038		11000	11000
2039		11000	10000
2040		8900	9500
2041		10000	10000
2042		9600	11000
2043		8600	10000
2044		5900	6800



Kokonaiskuparin vuosittaiset kuormitukset (g)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	3300	3300	2300
2020	4700	4700	3500
2021	7000	7000	5700
2022	3400	3400	2300
2023	4100	4100	2700
2024	6500	7000	6400
2025	4500	5400	5000
2026	5800	8000	7800
2027	6500	7400	7300
2028	8800	8400	10000
2029	9100	7800	7200
2030	8500	8700	7400
2031	9100	8000	7100
2032	7100	8000	7300
2033	6700	7600	7700
2034		7800	7800
2035		8500	8200
2036		7700	7200
2037		6900	7000
2038		7200	6700
2039		7200	6400
2040		5900	6000
2041		7000	6500
2042		6500	7000
2043		5900	6700
2044		4100	4400



Kokonaissinkin vuosittaiset kuormitukset (g)

Vuosi	VE0+	VE1.1	VE1.3
2019	10000	10000	10000
2020	4600	4600	4500
2021	14000	14000	14000
2022	6300	6300	6300
2023	5800	5900	5700
2024	4600	4600	4500
2025	2900	2900	3100
2026	2600	4100	4000
2027	2600	3400	3200
2028	3200	3500	6500
2029	3400	2900	3200
2030	2700	3700	4400
2031	3500	3800	4500
2032	2500	3200	4800
2033	2700	3000	4700
2034		3300	4700
2035		3500	4400
2036		3800	4400
2037		2900	4400
2038		2900	4100
2039		3200	3800
2040		3000	3600
2041		3200	3400
2042		2700	4600
2043		2800	4400
2044		2000	3100

