Outokumpu Chrome Oy, Kemin kaivos

Vesitasetarkastelu YVA:n eri vaihtoehdoilla

101004659–005

AFRY
ÅF PÖYRY

Raportti

Yhteyshenkilö
Heli Harju

Puh.nro
+35840 841 6401

S-posti
heli.harju@afry.com

Pvm.
12/01/2022

Projektinumero
101004659–005

Tarkastaja
Kaisa Kettunen

Tekijät
Heli Harju
Meeri Haataja

Outokumpu Chrome Oy, Kemin kaivos

Vesitasetarkastelu YVA:n eri vaihtoehdoilla

AFRY Finland Oy
Elektroniikkatie 13
FI-90590 OULU
Finland

Phone +358 10 33 11
Registered office in Vantaa
Corp. id: FI0625905-6

afry.com

copyright© AFRY

Sisältö

1 JOHDANTO 5
2 ALUEEN JA TOIMINNAN KUVAUS 5
3 TYÖSSÄ KÄYTETYT LÄHTÖTIEDOT 7
3.1 KAIVOKSEN VESIKIERTO JA VESITASE 7
3.1.1 Kaivoksen vesikierto 7
3.1.2 Vesitase vuonna 2020 8
3.2 YVA-VAIHTOEHDOT 9
3.2.1 YVA VE0 9
3.2.2 YVA VE0+ 10
3.2.3 YVA VE1 10
3.2.4 YVA VE1A 10
3.2.5 YVA VE1B 10
3.3 HYDROGEOLOGINEN MALLI 10
3.4 PINTAVEDENHALLINTASUUNNITELMA 11
3.5 SÄÄOLOSUHTEET 12
3.5.1 Mallinnuksen lähtötietona käytetyt säätiedot 12
3.5.2 Sadannan toistuvuusanalyysi 13
3.5.3 Ilmastonmuutos 14
4 VESITASEEN ARVIOINTITYÖ 17
5 TULOKSET 18
5.1 YVA VE0 18
5.2 YVA VE0+ 19
5.2.1 Vuosi 2031 19
5.2.2 Vuosi 2051 20
5.3 YVA VE1 21
5.3.1 Vuosi 2031 21
5.3.2 Vuosi 2051 22
5.4 YVA VE1A 23
5.4.1 Vuosi 2031 23
5.4.2 Vuosi 2051 24
5.5 YVA VE1B 25
5.5.1 Vuosi 2031 25
5.5.2 Vuosi 2051 26

copyright© AFRY Finland Oy

6 TULOSTEN TARKASTELU 27
6.1 Vesimäärät 27
6.2 Purkuveden laatu 29
7 VIITTEET 31

Liitteet

Liite 1 Vesistötarkkailun pisteet ja vesikierto

Kuvat ja taulukot

Kuva 1. Yleiskartta Kemin kaivoksen kaivosalueesta. 5
Kuva 2. Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen tuotanto v. 2006–2020. 6
Kuva 3. Kemin kaivoksen vesikierto pääosiltaan. 7
Kuva 4. Altaisiin 7, 4 ja 5 tuleva vesimäärä vesijakeittain on esitetty pylväillä. Altaista Iso-Ruonaojaan ja altaista yhteensä poistettu ja suotanut vesimäärä on esitetty viivalla. 9
Kuva 5. Vuosisadesumma ja vuoden keskilämpötila vuosina 1965–2020 koostettuna neljältä eri havaintoasemalta: Kemi-Tornio lentoasema, Keminmaa, Keminmaa Liedakkala ja Tornio-Torppi. 12
Kuva 6. Vuoden keskilämpötila Keminmaassa tarkastelujaksolla 1971–2000 (vas.) ja mallinnettuna ajanjaksolle 2021–2050 (oik.) (Ilmatieteenlaitos 2021). 15
Kuva 7. Vuoden sadantasumma [mm] Keminmaassa tarkastelujaksolla 1971–2000 (vas.) ja mallinnettuna ajanjaksolle 2021–2050 (oik.) (Ilmatieteenlaitos 2021). 16
Kuva 8. Maahaihdunnan vuosisumman muutos vertailujaksoon (1971–2000) verrattuna ajanjaksoilla 2010–2039 (vas.) ja 2040–2069 (oik.). 17
Kuva 9. Nykytilan (YVA VE0) vesitaseen kuvaaja. 18
Kuva 10. Vesitaselaskennan tuloksena saadut keskeiset vuosittaiset vesimäärät eri YVA-vaihtoehdoilla. 27
Kuva 11. Selkeytysaltaalta rikastamolle vuosittain johdettavan veden määrä eri YVA-vaihtoehdoilla. 29

Taulukko 1. Vuonna 2020 selkeytysaltaisiin tulevat ja altaista poistuvat vesimäärät. 8
Taulukko 2. Eri YVA-vaihtoehdot yksinkertaistettuna matriisiin. 9
Taulukko 3. Hydrogeologisen mallinnuksen mukaan lasketut suotovesimäärät kaivokseen eri tilanteissa (AFRY Finland Oy, 2021a). 11
Taulukko 4. Keskimääräinen vuosisadesumma ja keskilämpötila koko havaintojaksolle 1965–2020, nykyistä ilmastoa kuvaavalle jaksolle 1991–2020 sekä erikseen 10 vuoden aikaväleille. 13

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 5. Kuukausittainen keskimääräinen sadanta [mm] Torpin sääasemalla 2009–2020 ja WSFS:llä simuloitu keskimääräinen haihdunta [mm]. 13

Taulukko 6. Kuukausien keskimääräiset sadannat vuosina 1965–2020 koostettuna neljältä eri havaintoasemalta: Kemi-Tornio lentoasema, Keminmaa, Keminmaa Liedakkala ja Tornio-Torppi. 13

Taulukko 7. 1965–2020 vuosisadesummien logaritmisen normaalijakauman mukaiset toistuvuudet..... 14

Taulukko 8. YVA V0 vesitaseen tulokset vuodelle 2021. 18

Taulukko 9. YVA VE0+ 2031 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna..... 19

Taulukko 10. YVA VE0+ 2051 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna. ... 20

Taulukko 11. YVA VE1 2031 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna. 21

Taulukko 12. YVA VE1 2051 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna. 22

Taulukko 13. YVA VE1A 2031 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna. ... 23

Taulukko 14. YVA VE1A 2051 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna. ... 24

Taulukko 15. YVA VE1B 2031 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna. ... 25

Taulukko 16. YVA VE1B 2051 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna. ... 26

Taulukko 17. Purettavien vesien määrät eri YVA-vaihtoehdoilla keskimääräisenä hydrologisena vuonna..... 28

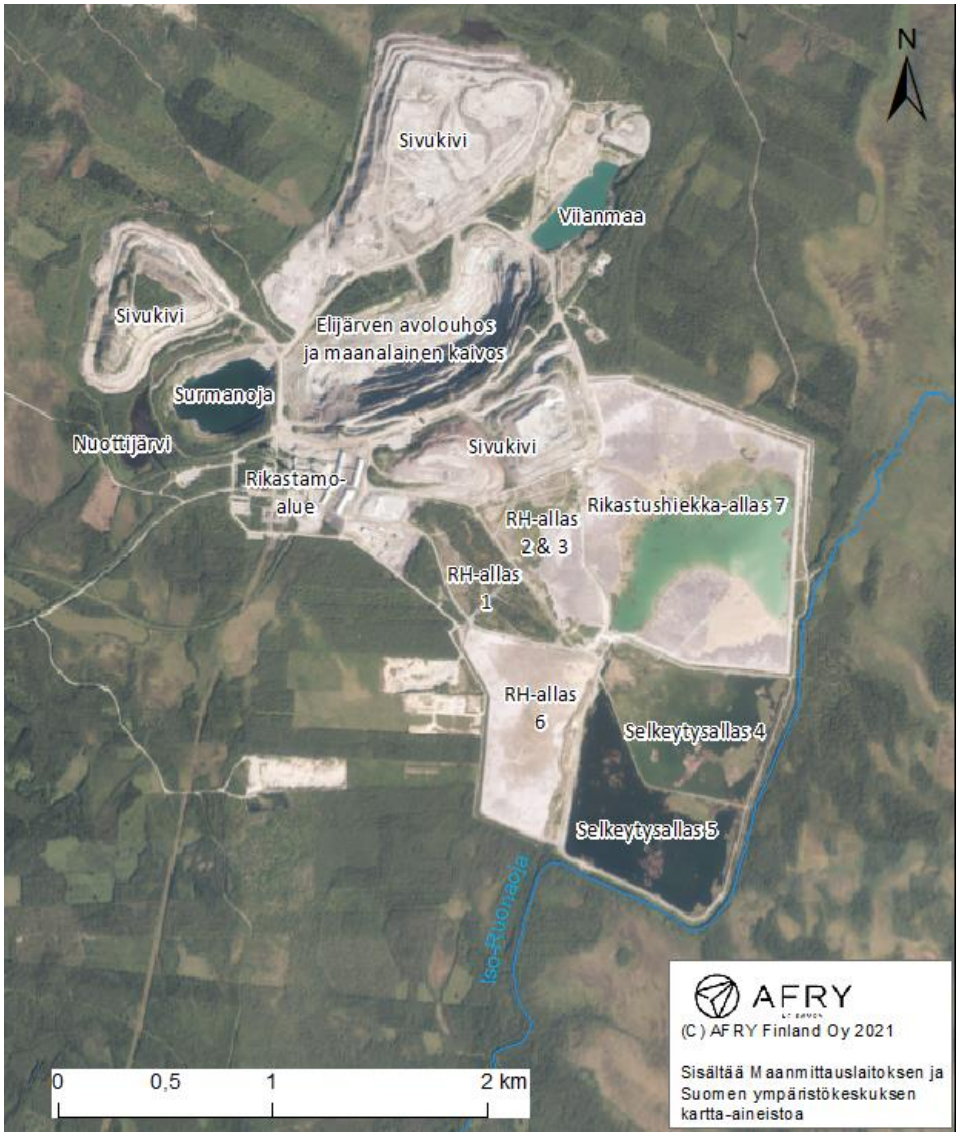
copyright© AFRY Finland Oy

1 JOHDANTO

Tässä raportissa tarkastellaan eri YVA-vaihtoehtojen vaikutusta kaivoksen vesitaseeseen osana pintavesien vaikutuksien arviointia. Outokumpu Chrome Oy:n Keminmaan kunnassa sijaitsevan kromikaivoksen ympäristövaikutusten arviointiselostusta laaditaan vuonna 2021.

Tässä raportissa arvioidaan jokaisen YVA-vaihtoehdon vaikutukset kaivosalueella muodostuviin vesimääriin ja kaivosalueelta poistuviin vesimääriin. Tarkastelussa otetaan huomioon vuoden 2031 ja vuoden 2051 suotovesimäärät kaivokseen jokaisella toteutusvaihtoehdolla. Lisäksi tarkastellaan hydrologisesti poikkeavat kerran sadassa vuodessa toistuvat erityisen kuivat ja märät vuodet.

2 ALUEEN JA TOIMINNAN KUVAUS



Kuva 1. Yleiskartta Kemin kaivoksen kaivosalueesta.

copyright© AFRY Finland Oy

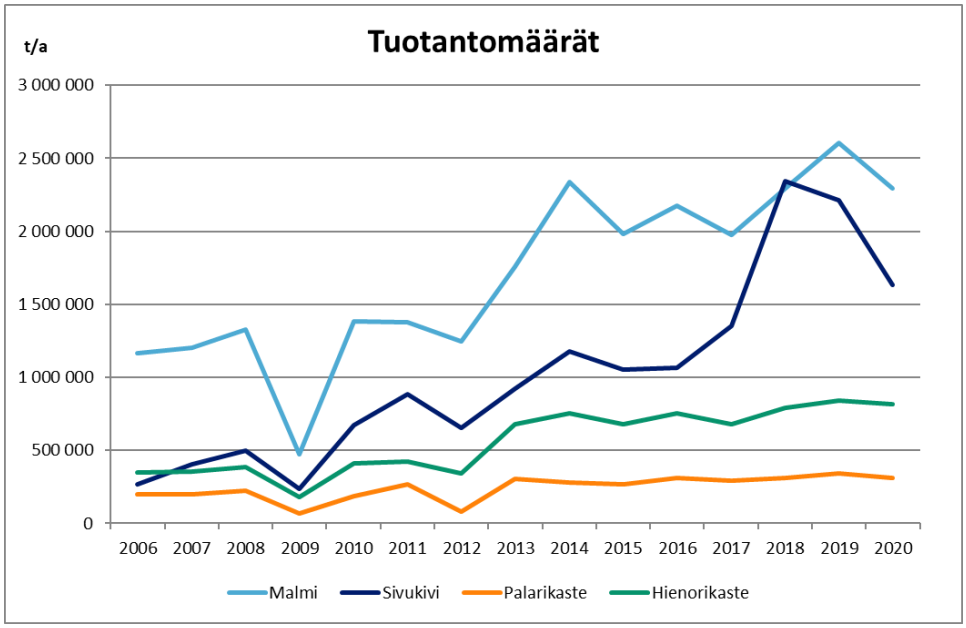
Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivos sijaitsee Iso-Ruonaojan vesistöalueella (84.151) Keminmaan kunnassa. Iso-Ruonaoja laskee Kemissä Veitsiluodon itäpuolella sijaitsevaan Hepolahteen, josta on yhteys Perämereen. Iso-Ruonaojaan laskee jonkin verran ojitusvesiä ja ojan yläosalle laskee Kirvesoja.

Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksella louhinta alkoi 1960-luvulla. Kaivoksella louhitaan kromimalmia. Kaivoksen päätehtävä on tuottaa kromiittirikastetta Torniossa olevalle ferrokromitehtaalle. Louhinta suoritettiin vuoteen 2005 asti pääosin avolouhintana ja vuodesta 2006 lähtien malmin louhinta on tehty kokonaisuudessaan maanalaisessa kaivoksessa.

Vuonna 2020 malmia louhittiin 2 293 330 tonnia, sivukiveä 1 634 250 tonnia, josta ajettiin avolouhostäyttöön 503 661 tonnia ja loput louhitusta sivukivestä (n. 1 130 589 t) hyödynnettiin suoraan maanalaisen kaivoksen louhostäytöissä.

Malmi koostuu kromiitista, tremoliitista, kloriitista, talkista, karbonaateista ja serpentiinistä. Louhittu malmi murskataan, jauhetaan ja rikastetaan. Rikastus tapahtuu painovoimaisesti ilman rikastuskemikaaleja. Rikasteet toimitetaan Outokumpu Chrome Oy:n Tornion tehtaille. Kaivoksen tuotanto vuosina 2006–2020 on esitetty kuvassa (Kuva 2).

Vuonna 2020 rikastushiekkaa muodostui 1 023 503 tonnia. Rikastushiekka pumpattiin altaaseen 7.



Kuva 2. Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen tuotanto v. 2006–2020.

copyright© AFRY Finland Oy

3 TYÖSSÄ KÄYTETYT LÄHTÖTIEDOT

3.1 KAIVOKSEN VESIKIERTO JA VESITASE

3.1.1 Kaivoksen vesikierto

Kemin kaivoksen rikastushiekka-alueella on yhteensä 7 allasta, joista altaat 4 ja 5 ovat selkeytysaltaita ja loput ovat rikastushiekka-altaita (altaat 2 ja 3 yhdistetty). Rikastushiekka-allas 1 on jo maisemoitu.

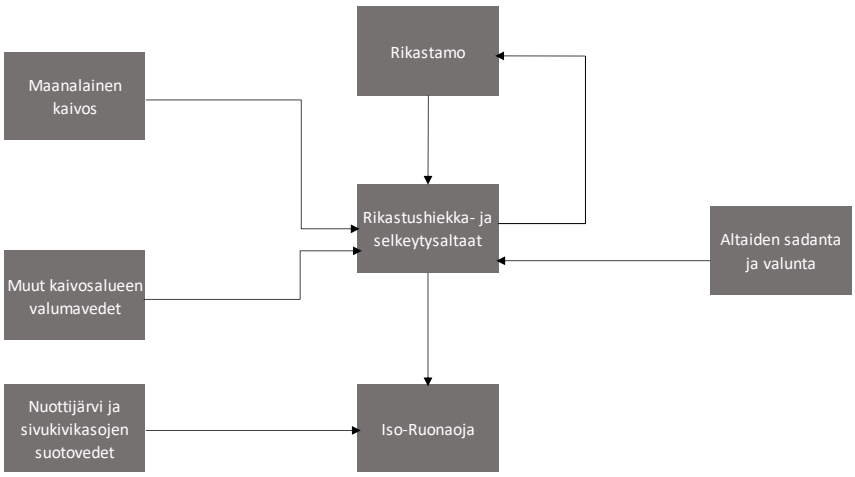
Rikastushiekan lisäksi kaivosalueen ja maanalaisen kaivoksen kuivanapitovesiä pumpataan rikastushiekka-altaiden vesikiertoon. Rikastushiekka-altaasta 7 dekanttivesi kulkee kaivon kautta selkeytysaltaalle 4 ja siitä edelleen putkella viimeiseen selkeytysaltaaseen 5. Osa selkeytysaltaan 5 vesistä otetaan takaisin rikastamolle prosessivedeksi, ja osa vesistä kulkeutuu purkuvesistönä toimivaan Iso-Ruonaojaan sekä ohjatusti (putkella ja padolla) että suotautumalla penkereiden kautta.

Rikastamon prosesseissa tarvittava vesi otetaan pääsääntöisesti selkeytysaltaasta 5; vuonna 2020 rikastamon tarvitsemasta vedestä 97 % tuli selkeytysaltaalta. Tarvittaessa käytetään myös Vähä Ruonaojasta saatavaa vettä; vuonna 2020 rikastamon tarvitsemasta vedestä 3 % otettiin Vähä Ruonaojasta.

Maanalaisessa kaivoksessa tarvittava poravesi otetaan Viianmaan vedellä täyttyneestä avolouhoksesta. Maanalaisesta kaivoksesta pumpataan kuivanapitovesiä eri tasoilta useammalta pumppausasemalta rikastushiekka-altaalle.

Nuottijärvi-Surmaojan avolouhoksen tyhjennyspumppaukselle myönnettiin lupa vuonna 2014. Surmaojan avolouhoksen, Nuottijärven ja saniteettipuhdistamon käsitellyt vedet ohjataan mahdollisia poikkeustilanteita lukuun ottamatta rikastushiekka-altaiden vesikierron ohi Iso-Ruonaojaan.

Päävesikierto on kuvattu kuvassa alla (Kuva 3) ja tarkemmin liitteessä 1.



Kuva 3. Kemin kaivoksen vesikierto pääosiltaan.

copyright© AFRY Finland Oy

3.1.2 Vesitase vuonna 2020

Vesitase on päivitetty joka vuosi vuoden 2017 jälkeen osana kaivoksen velvoitetarkkailuraporttia. Erilaiset virtaamatiedot on siis hyvin dokumentoitu.

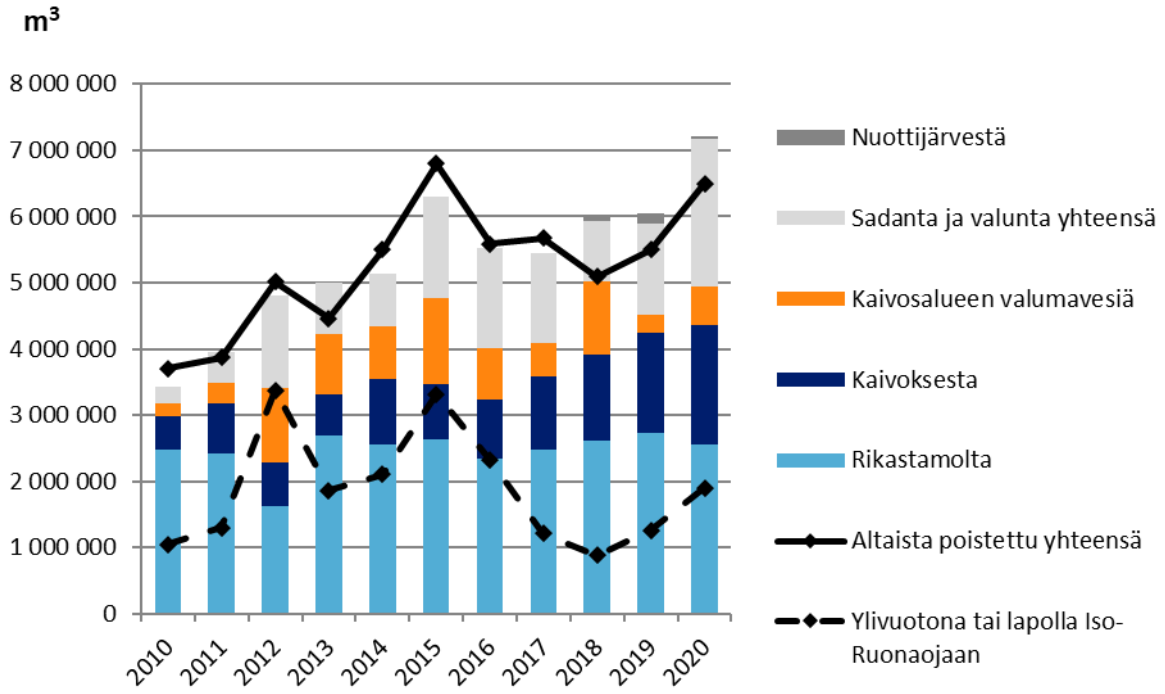
Vuonna 2020 selkeytysaltaisiin tuli vettä ja altaista poistui vettä taulukon (Taulukko 1) mukaisesti. Altaiden laskennallinen nettovesitase oli positiivinen vuonna 2020. Selkeytysaltaisiin tuleva ja altaista poistuva vesimäärä pitemmällä aikavälillä on esitetty kuvassa (Kuva 4). Iso-Ruonanojaan johdettiin selkeytysaltaasta vesiä yhteensä 1 904 884 m3.

Taulukko 1. Vuonna 2020 selkeytysaltaisiin tulevat ja altaista poistuvat vesimäärät.

2020		
Altaisiin 2-3, 4, 5, 6 ja 7 pumpattiin ja ohjautui		
rikastamolta	2 565 553	m^3
kaivoksesta	1 793 927	m^3
kaivosalueen valumavesiä	591 448	m^3
Sadanta ja valunta yhteensä *	2 224 735	m^3
Nuottijärvestä	28 323	m^3
Yhteensä	7 203 986	m^3
Altaista poistettiin ja poistui		
rikastamolle	2 477 405	m^3
Viianmaan avolouhokseen	60 000	m^3
ylivuotona Iso-Ruonaojaan	1 904 884	m^3
haihtumalla *	527 914	m^3
suotautumalla	1 522 823	m^3
Yhteensä	6 433 026	m^3
Altaiden vesimäärä muuttui		
	770 960	m^3

*Laskennassa huomioitu allasalueen sadanta, valunta ja haihdunta. Sadanta ja valunta käsittää sadannan aina suoraan altaaseen ja sadannan valuma-alueelle. Valuma-alueelle sataneesta on laskettu haihdunta pois ja valumat vesialtaaseen. Poistuvissa on haihdunnat suoraan altaista.

copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 4. Altaisiin 7, 4 ja 5 tuleva vesimäärä vesijakeittain on esitetty pylväillä. Altaista Iso-Ruonaojaan ja altaista yhteensä poistettu ja suotanut vesimäärä on esitetty viivalla.

3.2 YVA-VAIHTOEHDOT

Hankkeen eri toteutusvaihtoehdot on tarkemmin kokonaisuudessaan esitelty ympäristövaikutustenarviointiselostuksessa. Tässä luvussa ja taulukossa alla (Taulukko 2) on esitelty vaihtoehdot pääkohdiltaan.

Taulukko 2. Eri YVA-vaihtoehdot yksinkertaistettuna matriisiin.

Vaihto-ehto	Altaiden korotus	Kaivos-piirin laajennus	Louhinta -määrän kasvu	Penger-louhinta	Levysorros-louhinta	Pasta-laitos	Maanpinta-vajoaman täyttö
VE0				X			X
VE0+	X			X			X
VE1	X	X	X	X			X
VE1A	X	X	X		X		X
VE1B	X	X	X	X		X	X

3.2.1 YVA VE0

YVA:n vaihtoehto 0 kuvaa nykytilaa. Kaivospiiriin ja louhintamääriin ei tule muutoksia. Louhintamenetelmänä jatkuu nykyinen pengerlouhintamenetelmä. Sivukiveä ja palakiveä käytetään louhostäytöissä ja kaivosalueen rakentamisessa.

copyright© AFRY Finland Oy

3.2.2 YVA VE0+

Vaihtoehto 0+ eroaa nykytilasta siten, että rikastushiekka-allasta 7 ja selkeytysaltaita 4 ja 5 korotetaan, jolloin niiden tilavuus kasvaa. Kaivospiiriin ja louhintamääriin ei tule muutoksia. Louhintamenetelmänä jatkuu nykyinen pengerlouhintamenetelmä. Sivukiveä ja palakiveä käytetään louhostäytöissä ja kaivosalueen rakentamisessa.

3.2.3 YVA VE1

Vaihtoehto 1:ssä kaivospiiriä laajennetaan, kokonaislouhintamäärä, rikastushiekan määrä ja rikasteiden määrä nousee. Rikastushiekka-allasta 7 ja selkeytysaltaita 4 ja 5 korotetaan, jolloin niiden tilavuus kasvaa. Louhintamenetelmänä jatkuu nykyinen pengerlouhintamenetelmä. Sivukiveä ja palakiveä käytetään louhostäytöissä, maanpintavajoaman täytössä ja kaivosalueen rakentamisessa.

3.2.4 YVA VE1A

Vaihtoehto 1A vastaa muuten vaihtoehtoa 1, mutta louhintamenetelmänä käytetään levysorroslouhintaa. Kaivospiiriä laajennetaan, kokonaislouhintamäärä, rikastushiekan määrä ja rikasteiden määrä nousee. Rikastushiekka-allasta 7 ja selkeytysaltaita 4 ja 5 korotetaan, jolloin niiden tilavuus kasvaa. Sivukiveä ja palakiveä käytetään louhostäytöissä, maanpintavajoaman täytössä ja kaivosalueen rakentamisessa.

3.2.5 YVA VE1B

Vaihtoehto 1B vastaa muuten vaihtoehtoa 1, mutta rikastushiekan käsittelyyn otetaan käyttöön pastalaitos. Kaivospiiriä laajennetaan, kokonaislouhintamäärä, rikastushiekan määrä ja rikasteiden määrä nousee. Rikastushiekka-allasta 7 ja selkeytysaltaita 4 ja 5 korotetaan, jolloin niiden tilavuus kasvaa. Louhintamenetelmänä jatkuu nykyinen pengerlouhintamenetelmä. Sivukiveä ja palakiveä käytetään louhostäytöissä, maanpintavajoaman täytössä ja kaivosalueen rakentamisessa.

3.3 HYDROGEOLOGINEN MALLI

AFRY teki Kemin kaivokselle aiemmin vuonna 2021 hydrogeologisen mallinnuksen, jonka raportissa esitetään Kemin kaivoksen avolouhoksen ja maanalaisen kaivoksen numeerinen pohjavesimallinnus (AFRY Finland Oy, 2021a). Mallinnuksen tavoitteena oli selvittää kaivoksen pohjavesivuotojen vaikutus pohjaveden pinnankorkeuteen ja paineeseen ympäröivässä maa- ja kallioperässä.

Nykytilanteen lisäksi mallinnettiin tilanteet +10 ja +30 vuotta eteenpäin käytettävissä olevien suunnitelmien perusteella. Ennusteissa tarkastellaan kahta vaihtoehtoa:

copyright© AFRY Finland Oy

1) louhintamenetelmänä jatketaan nykyisin käytössä olevaa pengerlouhintaa (UGB) ja

2) noin syvyyden –525 m mpy alapuolella louhintamenetelmäksi vaihdetaan levysorroslouhinta (SLC).

Louhosten täyttömateriaalin suhteen kaivoksella on tarkasteltu myös mahdollisuutta vaihtaa kovettuva täyttö pastatäyttöön, tätä vaihtoehtoa ei kuitenkaan ole mallinnettu, koska työ oli rajattu eri louhintamenetelmien vaikutustenarviointiin.

Numeerinen malli kalibroitiin nykyisen kaivoksen kuivatuspumppausten mittauksiin perustuvan suotovesimäärän perusteella. Numeerisen mallinnuksen perusteella esitetyt suotovesimäärät, joita on käytetty tässä vesitasemallinnuksessa, on esitetty taulukossa alla. (**Taulukko 3**)

Taulukko 3. Hydrogeologisen mallinnuksen mukaan lasketut suotovesimäärät kaivokseen eri tilanteissa (AFRY Finland Oy, 2021a).

	Louhintamenetelmä 1: pengerlouhinta	Louhintamenetelmä 2: levysorroslouhinta
Nykytila 2021, vaihe 1	4230 m^3/vrk	-
Vuosi 2031, vaihe 2	5140 m^3/vrk	5690 m^3/vrk
Vuosi 2051, vaihe 3	6760 m^3/vrk	10 505 m^3/vrk

3.4 PINTAVEDENHALLINTASUUNNITELMA

AFRY teki Kemin kaivokselle aiemmin vuonna 2021 esisuunnitelman Elijärven kaivoksen pintavesien hallinnasta (AFRY Finland Oy, 2021c). Raportin tarkoituksena oli arvioida pintavesien hallintatoimenpiteitä, millä pintavesien päätymistä maanalaisen louhinnan maanpintavaikutusalueelle voidaan vähentää. Näillä toimenpiteillä voidaan vähentää pintavesien suotautumista vaikutusalueen maaperään ja edelleen maanalaiseen louhokseen. Toimenpiteet on esitetty vuosille 2030 ja 2050 arvioitujen maanpintavaikutusalueiden sekä pienvaluma-alueiden mukaan.

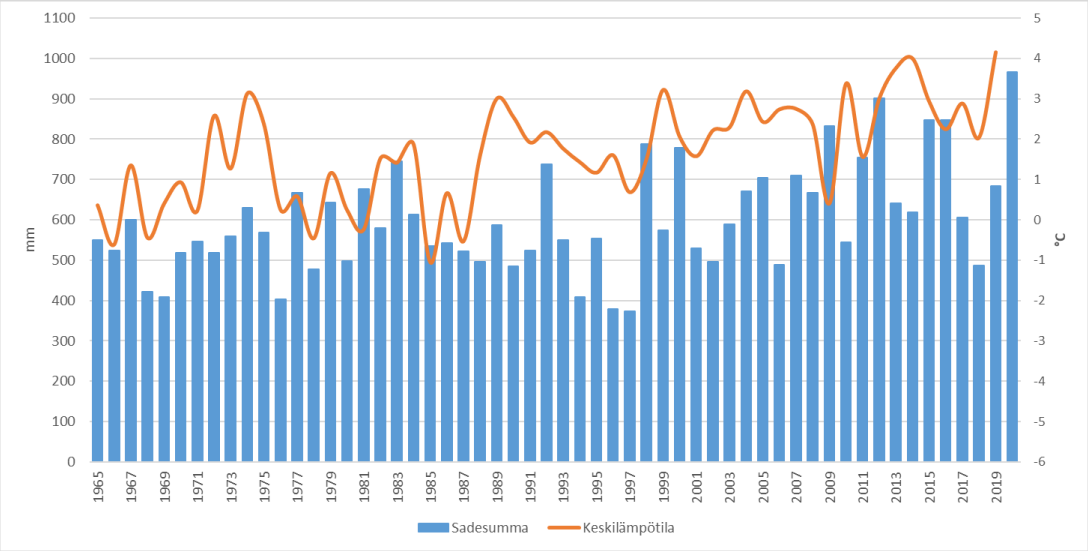
Vesitaselaskennassa on huomioitu pintavesienhallintatoimenpiteet kaivokseen suotautuvien vesien määrissä. Laskennassa on arvioitu, että pintavesien hallintatoimilla saadaan vähennettyä 10 % kaivoksen tason 150 yläpuolisesta valunnasta.

copyright© AFRY Finland Oy

3.5 SÄÄOLOSUHTEET

3.5.1 Mallinnuksen lähtötietona käytetyt säätiedot

Kuvassa alla (Kuva 5) on esitetty vuosisadesumma koostettuna kahdelta eri havaintoasemalta vuosilta 1965–2020. Sadesummat ovat mitattu Keminmaa-Liedakkalan havaintoasemalla vuosina 1965–2008 sekä Tornio-Torpin havaintoasemalla vuosina 2009–2020. Lisäksi samassa kuvassa on esitetty kahdelta eri havaintoasemalta koostettu vuorokauden keskilämpötila samalla ajanjaksolla. Keskilämpötilat ovat mitattu Kemi-Tornio lentoaseman havaintoasemalta vuosina 1965–1994 ja 2000–2020 sekä Keminmaan havaintoasemalta vuosina 1996–1999. Vuoden 1995 lämpötilatiedot puuttuvat kokonaan.



Kuva 5. Vuosisadesumma ja vuoden keskilämpötila vuosina 1965–2020 koostettuna neljältä eri havaintoasemalta: Kemi-Tornio lentoasema, Keminmaa, Keminmaa Liedakkala ja Tornio-Torppi.

Taulukkoon alla (Taulukko 4) on koottu edellä mainitusta aineistosta määritetyt vuosisadesumman ja keskilämpötilan arvot koko aikavälille ja erikseen 10 vuoden aikaväleille, kuitenkin ensimmäisen jakson ollessa viisi vuotta (1965–1970). Vuosisadesummien keskiarvo on aikavälillä 1965–2020 ollut 599 mm/vuosi. Viimeisen kolmenkymmenen vuoden (1991–2020) vuosisadesummien keskiarvo on ollut 642 mm/vuosi. Vuoden keskilämpötila on aikavälillä 1965–2020 ollut +1,7°C ja vuosina 1991–2020 vastaavasti +2,3°C. Vuosisadesumma on ollut havaintojaksolla enimmillään 966 mm (2020) ja pienimmillään 374 mm (1997).

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 4. Keskimääräinen vuosisadesumma ja keskilämpötila koko havaintojaksolle 1965–2020, nykyistä ilmastoa kuvaavalle jaksolle 1991–2020 sekä erikseen 10 vuoden aikaväleille.

Aikaväli	Vuosisadesumma (mm)	Keskimääräinen lämpötila (°C)
1965–1970	504	0,3
1971–1980	551	1,1
1981–1990	578	1,1
1991–2000	567	1,8
2001–2010	623	2,3
2011–2020	735	3,0
1965–2020	**599**	**1,7**
1991–2020	**642**	**2,3**

Taulukko 5. Kuukausittainen keskimääräinen sadanta [mm] Torpin sääasemalla 2009–2020 ja WSFS:llä simuloitu keskimääräinen haihdunta [mm].

2009–2020	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YHT
Sadanta (Torpin sääasema) mm	51,4	50,3	40,3	35,2	49,6	61,9	55,7	70,7	70,1	68,5	77,2	72,9	703,7
Haihdunta (vesistömalli-järjestelmä WSFS) mm	0	0	0	20,4	75,9	77,1	67,5	50,1	31,8	12,8	0	0	335,7

Taulukko 6. Kuukausien keskimääräiset sadannat vuosina 1965–2020 koostettuna neljältä eri havaintoasemalta: Kemi-Tornio lentoasema, Keminmaa, Keminmaa Liedakkala ja Tornio-Torppi.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YHT
Sadanta mm 1965–2020	47,1	36,9	37,5	31,0	39,0	45,1	58,1	63,4	62,1	63,5	60,9	49,7	594,2

Keminmaan vuosien 1971–2020 keskimääräinen vuosihaihdunnan summa on 200–250 mm (Ilmatieteenlaitos 2021b). Haihduntana on tulevaisuuden skenaarioiden (2031 ja 2051) vesitaseiden laskemisessa käytetty konservatiivisempaa arvoa, eli 250 mm.

3.5.2 Sadannan toistuvuusanalyysi

Vuosisadannalle on tehty jakaumasovitus @Risk -ohjelmalla ja vuosisadannan on todettu noudattavat hyvin sekä normaalijakaumaa että logaritmista normaalijakaumaa. Logaritminen normaalijakauma huomioi kuitenkin jakauman vinouman, joten tässä yhteydessä päädyttiin käyttämään kyseistä jakaumaa. Logaritmisen normaalijakauman mukaiset vuosisadannan toistuvuudet on esitetty taulukossa alla (Taulukko 7). Kerran 100 vuodessa (99 % luottamusväli) tapahtuva vuosisadanta olisi kuivana vuonna 364 mm ja poikkeuksellisen

copyright© AFRY Finland Oy

sateisena vuonna 991 mm. Analyysin lähtöaineistona on käytetty vuosien 1965–2020 mitattuja vuosisadesummia Keminmaa-Liedakkalan sekä Tornio-Torpin havaintoasemilta.

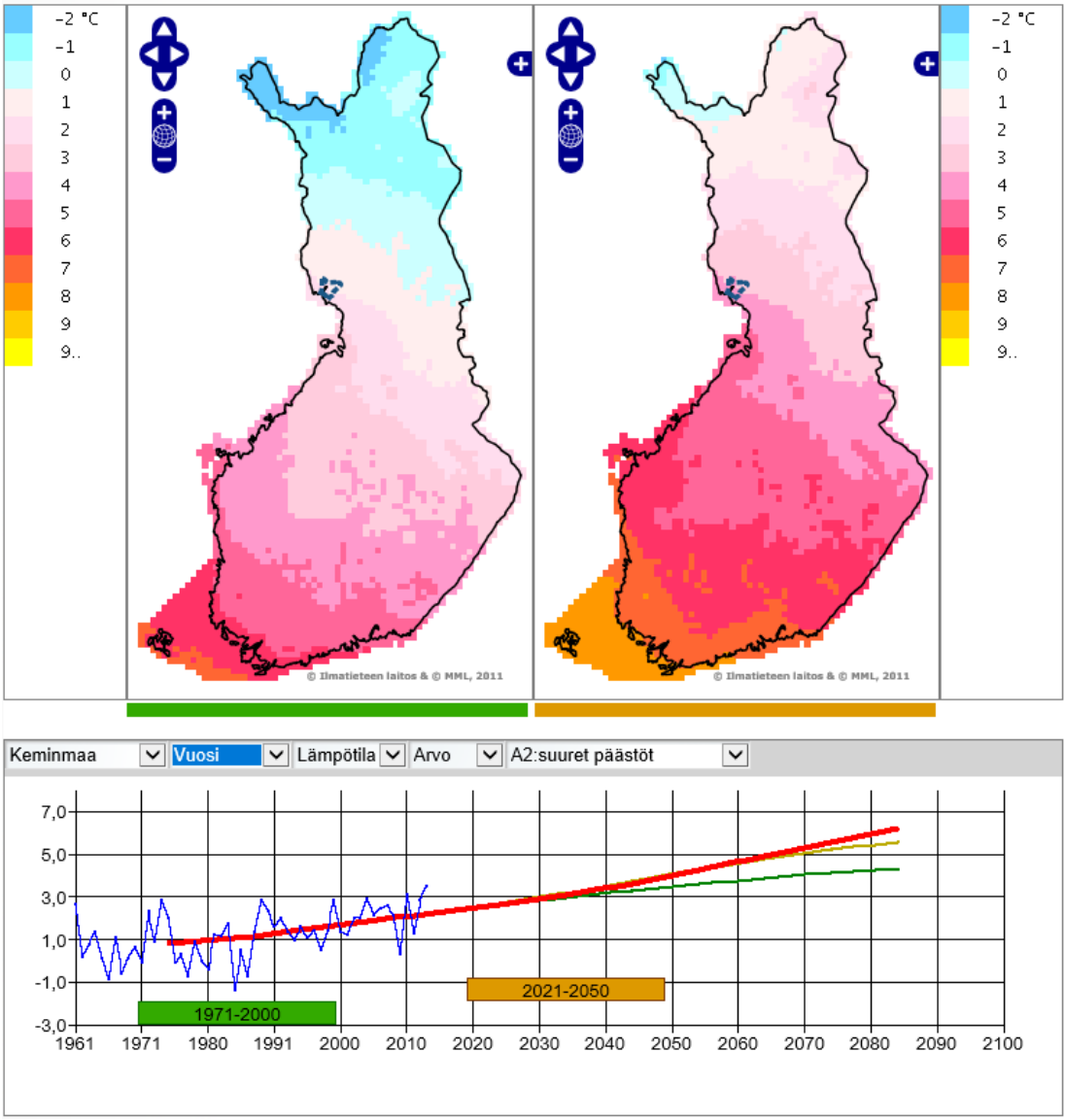
Taulukko 7. 1965–2020 vuosisadesummien logaritmisen normaalijakauman mukaiset toistuvuudet.

Alitustodennäköisyys	Toistumisväli vuosina	Vuosisadanta
0,2 %	500	328
0,5 %	200	347
1,0 %	**100**	**364**
2,0 %	50	383
5,0 %	20	414
10,0 %	10	445
20,0 %	5	487
50,0 %	Mediaani	582
80,0 %	5	701
90,0 %	10	775
95,0 %	20	844
98,0 %	50	929
99,0 %	**100**	**991**
99,5 %	200	1051
99,8 %	500	1133

3.5.3 Ilmastonmuutos

Koska tarkastellaan hankevaihtoehtoja useamman vuosikymmenen päähän, on syytä ottaa laskelmissa huomioon ilmastonmuutoksen vaikutukset lämpötilaan ja sadantaan. Ilmasto-oppaan (Ilmatieteenlaitos 2021b) mukaan Keminmaan vuoden keskilämpötila nousee historialliseen 1971–2000 tarkastelujaksoon nähden vuoteen 2031 mennessä noin 2 °C ja vuoteen 2051 mennessä noin 3 °C, mikä vastaa 200 %:n nousua (Kuva 6). Mallinnus on tehty suurilla päästöillä, eli se on varovaisuusperiaatteen mukaisesti konservatiivinen.

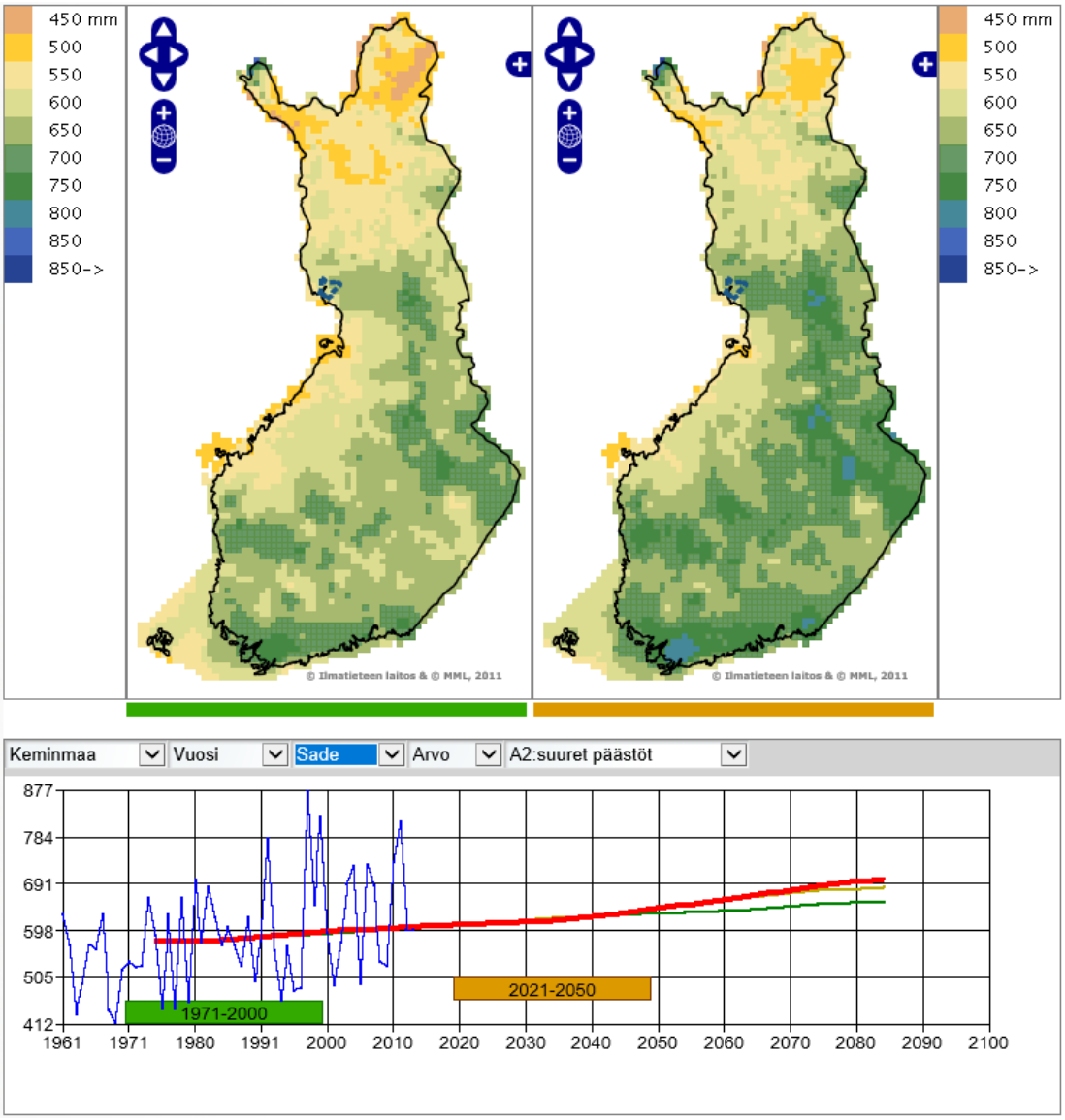
copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 6. Vuoden keskilämpötila Keminmaassa tarkastelujaksolla 1971–2000 (vas.) ja mallinnettuna ajanjaksolle 2021–2050 (oik.) (Ilmatieteenlaitos 2021).

Vastaavasti Keminmaan vuoden sadantasumma nousee 1971–2000 tarkastelujaksoon nähden vuoteen 2031 mennessä noin 40 mm ja vuoteen 2051 mennessä noin 70 mm (Kuva 7). Ilmastonmuutoksen vaikutus vuosisadantaan ei tämän perusteella olisi yhtä suuri kuin lämpötilaan, muutos on 2021–2051 keskiarvolla noin 10 %, mutta ilmastonmuutoksen takia sääilmiöiden ääriolosuhteet lisääntyvät.

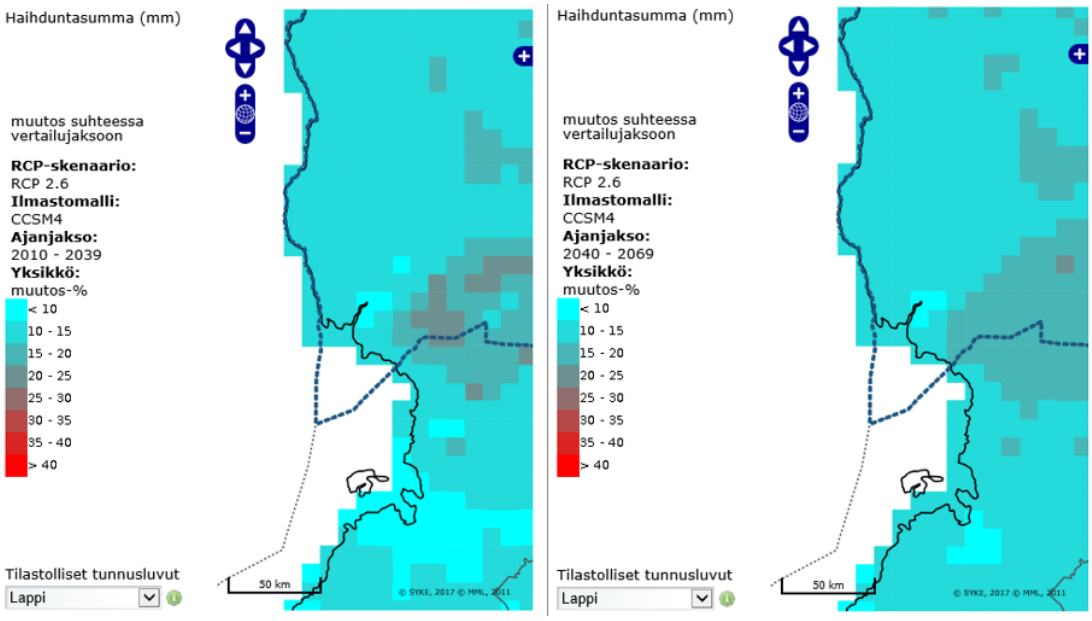
copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 7. Vuoden sadantasumma [mm] Keminmaassa tarkastelujaksolla 1971–2000 (vas.) ja mallinnettuna ajanjaksolle 2021–2050 (oik.) (Ilmatieteenlaitos 2021).

Ilmastonmuutos vaikuttaa myös haihduntaan. Lämpötilan noustessa vuoden haihduntasumma kasvaa. Ilmasto-oppaan mukaan Keminmaan vuoden haihduntasumma nousee 1971–2000 tarkastelujaksoon nähden vuoteen 2031 mennessä 10–15 % ja vuoteen 2051 mennessä 10–15 % (Kuva 8).

copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 8. Maahaihdunnan vuosisumman muutos vertailujaksoon (1971–2000) verrattuna ajanjaksoilla 2010–2039 (vas.) ja 2040–2069 (oik.).

4 VESITASEEN ARVIOINTITYÖ

Vesitaseiden arvion pohjana käytettiin vuonna 2016 Kemin kaivokselle laadittua vesitasemallia (Harju, 2016) ja Outokummun AFRYlle siitä toimittamaa, tarkkuustasoltaan YVAan paremmin sopivaa, yksinkertaistettua mallia. Kummatkin mallit on rakennettu Microsoft Excel-ohjelmalla. Vesitaselaskelmat jokaiselle YVA:n vaihtoehdolle ovat tämän raportin liitteenä 2.

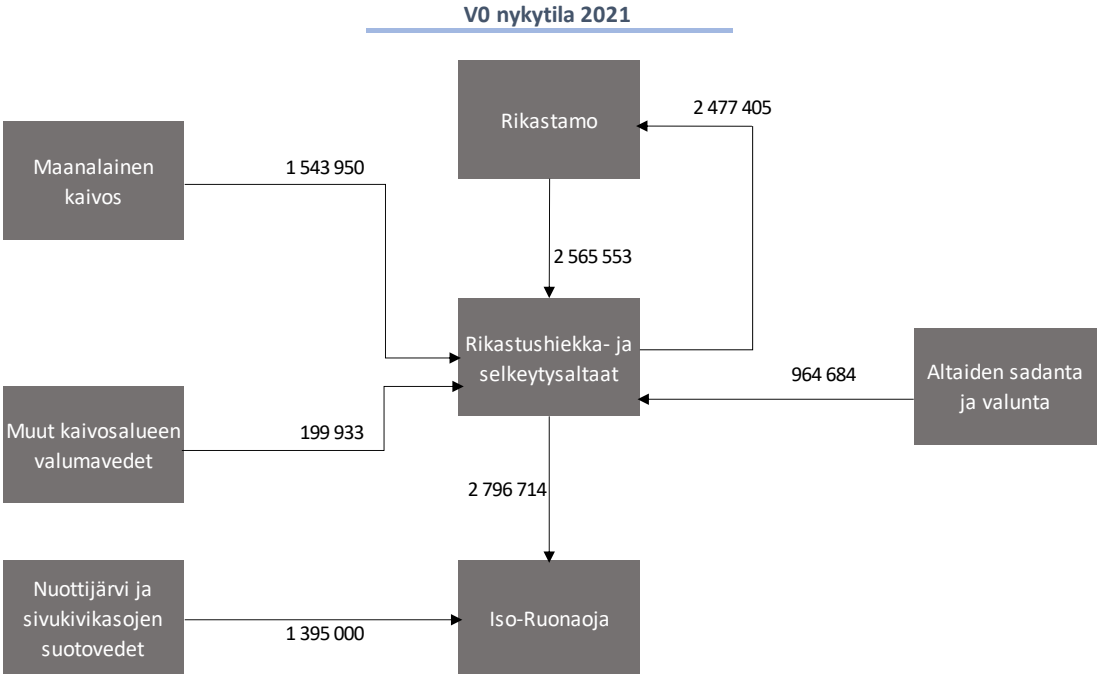
Taselaskenta perustuu kappaleessa Kaivoksen vesikierto (3.1.1) esiteltyyn Kemin kaivoksen vesikiertoon ja noudattaa yleisiä taselaskennan perusteita. Tasetarkastelun pääkohteena ovat rikastushiekka- ja selkeytysaltaat sekä purkuvesistöön kaivosalueelta purettavan veden määrä.

copyright© AFRY Finland Oy

5 TULOKSET

5.1 YVA VE0

Nykytilan vesitase on laskettu vuosien 2009–2020 mitatuilla keskimääräisillä sadantatiedoilla sekä simuloidulla haihdunnalla (Taulukko 5).



Kuva 9. Nykytilan (YVA VE0) vesitaseen kuvaaja.

Taulukko 8. YVA V0 vesitaseen tulokset vuodelle 2021.

Laskennassa käytetty vuosisadanta mm	703,8
Rikastushiekka- ja selkeytysaltaille	m3/a
Maanalaisen kaivoksen kuivanapito	1 543 950
Muut kaivosalueen valumavedet	199 933
Rikastushiekan mukana	2 565 553
Sadantana ja valuntana (haihdunta poistettu)	964 684
yht. altaille	5 274 119
Rikastamolle	
Selkeytysaltaasta rikastamolle	2 477 405
Purkuvesistö Iso-Ruonaojaan	
Rikastushiekka- ja selkeytysaltailta	2 796 714
Nuottijärvestä ja sivukivialueilta	1 395 000
yht. purkuvesistöön	4 191 714

copyright© AFRY Finland Oy

5.2 YVA VE0+

5.2.1 Vuosi 2031

Vesitasemallissa on tehty seuraavat oletukset vuodelle 2031:

- Sadanta lisääntyy 5 % (ilmastonmuutos)
- Haihdunta lisääntyy 10 % (ilmastonmuutos)
- Vesialtaita on korotettu
- Surmaoja & Nuottijärvi on tyhjennetty

Sadantatietoina keskimääräiselle hydrologiselle vuodelle on käytetty 1965–2020 mitattuja keskimääräisiä sadantatietoja ja 1971-2000 keskimääräistä haihduntaa (Taulukko 6).

Taulukko 9. YVA VE0+ 2031 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna.

	keskimääräinen	kuiva	märkä
Laskennassa käytetty vuosisadanta mm	623,9	382,2	1040,6
m3/a			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltaille			
Maanalaisen kaivoksen kuivanapito	1 737 400	1 737 400	1 737 400
Muut kaivosalueen valumavedet	189 469	58 210	415 694
Rikastushiekan mukana	2 565 553	2 565 553	2 565 553
Sadantana ja valuntana (haihdunta poistettu)	914 198	280 864	2 005 741
yht. altaille	5 406 620	4 642 026	6 724 387
Rikastamolle			
Selkeytysaltaasta rikastamolle	2 477 405	2 477 405	2 477 405
Purkuvesistö Iso-Ruonaojaan			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltailta	2 929 215	2 164 621	4 246 982
Nuottijärvestä ja sivukivialueilta	324 505	99 696	711 962
yht. purkuvesistöön	3 253 721	2 264 317	4 958 944

copyright© AFRY Finland Oy

5.2.2 Vuosi 2051

Vesitasemallissa on tehty seuraavat oletukset vuodelle 2051:

- Sadanta lisääntyy 10 % (ilmastonmuutos)
- Haihdunta lisääntyy 15 % (ilmastonmuutos)
- Vesialtaita on korotettu
- Surmaoja & Nuottijärvi on tyhjennetty

Sadantatietoina keskimääräiselle hydrologiselle vuodelle on käytetty 1965–2020 mitattuja keskimääräisiä sadantatietoja ja 1971-2000 keskimääräistä haihduntaa (Taulukko 6).

Taulukko 10. YVA VE0+ 2051 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna.

	keskimääräinen	kuiva	märkä
Laskennassa käytetty vuosisadanta mm	653,6	400,4	1090,1
m3/a			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltaille	keskimääräinen	kuiva	märkä
Maanalaisen kaivoksen kuivanapito	2 288 550	2 288 550	2 288 550
Muut kaivosalueen valumavedet	198 815	61 305	435 812
Rikastushiekan mukana	2 565 553	2 565 553	2 565 553
Sadantana ja valuntana (haihdunta poistettu)	959 291	295 798	2 102 812
yht. altaille	6 012 209	5 211 206	7 392 727
Rikastamolle			
Selkeytysaltaasta rikastamolle	2 477 405	2 477 405	2 477 405
Purkuvesistö Iso-Ruonaojaan			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltailta	3 534 804	2 733 800	4 915 321
Nuottijärvestä ja sivukivialueilta	340 512	104 997	746 418
yht. purkuvesistöön	3 875 315	2 838 797	5 661 739

copyright© AFRY Finland Oy

5.3 YVA VE1

5.3.1 Vuosi 2031

Vesitasemallissa on tehty seuraavat oletukset vuodelle 2031:

- Sadanta lisääntyy 5 % (ilmastonmuutos)
- Haihdunta lisääntyy 10 % (ilmastonmuutos)
- Vesialtaita on korotettu
- Surmaoja & Nuottijärvi on tyhjennetty
- Rikastushiekan määrä kasvaa 1,27 kertaiseksi. Oletetaan, että rikastamon vedenkulutus kasvaa samassa määrin.

Taulukko 11. YVA VE1 2031 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna.

	keskimääräinen	kuiva	märkä
Laskennassa käytetty vuosisadanta mm	623,9	382,2	1040,8
m3/a			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltaille	keskimääräinen	kuiva	märkä
Maanalaisen kaivoksen kuivanapito	1 737 400	1 737 400	1 737 400
Muut kaivosalueen valumavedet	189 469	58 210	415 748
Rikastushiekan mukana	3 220 981	3 220 981	3 220 981
Sadantana ja valuntana (haihdunta poistettu)	914 198	280 864	2 006 003
yht. altaille	6 062 048	5 297 454	7 380 132
Rikastamolle			
Selkeytysaltaasta rikastamolle	3 146 305	3 146 305	3 146 305
Purkuvesistö Iso-Ruonaojaan			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltailta	2 915 744	2 151 150	4 233 827
Nuottijärvestä ja sivukivialueilta	324 505	99 696	712 055
yht. purkuvesistöön	3 240 249	2 250 846	4 945 881

copyright© AFRY Finland Oy

5.3.2 Vuosi 2051

Vesitasemallissa on tehty seuraavat oletukset vuodelle 2051:

- Sadanta lisääntyy 10 % (ilmastonmuutos)
- Haihdunta lisääntyy 15 % (ilmastonmuutos)
- Vesialtaita on korotettu
- Surmaoja & Nuottijärvi on tyhjennetty
- Rikastushiekan määrä kasvaa 1,27 kertaiseksi. Oletetaan, että rikastamon vedenkulutus kasvaa samassa määrin.

Taulukko 12. YVA VE1 2051 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna.

	keskimääräinen	kuiva	märkä
Laskennassa käytetty vuosisadanta mm	653,6	400,4	1090,3
m3/a			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltaille	keskimääräinen	kuiva	märkä
Maanalaisen kaivoksen kuivanapito	2 288 550	2 288 550	2 288 550
Muut kaivosalueen valumavedet	198 815	61 305	435 931
Rikastushiekan mukana	3 220 981	3 220 981	3 220 981
Sadantana ja valuntana (haihdunta poistettu)	959 291	295 798	2 103 388
yht. altaille	6 667 636	5 866 633	8 048 850
Rikastamolle			
Selkeytysaltaasta rikastamolle	3 146 305	3 146 305	3 146 305
Purkuvesistö Iso-Ruonaojaan			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltailta	3 521 332	2 720 329	4 902 546
Nuottijärvestä ja sivukivialueilta	340 512	104 997	746 623
yht. purkuvesistöön	3 861 844	2 825 326	5 649 168

copyright© AFRY Finland Oy

5.4 YVA VE1A

5.4.1 Vuosi 2031

Vesitasemallissa on tehty seuraavat oletukset vuodelle 2031:

- Sadanta lisääntyy 5 % (ilmastonmuutos)
- Haihdunta lisääntyy 10 % (ilmastonmuutos)
- Vesialtaita on korotettu
- Surmaoja & Nuottijärvi on tyhjennetty
- Rikastushiekan määrä kasvaa 1,45 kertaiseksi. Oletetaan, että rikastamon vedenkulutus kasvaa samassa määrin.

Taulukko 13. YVA VE1A 2031 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna.

	keskimääräinen	kuiva	märkä
Laskennassa käytetty vuosisadanta mm	623,9	382,2	1040,8
m3/a			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltaille	keskimääräinen	kuiva	märkä
Maanalaisen kaivoksen kuivanapito	1 945 450	1 945 450	1 945 450
Muut kaivosalueen valumavedet	189 469	58 210	415 748
Rikastushiekan mukana	3 677 497	3 677 497	3 677 497
Sadantana ja valuntana (haihdunta poistettu)	914 198	280 864	2 006 003
yht. altaille	6 726 615	5 962 021	8 044 698
Rikastamolle			
Selkeytysaltaasta rikastamolle	3 592 237	3 592 237	3 592 237
Purkuvesistö Iso-Ruonaojaan			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltailta	3 134 378	2 369 784	4 452 461
Nuottijärvestä ja sivukivialueilta	324 505	99 696	712 055
yht. purkuvesistöön	3 458 883	2 469 480	5 164 515

copyright© AFRY Finland Oy

5.4.2 Vuosi 2051

Vesitasemallissa on tehty seuraavat oletukset vuodelle 2051:

- Sadanta lisääntyy 10 % (ilmastonmuutos)
- Haihdunta lisääntyy 15 % (ilmastonmuutos)
- Vesialtaita on korotettu
- Surmaoja & Nuottijärvi on tyhjennetty
- Rikastushiekan määrä kasvaa 1,45 kertaiseksi. Oletetaan, että rikastamon vedenkulutus kasvaa samassa määrin.

Taulukko 14. YVA VE1A 2051 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna.

	keskimääräinen	kuiva	märkä
Laskennassa käytetty vuosisadanta mm	653,6	400,4	1090,3
m3/a			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltaille	keskimääräinen	kuiva	märkä
Maanalaisen kaivoksen kuivanapito	3 617 150	3 617 150	3 617 150
Muut kaivosalueen valumavedet	198 815	61 305	435 931
Rikastushiekan mukana	3 677 497	3 677 497	3 677 497
Sadantana ja valuntana (haihdunta poistettu)	959 291	295 798	2 103 388
yht. altaille	8 452 753	7 651 750	9 833 967
Rikastamolle			
Selkeytysaltaasta rikastamolle	3 592 237	3 592 237	3 592 237
Purkuvesistö Iso-Ruonaojaan			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltailta	4 860 516	4 059 513	6 241 730
Nuottijärvestä ja sivukivialueilta	340 512	104 997	746 623
yht. purkuvesistöön	5 201 028	4 164 510	6 988 352

copyright© AFRY Finland Oy

5.5 YVA VE1B

5.5.1 Vuosi 2031

Vesitasemallissa on tehty seuraavat oletukset vuodelle 2031:

- Sadanta lisääntyy 5 % (ilmastonmuutos)
- Haihdunta lisääntyy 10 % (ilmastonmuutos)
- Vesialtaita on korotettu
- Surmaoja & Nuottijärvi on tyhjennetty
- Rikastushiekan määrä kasvaa 1,27 kertaiseksi. Oletetaan, että rikastamon vedenkulutus kasvaa samassa määrin.

Taulukko 15. YVA VE1B 2031 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna.

	keskimääräinen	kuiva	märkä
Laskennassa käytetty vuosisadanta mm	623,9	382,2	1040,8
m3/a			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltaille	keskimääräinen	kuiva	märkä
Maanalaisen kaivoksen kuivanapito	1 737 400	1 737 400	1 737 400
Muut kaivosalueen valumavedet	189 469	58 210	415 748
Rikastushiekan mukana	3 220 981	3 220 981	3 220 981
Sadantana ja valuntana (haihdunta poistettu)	914 198	280 864	2 006 003
yht. altaille	6 062 048	5 297 454	7 380 132
Rikastamolle			
Selkeytysaltaasta rikastamolle	3 146 305	3 146 305	3 146 305
Purkuvesistö Iso-Ruonaojaan			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltailta	2 915 744	2 151 150	4 233 827
Nuottijärvestä ja sivukivialueilta	324 505	99 696	712 055
yht. purkuvesistöön	3 240 249	2 250 846	4 945 881

copyright© AFRY Finland Oy

5.5.2 Vuosi 2051

Vesitasemallissa on tehty seuraavat oletukset vuodelle 2051:

- Sadanta lisääntyy 10 % (ilmastonmuutos)
- Haihdunta lisääntyy 15 % (ilmastonmuutos)
- Vesialtaita on korotettu
- Surmaoja & Nuottijärvi on tyhjennetty
- Rikastushiekan määrä kasvaa 1,27 kertaiseksi. Oletetaan, että rikastamon vedenkulutus kasvaa samassa määrin.

Taulukko 16. YVA VE1B 2051 keskimääräisenä, 1/100 kuivana ja 1/100 märkänä vuonna.

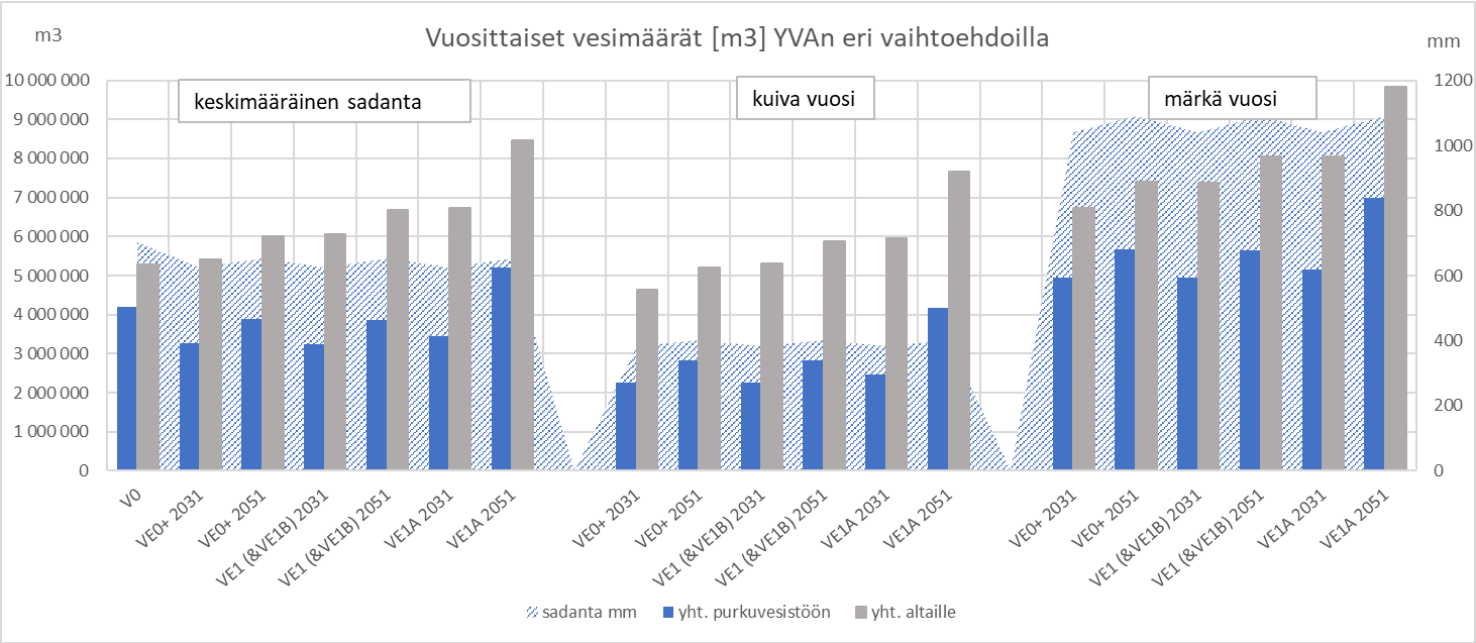
	keskimääräinen	kuiva	märkä
Laskennassa käytetty vuosisadanta mm	653,6	400,4	1090,3
m3/a			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltaille	keskimääräinen	kuiva	märkä
Maanalaisen kaivoksen kuivanapito	2 288 550	2 288 550	2 288 550
Muut kaivosalueen valumavedet	198 815	61 305	435 931
Rikastushiekan mukana	3 220 981	3 220 981	3 220 981
Sadantana ja valuntana (haihdunta poistettu)	959 291	295 798	2 103 388
yht. altaille	6 667 636	5 866 633	8 048 850
Rikastamolle			
Selkeytysaltaasta rikastamolle	3 146 305	3 146 305	3 146 305
Purkuvesistö Iso-Ruonaojaan			
Rikastushiekka- ja selkeytysaltailta	3 521 332	2 720 329	4 902 546
Nuottijärvestä ja sivukivialueilta	340 512	104 997	746 623
yht. purkuvesistöön	3 861 844	2 825 326	5 649 168

copyright© AFRY Finland Oy

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Vesimäärät

Vesitaselaskennan tuloksista voidaan päätellä, että suurimmat erot eri YVA-vaihtoehtojen välillä ovat altaille johdettavien vesien ja sitä kautta myös purkuvesistöön purettavien vesien määrissä. Altaille johdettavan ja purkuveden määrät vaihtelevat YVA-vaihtoehdon, tarkasteltavan ajankohdan ja hydrologisen skenaarion mukaan. (Kuva 10) Sadanta vaikuttaa voimakkaasti purkuveden määrään, mutta myös eri louhintamenetelmällä on vaikutusta.



Kuva 10. Vesitaselaskennan tuloksena saadut keskeiset vuosittaiset vesimäärät eri YVA-vaihtoehdoilla.

Keskimääräistä hydrologista vuotta tarkastellessa suurin määrä altaille johdettavaa vettä ja purkuvettä arvioidaan syntyvän vuonna 2051 vaihtoehdolla 1A. (Taulukko 17) Tässä vaihtoehdossa kaivos on laajimmillaan, louhintamäärät ovat suurimmat ja käytössä on levysorroslouhinta. Kasvavaan vesimäärään ja lisääntyviin ääri-ilmiöihin pyritään varautumaan vesialtaiden tilavuutta lisäämällä.

Vastaavasti keskimääräisenä hydrologisena vuonna pienin määrä altaille johdettavaa vettä ja purkuvettä arvioidaan syntyvän vuonna 2031 vaihtoehdolla 1 (ja 1B). Myös vaihtoehdossa 0+ purettava vesimäärä on lähes sama.

copyright© AFRY Finland Oy

Taulukko 17. Purettavien vesien määrät eri YVA-vaihtoehdoilla keskimääräisenä hydrologisena vuonna.

Vaihtoehdot	Purettavan veden määrä (m^3)
VE0	4 191 714
VE0+ 2031	3 253 721
VE0+ 2051	3 875 315
VE1 (& VE1B) 2031	3 240 249
VE1 (& VE1B) 2051	3 861 844
VE1A 2031	3 458 883
VE1A 2051	5 201 028

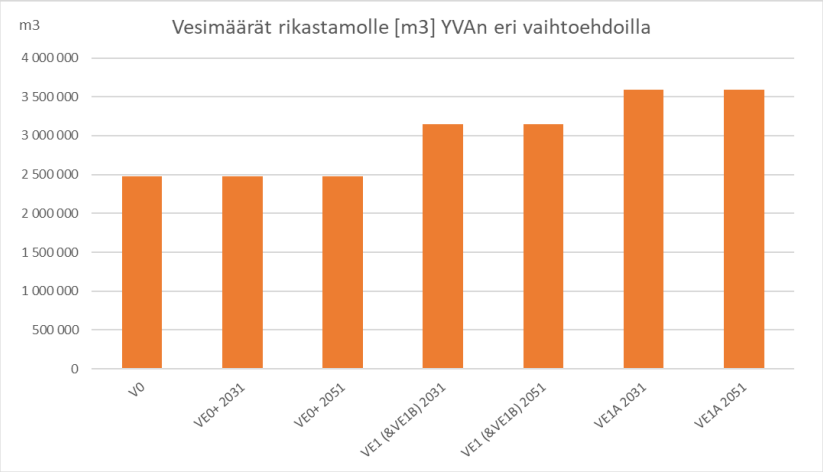
Kaivospiirin laajennuksella ja louhintamäärän kasvulla ei näyttäisi olevan suurta vaikutusta purkuveden määrään. Valittu louhintamenetelmä vaikuttaa maanalaisesta kaivoksesta altaille johdettavien vesien määrään ja sitä kautta purettavan veden määrään. Levysorroslouhinnassa vesimäärä on suurempi kuin pengerlouhinnassa. Suurin vaikutus purkuveden määrään on kuitenkin sadannalla, johon vaikuttaa tarkasteltavan skenaarion ajankohta ja hydrologinen vuosi.

Kaikkinensa tarkastelussa suurin määrä altaille johdettavaa vettä ja purkuvettä arvioidaan syntyvän vuonna 2051 vaihtoehdolla 1A kerran sadassa vuodessa sattuvana märkänä vuonna. Pienin määrä altaille johdettavaa vettä ja purkuvettä arvioidaan syntyvän vuonna 2031 vaihtoehdolla 0+ kerran sadassa vuodessa sattuvana kuivana vuonna. VE0+ kuvaa muuten nykytilaa, mutta rikastushiekka- ja selkeytysaltaita on korotettu.

Nykytilaa kuvaavan vaihtoehto 0:n purettava vesimäärä on suurempi kuin esimerkiksi vaihtoehdon 0+ vuonna 2031. Tämä johtuu siitä, että nykytilan laskentaan on käytetty vuosien 2009–2020 mitattua keskimääräistä sadantaa, kun taas vaihtoehdon 0+ laskennassa on käytetty pitemmän aikavälin 1965–2020 keskimääräistä sadantaa. 2000-luvulla sadanta on ollut tilastollisesti suurempi ja tämän arvioitiin paremmin kuvaavan nykytilaa. Nykytilan kuvauksessa vesimääriin vaikuttavat myös Surmaojan ja Nuottijärven meneillään olevat tyhjennyspumppaukset. Vaihtoehdossa 0+ vuonna 2031 oletetaan Surmanojan avolouhoksen ja Nuottijärven olevan jo tyhjennettyjä.

Rikastamolle selkeytysaltaasta johdettavan, prosessissa käytettävän veden, määrä ei vaihtele yhtä paljon eri vaihtoehtojen tai ajankohdan välillä, vaan se riippuu vaihtoehdon louhinta- ja rikastetuotantomäärästä (Kuva 11). Suurimmat vesimäärät rikastamolle johdetaan vaihtoehdossa VE1A, jolloin louhinta ja rikasteen tuotanto ovat suurimmat.

copyright© AFRY Finland Oy



Kuva 11. Selkeytysaltaalta rikastamolle vuosittain johdettavan veden määrä eri YVA-vaihtoehdoilla.

VE1B on vesitaseen tulosten osalta vastaava kuin VE1. Pastalaitoksen ansiosta VE1B:ssä rikastushiekkaa läjitetään vähemmän rikastushiekka-altaalle, koska sitä käytetään louhostäytöissä. Pastalaitos poistaa rikastamolta tulevasta rikastushiekasta vettä. Vesitaselaskennassa on oletettu, että tämä poistettu vesi johdetaan rikastushiekka-altaalle ja että louhostäyttöön sitoutuu suhteellisen vähän vettä, jolloin rikastamolta tuleva vesimäärä altaalle on sama, kuin ilman pastalaitosta.

Vaihtoehtojen 1A ja 1B yhdistelmässä louhintaa tehtäisiin osittain levysorroslouhintana ja osittain pengerlouhintana. Käytössä olisi myös pastalaitos. Levysorroslouhinta kasvattaa maanalaisen kaivoksen kuivatusvesien määrää. Konservatiivisuusperiaatteen mukaan voidaan olettaa tällaisen yhdistelmän vesimäärän vastaavan suuremman, eli vaihtoehdon 1A, vesimääriä.

6.2 Purkuveden laatu

Tarkasteltavilla vaihtoehdoilla voi olla vaikutusta vastaanottavan vesistön kuormitukseen. Kuormitus lasketaan kaivoksen yläpuolisen ja alapuolisen ainevirtaamien erotuksena kuukausitasolla. Ainevirtaama lasketaan kertomalla veden virtaama sen ainepitoisuudella. Kemin kaivoksella virtaamia osittain mitataan ja osittain arvioidaan valuma-alueiden perusteella. Aineiden pitoisuuksia mitataan vesinäytteistä kuukausittain osana kaivoksen velvoitetarkkailua.

Kuormitukseen ja veden laatuun vaikuttavia tekijöitä eri vaihtoehdoissa voivat olla purettavan veden määrä, valittu louhintamenetelmä, louhinnan määrä ja laajuus sekä rikastushiekka- ja selkeytysaltaiden koko.

Suurempi purettava vesimäärä voi kasvattaa vastaanottavan vesistön kuormitusta, jos purettavan veden pitoisuus pysyy samana. Toisaalta se voi laimentaa purettavan veden pitoisuuksia, jos kuormituksen lähde pysyy

copyright© AFRY Finland Oy

samansuuruisena. Kokonaiskuormituksen määrä riippuu kuitenkin kuormituslähteestä.

Nykyisessä pergerlouhinnassa käytetään enemmän räjähdysaineita kuin levysorroslouhinnassa suhteutettuna louhintamääriin. Levysorroslouhintaan siirtyminen voisi vaikuttaa räjähdysainejäämistä peräisin olevaan typpikuormitukseen pienentävästi, koska levysorrosmenetelmässä tunneleiden räjäytyksiä tehdään vähemmän kuin pengerlouhinnassa.

Nykytilaan verrattuna suurempi louhintamäärä voi kuitenkin tarkoittaa suuremman räjähdeainemäärän käyttämistä ja siten suurempaa kokonaistyppikuormitusta. Suurempi louhintamäärä ja -alue voi lisätä kloridikuormitusta paljastamalla lisää kallioperän fossiilisia suolavesitaskuja. Toisaalta suurempi määrä purettavaa vettä voi laimentaa kloridipitoisuutta.

Rikastushiekka- ja selkeytysaltaiden koko suhteessa niihin johdettaviin vesimääriin voi vaikuttaa typpikuormitukseen viipymäajan kautta. Typpi poistuu vedestä altaissa biologisilla reaktioilla ja pitempi viipymäaika voi pienentää purettavan veden typpipitoisuutta ja siten vastaanottavan vesistön typpikuormitusta.

Outokummun tehdasalueen eteläpuolella on eri toimijoiden maa- ja kiviainesottoalueita, jotka sijaitsevat kuormituslaskennan yhteydessä määritetyllä kaivoksen alapuolisella valuma-alueella ja joiden kuormitusvaikutus näkyy vesistötarkkailun pisteessä ChrP3. Näitä hajakuormituksia on nykyisellä ainevirtaamien erotukseen perustuvalla kuormituslaskennalla mahdotonta erottaa kaivoksen aiheuttamasta kuormituksesta.

copyright© AFRY Finland Oy

7 VIITTEET

AFRY Finland Oy, 2021a. Hydrogeologinen selvitys

AFRY Finland Oy, 2021b. Kemin kaivoksen velvoitetarkkailuraportti 2020.

AFRY Finland Oy, 2021c. Pintaveden hallintasuunnitelma

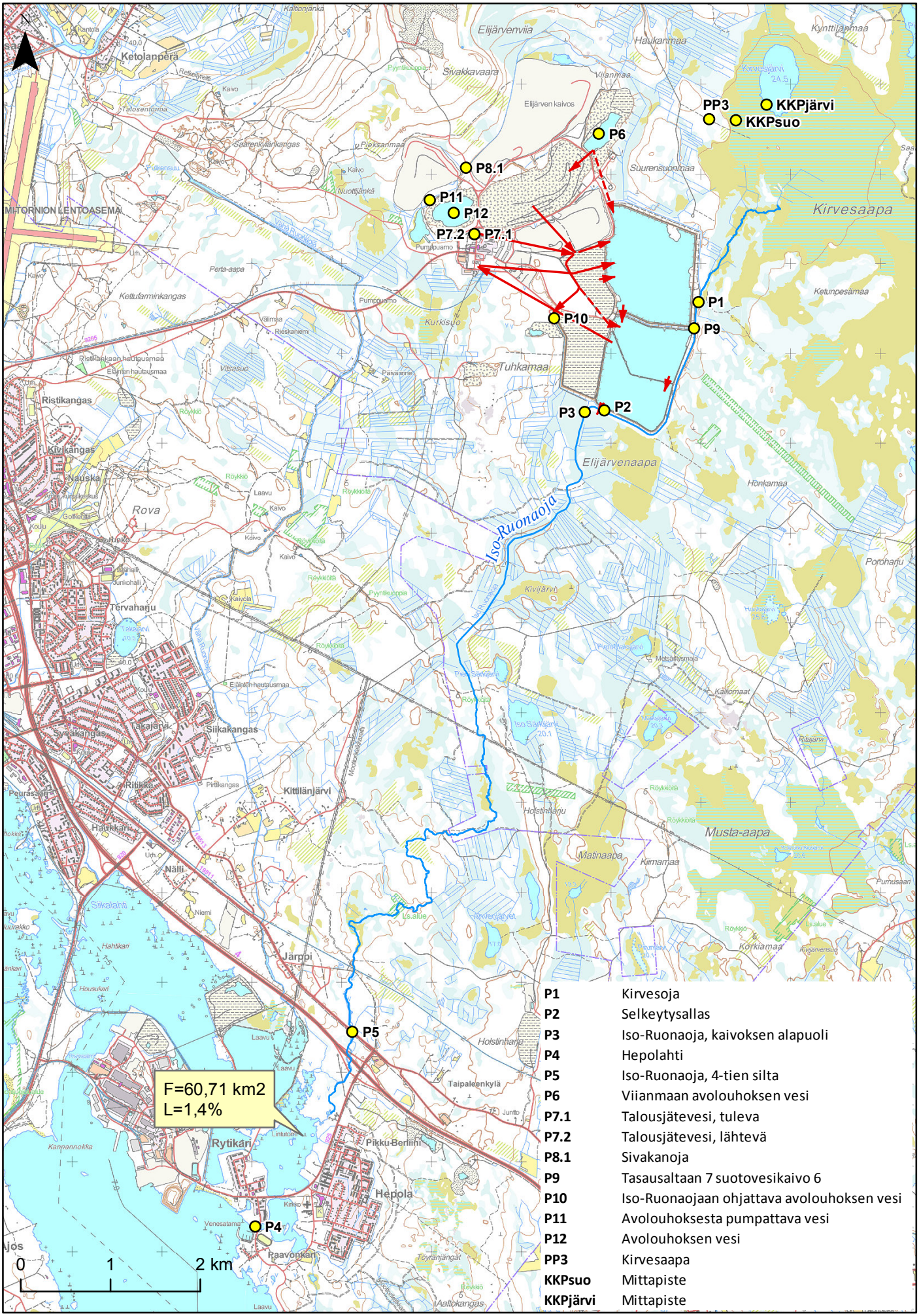
Harju, 2016. Kemin kaivoksen vesienhallinta. Diplomityö.

Ilmatieteen laitos 2021a. Avoin data https://en.ilmatieteenlaitos.fi/open-data

Ilmatieteenlaitos 2021b. Ilmasto-opas https://ilmasto-opas.fi/fi/datat

Outokumpu Chrome Oy, 2021. Kaivoksen vesitase 2020.

copyright© AFRY Finland Oy



P1	Kirvesoja
P2	Selkeytysallas
P3	Iso-Ruonaoja, kaivoksen alapuoli
P4	Hepolahti
P5	Iso-Ruonaoja, 4-tien silta
P6	Viianmaan avolouhoksen vesi
P7.1	Talousjätevesi, tuleva
P7.2	Talousjätevesi, lähtevä
P8.1	Sivakanoja
P9	Tasausaltaan 7 suotovesikaivo 6
P10	Iso-Ruonaojaan ohjattava avolouhoksen vesi
P11	Avolouhoksesta pumpattava vesi
P12	Avolouhoksen vesi
PP3	Kirvesaapa
KKPsuo	Mittapiste
KKPjärvi	Mittapiste

Sisältää Maanmittauslaitoksen maastokartta-aineistoa 01/2016

Karttaliite 1. Vesistötarkkailun havaintopisteet ja vesikierto