

HAO Vaasa

Lähettiläjä: Jaana Silvola <Jaana.Silvola@hpp.fi>
Lähetetty: maanantai 20. tammikuuta 2025 14.14
Vastaanottaja: HAO Vaasa
Aihe: Outokumpu Chrome Oy - Valitus Vaasan hallinto-oikeudelle [HPP-DOCS.FID290814]
Liitteet: Outokumpu Chrome Oy - Valitus Vaasan hallinto-oikeudelle - 2025-01-20.pdf; Liite 1 - Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös 161_2024_PSAVI 15472_2022.pdf; Liite 2 - Kemin kaivoksen laskennalliset typpikuormitukset ja laskentaan käytetyt virtaamat.pdf

Lähetän oheisena Outokumpu Chrome Oy:n valituksen Vaasan hallinto-oikeudelle.

Asia: Valitus Kemin kaivoksen typpipäästöjä koskevasta lupamääräyksestä 21c

Valituksenalainen päätös: Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös 161/2024, dnro PSAVI/15472/2022, annettu 13.12.2024.

Ystävällisin terveisin / best regards

Jaana Silvola
Legal Assistant

HPP Attorneys
Bulevardi 1 A
FI-00100 Helsinki, Finland
+358 40 534 2133
jaana.silvola@hpp.fi
www.hpp.fi



HPP ATTORNEYS

SPECIALISED IN THE ESSENTIAL

The information contained in this message may be legally privileged and confidential and protected from disclosure. If the reader of this message is not the intended recipient, you are hereby notified that any unauthorised use, distribution or copying of this communication is strictly prohibited. If you have received this communication in error, please notify us immediately by replying to the message and deleting it from your computer.



Vaasan hallinto-oikeudelle

Asia Valitus Kemin kaivoksen typpipäästöjä koskevasta lupamääräyksestä 21c

Valituksenalainen päätös

Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös 161/2024, dnro
PSAVI/15472/2022, annettu 13.12.2024

Valitusajan päättymispäivä

Valituksen määräpäivä on 20.1.2025

Valittaja

Outokumpu Chrome Oy
Kotipaikka: Tornio
Y-tunnus: 0772768-3

Asiamies ja prosessiosoite

Asianajaja Kari Marttinen
HPP Asianajotoimisto Oy
Bulevardi 1 A, 00100 Helsinki
Puhelin: (09) 474 21
Sähköposti: kari.marttinen@hpp.fi



Vaatimukset

Outokumpu Chrome Oy (jäljempänä ”Outokumpu” tai ”yhtiö”) ensisijaisesti pyytää, että Vaasan hallinto-oikeus muuttaa lupamääräyksen 21c kuulumaan seuraavasti:

”21c. Luvanhaltijan on jatkettava toimenpiteitä typpipäästöjen vähentämiseksi. Tarkkailupisteeltä ChrP2 Iso-Ruonaojaan johdettavien vesien aiheuttama vuotuinen kokonaistypikuormitus saa olla kokonaistypen osalta enintään 30 000 kiloa.”

Toissijaisesti yhtiö pyytää, että Vaasan hallinto-oikeus kumoaa lupamääräyksen 21c ja palauttaa asian lupamääräyksen asettamista koskevilta osin aluehallintovirastolle uudelleen käsiteltäväksi.

Perustelut

1 Johdanto

Kyseessä on Outokummun Kemin kaivoksen typpipäästöjen vähentämiseksi tehtyyn selvityselvoitteeseen ja sen perusteella annettuun uuteen typpipäästöjen kuormitusraja-arvoa koskevaan lupamääräykseen liittyvä valitusasia.

Asia liittyy kaivoksen ympäristölupaa nro 125/10/1 täydentävään, Pohjois-Suomen aluehallintoviraston 26.9.2019 antaman päätöksen nro 137/2019 lupamääräyksen 21b mukaiseen selvityselvoitteeseen. Mainitun lupamääräyksen (määräaikaa koskevine muutoksineen) mukaan luvanhaltijan oli jatkettava selvityksiä typpipäästöjen vähentämiseksi ja toimitettava viimeistään 31.12.2022 aluehallintovirastoon hakemusasiassa selvitys typpipäästöjen vähentämismahdollisuuksista, niiden kustannuksista ja toteuttamisaikataulusta sekä selvityksen perusteella esitys toimenpiteiksi, joilla kaivoksen typpipäästöjä Iso-Ruonaojaan pienennetään. Lisäksi oli tehtävä esitys typpipäästöjen raja-arvoksi ja muiksi lupamääräyksiksi, joilla typpipäästöjä rajoitetaan. Yhtiö toimitti lupamääräyksen 21b edellyttämän selvityksen ja esityksen lupamääräyksiksi Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle 22.12.2022.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto hyväksyi valituksenalaisella päätöksellä Nro 161/2024 Outokummun esittämän selvityksen koskien Kemin kaivoksen typpipäästöjen vähentämistä. Aluehallintovirasto antoi kuitenkin yhtiön esityksestä poikkeavan lupamääräyksen päästöraja-arvosta ja sen tarkkailusta.

Yhtiö esitti hakemuksessaan, että typikuormituksen tarkkailu toteutettaisiin tarkkailemalla päästöjä jatkuvatoimisen viikkonäytekeräimen näytteistä pisteellä, jolla tarkkaillaan selkeytysaltaalta Iso-Ruonaojaan johdettavan veden laatua. Yhtiön esityksestä poiketen aluehallintovirasto määräsi, että tarkkailu tulee toteuttaa ainetaselaskentana kaivosalueen ylä- ja



alapuolisten näytepisteiden välillä. Lisäksi aluehallintovirasto määräsi vuotuiselle kokonaistyyppikuormitukselle merkittävästi yhtiön esittämää matalamman raja-arvon.

Yhtiö katsoo jäljempänä perustellusti, että aluehallintoviraston antama lupamääräys perustuu virheelliseen käsitykseen toiminnan päästöistä, niiden tarkkailusta ja päästöjen vähentämisen mahdollisuuksista. Yhtiö toteaa jo tässä kohdin selvyiden vuoksi, että aluehallintoviraston päätöksessään asettaman ainetaselaskelman perusteella määritettävän 25 000 kg:n vuosiraja-arvon saavuttaminen ei ole mahdollista edes normaalisaateina vuosina. Yhtiö vaatii, että hallinto-oikeus muuttaa lupamääräystä yhtiön ensisijaisen vaatimuksen mukaisesti tai palauttaa asian aluehallintovirastolle toissijaisen vaatimuksen mukaisesti.

2 Valitusperusteiden tiivistelmä

Outokumpu esittää valituksensa perusteina seuraavat seikat, joita perustellaan tarkemmin jäljempänä:

- 1) Aluehallintoviraston päätös perustuu virheellisesti ympäristönsuojelulain 7 §:n soveltamiseen. Lupamääräystä ei voida asettaa lain yleisen velvoitteen täyttämiseksi, vaan se olisi tullut asettaa perustuen ympäristönsuojelulain 52 §:ssä lupamääräyksen antamisesta sekä 62 §:ssä tarkkailumääräysten asettamisesta säädettyyn.
- 2) Ympäristöluvassa voidaan antaa määräyksiä vain luvanvaraisen toiminnan päästöihin liittyen. Aluehallintoviraston määräämällä ainetaselaskennalla kaivoksen päästöihin tulee lasketuksi yhtiön toiminnan päästöjen lisäksi myös useamman itsenäisesti ympäristöluvanvaraisen maa-ainesotatamon aiheuttamat typpipäästöt. Yhtiöllä ei ole mahdollisuuksia vaikuttaa kyseisten toimijoiden päästöihin eikä yhtiölle voida asettaa velvoitetta, jonka noudattaminen riippuu kolmansien tahojen toiminnasta.
- 3) Aluehallintovirasto on asettanut kaivoksen tyyppikuormitukselle sitovan kuormitusraja-arvon. Sitovan raja-arvon asettaminen edellyttää, että sen noudattamisen tulee olla luotettavasti todennettavissa. Aluehallintovirasto on kuitenkin vastoin yhtiön esittämää päättänyt, että raja-arvon noudattamista seurataan perustuen ainetaselaskentaan, johon liittyy merkittävää epävarmuutta. Menetelmällä saatava laskennallinen arvio kuormituksesta on epätarkka johtuen virtaamalaskennan lähtötietojen epätarkkuuksista (mm. vesimääräarviot) sekä siitä, että kuormitus lasketaan perustuen kerran kuukaudessa otettavaan vedenlaadun kertanäytteenottoon. Yhtiön oikeusturva huomioon ottaen sitovan raja-arvon noudattamisen tarkkailua ei voida perustaa ainetaselaskentaan.
- 4) Ympäristönsuojelulain 52 §:n 3 momentin mukaan lupamääräysten tulee olla teknis-taloudellisesti toteuttamiskelpoisia. Aluehallintovirasto on tullut kinnut virheellisesti kaivoksen vuosittaisia tyyppikuormitustasoja. Toisin



kuin aluehallintovirasto on esittänyt, typpikuormituksen määrä on kääntynyt laskuun Deep Mine -projektin päättymisen jälkeen. Nykyisillä louhintamäärillä aluehallintoviraston päätöksessään asettaman ainetaselaskelman perusteella määritettävän 25 000 kg:n vuosiraja-arvon saavuttaminen ei ole mahdollista edes normaalisateisina vuosina. Määräys ei ole teknis-taloudellisesti toteuttamiskelpoinen.

- 5) Ympäristönsuojelulain 52 §:n 3 momentin mukaan lupamääräyksiä annettaessa tulee ottaa huomioon toiminnan vaikutus ympäristöön kokonaisuutena ja pilaantumisen ehkäisemiseksi tarkoitettujen toimien merkitys ympäristön kokonaisuuden kannalta. Yhtiö toteaa, että valituksenalaisen päätöksen mukaisen vuosikuormitusmäärän saavuttamisesta ei ole mahdollista varmistua ilman erillistä puhdistusta, joka on kokonaisuutena arvioiden ympäristön kannalta luontaisen puhdistuksen tehostamista huomoinnampi ratkaisu.
- 6) Ympäristönsuojelulainsäädännön 52 §:n mukaisesti asetettavien lupamääräysten tulee olla tarpeellisia ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi. Sillä, että päästöraja-arvo on asetettu 5 000 kg yhtiön esittämää pienempänä ja ainetaselaskentaan perustuen, ei ole merkitystä vesienhoidon ympäristötavoitteiden saavuttamisen kannalta. Yhtiön esittämä vuosikuormituksen raja-arvo perustuen pisteeltä ChrP2 tehtävään tarkkailuun on riittävä varmistamaan, ettei toiminnasta aiheudu Iso-Ruonaojan tai sen alapuolisten vesimuodostumien pilaantumista tai sen vaaraa.

3 Lupamääräystä ja tarkkailumääräystä ei voida perustaa lain yleisiin velvollisuuksiin

Aluehallintovirasto on päätöksensä perusteena viitannut ympäristönsuojelulain 7 §:ään todeten, että pykälän mukaan toiminnanharjoittajan on järjestettävä toimintansa niin, että ympäristön pilaantuminen voidaan ehkäistä ennakolta. Jos pilaantumista ei voida kokonaan ehkäistä, se on rajoitettava mahdollisimman vähäiseksi. Päätöksen perustelujen mukaan vuosikuormitusraja-arvo on tarpeen toiminnasta aiheutuvien haitallisten vaikutusten ja ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi. Lisäksi päätöksessä mainitaan sovellettuina säännöksinä ympäristönsuojelulain 54 § ja 90 §.

Yhtiö toteaa aluksi, että aluehallintoviraston viittaamassa 7 §:ssä säädetään yleisestä velvollisuudesta toiminnan järjestämiseksi ympäristönsuojelulain periaatteiden mukaisesti. Yleiset periaatteet ohjaavat toiminnanharjoittajan toimintaa sekä aineellisten säännösten tulkintaa, mutta niihin ei voida perustaa toimijalle asetettuja velvoitteita kuten lupamääräyksiä. Toiminnanharjoittajaa velvoittavien lupamääräysten tulee perustua laissa nimenomaisesti säädettyyn. Lupaharkintaa koskevat säännökset on annettu lain 6 luvussa, jossa säädetään muun ohella pilaantumisen ehkäisemiseksi annettavista lupamääräyksistä (52 §) sekä tarkkailumääräyksistä (62 §). Aluehallintovirasto ei ole perustanut päätöstään näihin säännöksiin.



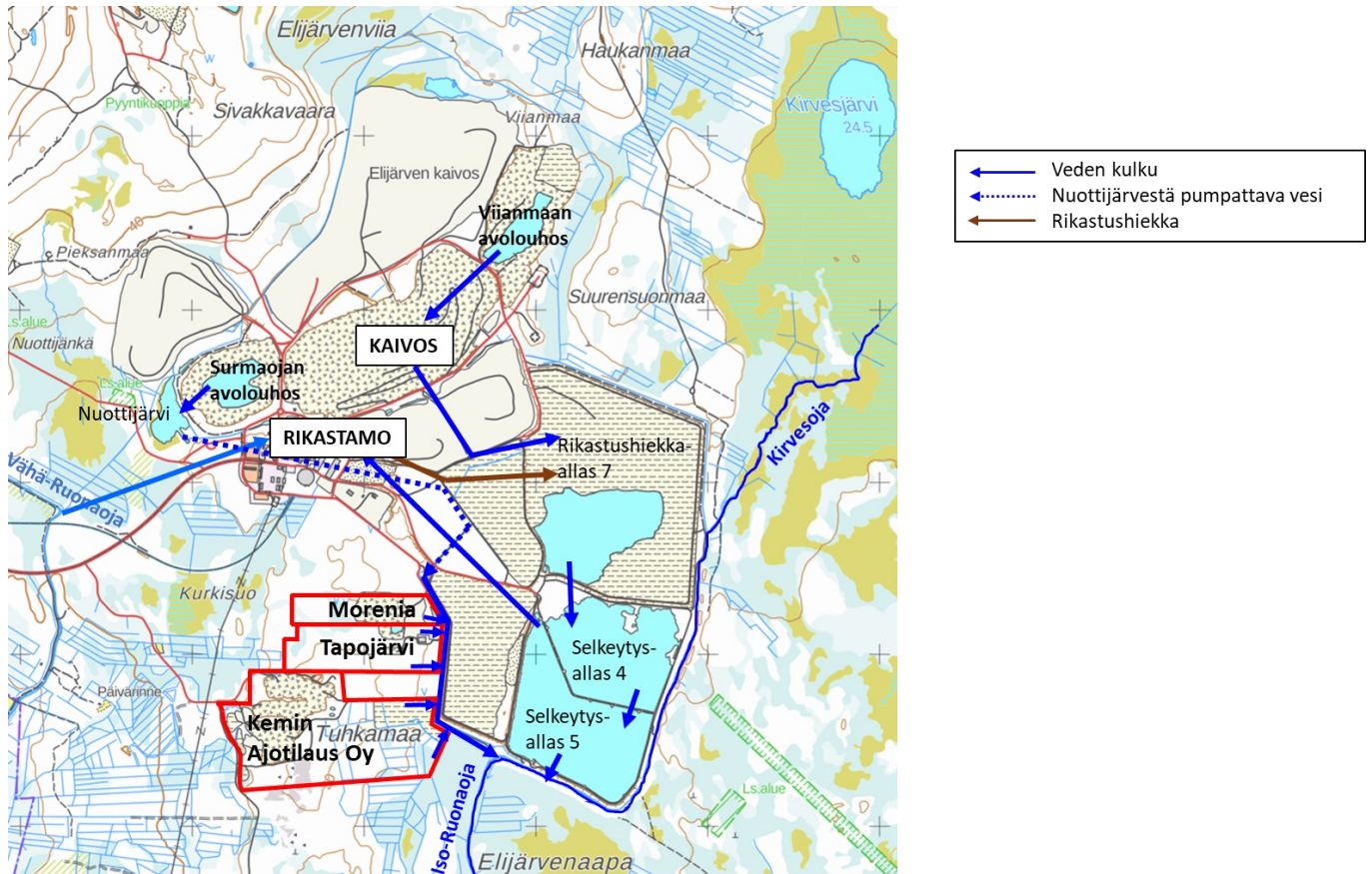
Yhtiö toteaa, että muodollisen virheellisuuden lisäksi virheellinen lainsoveltaminen on vaikuttanut päätöksen sisältöön. Kuten ympäristönsuojelulain 52 §:n 1 momentista ilmenee, ympäristöluvassa tulee antaa tarpeelliset määräykset muun ohella päästöistä ja päästöraja-arvoista. Lain 62 §:n 1 momentin mukaisesti luvassa on annettava tarpeelliset määräykset toiminnan päästöjen tarkkailusta. Sen sijaan, että aluehallintovirasto olisi mainittujen säännösten nojalla asettanut *tarpeellisen* päästöraja-arvoa ja toiminnan tarkkailua koskevan määräyksen, aluehallintovirasto on antanut määräyksen lain 7 §:ää soveltaen. Kuten yhtiö jäljempänä tarkemmin perustelee, aluehallintovirasto on asettanut typen kuormitusraja-arvon ainetaselaskentaan perustuvaksi ja niin matalaksi, että sen saavuttaminen ei ole mahdollista edes normaalisateisina vuosina. Tähän nähden lupamääräys perustuu myös aineellisesti virheelliseen ympäristönsuojelulain soveltamiseen ja sitä tulee muuttaa yhtiön vaatimuksessaan esittämällä tavalla.

4 Raja-arvon määrittäminen ei voi perustua ainetaselaskentaan

4.1 Johdanto vesien kiertoon ja tarkkailupisteet

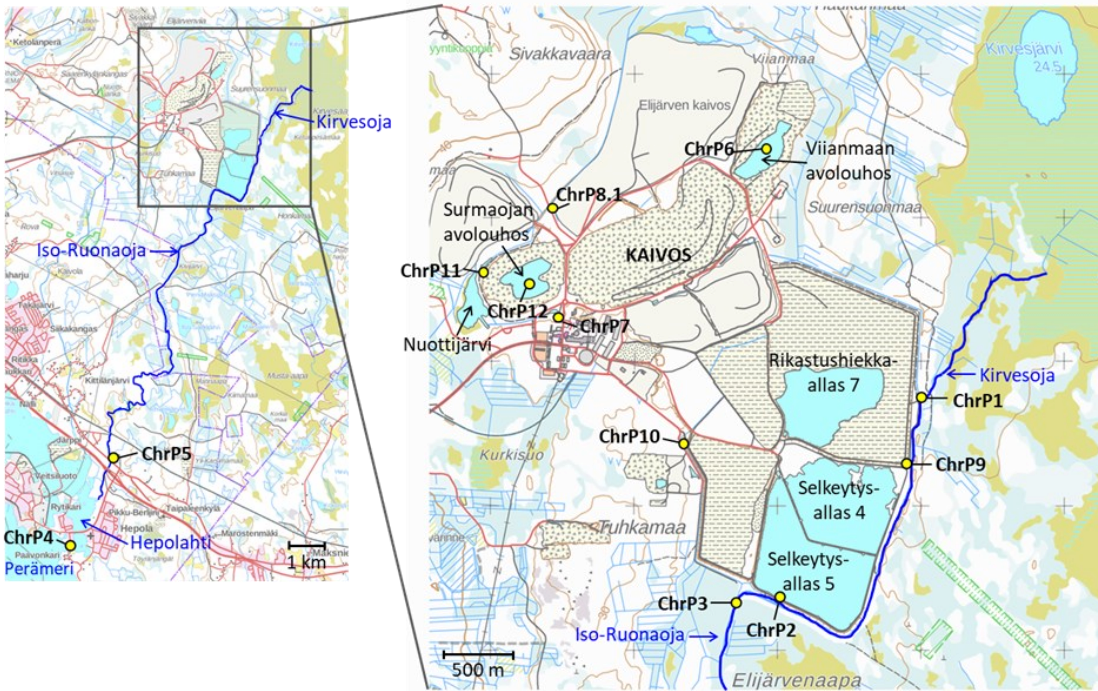
Kemin kaivoksen prosessivesikierto on ns. suljettu kierto ja normaalitoiminnan vuosina vain noin 3–4 % tuotannossa käytetystä vedestä otetaan ulkopuolelta Vähä-Ruonaojasta (ks. kuva 1). Vähä-Ruonaojaa pitkin johdetaan Kemijoesta Veitsiluodon tehdasalueelle pumpattava makeavesi. Rikastamon prosessissa käytetty vesi ja maanalaisen kaivoksen kuivanapitoivedet johdetaan rikastushiekka-altaaseen 7 ja sieltä selkeytysaltaalle 4 ja 5. Allaskierrossa vedestä laskeutuu kiintoaines ja lämpiminä vuodenaikoina tapahtuu luontaista typenpoistoa. Kaivoksen ympäristö on suovaltaista, ja kaivoksen vesialtaat (selkeytysaltaat) on aikanaan rakennettu turvemaan päälle. Tämän vuoksi selkeytysaltaiden 4 ja 5 pohja on hyvin pehmeää, turvepitoista maata ja altailla kelluu suuria turvelauttoja, jotka edistävät lämpiminä vuodenaikoina luontaista typenpoistoa.

Selkeytynyttä allasvettä käytetään rikastamon raakavetenä. Osa vesialtailla selkeytetystä vedestä johdetaan purkupisteen kautta Iso-Ruonaojaan. Lisäksi vesiä kulkeutuu Iso-Ruonaojaan rikastushiekka- ja selkeytysaltaiden patovallien läpi, jotka ovat rakenteiltaan suotavia. Iso-Ruonaojaan johdetaan Nuottijärven kautta myös Surmaojan avolouhoksen vesiä. Lisäksi Iso-Ruonaojaan johdetaan kaivosalueen länsipuolella sijaitsevien, kaivoksen toimintaan liittymättömien, maa-ainesottamoiden alueiden vesiä.



Kuva 1. Kemin kaivoksen vesien kulku.

Yhtiö on esittänyt aluehallintovirastolle, että lupamääräys annettaisiin selkeytysaltaalta 5 ulosjuoksutettavalle vedelle (tarkkailupiste ChrP2, kuva 2). Yhtiön esittämästä poiketen lupamääräys on annettu ainetaselaskentaan pohjautuvana näytteenottopisteiden ChrP3 ja ChrP1 välisen ainevirtaaman erotuksena (pisteet ks. kuva 2). Kuten yhtiö seuraavaksi perustelee, ainetaseeseen perustuvaan tarkkailuun liittyy merkittävää epävarmuutta ja yhtiön esittämä altaalta 5 ulosjuoksutettavan veden tarkkailu antaa kaivoksen tyyppikuormituksesta luotettavamman kuvan altaalta tapahtuvasta suotautumisesta huolimatta.



Kuva 2. Kemin kaivoksen näytteenottopisteet (ChrP1-ChrP12). Kuormituslaskennan ainetaselaskentaan käytetään Kirvesojan referenssipisteen (ChrP1) ja Iso-Ruonaojan (ChrP3) näytteenottopisteitä. Yhtiö on esittänyt tarkkailua pisteeltä ChrP2 eli altaan 5 ulosjuoksutuspisteeltä.

4.2 Raja-arvo voidaan asettaa vain kysymyksessä olevan toiminnan päästöjä koskien

Yhtiö toteaa, että ympäristölupa velvoittaa ympäristöluvanvaraisen toiminnan harjoittajaa. Vakiintuneen oikeuskäytännön mukaisesti (ks. KHO 2022:137) ympäristönsuojelulain lähtökohtana on toiminnanharjoittajan vastuu toiminnastaan ja sen ympäristövaikutuksista. Tämä tarkoittaa, että toiminnanharjoittajan vastuu kattaa toiminnasta aiheutuvat päästöt, mutta toiminnanharjoittajaa ei voida asettaa vastuuseen muiden tahojen aiheuttamista päästöistä. Kuten päätöksestä KHO 2013:164 käy ilmi, ympäristöluvassa ei lähtökohtaisesti voida asettaa luvansaajalle veloitteita, jotka kohdistuvat välittömästi muuhun toiminnanharjoittajaan.

Kaivosalueen länsipuolella on kolmen eri toimijan (Morenia Oy, Tapojärvi Oy ja Kemin Ajotilaus Oy) maa-ainesten ottoalueet, joilla louhitaan kiviainesta avolouhoksina. Louhimisessa käytetään räjähdysaineita, joista aiheutuu typpikuormitusta. Maa-ainesten ottoalueet sijaitsevat laskennassa käytetyllä kaivoksen alapuolisella valuma-alueella ja niiden hulevedet ohjautuvat tai ohjataan Iso-Ruonaojaan, joten niiden aiheuttama kuormitus näkyy kaivoksen alapuolisessa vesistötarkkailun pisteessä ChrP3.

Edellä todettu tarkoittaa, että valituksenalaisessa päätöksessä määrätty tarkkailu johtaa tilanteeseen, jossa muiden luvanvaraisten toimijoiden



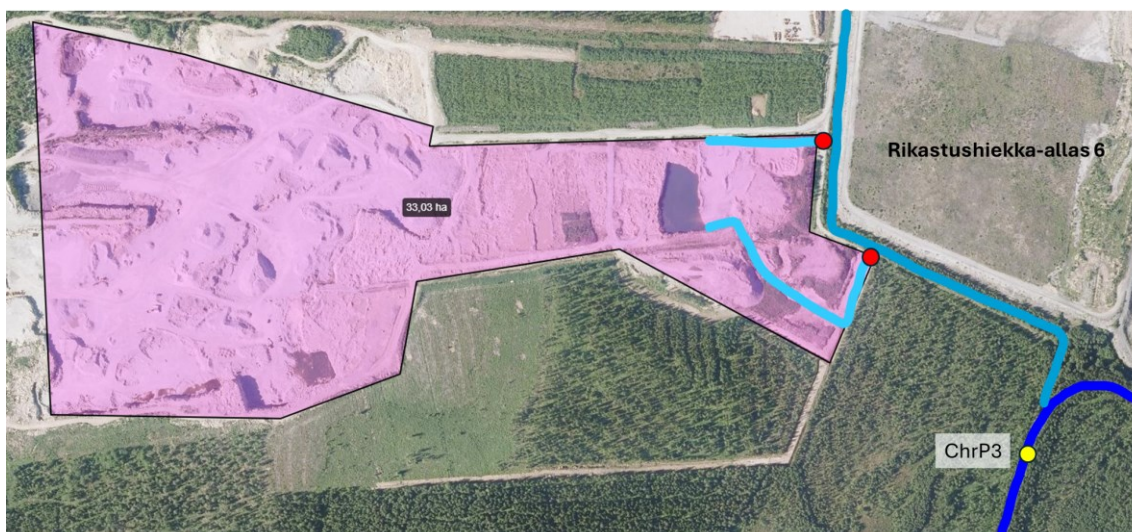
typpipäästöt tulevat kokonaisuudessaan lasketuksi kaivoksen toiminnasta aiheutuviksi päästöiksi. Lupamääräyksen mukainen tarkkailumääräys asettaa näin ollen yhtiölle vastuun myös sellaisista päästöistä, jotka eivät aiheudu sen harjoittamasta toiminnasta ja joihin sillä ei ole mahdollisuuksia vaikuttaa. Yhtiö katsoo, että ympäristönsuojelulain nojalla yhtiöön ei oikeudellisesti voida kohdistaa tällaista velvoitetta.

Yhtiö toteaa selvyiden vuoksi, että muiden ympäristöluvanvaraisten toimijoiden päästöillä on myös tosiasiallista vaikutusta ainetaselaskennan tuloksiin. Kyseisten toiminnanharjoittajien ympäristöluvista on annettu määräykset veden laadun tarkkailusta. Outokummulle on toimitettu tulokset neljästä näytteenotosta Kemin Ajotilaus Oy:n toiminnasta aiheutuvien päästöjen osalta. Näistä näytteistä on seuraavassa taulukossa 1 esitetysti nähtävissä, että kokonaistypen pitoisuudet ovat koholla kaikissa näytteissä.

	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
	Ammoniumtyppi	NO3-N	kokonaistyyppi	Fosfori	Kiintoaine
26.7.2023	100	7900	8000	8,3	
4.9.2023			4900	22	17
16.10.2023			12000	38	22
15.10.2024	3200	8400	11000	29	

Taulukko 1. Kemin Ajotilaus Oy:n maa-ainesten ottoalueelta ulosjohdettujen vesien analyysituloksia.

Yhtiö laski näiden tulosten perusteella suuntaa-antavan arvion kysymyksessä olevan toiminnan päästöjen vaikutuksista ainetaselaskentaan noudattaen samaa periaatetta kuin kaivoksen kuormituksen laskennassa. Laskenta tehtiin siten, että Kirvesojan virtaamalla ja pinta-alalla saatiin kerroin, jonka avulla laskettiin virtaama Kemin Ajotilaus Oy:n alueelle (ks. kuva 3).



Kuva 3. Kemin Ajotilaus Oy:n toiminta-alue. Punaisilla ympyröillä purkuojien yhtymäkohta 6-allasta kiertävään ojaan. Näyte otettu alemmalta pisteeltä, josta suurin osa kuormituksesta tulee.



Pitoisuuksien perusteella laskettiin kuormitukset kuukausitasolla. Vuodelta 2023 Kemin Ajotilaus Oy:ltä on saatu kolme tulosta, joten vertailuvuotena käytettiin vuotta 2023 ja tietoja Kirvesojan mitatun virtaaman osalta. Kuormitukset laskettiin kahdella tavalla. Vasemmanpuoleisessa taulukossa (taulukko 2) on tilanne, jossa puuttuvien kuukausien osalta on käytetty kolmen tuloksen keskiarvoa. Oikeanpuoleisessa taulukossa (taulukko 2) on tilanne, jossa on konservatiivisesti käytetty puuttuvien kuukausien osalta pienintä analyysitulosta.

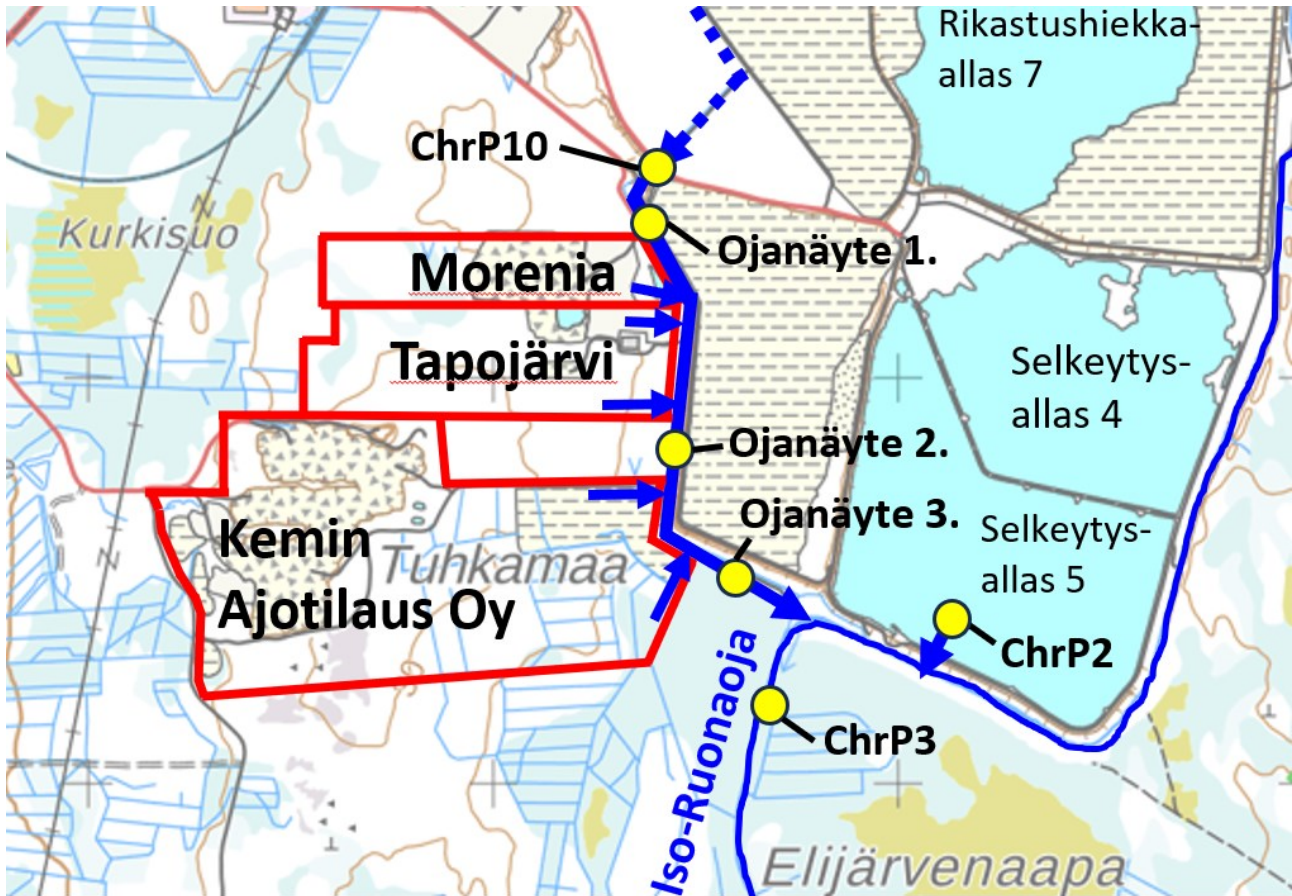
<i>Jos käytetään 3:n analyysin keskiarvoa niille kuukausille, kun näytteitä ei ole otettu:</i>					<i>Jos käytetään konservatiivisesti pienintä tulosta tyypelle niille kuukausille, kun näytettä ei ole otettu:</i>				
	km2	km2	kokonais-	kokonais-		km2	km2	kokonais-	kokonais-
	24,65	0,33	typpi	typpi		24,65	0,33	typpi	typpi
	Kirvesoja	KTK	KTK	KTK		Kirvesoja	KTK	KTK	KTK
2023	m3/kk	m3/kk	µg/l	kg/kk	2023	m3/kk	m3/kk	µg/l	kg/kk
tammi	40 810	546,3	8300	45,3	tammi	40 810	546,3	4900	26,8
helmi	5 724	76,6	8300	6,4	helmi	5 724	76,6	4900	3,8
maalis	3 227	43,2	8300	3,6	maalis	3 227	43,2	4900	2,1
huhti	832 443	11144,3	8300	925,0	huhti	832 443	11144,3	4900	546,1
touko	2 921 181	39107,1	8300	3245,9	touko	2 921 181	39107,1	4900	1916,2
kesä	171 797	2299,9	8300	190,9	kesä	171 797	2299,9	4900	112,7
heinä	48 657	651,4	8000	52,1	heinä	48 657	651,4	8000	52,1
elo	213 012	2851,7	8300	236,7	elo	213 012	2851,7	4900	139,7
syys	1 074 313	14382,3	4900	704,7	syys	1 074 313	14382,3	4900	704,7
loka	1 802 405	24129,6	12000	2895,5	loka	1 802 405	24129,6	12000	2895,5
marras	111 683	1495,1	8300	124,1	marras	111 683	1495,1	4900	73,3
joulu	19 224	257,4	8300	21,4	joulu	19 224	257,4	4900	12,6
			2023:	8451,6				2023:	6485,7

Taulukko 2. Kemin Ajotilaus Oy:n maa-ainesten ottoalueelta Iso-Ruonaojaan tulevan kuormituksen karkea arvio.

Yhtiö toteaa, että tämän karkean laskennan perusteella ei voida esittää tarkkoja arvioita toisen toiminnanharjoittajan eli Kemin Ajotilaus Oy:n aiheuttaman kuormituksen määristä. Laskelma ei myöskään ota huomioon toiminnan mahdollista vaihtelua vuosien välillä eikä sisällä kahden muun ympäristöluvanvaraisen toiminnan päästöjä¹. Laskennan perusteella voidaan kuitenkin päätellä, että Kemin Ajotilaus Oy:n alueelta näytteenottopisteelle ChrP3 tulevan tyyppikuormituksen määrä on potentiaalisesti merkittävä (vuositasolla useita tuhansia kiloja) ja voi tosiasiallisesti merkittävästi vaikuttaa Kemin kaivoksen ainetaselaskennan tuloksiin.

¹ Outokummun tietojen mukaan maa-ainesten otto kyseisillä kahdella alueella ei ole tällä hetkellä aktiivista. Toiminnalle on kuitenkin ympäristöluvut, eli louhinta voidaan aloittaa milloin tahansa.

Myös Outokummun tekemä näytteenotto viittaa siihen suuntaan, että maa-ainesten ottoalueilta tulee merkittävää typpikuormitusta. Outokumpu on otattanut sulan ajanjaksoilla vuodesta 2021 alkaen ojanäytteitä maa-ainesten ottoalueiden vaikutusalueelta (kuva 4).

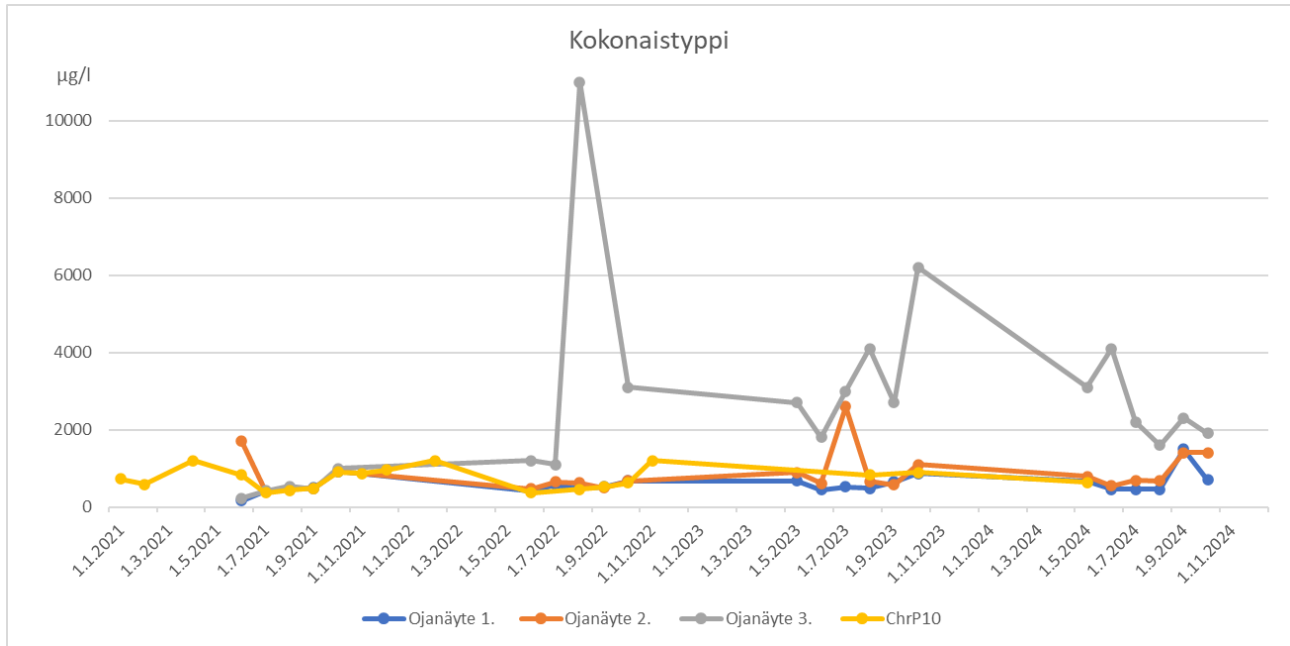


Kuva 4. Ojanäytepisteiden sijainnit. Ojanäytepiste 1 sijaitsee paikassa, johon tulee vain Outokummun kuormitus pisteestä ChrP10. Ojanäytepiste 2 sijaitsee paikassa, johon on laskenut lisäksi Morenian ja Tapojärven kiinteistöjen vedet. Ojanäytepiste 3 sijaitsee ojassa sen kohdan jälkeen, kun Kemin Ajotilaus Oy:n alueen vedet ovat laskeneet ojaan.

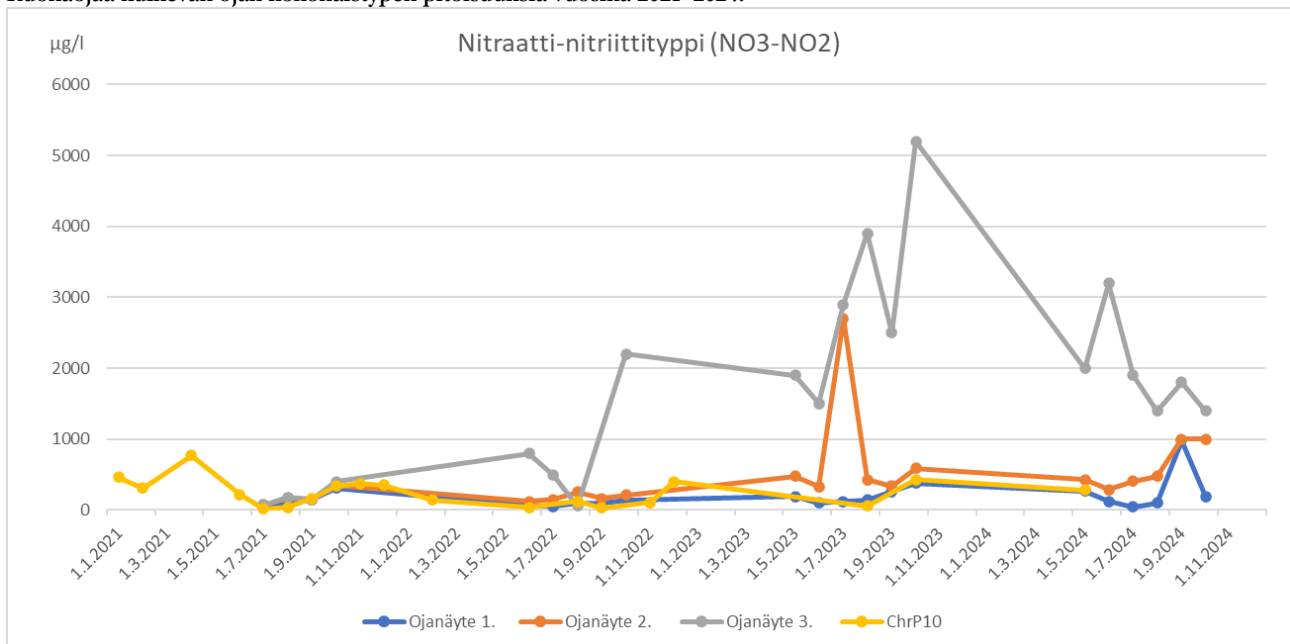
Alla olevista kuvaajista on nähtävissä, että sekä kokonaistypen (kuvaaja 1) että nitraatti-nitriittitypen (kuvaaja 2) pitoisuudet ovat olleet vuodesta 2022 alkaen merkittävästi koholla pisteessä 3. Toisin sanoen pitoisuudet ovat aiempiin ojanäyteisiin verrattuna koholla vasta pisteessä, jolla Kemin Ajotilaus Oy:n toiminnan vaikutus on nähtävissä. Myös tämän perusteella voidaan todeta, että maa-ainesalueilta tulevat typpipäästöt vaikuttavat ainetaselaskennan lopputuloksiin. Tällä hetkellä aktiivista toimintaa on vain Kemin Ajotilaus Oy:n alueella, mutta myös kahdella muulla toimijalla on voimassa olevat ympäristöluvut, joten myös ne voivat aloittaa louhinnan. Tämä puolestaan nostaisi typpikuormitusta entisestään ja vaikuttaisi ainetaselaskennan tuloksiin Outokummun kannalta epäedullisesti, eli lisäämällä typpikuormitusta ainetaselaskennassa.



Yhtiö toteaa edellä todettuun nähden, että ympäristöluvassa asetetun sitovan kuormitusraja-arvon noudattamisen tarkkailu ei voi perustua aine-
taselaskentaan, jonka tulokseen vaikuttaa merkittävästi tavalla toisten toi-
minnan harjoittajien luvanvaraisesta toiminnasta aiheutuvat päästöt. Ase-
tettu lupamääräys on ympäristönsuojelulain vastainen ja sitä tulee muut-
taa yhtiön vaatimalla tavalla.



Kuvaaja 1. Kemin kaivoksen tarkkailupisteen ChrP10 sekä Kemin kaivoksen ja maa-ainesten ottoalueiden välissä kohti Iso-Ruonaojaa kulkevan ojan kokonaistypen pitoisuuksia vuosina 2021–2024.



Kuvaaja 2. Kemin kaivoksen tarkkailupisteen ChrP10 sekä Kemin kaivoksen ja maa-ainesten ottoalueiden välissä kohti Iso-Ruonaojaa kulkevan ojan nitraatti-nitriittityypin pitoisuuksia vuosina 2021–2024.

4.3 Sitovan kuormitusraja-arvon asettaminen edellyttää luotettavaa tarkkailua

Aluehallintovirasto on perustellut ainetaseeseen perustuvaa vuosikuormitusraja-arvoa sillä, että luparaja on annettu nykyisen laskentatavan mukaisesti ainetaselaskentaan pohjautuvana näytteenottopisteiden ChrP3 ja ChrP1 välisen ainevirtaaman erotuksena.

Yhtiö toteaa, että aluehallintoviraston viittaama nykyinen laskentatapa liittyy aiemmissa ympäristölupapäätöksissä asetettuun typpipäästöjä koskevaan tarkkailu- ja selvityselvoitteeseen. Ainetaselaskenta on ollut käytössä vuodesta 1999, jolloin Tuhkamaan alueella ei ollut maa-ainesottoa. Maa-ainesotto on laajentunut vuosien saatossa. Tämän muutoksen myötä ainetaselaskennan luotettavuus Outokummun typpipäästöjen kuvaamisessa on aiempiin vuosiin nähden heikentynyt, sillä ainetaselaskennassa näkyy enenevissä määrin maa-ainesottamoiden kasvanut kuormitus.

Yhtiö toteaa lisäksi, että aiemmissa lupapäätöksissä ei ole myöskään asetettu toiminnan typpikuormitusta koskevia raja-arvoja, vaan yksinomaan velvoitettu seuraamaan kuormitusta. Nyt kyseessä oleva tilanne poikkeaa aiemmasta, sillä valituksenalaisella lupamääräyksellä toiminnalle on asetettu kuormitusraja-arvo. Lisäksi kuormitusraja-arvo on asetettu sitovana, ei tavoitteellisenä.

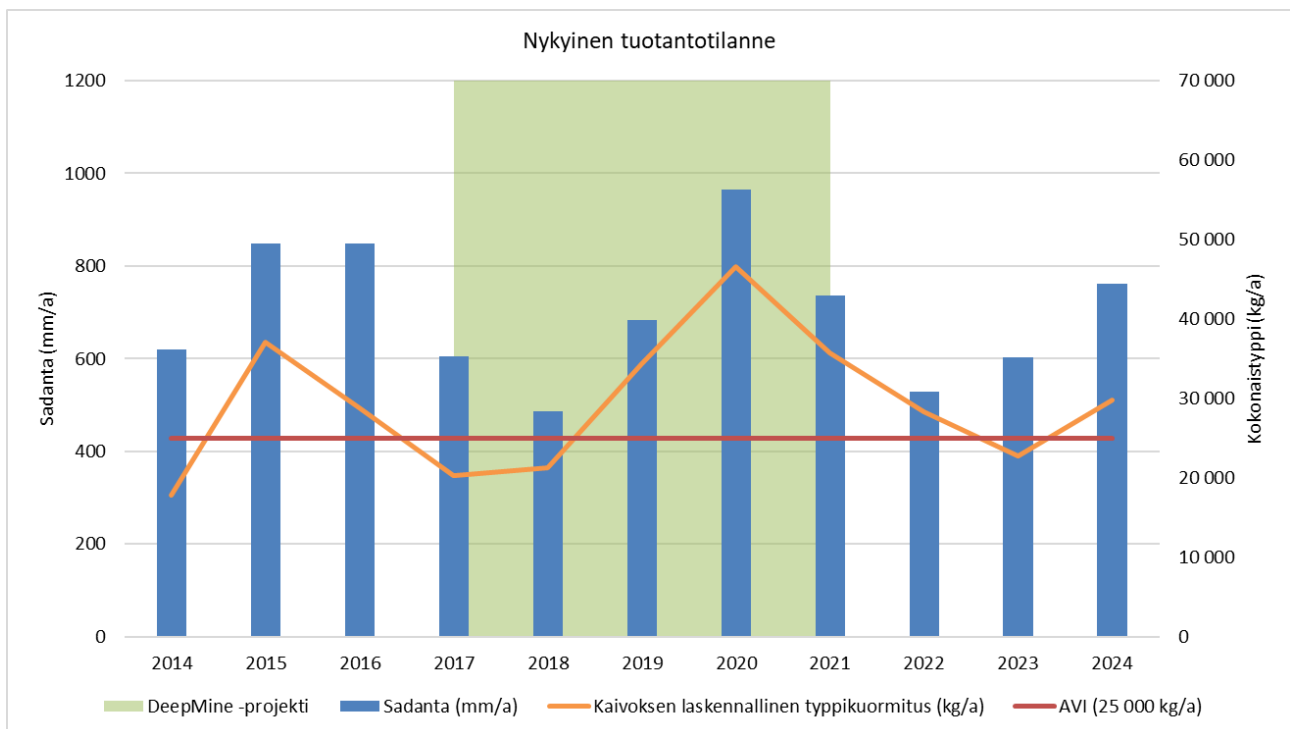
Sitovan raja-arvon noudattamisen tarkkailun tulee perustua menetelmään, jolla kaivoksen toiminnasta aiheutuvia päästöjä voidaan mitata luotettavasti. Ainetaselaskentaa voidaan käyttää arvioitaessa yleisellä tasolla toiminnan aiheuttamaa typpikuormitusta ja sen muutoksia. Se on toimiva tapa tarkastella vesimäärien ja typpipäästöjen suuruusluokkaa. Se ei kuitenkaan ole tarkkuustasoltaan riittävä menetelmä sitovan kuormitusraja-arvon saavuttamisen tarkkailemiseksi. Yhtiön oikeusturva huomioiden ottaen sitovan raja-arvon noudattamisen seurannan tulee perustua menetelmälle, jolla saadaan luotettava tieto kaivoksen toiminnasta aiheutuvasta kuormituksesta.

4.4 Ainetaselaskentaan liittyy merkittäviä epävarmuuksia

Ainetaselaskenta perustuu edellä kuvatusti ainevirtaamien erotukseen. Mittaustavan lähtökohtana on, että kaivoksen alapuolisen tarkkailupisteen ChrP3 ainemäärästä vähennetään kaivosalueen yläpuolinen, luontaisesti valuma-alueelta Iso-Ruonaojaan tuleva kuormitus (tarkkailupisteet ks. kuva 2). Yläpuolinen tarkkailupiste ChrP1 sijaitsee Kirvesojassa, joka virtaa Kirvesaavalta kohti kaivosaluetta. Se on referenssipiste sekä Iso-Ruonaojan valuma-alueen virtaamalle että luontaisten vesien pitoisuuksille. Alapuolinen tarkkailupiste ChrP3 sijaitsee Iso-Ruonaojassa ja se kuvastaa laskennassa vedenlaatua Iso-Ruonaojassa heti kaivoksen alapuolella.

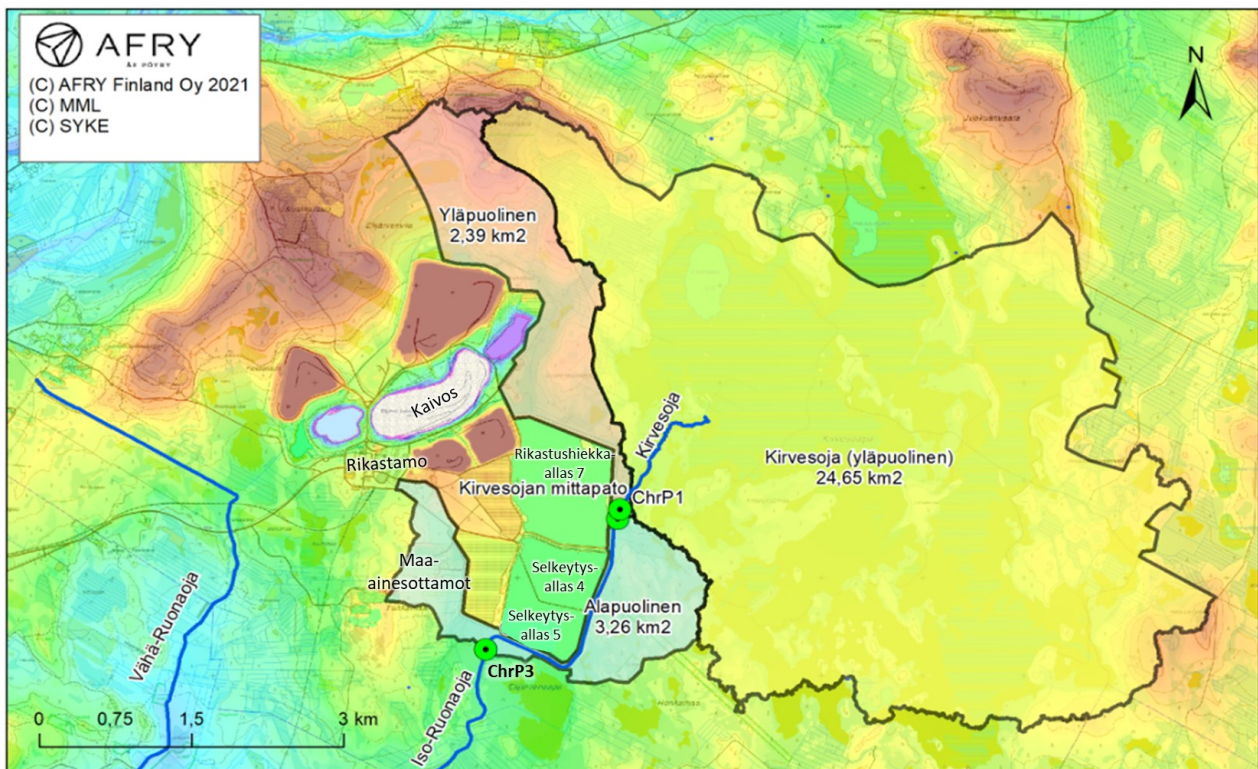
Ainetaselaskelmalla lasketaan kuormitus koko vuodelle. Käytännössä laskelma perustuu kuitenkin vain kuukausitasolla tehtävään veden laadun tarkkailuun. Kummaltakin referenssipisteeltä (ChrP1 ja ChrP3) otetaan kerran kuukaudessa kertainäyte veden laadun tarkkailuun. Toisin sanoen kaivoksen typpikuormituksen määrä lasketaan perustuen kerran kuukaudessa tehtävään kertainäytteenottoon, joten yksittäisen näytteenottohetken olosuhteet vaikuttavat merkittävästi kuormituslaskentaan.

Lisäksi ainetaselaskennan perusteena olevaan vesimäärän laskemiseen liittyy merkittävää epävarmuutta. Ensinnäkin laskennallinen kuormitus on voimakkaasti riippuvainen kyseessä olevan vuoden sademäärästä, kuten on nähtävissä kuvasta 5 sekä liitteenä 2 olevasta taulukosta. Laskennallinen kuormitus on ns. märkinä vuosina merkittävästi suurempi kuin kuivina vuosina. Lisäksi laskennallinen kuormitus on riippuvaista sateiden ajoittumisesta. Esimerkiksi vuosina 2019 ja 2020 on ollut runsaita vesisateita lyhyiden ajanjaksojen aikana, jolloin näytteenottohetki ja virtaamahuiput eivät välttämättä osu samalle ajanjaksolle, mikä voi vääristää laskentojen tuloksia. Kuvasta 5 on nähtävissä selkeästi myös se, että nykyisillä louhintamäärillä aluehallintoviraston päätöksessään asettaman ainetaselaskelman perusteella määritettävän 25 000 kg:n vuosisadanta-arvon saavuttaminen ei ole mahdollista edes normaalisateisina vuosina. Normaalisateisella viitataan tässä tilastojen mukaiseen vuosisadantaan, joka on pitkällä aikavälillä (1991–2020) ollut keskimäärin 633 mm.



Kuva 5. Sadannan vaikutus laskennalliseen typpikuormitukseen ja vertailu aluehallintoviraston asettaman päätöksen mukaiseen kuormitusraja-arvoon (25 000 kg).

Toiseksi vesimäärien laskentaan liittyy useita epävarmuuksia. Yläpuoliselta valuma-alueelta tuleva vesimäärä ja ainemäärä (=kaivoksen ulkopuolelta tuleva kuormitus) lasketaan kertoimella, joka saadaan käyttämällä Kirvesojan (ChrP1) virtaamaa ja valuma-aluetta (24,65 km², keltainen alue kuvassa 6) sekä pitoisuustietoja. Tämä ei kuitenkaan anna koko kaivoksen yläpuolista virtaamaa, joten koko kaivosalueen yläpuolinen virtaama (Laskennan ChrP1 = kuvassa 6 kelt. + vaal.pun. valuma-alue) saadaan kertomalla mitattu virtaama valuma-alueiden suhteella. Myös kaivoksen alapuolinen virtaama (laskennassa ChrP3 = kuvassa 6 kelt. + vaal.pun. + vaal.sin. valuma-alue) saadaan kertomalla valuma-alueiden suhteella. Lisäksi alapuoliseen (ChrP3) virtaamaan lisätään kaivokselta ylijuoikutettujen, mitattujen vesivirtojen määrät. Näistä saadaan laskettua erotus eli se, kuinka paljon enemmän vettä virtaa kaivoksen ala- kuin yläpuolella.



Kuva 6. Kemin kaivoksen ainetaselaskennassa käytettävien valuma-alueiden sijainnit ja pinta-alat.

Kuormituslaskennassa on epävarmuuksia myös todellisten vesimäärien laskennassa ylivuotokausien ohivirtaamasta johtuen. Kaivoksen alapuolella tarkkailupisteellä (ChrP3) ei ole virtaamamittausta, joten virtaama perustuu laskentaan. Kirvesojan referenssipisteellä (ChrP1) on jatkuva-toiminen virtaamamittaus. Kuitenkin muun muassa kevättulvan ja runsaiden sateiden aikana vettä valuu Iso-Ruonaojaan runsaasti Kirvesojan valuma-alueelta mittapadon ohitse. Tämä vääristää kuormituslaskennassa



käytettyä Kirvesojan valuma-alueen valuntaa eli mitattu valunta on pienempi kuin se todellisuudessa on, mikä taas vaikuttaa siihen, että laskettu kaivoksen yläpuolinen ja alapuolinen vesimäärä on todellisuutta pienempi.

Edellä todettuun perustuen ainetaselaskentaan liittyvät epävarmuudet ovat tiivistäen seuraavat:

- Pitoisuus määritetään kerran kuukaudessa otettavalla kertanäytteellä, joten näytteenottohetken olosuhteilla on suuri merkitys.
- Virtaama ja vesimäärä perustuvat valuma-alueiden kokoon perustuvaan laskentaan ja taselaskennassa on mukana ainoastaan Kirvesojan mittapadolta mitattu vesimäärä, ei ylivirtaamia, mistä aiheutuu epävarmuutta.
- Vuotuinen kilometri määrä perustuu laskentaan, johon vaikuttaa merkittävästi sademäärän vuosittainen vaihtelu.
- Ainetaselaskentaan tulee lasketuksi kaivokseen päästöjen lisäksi myös muiden ympäristönluvanvaraisten toimijoiden päästöt, ks. kappale 4.2.

Edellä todetun perusteella on selvää, että ainetaselaskentaan liittyvät epävarmuudet ovat niin merkittäviä, ettei sitä voida käyttää sitovan kuormitusraja-arvon tarkkailun perusteena.

4.5 Yhtiön esittämällä menetelmällä saadaan luotettavampi kuva yhtiön päästöistä

Yhtiö on hakemuksessaan esittänyt, että lupamääräys annetaan selkeytysalalta 5 ulosjuoksutettavalle vedelle (tarkkailupiste ChrP2). Yhtiön näkemyksen mukaan ehdotettu tarkkailu antaa ainetaselaskentaa luotettavamman kuvan kaivoksen toiminnan päästöistä.

Yhtiön esittämä kokonaistypen kuormitusraja-arvo koskee Kemin kaivoksen tarkkailupistettä ChrP2, jonka kautta suurin osa Kemin kaivoksen typpipitoisista purkuvesistä johdetaan Iso-Ruonaojaan ja näin ollen se edustaa laadultaan ja määrältään suurinta osaa kaivoksen vesistökuormituksesta. ChrP2 on siis merkittävin tarkkailupiste kaivoksen typpikuormituksen seurannassa ja myös mahdolliset muutokset typpikuormituksessa näkyvät selkeimmin tällä pisteellä. Esitetyn tarkkailun etuna on, että kysymyksessä olevaa virtaamaa yhtiö voi luotettavasti mitata sekä määrällisesti että laadullisesti. Iso-Ruonaojaan juoksutettavalle vedelle on jatkuvatoiminen virtaamamittaus sekä jatkuvatoiminen näytteenkeräys (aikaperusteinen viikkokeräilynäyte). Näiden tietojen perusteella voidaan luotettavasti arvioida kaivosalueelta johdettavien vesien kuormitus.



Yhtiö toteaa, että tällä laskentatavalla ei pystytä ottamaan huomioon rikastushiekka- ja selkeytysaltailta suotuvia vesiä ja niiden merkitystä typipikuormitukselle. Kaivoksen rikastushiekka- ja selkeytysaltaat on rakennettu suotaviksi, sillä rikastusprosessi on kemikaaliton eikä altaille menevissä vesissä ole rikastuskemikaaleja, lisäksi kaivoksen malmi on oksidimalmi, jossa ei ole rikkipitoisia kivilaatuja siinä määrin, että ne tuottaisivat sulfidimalmin tapaan happamia vesiä ja liukoisia metalleja. Suotautuvien vesien määrää ei voida mitata, sillä suotautumista tapahtuu sekä patojen läpi että maaperän kautta. Viitteitä on, että osa vesistä palautuu rakoilujen kautta maanalaiseen kaivokseen.

Suotautuvien vesien ja niiden aiheuttamien päästöjen mittaaminen ei edellä todetusti ole käytännössä mahdollista. Yhtiön näkemyksen mukaan kaivoksen toiminnan päästöistä ja samalla kuormituksesta saadaan tästä huolimatta ainetaselaskentaan liittyvät merkittävät epävarmuudet huomioon ottaen luotettavampi kuva tarkkailtaessa päästöjä yhtiön esittämällä pisteeltä ChrP2 toteutettavalla tarkkailulla.

5 Vuosiraja-arvo on asetettu perustuen virheelliseen käsitykseen päästöistä ja niiden tarkkailusta

5.1 Aluehallintovirasto on tulkinut virheellisesti kuormitustasoja ja mahdollisuuksia päästä asetettuun raja-arvoon

Aluehallintovirasto on perustellut päätöstään toiminnan kasvaneilla typipäästöillä. Aluehallintovirasto on todennut perusteluissaan (s. 94) seuraavasti:

”Kaivoksen aiheuttama typpikuormitus on kasvanut 2010-luvun alusta lähtien. Osaksi tähän on vaikuttanut Deep Mine-projekti, jonka aikana louhintamäärät ja siten räjähdysaineiden kulutus on ollut suurempaa. Typpikuormitus ei ole kuitenkaan palautunut projektia edeltävälle tasolle.”

Yhtiö toteaa, että aluehallintovirasto on tulkinut toiminnan päästöjen kehitystä virheellisesti. Kaivoksen vuosittainen typpikuormitus korreloi käytetyn räjähdysaineen määrän kanssa, mikä näkyy Deep Mine-projektin vuosien 2018–2021 korkeampana typpipäästönä (ks. liite 2). Räjähdysaineen käyttö on ollut suurempaa näinä vuosina johtuen kaivoksen laajennusprojektista (Deep Mine), jossa louhittiin uuden tuotantoalueen tunneliverkostoa sekä tuotantotiloja.

Vuoden 2021 jälkeen on palattu normaaleihin louhintamääriin, mikä näkyy myös laskeneena typpikuormana (ks. kuva 5 ja liite 2). Typpikuormitus on merkittävästi vähentynyt Deep Mine-projektin päättymisen jälkeen. Kuormituksen määrä ei ole siis kasvanut aluehallintoviraston esittämällä tavalla jatkuvasti, vaan kuormitus on kääntynyt laskuun vuoden



2021 jälkeen. Toisin kuin aluehallintovirasto päätöksessään esittää, typ-pikuormitus on tarkkailun tulosten perusteella palannut Deep Mine-projektia edeltävälle tasolle eli vuosien 2015–2017 mukaiselle tasolle, joka vastaa nykyisiä tuotantomääriä (ks. kuva 5 ja liite 2).

Lisäksi yhtiö toteaa selvyiden vuoksi, että tuotanto on liki tuplaantunut vuonna 2013, kun F3-laajennusprojekti on toteutettu. Tämän vuoksi 2014 on ensimmäinen nykytuotantotasoon verrattava vuosi ennen DeepMine-projektia. Yhtiön näkemyksen mukaan aluehallintovirasto ei ole päätöksessään millään tavalla tuonut esiin tai ottanut huomioon tuotannon tuplaamista. On selvää, että louhintamäärän kasvettua kaivos ei tule pääsemään kuormituksessa 2010-luvun alun kuormitusmääriin.

Yhtiön esittämä raja-arvo 30 000 kg/v tarkkailupisteeltä ChrP2 Iso-Ruonaojaan johdettuna vastaa nykyisillä menetelmillä saavutettavissa olevaa päästötasoa. Kuten yhtiö on edellä (ks. erityisesti kuva 5) kuvannut, kuormitusraja-arvon saavuttamiseen vaikuttaa merkittävästi vuosittainen sademäärä. Kuten liitteen 2 taulukosta on nähtävissä, kuormitus on huomattavasti suurempaa ns. märkänä vuonna, kuten vuosien 2015 ja 2020 kuormitusmääristä on nähtävissä. Yhtiö toteaa, että nykyisillä menetelmillä yhtiöllä ei ole sellaisia keinoja, että ainetaselaskelman perusteella määritettävän 25 000 kg:n vuosiraja-arvon saavuttaminen olisi mahdollista edes normaalisateisina vuosina.

Päästöraja-arvo tulee ympäristönsuojelulain 52 § huomioon ottaen asettaa siten, että se on teknis-taloudellisin keinoin saavutettavissa. Yhtiö katsoo, että tässä tapauksessa raja-arvon saavuttaminen ei ole mahdollista. Kuten kappaleessa 5.3 kuvataan, yhtiö tulee ottamaan käyttöön menetelmiä typpipäästöjen vähentämiseksi, mutta niiden käyttöönotto vaatii aikaa.

5.3 Teknis-taloudellisesti toteuttamiskelpoisten typenpoistoa tehostavien toimenpiteiden käyttöönotto vie aikaa

Yhtiö korostaa, että se on ryhtynyt toimenpiteisiin typenpoiston tehostamiseksi. Yhtiö on hakenut lupaa kaivoksen vesialtaiden (selkeytysaltaat) korottamiseksi. Vesialtaita korottamalla parannetaan kaivoksen vesienhallintaa ja kontrollointimahdollisuutta ulosjuoksutettavan veden määrässä. Näin voidaan vaikuttaa myös kaivoksen kuormitukseen, kun ulosjuoksutusta ajoitettaisiin matalan typpipitoisuuden vuodenaikoihin. Alustilavuutta lisäämällä voidaan varautua myös ilmastomuutokseen: suuren sadannan kausina vettä voitaisiin varastoida nykyistä paremmin ja puolestaan kuivien kausien aikana vettä olisi varastoituna muun muassa tuotantoa varten.

Laskennallisesti juoksutuksen hallinnalla saataisiin vähennettyä Iso-Ruonaojaan johdettavaa typpikuormaa noin 10–20 prosenttia, mikä vastaisi



noin 1 100–5 700 kg vuotuista vähenemää. Tällä tavalla leikattaisiin talven korkeita kuormituspiikkejä ja varauduttaisiin ilmastonmuutoksen tuomiin talven valunnan lisääntymisiin ja kesäajan kuiviin kausiin. Viime vuosina sateettomina ajanjaksoina luontainen virtaama Iso-Ruonaojassa on ollut vähäistä ja vesi lähes seisonut uomassa. Lisäämällä kesäaikaista ulosjuoksutusta lisättäisiin kuivien kausien virtaamaa ja veden vaihtuvuutta Iso-Ruonaojassa. Lisääntyvästä kesäaikaaisesta juoksutuksesta huolimatta typpikuormitus olisi rehevöitymisen kannalta edelleen maltillista, sillä voimakkaasti fosforirajoitteisena ja kesäajan virtaaman lisääntymisessä muutoksia rehevöitymisessä tuskin havaittaisiin. Samaa voidaan olettaa Hepolahden osalta.

Lisäksi yhtiö suunnittelee siirtyvänsä uuden loughintamenetelmän (SLC) käyttöön. SLC-menetelmässä loughintamäärien ennustetaan kasvavan, mutta käytetyn räjähdemäärän arvioidaan laskevan. Suunnitellun loughintamenetelmän muutoksella (SLC) on arvioitu päästävän lähivuosina noin 10 % typpikuorman vähenemään Iso-Ruonaojassa ja 2030-luvulla lähes 20 % vähenemään. Vastaavasti selkeytysaltaiden korotuksella on arvioitu päästävän vuositasolla noin 10–20 % vähenemään. Mikäli nämä suunnitellut toimet (siirtyminen SLC-loughintaan ja vesialtaiden korotus) konkretisoituvat odotetulla tavalla, voidaan typpipäästön osalta päästä lähivuosina noin 10–30 % vähenemään ja 2030-luvulla noin 20–40 % vähenemään Iso-Ruonaojassa verrattuna tähänhetkiseen tilanteeseen.

Toimenpiteillä saavutetaan merkittäviä vähennyksiä typpikuormitukseen, mutta niiden toteuttaminen vie joitakin vuosia muun muassa lupamenettelyjen kestosta johtuen. Tähän nähden yhtiö on hakemuksessaan esittänyt, että pisteeltä ChrP2 Iso-Ruonaojaan johdettavien vesien aiheuttama vuotuisen kuormituksen raja-arvoksi asetettaisiin kokonaistypen osalta enintään 27 000 kiloa *suunniteltujen toimenpiteiden toteutumisen jälkeen*. Yhtiö toteaa, että aluehallintoviraston asettama ainetaselaskentaan perustuva kuormitusraja-arvo (25 000 kiloa) on niin matala, että sen saavuttaminen on epätodennäköistä jopa kuormitusta vähentävin toimenpiteiden toteuttamisen jälkeen. Valituksenalainen lupamääräys on teknis-taloudellisesti toteuttamiskelvoton, joten määräystä tulee tälläkin perusteella muuttaa.

5.4 Muista keinoista aiheutuvat haitat ylittävät hyödyt

Ympäristönsuojelulain 52 §:n 3 momentin mukaan lupamääräyksiä annettaessa on muun ohella otettava huomioon ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi tarkoitettujen toimien merkitys ympäristön kokonaisuu-den kannalta sekä tekniset ja taloudelliset mahdollisuudet toteuttaa nämä toimet.

Kuten edellä on todettu, valituksenalaisen lupamääräyksen mukaisen ainetaselaskentaan perustuvan vuosikuormitusraja-arvon saavuttaminen ei



ole mahdollista edes normaalisateisina vuosina. Sen saavuttaminen edellyttäisi erillisen typenpoistotekniikan käyttöönottoa.

Yhtiö on tarkastellut aluehallintovirastolle toimittamassaan Kemin kaivoksen teknistaloudellisessa selvityksessä sekundäärisiä menetelmiä typen kokonaiskuorman vähentämiseksi Iso-Ruonaojaan ja sitä kautta Hevolahteen. Selvityksessä käytiin läpi seitsemän eri sekundääristä typenpoistomenetelmää, joista kaikista tehtiin soveltuvuusvertailu Kemin kaivokselle. Laajempi soveltuvuustarkastelu tehtiin neljälle eri menetelmälle: 1) biologinen typenpoisto, 2) selektiivinen ioninvaihto, 3) sähkökemiallinen saostus ja pelkistys sekä 4) typpipitoisen veden konsentrointi kalvosuodatuksella ja konsentraatin jatkokäsittely. Teknisen vertailun ja laboratoriotulosten perusteella tarkempaan taloudelliseen vertailuun typenpoistomenetelmistä valittiin biologinen menetelmä, kalvosuodatus + biologinen menetelmä ja kalvosuodatus + stabilointi. Tehdyn teknistaloudellisen selvityksen perusteella pilot-mittakaavan kokeeseen Kemin kaivoksella valittiin MBBR-teknikka (Moving Bed Biofilm Reactor).

Viime vuosina kaivoksella on tehty kokeita typpipäästöjen vähentämismenetelmien soveltuvuuksista kaivosvesiin. Biologisilla prosesseilla (MBBR, hakereaktori) saataisiin kokeiden mukaan vähennetyksi typpeä, mutta haasteeksi muodostuvat kylmien kuukausien aiheuttamat vaikutukset mikrobien toimintaan. Syksyllä 2021 tehtiin pilottikokeisiin perustuvien tulosten pohjalta täysimittaisen MBBR-laitoksen alustava konseptisuunnittelu. Suunnittelun perusteella Kemin kaivokselle mitoitettu MBBR-laitoksen investointikustannukset olisivat noin 16–20 M€, vuotuinen sähkönkulutus noin 12 000–15 000 MWh ja käyttökustannukset noin 2,3–2,8 M€ (1,3–1,6 M€ vuoden 2021 sähkön Spot-hinnoilla). Suuri vaihtelu hinnassa johtuu sähkön hinnan voimakkaista muutoksista. Lisäksi MBBR-laitos lisäisi nyt lähes kemikaalittoman kaivoksen kemikaalien kulutusta merkittävästi lisäten samalla muun muassa CO₂-päästöjä vuosittain noin 6 200 tonnia.

Yhtiö toteaa, ettei Kemin kaivoksen osalta MBBR-laitosta voida pitää parhaana käyttökelpoisena tekniikkana sen suurten investointi- ja käyttökustannusten sekä merkittävien ympäristövaikutusten osalta kemikaalien- ja sähkönkulutuksessa sekä CO₂-päästöjen muodostumisessa saavutettuihin hyötyihin nähden. Riskinä MBBR-laitoksessa on myös fosforikuormituksen mahdollinen kasvaminen nyt fosforirajoitteiseen Iso-Ruonaojaan, mikäli fosforinpoistomenetelmää ei saada toimimaan oletetulla tehokkuudella. Vesiympäristön kannalta saavutetut hyödyt konkretisoituvat jo tällä hetkellä, kun selkeytysaltailla tapahtuvan luontaisen typenpoiston myötä lisääntymis- ja kasvukautena typpipitoisuus kaivoksen poistovesissä on samaa luokkaa kuin yleisesti MBBR-laitoksella saavutetut poistovesien pitoisuudet ovat.



Yhtiö toteaa, että valituksenalaisen lupamääräyksen vuosikuormitusarvon saavuttaminen edellyttäisi erillisen typenpoiston käyttöönottoa. Tällä ei kuitenkaan edellä kuvatusti saavutettaisi ympäristön kannalta kokonaisuutena arvioiden parempaa tulosta. Myöskään vesiympäristöön aiheutuvien vaikutusten kohdalla menetelmä ei välttämättä muun muassa fosforikuormitukseen liittyvien riskien vuoksi ole perusteltu. Yhtiö katsoo, että vuosikuormitusraja-arvoa ei ympäristönsuojelulain 52 § huomioon ottaen tule asettaa niin matalaksi, että sen saavuttaminen edellyttäisi MBBR-laitoksen käyttöönottoa. Tälläkin perusteella lupamääräystä tulee muuttaa yhtiön valituksessa vaaditusti.

5.5 Asetettu raja-arvo ei ole tarpeen ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi

Ympäristönsuojelulain 52 §:n 1 momentista ilmenevästi ympäristölupamääräysten tulee olla tarpeen ympäristön pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemiseksi. Saman pykälän 3 momentin mukaan lupamääräyksiä asettaessa on otettava huomioon muun ohella sen alueen ominaisuudet, jolla toiminnan vaikutus ilmenee ja toiminnan vaikutus ympäristöön kokonaisuutena.

Kemin kaivoksen typpikuormitus on luontaisen typenpoiston ansiosta pienimmillään (sekä pitoisuus että kokonaiskuormitus/kk) kesäaikaan, joka on aktiivista lisääntymiskautta ja jolloin rehevöitymiseen on otollisin aika. Näin ollen kaivoksen vaikutusten eliöiden lisääntymiseen ja kasvuun sekä rehevöitymiseen voidaan olettaa olevan vähäiset. Myös Iso-Ruonaojan sekä Hepolahden virkistyskäyttö painottuu kesäaikaan. Suurimmat typpipitoisuudet ajoittuvat talviaikaan, jolloin vaikutukset Iso-Ruonaojan sekä Hepolahden rehevöitymiseen ja eliöiden lisääntymiseen ovat vähäiset.

Iso-Ruonaoja on vesienhoitolainsäädännön merkityksessä luokittelema-
ton pintavesi, jonka virkistyskäyttö on vähäistä ja jonka varrella on vähäistä asutusta. Iso-Ruonaojan suistoalue on hauen ja ahvenen kutualue, yläjuoksu puolestaan on muokattua uomaa. Lähin luokiteltu vesistö on Kemin edustan Maksniemi sisä -vesimuodostuma, johon kaivoksen vedet Hepolahden kautta laskevat.

Kemijoen vesienhoitoalueen rannikkovesissä on ravinnepitoisuuksien perusteella arvioituna vähäistä kuormituksen vähentämistarvetta Simo sisä ja Maksniemi sisä -vesimuodostumissa. Kemin kaivoksen lähimmässä luokitellussa vesimuodostumassa (Maksniemi sisä) arvioitu vähennystarve typpipitoisuudelle on <10 prosenttia. Maksniemi sisä -muodostuman merkittävä kuormittaja on ollut Stora Enson Veitsiluodon tehdas, joka on lopettanut toimintansa syyskuussa 2021. Tämän myötä vesialueen ravinnekuormitusten voidaan olettaa pienentyvän ja vähennystarpeen sitä myöten täyttyvän.



HPP ASIANAJOTOIMISTO

21 (21)

Ravinteista kokonaistypen osalta kaivoksen osuus merialueen kokonaistypipitoisuudesta on Maksniemi sisä-vesimuodostumassa keskimäärin noin 1–24 µg/l (0,3–5 %) ja ulompana merellä 0,1–1µg/l (<1 %). Näin ollen kaivoksen toimilla on hyvin vähäinen merkitys vesienhoitolainsäädännön tarkoittamien luokiteltujen vesimuodostumien tilaan eikä merkittäväkään typpipäästön vähenemä aikaansaisi tilaluokan parantumista.

Kemin kaivoksen nykyisen typpikuormituksen ei ole todettu vaikuttavan eliöiden kasvuun ja lisääntymiseen Iso-Ruonaojassa eikä hakemuksessa esitetyn selvityksen perusteella aiheuttavan myöskään ekotoksikologista riskiä Iso-Ruonaojan eliöstölle. Yhtiön esittämä typpikuormituksen raja-arvo 30 000 kg vuositason tarkkailupisteellä ChrP2 vastaa nykyisillä menetelmillä saavutettavissa olevaa päästötasoa.

Yhtiö toteaa, että typpikuormituksen vuosiraja-arvon asettamisella 5 000 kiloa yhtiön esittämää matalammaksi ja ainetaselaskentaan perustuvaksi ei ole vaikutusta siihen, saavutetaanko lähimmässä luokitellussa vesimuodostumassa vesienhoitolainsäädännön mukaista tilatavoitetta. Typpipäästöistä ei myöskään aiheudu Iso-Ruonaojassa sellaista ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, että vuosikuormitusraja-arvon kiristäminen aluehallintoviraston esittämällä tavalla olisi ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi tarpeen. Yhtiö katsoo, että valituksenalainen lupamääräys ei vastaa ympäristönsuojelulain 52 §:n mukaisia lupamääräyksen antamiselle asetettuja edellytyksiä ja sitä tulee näin ollen muuttaa yhtiön esittämällä tavalla.

Helsingissä 20. tammikuuta 2025

OUTOKUMPU CHROME OY

Laati

Kari Marttinen
asianajaja
Espoo

Laura Leino
asianajaja
Helsinki

LIITTEET

- 1) Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös 161/2024, dnro PSAVI/15472/2022
- 2) Kemin kaivoksen laskennalliset typpikuormitukset ja laskentaan käytetyt virtaamat

ASIA Kemin kaivoksen päätöksen nro 12/2022 määräyksen 21b mukainen selvitys, Keminmaa

HAKIJA Outokumpu Chrome Oy
Elijärventie 645
94101 Kemi

SISÄLLYSLUETTELO

SELVITYS JA ASIAN VIREILLETULO	4
TOIMINTA JA SEN SIJAINTI	4
LUPAVIRANOMAISEN TOIMIVALTA	4
SELVITYSASIAA KOSKEVAT LUPA JA PÄÄTÖKSET SEKÄ TOIMINTAA KOSKEVAT HAKEMUKSET JA YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI	4
Lupa ja päätökset	4
Toimintaa koskevat hakemukset	5
Ympäristövaikutusten arviointi (YVA)	5
TOIMINNAN KUVAUS	6
Rikastusprosessi	8
Tuotanto	9
Sorroslohintamenetelmä, SLC	9
VESISTÖALUEIDEN KUVAUS	11
Iso-Ruonaoja	11
Hepolahti	11
Kemin edustan merialue	12
Lähimmät luokitellut vesimuodostumat	12
TYPPI VESIEKOSYSTEEMISSÄ	13
Kemijoen vesienhoitoalue	13
Kaivokset ja metsäteollisuus Kemijoen vesienhoitoalueella	15
Kemin edustan yhteistarkkailu	15
Typpijakeet ja niille esitetyt normit	16
Ilmastonmuutos	18
KEMIN KAIVOKSEN VESIKIERTO JA KUORMITUS	18
Kaivoksen vesien kierto	18
Kaivoksen vesitase	20
Kuormituslaskenta	25
Vesinäytteet	26
Vesimäärien laskenta	26
Kuormituslaskennan päivitys	27
Kuormituslaskennan epävarmuuksia	29
Vaikutukset Iso-Ruonaojaan ja Hepolahteen	29
Typpi Iso-Ruonaojassa ja Hepolahdessa	30
Vaikutukset Kemin edustan merialueisiin	37
Merialueiden luokittelu	37
Kemin kaivoksen vaikutukset	38
TYPPIKUORMITUKSEN VÄHENTÄMISTARVE	39
Iso-Ruonaoja ja Hepolahti	39
Kemin edustan merialue	41
Mallinnus ilman Stora Enson vaikutuksia	42
TYPPIKUORMITUS JA KUORMITUKSEN HALLINTA	43
Primäärit typenpoistomenetelmät	44
Vähätyypiset ja työttömät räjähdysaineet	44
Panostuksen hallinta ja laadunvarmistus	45
Rouhinta	46
Sekundääriset typenpoistomenetelmät	47
Teknistoloudellinen selvitys	48
Biologinen typenpoisto – Pilot-mittakaavan koe	49
Täyden mittakaavan MBBR-laitos	52

Puuhakereaktori.....	60
Luontaisen typenpoiston tehostaminen	61
Typpikuormitukseen tulevaisuudessa vaikuttavia tekijöitä	65
Louhinnan väheneminen DeepMine projektin valmistuttua.....	65
SLC-koetoiminta	66
Mahdollisuudet typpipäästöjen vähentämiseksi Kemin kaivoksella	67
Typenhallintamenetelmät kootusti.....	67
Toteuttamiskelpoiset toimet	69
Tulevaisuuden toimet.....	72
YHTEENVETO	73
HAKIJAN ESITYS LUPAMÄÄRÄYKSIKSI	76
Lupamääräysten perustelut.....	77
LUPAHAKEMUKSEN KÄSITTELY	82
Lupahakemuksen täydennykset.....	82
Lupahakemuksesta tiedottaminen.....	82
Lausunnot.....	83
Hakijan kuuleminen ja vastine.....	90
MERKINTÄ	91
ALUEHALLINTOVIRASTON RATKAISU	91
LUPAMÄÄRÄYS	91
RATKAISUN PERUSTELUT	91
Käsiteltävä asia.....	91
Perustelut selvityksen hyväksymiselle.....	93
Uuden lupamääräyksen perustelut.....	94
VASTAUS YKSILÖITYIHIN VAATIMUKSIIN.....	95
PÄÄTÖKSEN TÄYTÄNTÖÖNPANO	95
Päätöksen täytäntöönpanokelpoisuus.....	95
SOVELLETUT SÄÄNNÖKSET	95
KÄSITTELYMAKSU	95
Ratkaisu.....	95
Perustelut	96
Oikeusohje.....	96
PÄÄTÖKSESTÄ TIEDOTTAMINEN.....	96
MUUTOKSENHAKU	97

SELVITYS JA ASIAN VIREILLETULO

Outokumpu Chrome Oy on 22.12.2022 toimittanut Pohjois-Suomen aluehallintovirastoon Kemin kaivoksen lupapäätöksen nro 12/2022 mukaisen typpiselvityksen.

TOIMINTA JA SEN SIJAINTI

Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivos sijaitsee Keminmaan kunnan Lautiosaaren kylässä. Keminmaan ja Kemin keskustoihin on kaivokselta noin 7,5 kilometriä.

LUPAVIRANOMAISEN TOIMIVALTA

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 90 §:n mukaan lupaviranomainen voi täsmentää lupamääräystä tai täydentää lupaa mainitun lain 54 §:n 1 momentin mukaisen selvityksen perusteella.

Valtioneuvoston asetuksen ympäristönsuojelusta (713/2014) 1 §:n 2 momentin 7 a kohdan mukaan kaivostoimintaa koskevan ympäristölupahakemuksen ratkaisee aluehallintovirasto.

SELVITYSASIAA KOSKEVAT LUPA JA PÄÄTÖKSET SEKÄ TOIMINTAA KOSKEVAT HAKEMUKSET JA YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Lupa ja päätökset

- Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on 27.12.2010 antamallaan päätöksellä nro 125/10/1 myöntänyt ympäristöluvan Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivokselle.
- Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on 17.3.2016 antamallaan päätöksellä nro 39/2016/1 hyväksynyt osittain Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen typpiselvityksen. Selvityksen johdosta aluehallintovirasto on täydentänyt Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen ympäristölupaa nro 125/10/1 uudella lupamääräyksellä 21a ja muuttanut lupamääräystä 2.
- Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on 2.2.2018 antamallaan päätöksellä nro 13/2018/1 pidentänyt päätöksessä nro 39/2016/1 annettua määräaikaa muuttamalla lupamääräystä 21a.
- Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on 26.9.2019 antamallaan päätöksellä nro 137/2019 hyväksynyt Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen typpiselvityksen. Selvityksen johdosta aluehallintovirasto on täydentänyt Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen ympäristölupaa

nro 125/10/1 uudella lupamääräyksellä 21b. Lupamääräys kuuluu seuraavasti:

21b. Luvanhaltijan on jatkettava selvityksiä typpipäästöjen vähentämiseksi. Luvanhaltijan on viimeistään 31.12.2020 toimitettava aluehallintovirastoon hakemusasiana selvitys typpipäästöjen vähentämismahdollisuuksista, niiden kustannuksista ja toteuttamisaikataulusta sekä selvityksen perusteella esitys toimenpiteiksi, joilla kaivoksen typpipäästöjä Iso-Ruonaojaan pienennetään. Lisäksi on tehtävä esitys typpipäästöjen raja-arvoksi ja muiksi lupamääräyksiksi, joilla typpipäästöjä rajoitetaan.

- Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on 27.11.2020 antamallaan päätöksellä nro 147/2020 muuttanut lupamääräyksessä 21b asetettua määräaika. Uudeksi määräajaksi asetettiin 31.12.2021.
- Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on 1.2.2022 antamallaan päätöksellä nro 12/2022 muuttanut lupamääräyksessä 21b asetettua määräaika. Uudeksi määräajaksi asetettiin 31.12.2022.

Toimintaa koskevat hakemukset

Käsiteltävän selvityksiasian lisäksi Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivos on 18.1.2024 toimittanut aluehallintovirastoon hakemuksen kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman päivittämisestä (Dnro PSAVI/607/2024).

Edelleen Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivos on 29.2.2024 toimittanut aluehallintovirastoon hakemuksen toimintansa olennaiseen muuttamiseen (Dnro PSAVI/2365/2024). Lupaa haetaan kokonaislouhintamäärän nostoon, louhintamenetelmän muutokseen sekä käytössä olevan rikastushiekka-altaan 7 korottamiseen. Louhintamäärän nosto kasvattaa myös rikasteiden ja rikastushiekan määrää. Lisäksi lupaa haetaan Nuottijärven jäljellä olevan osan kuivattamiselle sekä selkeytysaltaiden 4 ja 5 patojen korottamiselle.

Asiat on yhdistetty 1.10.2024 ja niiden käsittely jatkuu diaarilla PSAVI/2365/2024.

Ympäristövaikutusten arviointi (YVA)

Kaivoksen syventämisen lisäksi (DeepMine-projekti) tulevien vuosien suunnitelmissa on laajentaa kaivosaluetta sekä kaivoksen toimintoja, minkä vuoksi Kemin kaivoksella on toteutettu ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (252/2017, YVA-laki) mukainen ympäristövaikutusten arviointiprosessi (YVA). Toimintojen laajentamisen taustalla ovat suunnitellut muutokset tuotantosuunnitelmissa ja louhintamenetelmissä. Hankkeesta vastaava Outokumpu Chrome Oy on toimittanut Kemin kaivoksen laajentamisen YVA-ohjelman yhteysviranomaisena toimivalle Lapin ELY-keskukselle 18.6.2019 ja yhteysviranomaisen antoi lausuntonsa siitä 30.9.2019. Hankkeesta järjestettiin

16.12.2021 YVA-lain 8 §:n mukainen viranomaisille suunnattu ennakko-neuvottelu. Ympäristövaikutusten arviointiselostus toimitettiin yhteysviranomaiselle 25.1.2022. Arviointiselostus ja sitä koskeva kuulutus olivat nähtävillä 9.2.–10.3.2022, ja hankkeesta järjestettiin yleisötilaisuus etäyhteydellä 24.2.2022. Yhteysviranomaisen antoi perustellun päätelmänsä YVA-selostuksesta 9.5.2022.

YVA-menettelyssä ja yhteysviranomaisen lausunnossa esille tulleista asioista on typpiselvityksessä huomioitu vesitaseen ja kuormitusarvion kehittäminen. Lisäksi pintavesien osalta hakija on kerännyt lisätietoa Iso-Ruonaojasta sekä Hepolahdesta lisäämällä analysoitavien komponenttien määriä sekä teettämällä biologisen selvityksen. Tarkemman esityksen YVA-menettelyssä ja yhteysviranomaisen lausunnossa esille tulleista asioista hakija esittää kokonaisuudessaan ympäristöluvan tarkistushakemuksessa. Seuraavassa taulukossa on esitetty selvitykset, joita on tehty tai jotka ovat tekeillä YVA-menettelyn jälkeen.

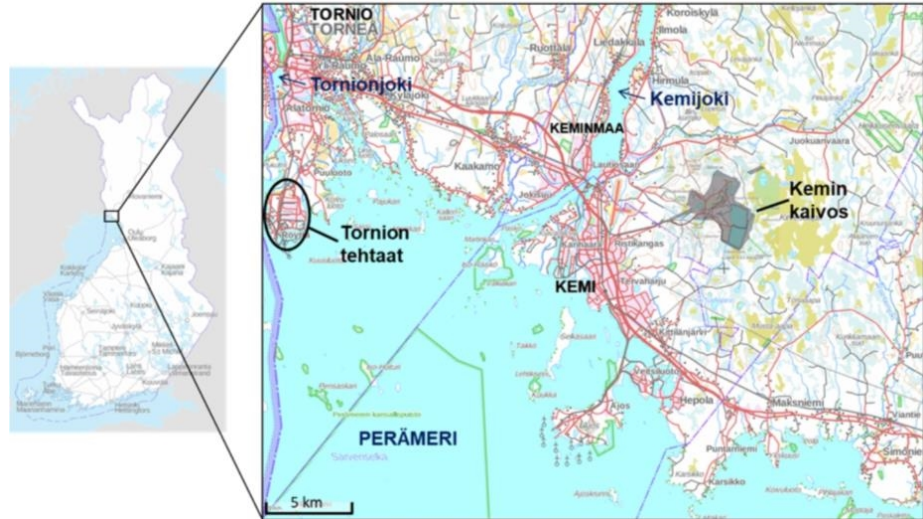
Selvityksen nimi	Selvityksen tila
Pöly- ja melumallinnus	Valmis
Biologinen tarkkailu	Valmis
Vahingonvaaraselvitys	Valmis
Selvitys Kemin kaivoksen kaivannaisjätteistä	Valmis
Rikastushiekka-altaan 7 ja vesialtaiden korotussuunnitelmat	Valmistuu syksyllä 2023
Nuottijärven kuivatussuunnitelma	Valmistuu syksyllä 2023
Kaivoksen vesi- ja ainetasemallinnus (GoldSim)	Valmistuu syksyllä 2023
MWEI-BREF:n mukainen sulkemissuunnitelma	Valmistuu syksyllä 2023
Uuden ympäristöluvan mukainen jätehuoltosuunnitelma	Valmistuu syksyllä 2023
Natura-arvioinnin täydennys	Valmistuu syksyllä 2023

TOIMINNAN KUVAUS

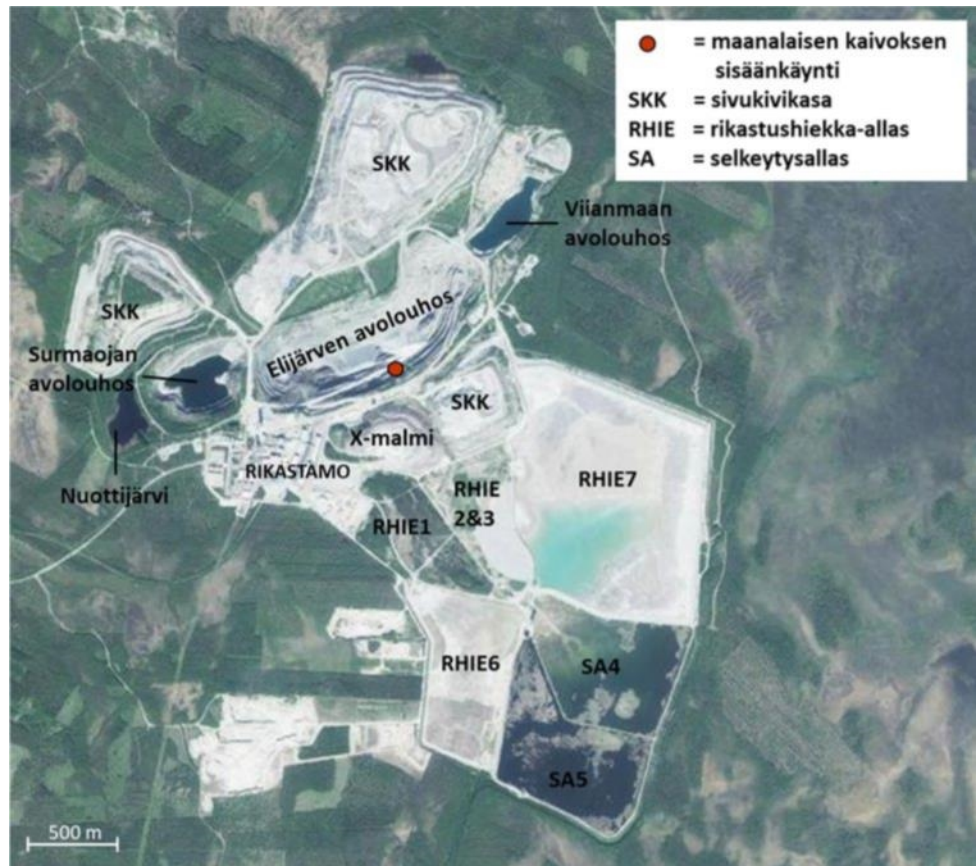
Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivos sijaitsee Kemin kaupungin pohjoispuolella Keminmaan kunnan Lautiosaaren kylässä, Elijärvellä. Etäisyyttä sekä Kemin kaupunkiin että Keminmaan kuntakeskukseen on kaivokselta noin 7,5 kilometriä. Lähimmät asutukset ja viljelyalueet sijaitsevat noin 2–2,5 kilometrin päässä kaivosalueesta, ja kaivosaluetta ympäröivät maa-alueet ovat pääosin yksityisomistuksessa olevia metsätalousalueita. Kaivosalueen lounaispuolella sijaitsevalla Tuhkamaan alueella on kolmen eri toimijan (Morenia Oy, Tapojärvi Oy ja Kemin Ajo-tilaus Oy) hallinnoimat maa-aineksen ottoalueet, joista kahdessa louhitaan aktiivisesti maa-ainesta avolouhintamenetelmällä. Kemin kaivoksen nykyisen voimassa olevan kaivosalueen pinta-ala on noin 9,16 km².

Kemin kaivos on osa Outokummun omistamaa integroitua ferrokromin ja ruostumattoman teräksen valmistusketjua Kemi-Tornion alueella. Elijärven kaivokselta louhittavasta malmista jalostetaan samalla alueella sijaitsevalla rikastamolla pala- ja hienorikastetta, jotka kuljetetaan kuorma-autoilla Outokumpu Chrome Oy:n Torniossa sijaitsevalle ferrokromitehtaalle jatkojalostettavaksi. Ferrokromitehtaan tuotteena synty-

vän ferrokromin sisältämä kromi tekee Tornion terästehtaalla valmistet-
tavasta teräksestä ruostumatonta. Kemin kaivos on ainoa kromiittikaiv-
vos Euroopan unionin alueella. Ferrokromituotannon tavoitekapasiteetti
on tuottaa ferrokromia 530 000 tonnia vuosittain, mikä on noin 5 % koko
maailman kapasiteetista. Kemin kaivoksen ja Tornion tehtaiden sijainti
Perämeren pohjukassa on esitetty seuraavassa karttakuvassa.



Kromiittikaivoksen ja rikastamon toiminta on käynnistynyt vuonna 1968. Vuosina 1999–2003 rakennettiin maanalainen kaivos, ja maanalaiseen louhintaan on siirrytty kokonaisuudessaan vuonna 2006. Louhinta tehdään pääosin pengertäyttölouhinnalla. Vuonna 2022 on aloitettu uuden sorroslohintamenetelmän koelouhinnat, joiden avulla on tarkoitus selvittää menetelmän soveltuvuutta Kemin kaivokselle. Koetoiminta-aika kestää vuoden 2025 loppuun saakka (PSAVI päätös nro 84/2022) Vuosina 2013–2014 kaivoksen ja rikastamon kapasiteetti kaksinkertaistettiin vastaamaan ferrokromitehtaan kasvaneeseen tuotantoon kolmannen uunin myötä. Vuonna 2022 otettiin käyttöön rikastamon laajennus, jossa tuotantokapasiteettia nostettiin edelleen noin 30 prosenttia. Laajennuksen myötä prosessissa pystytään rikastamaan matalapitoisempaakin malmia, jolloin malmiosta voidaan hyödyntää niin sanottu köyhempikin kromimalmi. Kemin kaivos koostuu vanhoista avolouhoksista (Elijärvi, Nuottijärvi-Surmanoja ja Viianmaa), maanalaisesta kaivoksesta, rikastamosta apulaitoksineen, rikastushiekka-altaista (RHIE-altaat 1, 2–3, 6, 7), selkeytysaltaista (altaat 4 ja 5) sekä läjitysalueista, joita ovat Elijärven kattopuolen, Elijärven jalkapuolen ja Nuottijärven sivukiven läjitysalueet sekä X-malmin (marginaalimalmi) läjitysalue. Seuraavassa ilmakuvassa vuodelta 2021 on esitetty edellä mainitut alueet Kemin kaivosalueella.



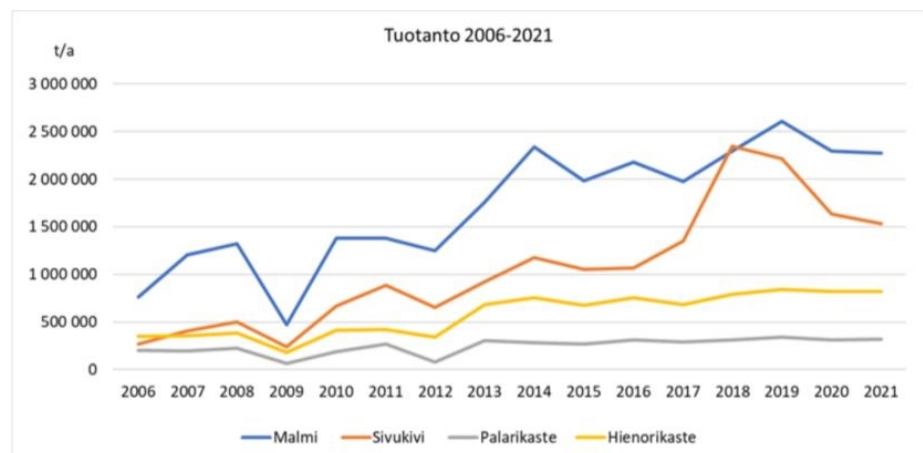
Rikastusprosessi

Louhinnan jälkeen malmi murskataan, seulotaan ja ohjataan rikastamon prosessiin, jossa tuotetaan pala- ja hienorikasteita. Palarikastuksessa malmista erotetaan kaksivaiheisella raskasväliaine-erotuksella palakivi, palarikaste sekä välituote. Erottimina toimivat sink-float rumpuerottimet, joissa käytetään väliaineena piirauta-vesilietettä. Riippuen syötettävän malmin tiheydestä, kappaleet joko kelluvat seoksen pinnalla tai uppoavat siinä. Uponnut jae sisältää kromiittia enemmän kuin kelluva jae. Piirauta pestään pois kivien pinnoilta, puhdistetaan magneettierottimella ja palautetaan prosessiin. Piirauta on kaasuatomisoimalla valmistettua hienoa jauhetta, joka sisältää 15 % piitä ja 85 % rautaa. Palarikastuksessa ei veden selkeyttämiseen käytettävän flokkulantin lisäksi käytetä muita kemikaaleja.

Murskauksessa seulottu hienoaines sekä murskattu välituote syötetään jauhatuksen kautta hienorikastusprosessiin. Jauhatuksessa tai hienorikastuksessa ei käytetä veden selkeytykseen tarvittavan flokkulantin lisäksi muita kemikaaleja. Malmi jauhetaan märkäjauhatuspiirissä, joka koostuu tankomylyistä ja kuulamylyistä sekä luokitusseuloista. Jauhin-kappaleina käytetään terästankoja sekä teräskuulia. Jauhettu malmiliete (0/700 μm) rikastetaan mineraalien ominaispainoeroihin perustuvalla märkäerotusmenetelmällä eli spiraalierottimella hienorikasteeksi. Prosessissa syntyvä rikastushiekka pumpataan vesilietteenä rikastushiekka-altaaseen, jossa rikastushiekka laskeutuu ja erottuva vesi johdetaan selkeytysallaskierron kautta takaisin prosessivedeksi.

Tuotanto

Louhitun malmin sekä pala- ja hienorikasteiden määrät ovat olleet lähes samalla tasolla vuodesta 2013 lähtien, jolloin kaivoksen ja rikastamon tuotantoa nostettiin vastaamaan ferrokromitehtaan tarvetta. Sivukiven määrä on ollut vuosien 2017–2020 aikana suurempaa verrattuna aiempiin vuosiin johtuen DeepMine-projektista, jossa kaivosta on laajennettu noin 1 000 metriin maanpinnan alapuolelle. Projektin aktiiviset louhinnat on saatu päätökseen, mikä näkyy louhitun sivukiven määrän laskuna kohti normaalia tuotantotasoa. Tuotanto malmin, sivukiven, palarikasteen ja hienorikasteen osalta vuosina 2006–2021 on esitetty seuraavassa kuvaajassa.



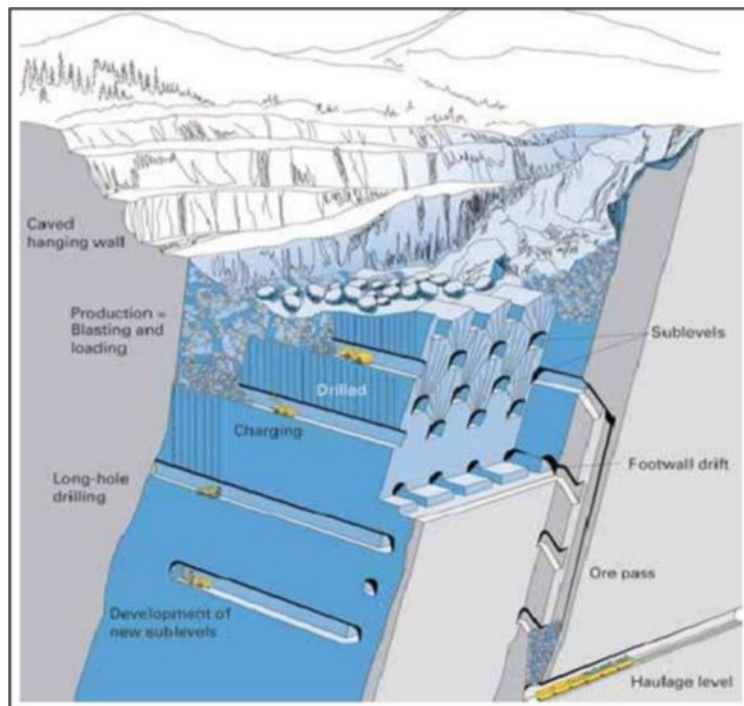
Kaivos- ja rikastusprosessien sivutuotteina muodostuvia pala- ja sivukiviä hyödynnetään kaivosalueella korvaamaan muita luonnonmateriaaleja. Sivukiveä hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan myös kaivosalueen ulkopuolisissa kohteissa. Sivukivet, joille ei ole muodostumishetkellä osoitettavissa hyötykäyttöä, läjitetään kaivosalueella sijaisville läjitysalueille. Rikastushiekka läjitetään rikastushiekka-alueelle. Rikastushiekka-alueelle läjitettyä rikastushiekkaa on erotustekniikoiden kehittyessä mahdollista tulevaisuudessa rikastaa uudelleen sen sisältämän kromin hyödyntämiseksi. Tämän vuoksi rikastushiekka-alueella ei haluta toteuttaa sulkemisvaiheessa sellaisia toimenpiteitä, jotka voisivat estää rikastushiekan hyödyntämisen jatkossa.

Sorroslohintamenetelmä, SLC

Nykyisin käytössä olevan poikittaisen pengertäyttölouhintamenetelmän (pengerlohintamenetelmä) lisäksi käyttöön on suunniteltu otettavan vä-litasorroslohintamenetelmä (Sub-Level Caving = SLC, sorroslohintamenetelmä). Sorroslohinta perustuu kiven rikkoontumiseen painovoimaisesti ja kiven virtaukseen lastausaukoille. Pengerlohintamenetelmässä louhinta etenee alhaalta ylöspäin ja tyhjiin lastatut louhokset täytetään kovettuvalla sivukivitäytteellä tai pelkällä sivukivellä. Sorroslohintamenetelmässä louhinta etenee päinvastaisessa suunnassa eli ylhäältä alaspäin. Menetelmässä on merkittävä kestävän kehityksen po-

tentiaali liittyen luonnonvarojen tehokkaaseen hyödyntämiseen, tuotannon automatisointiin ja sähköistämiseen, typpi- ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen sekä työhygienian ja turvallisuuden parantamiseen.

Sorroslohintamenetelmässä malmi irrotetaan porattujen louhintareikien ja räjähteiden avulla säännöllisin välein tehdyiltä tasoilta. Menetelmässä kivi rikkoutuu painovoimaisesti ja virtaa lastausaukoille. Malmi kuljetaan louhoksista pois jokaisen räjäytyksen jälkeen vastaavalla tavalla kuin pengerialouhinnassa. Sorroslohinnassa louhittuja louhoksia ei täytetä, vaan louhoksesta louhitun malmin tilavuus täyttyy malmin yläpuolelta painovoimaisesti sortuvalla sivukivellä. SLC-menetelmää ei todennäköisesti voida hyödyntää kaivoksella koko esiintymän laajuudelta, jolloin nykyinen pengerialouhintamenetelmä säilyy sivulouhintamenetelmänä niissä malmioissa ja malmioiden osissa, joihin sorroslohinta ei sovellu. Sorroslohinnan koetoiminta on aloitettu Kemin kaivoksella 2.6.2022. Seuraavassa kuvassa on esitetty sorroslohinnan periaatepiirros.



Hakijan tavoitteena on edelleen ottaa sorroslohintamenetelmä (SLC) käyttöön Surmaojan, Eljäjärven ja Viian malmioissa 550-tason alapuolella. Surmaojassa ja Nuottijärvessä 550-tason yläpuolella jatketaan pengerialouhintamenetelmän käyttöä jäljellä olevien malmivarojen osalta arviolta vuoteen 2036 saakka. Viianmaan malmion tutkimus- ja inventointivaihe on edelleen käynnissä, ja tavoitteena on aloittaa malmituotanto Viianmaasta 2030-luvulla pengerialouhinta- ja/tai levysorroslohintamenetelmää käyttäen.

VESISTÖALUEIDEN KUVAUS

Iso-Ruonaoja

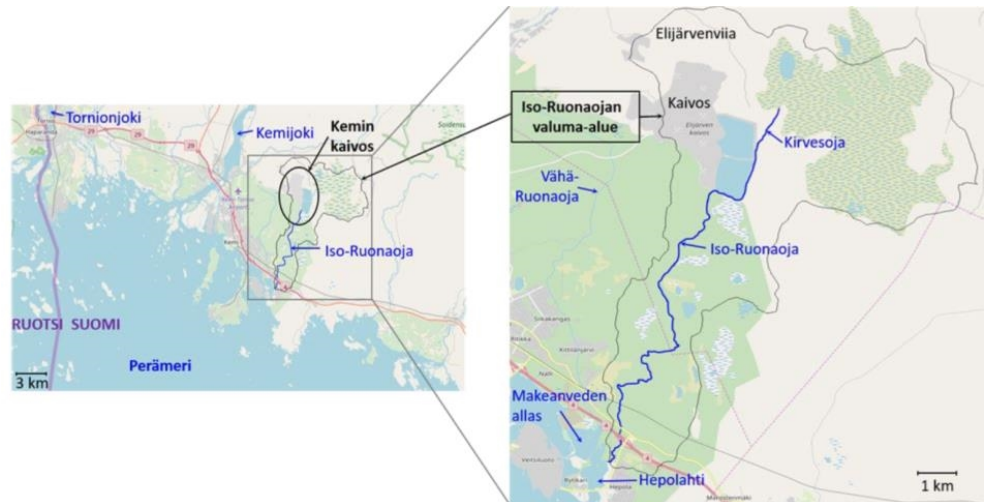
Kemin kaivoksen alueelta purettavat vedet johdetaan Iso-Ruonaojaan, jonka valuma-alueen (84.151) pinta-ala on 60,71 km² ja järvisyys 1,4 %. Ojan yläosa on nimeltään Kirvesoja, joka saa alkunsa Kirvesaavalla sijaitsevasta Kirvesjärvestä. Oja muuttuu Iso-Ruonaojaksi kaivoksen rikastushiekka-altaan 7 itäpuolella. Kirvesojan ja Iso-Ruonaojan yhteenlaskettu pituus on 15,8 kilometriä. Iso-Ruonaoja laskee Kemissä Veitsiluodon itäpuolella sijaitsevaan Hepolahteen, josta on yhteys Perämereen. Iso-Ruonaojan keskivirtaama vuosina 1986–2016 oli Suomen ympäristökeskuksen WSFS-vesistömallijärjestelmän mukaan 0,5 m³/s, keskialivirtaama 0,1 m³/s ja keskiylivirtaama 6,3 m³/s.

Iso-Ruonaojaan laskee jonkin verran ojitusvesiä. Ojaa on perattu vuonna 1975 ja myös muita uoman muokkauksia on tehty kaivoksen perustamisen jälkeen. Iso-Ruonaojan vesistön käyttö on vähäistä, ja sen varrella on asutusta vain alajuoksulla juuri ennen Hepolahteen yhtymistä. Iso-Ruonaojan suisto on hauen ja ahvenen kutualuetta. Lisäksi alajuoksu ja Hepolahden pohjoisosa ovat linnustoltaan arvokkaita alueita, jotka yleiskaavassa on osoitettu luonnonsuojelu- ja virkistysalueiksi. Iso-Ruonaojan varrella sijaitsee pieni yksityinen suojelualue Iso-Ruonaojan purolehto.

Kemin kaivoksen lisäksi Iso-Ruonaojaa kuormittavat Tuhkamaan alueen maa-ainesottamot, joiden valumavesiä johdetaan Iso-Ruonaojaan avo-ojia pitkin. Maa-ainesottamoilla on toimintoihinsa kunnallisen viranomaisen myöntämät ympäristöluvut (Morenia Oy: Meri-Lapin ympäristölautakunta Dnro 1253/11.01.00.05/2021; Tapojärvi Oy: Meri-Lapin ympäristölautakunta Dnro 440/11.01.00/2021 ja Kemin Ajotilaus Oy: Meri-Lapin ympäristölautakunta Dnro 1431/11.01.00.06/2021). Kahdessa näistä tehdään aktiivisesti maa-aineksen ottoa avolouhintana.

Hepolahti

Hepolahti on Perämerestä erottunut lahti, joka yhdistyy eteläpuolelta kapealla lasku-uomalla mereen ja länsipuolelta kapealla kanavalla Rytikarin vesialtaaseen. Iso-Ruonaojan lisäksi Hepolahteen laskevat Töyränoja, jonka valuma-alueen koko on kartalta arvioituna 12,2 km², sekä makeavesialtaan kautta myös Vähä-Ruonaoja (valuma-alue 25,15 km²). Hepolahti on jakautunut selvästi kahteen osaa, joita erottaa kapea kanava. Lahdella harrastetaan kalastusta ja sen rannalla on muun muassa lintutorni ja uimaranta. Kirvesoja, Iso-Ruonaoja ja sen valuma-alue, Hepolahti ja Perämeren pohjukan Suomen puoleinen merialue on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kemin edustan merialue

Kemin edustan merialue, johon Iso-Ruonaoja Hepolahden kautta laskee, on osa Perämeren matalaa rannikkovyöhykettä. Ominaista tälle vyöhykkeelle on rantaviivan rikkonaisuus ja jokisuistot. Alueelle laskee kaksi suurta jokea, Tornionjoki ja Kemijoki, jotka tuovat alueelle jokivettä noin 30 km^3 vuodessa. Tämä on yli neljännes Perämereen laskevien jokien kokonaismäärästä. Jokien vaikutus merialueen vedenlaatuun ja virtauksiin on merkittävä: Jokivesi parantaa alueen veden vaihtuvuutta ja sekoittumista ja siten edesauttaa jätevesien laimentumista, toisaalta jokivesi lisää kuormitusta. Veden pääkiertoliike Perämeren pohjukassa on Suomen rannikkoa pohjoiseen ja Ruotsin rannikkoa etelään päin. Paikallisesti virtaukset määräytyvät pohjan ja rantavyöhykkeen morfometrian eli muotojen, jokien virtaamien, tuuliolosuhteiden ja meriveden pinnankorkeuksien mukaan.

Lähimmät luokitellut vesimuodostumat

Iso-Ruonaoja ja Hepolahti eivät kuulu mihinkään vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain (1299/2004, vesienhoitolaki) mukaisesti luokiteltuun vesimuodostumaan. Tässä selvityksessä käytetään jatkossa termiä vesienhoitolainsäädäntö tarkoittamaan vesienhoitolain ja sen nojalla annettujen muiden säädösten tarkoittamaa kokonaisuutta, joiden yleisenä tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä niin, ettei pinta- ja pohjavesien tila heikkene ja että niiden tila on vähintään hyvä. Kemin kaivoksen vaikutusalueen lähimmät luokitellut vesimuodostumat ovat rannikkovesimuodostumia, jotka kuuluvat Perämeren sisempiin rannikkovesimuodostumiin (Maksniemi sisä ja Ajos sisä -muodostumat) sekä ulompiin rannikkovesiin (Kemi-Simo ulko -muodostuma). Rannikkovesimuodostumien rajat sekä Iso- ja Vähä-Ruonaojan sijainnit on esitetty seuraavassa kuvassa. Iso- ja Vähä-Ruonaojat sekä Hepolahti ja makeavesiallas eivät kuulu mihinkään vesimuodostumaan.



Vesienhoidon kolmannella luokittelukierroksella Kemin edustan rannikkovesimuodostumien ekologinen tila on arvioitu tyydyttäväksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi. Kemin edustan rannikkovedet kuuluvat Kemijoen vesienhoitoalueeseen. Merenhoitosuunnitelma sisältää merialueen lisäksi myös rannikkovedet, joten vesien- ja merenhoidon suunnittelualueet ovat osin päällekkäiset. Vesienhoitoalueen hoitosuunnitelmaa ja toimenpideohjelmää tuloksineen on käsitelty tarkemmin myöhemmin.

TYPPI VESIEKOSYSTEEMISSÄ

Kemijoen vesienhoitoalue

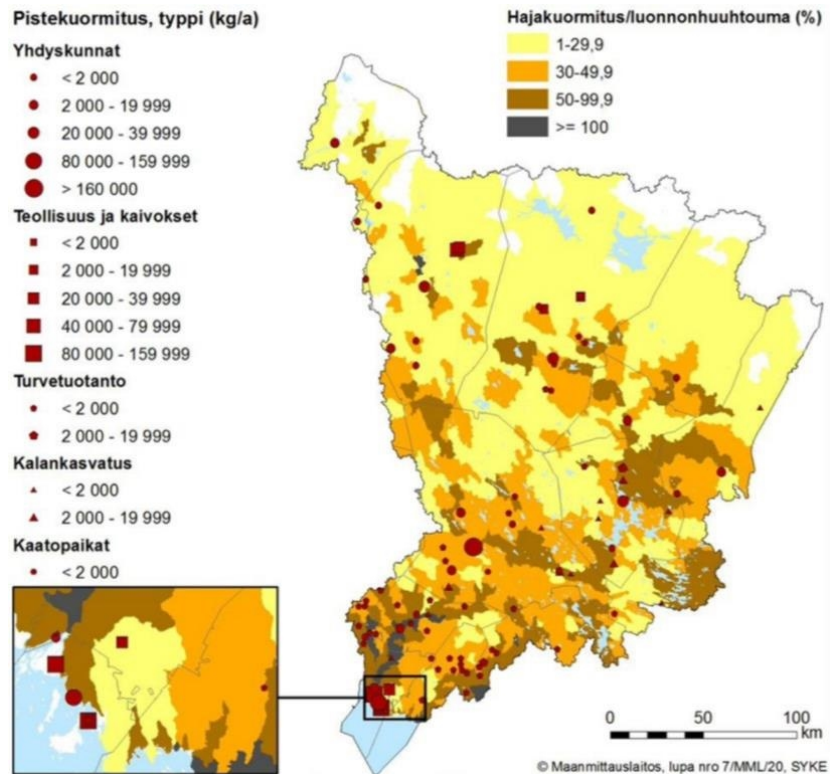
Vesistöjen tilaan vaikuttavat sekä luontaiset tekijät että ihmistoiminta. Suurin osa Kemijoen vesienhoitoalueen kokonaisainevirtaamasta on peräisin hajakuormituksesta ja luonnonhuuhtoumasta, jolloin hydrologiset olosuhteet vaikuttavat merkittävästi ravinteiden ainevirtaamiin ja niiden vuosittaiseen vaihteluun. Runsassateisina vuosina ravinteiden huuhtoutuminen on ollut noin kaksinkertaista verrattuna vähäsateisiin vuosiin, ja kiintoaineen kohdalla huuhtoumissa ero on vieläkin suurempi. Sadanta ja valunta vaikuttavat myös vuoden sisäiseen ainevirtaamavaihteluun, joten huuhtoutuminen on suurinta lumien sulaessa ja runsassateisina ajanjaksoina.

Kemin edustan merialueeseen vaikuttaa merkittävästi Kemijoen tuoma kuormitus. Kemijoen vesienhoitoalue on jaettu 11 osa-alueeseen, ja Kemin kaupungin edusta rannikkoineen kuuluu Kemijoen alaosan osa-alueeseen, johon Kemin kaivoksenkin vedet Iso-Ruonaojan ja Hepolahden kautta johtuvat. Kemijoen alaosan merkittävimmät kuormittajat ovat luonnonhuuhtouma (46 % kuormituksesta), pistekuormittajat (30 %), metsätalous (13 %) ja maatalous (7 %). Koko Kemijoen vesienhoitoalueen merkittävin kuormitus tulee luonnonhuuhtoumasta (66 %). Seuraavaksi merkittävimmät kuormittajat ovat metsätalous (14 %), pistekuormitus (7 %) ja laskeuma (6 %). Yhteensä Kemijoen ja sen vesienhoitoalueen rannikon merialueelle tuoma typpikuormitus vuosina 2012–2020 oli keskimäärin 8 634 tonnia vuodessa. Kemin kaivoksen typpikuormitus vuosina 2012–2021 oli keskimäärin 25 tonnia vuodessa, mikä on Kemijoen vesienhoitoalueella noin 0,3 % merialueen kokonaiskuormituksesta ja noin 2 % Kemijoen alaosan kokonaiskuormituksesta.

Seuraavassa taulukossa on esitetty Kemijoen alaosan mukaan lukien rannikko sekä Kemijoen vesienhoitoalueen muiden 10 osa-alueen typpikuormitus (N t/v) kuormittajien kesken vuosina 2012–2020.

	Maa- talous	Metsä- talous	Haja- asutus	Hule- vesi	Laskeuma	Piste- kuormitus	Luonnon- huuhtouma	Yhteensä
Kemijoen alaosa	91	168	12	1	31	378	584	1 265
Muut 10 osa- aluetta	324	1 050	38	2	524	262	5 168	7 369
Yhteensä	415	1 218	50	3	555	640	5 752	8 634

Pistekuormittajista rannikolle keskittyvän massa- ja paperiteollisuuden jätevesipäästöt kohdistuvat suoraan merialueelle. Teollisuuden jätevesien aiheuttama paine on arvioitu merkittäväksi Ajos sisä ja Maksniemi sisä -vesimuodostumissa. Rannikkoalueen pistekuormittajista Kemin edustalla vuosina 2012–2018 suurimmat ovat olleet Kemin kaupunki (jätevedenpuhdistamo, suuruusluokassa 80–160 N t/v), Metsä Fibre Oy (E-PRTR: 111–195 N t/v), Stora Enso Oy (E-PRTR: 86–226 N t/v) sekä Kemin kaivos (7,5–47 N t/v). Kemijoen alaosan pistekuormituksesta kaivoksen osuus on noin 7 %. Massa- ja paperiteollisuuden kuormitukset ovat olleet laskusuunnassa 2000–2010-luvuilla lukuun ottamatta typpeä, jonka kuormitus on kasvanut vuoden 2009 jälkeen. Stora Enson Veitsiluodon sellu- ja paperitehdas lopetti toimintansa syyskuussa 2021, minkä uskotaan vähentävän kuormitusta Maksniemi sisä -alueelle ja sitä kautta Kemin edustan merialueelle. Kemiin on suunnitteilla uusi kunnallinen jätevedenpuhdistamo, ja jos uudistuksen myötä tehostetaan puhdistustehoa, voidaan sen myötä olettaa Ajos-sisä-vesimuodostuman kuormituksen vähenevän jossain määrin. Seuraavassa kuvassa on esitetty typen pistekuormitus 2012–2018 (YLVA-rekisteri) sekä hajakuormituksen suhde luonnonhuuhtoumaan (VEMALA) 2012–2019 Kemijoen vesienhoitoalueella.



Kaivokset ja metsäteollisuus Kemijoen vesienhoitoalueella

Kemijoen vesienhoitoalueella on viisi 2000-luvulla toiminnassa ollut kaivosta, joista yksi on Kemin kromikaivos. Kemijoen vesienhoitosuunnitelmassa kaivosten päästöjen vaikutus on arvioitu merkittäväksi viidessä vesimuodostumassa Kitisen ja Ounasjoen suunnittelualueilla. Kolmannen kauden vesienhoitosuunnitelmassa kaivannaisteollisuudesta aiheutuvan hajakuormituksen ja kaivosvesien pistekuormituksen on arvioitu olevan merkittävä vesien tilaan vaikuttava paine 2 %:ssa pintavesimuodostumista. Nämä pintavesimuodostumat eivät ole Kemin kaivoksen vaikutusalueella. Metsäteollisuudella puolestaan on merkittävä paine kahdessa rannikon vesimuodostumassa, joihin myös Iso-Ruonajan ja Hepolahden vedet laskevat. Stora Enson Veitsiluodon paperitehdas, joka sijaitsee Hepolahden välittömässä läheisyydessä, on lopettanut toimintansa syyskuun lopussa 2021. Tämän myötä Ajoksen ja Maksniemen vesimuodostumien ravinnekuormituksen voidaan olettaa pistekuormituksen osalta pienentyneen.

Kemin edustan yhteistarkkailu

Kemin edustan yhteistarkkailussa tehdyissä vedenlaadun seurannoissa on havaittu ravinteiden osalta kokonaisfosforipitoisuuksien laskeva trendi vuoden 1990 jälkeen. Kokonaistyyppipitoisuuksissa on havaittavissa lievää nousua kahdessa tarkkailupisteessä Veitsiluodonlahden suulla sekä ulompana merialueella, mutta muilla pisteillä selvää kehityssuuntaa ei ole nähtävissä. Veitsiluodonlahden suun kohonneiden tyyppipitoisuuksien arvellaan johtuvan Stora Enson Veitsiluodon tehtaiden kasvaneesta tyyppikuormituksesta tarkastelujaksolla. Tämä suuntaus oletettavasti muuttuu, kun tehdas on suljettu syyskuussa 2021.

Vuonna 2020 tehdyssä tarkkailussa talviaikana jokivesien vaikutus vedenlaatuun merialueen tarkkailupisteillä oli huomattava. Pintaveden keskimääräiset typpipitoisuudet ilmensivät pääasiassa karua ja lievästi rehevää veden laatua, mutta jäteveden purkupisteiden läheisyydessä Selkäsaaren ja Ajoksen välisellä merialueella keskimääräinen typpipitoisuus viittasi rehevään vedenlaatuun. Kesäaikana näytepisteiden vesi oli pääasiassa merivettä muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta.

Kokonaisfosfori ja -typpipitoisuudet olivat keskimäärin korkeampia Kemijokisuun sekä jätevesien purkupisteiden lähistöllä kuin ulompana sijaitsevien pisteiden pitoisuudet. Tarkkailuvuonna 2020 metsäteollisuuden ja jätevedenpuhdistamon Kemin edustalle tuoma fosforikuorma oli 43 kg/vrk ja typpikuorma 843 kg/vrk. Vastaavasti kaivoksen laskennallinen kuormitus vuonna 2020 oli fosforin osalta 0,6 kg/vrk ja typen osalta 130 kg/vrk. Kemijoen ainevirtaamat puolestaan olivat fosforin osalta 1 326 kg/vrk ja typen osalta 24 144 kg/vrk. Kemijoen ainevirtaamisissa oli tapahtunut kasvua, mikä osaltaan selittyi suurempien virtaamien johdosta. Sama on havaittavissa myös Kemin kaivoksen kuormituksessa – runsasvetisinä vuosina kuormitus on suurempaa kuin kuivina vuosina. Kaiken kaikkiaan Kemin edustan merialueen veden laadun todettiin raportissa parantuneen viimeisten vuosikymmenten aikana jätevesien käsittelyn tehostumisten myötä.

Typpijakeet ja niille esitetyt normit

Typen kierron pääperiaatteet ovat samat sekä maa- että vesiekosysteemeissä, ja se on vesiekosysteemin pääraavinne yhdessä fosforin kanssa. Typen merkittävyyttä ja vesistövaikutuksia arvioitaessa tulisi aina huomioida myös fosfori, joka typen ohella on toinen perustuotantoon oleellisesti vaikuttava kasviraavinne. Typen lähteet ovat ilmakehässä, ja se jouuu maa- ja vesiekosysteemeihin joko luontaisesti typpeä sitovien mikrobien kautta (biologinen typensidonta) ja sähkönpurkausten avulla (salamat) tai keinotekoisesti ihmistoiminnan kautta lannoitteista sekä liikenteen, teollisuuden ja energiantuotannon päästöistä. Typensidonta vaatii runsaasti energiaa sekä luonnossa että teollisuudessa.

Typpi esiintyy vesistöissä molekulaarisena typpenä (N_2), ammoniumina (NH_4), nitriittinä (NO_2), nitraattina (NO_3), liuenneina orgaanisina typpiyhdisteinä (DON) ja orgaanisina hiukkasmaisina typpiyhdisteinä (PON). Typen epäorgaaniset muodot (NH_4 , NO_3 ja NO_2) ovat luonnossa stabiileja ja aiheuttavat rehevöitymistä yhdessä fosforin kanssa. Ammonium-nitraatti- tai kokonaistypelle ei ole EU:ssa eikä Suomessa asetettu raja-arvoja vesieliöstön suojelemiseksi.

Euroopan yhteisöjen nitraattidirektiivin (91/676/ETY, Suomessa täytäntöön pantu asetuksella 1250/2014) tavoitteena on vesien suojelu maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta ehkäisemällä ja vähentämällä lannan ja muiden lannoitteiden käytöstä, varastoinnista ja käsittelystä sekä eläintuotannosta aiheutuvia päästöjä pintavesiin, pohjavesiin, maaperään ja ilmaan. Nitraattidirektiivissä on asetettu pintavesien laatu normin enimmäisarvoksi 25 mg/l ja pohjavedelle

vastaavasti 50 mg/l. Nitraattidirektiivin seurannasta raportoidaan neljän vuoden välein, ja viimeisimmän raportointijakson (2016–2019) aikana Suomessa nitraatin pitoisuudet nousivat pintavesien osalta kahdeksassa Etelä-Suomen maatalousvaltaisten alueiden joessa ajoittain lähelle direktiivin asettaman normia tai ylittivät sen. Pohjavesien osalta normi 50 mg/l ylittyi neljällä maa- ja metsätalouden kuormittamalla alueella, mutta valtaosin pitoisuudet olivat selvästi alle normin. Vuodesta 1996 lähtien pintavesien nitraattipitoisuudet ovat pysyneet pääosin vakaina tai laskeneet lievästi. Vastaavasti pohjavesien muutossuunta edelliseen raportointijaksoon verrattuna oli vakaa puolessa kohteista ja lievästi laskeva noin viidesosalla kohteista. Yleisesti ottaen direktiivi on osoittautunut tehokkaaksi, sillä vesien nitraattipitoisuudet ovat EU-tasolla laskeneet sekä pinta- että pohjavesissä.

Vesienhoidon järjestämisestä annetussa valtioneuvoston asetuksessa (1040/2006, vesienhoitoasetus) on säädetty pohjaveden kemiallisen tilan luokittelusta. Vesienhoitoasetuksen mukaan pohjavesimuodostuman kemiallinen tila luokitellaan hyväksi, jos vuosikeskiarvona laskettu pilaaavan aineen pitoisuus ei ylitä ympäristölaatunormia. Nitraatille säädetty ympäristölaatunormi on 50 mg/l ja ammoniumtyypelle vastaavasti 0,2 mg/l.

Talousveden laatuvaatimuksista on säädetty Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (1352/2015, talousvesiasetus). Talousvedellä tarkoitetaan juomavettä sekä elintarvikkeiden tuotannon, valmistuksen, jalostuksen, säilyttämisen tai kaupanpidon yhteydessä käytettävää vettä. Asetuksessa on talousveden laatuvaatimukseksi asetettu nitraatille alle 50 mg/l sekä nitriitille alle 0,5 mg/l ja ammoniumtyypelle laatusuositukseksi alle 0,5 mg/l.

Tutkimustyötä ammonium- ja nitraattityypen vaikutuksista vesistöjen eliöstöihin on tehty eri puolilla maailmaa, ja näiden tutkimusten perusteella on asetettu erilaisia ohjearvoja. Näiden normien alittavien pitoisuuksien ei ole arvioitu vaikuttavan vesieliöstöihin. Kanadassa tehtyjen ekotoksikologisten tutkimusten perusteella asetettiin veden laadulle ohjearvot, joiden mukaan makeavedessä nitraatin kuukausikeskiarvo saa olla 3,0 mg/l (nitraatille typpenä, N, ilmaistuna) ja maksimipitoisuus vastaavasti 32,8 mg/l (CCME 2009). Ammoniumtyypen osalta Yhdysvaltain ympäristövirasto on asettanut akuutin toksisuuden rajaksi 17 mg/l ja kroonisen toksisuuden (30 päivän ka.) rajaksi 1,9 mg/l (US EPA 2013).

Edellä esitettyjä normeja ei sovelleta Kemin kaivoksen vesistökuormituksessa. Sitä vastoin pintavesien kemiallisesta tilasta säädetään asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006, Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista), jossa tyyppiyhdisteitä ei ole säädetty vesiympäristölle vaarallisiksi ja haitallisiksi aineiksi.

Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia havaitaan jo Suomen vesienhoitoalueilla. Vaikutusten arvioidaan lisääntyvän olennaisesti tulevina vuosikymmeninä ja erityisesti mentäessä kohti vuosisadan loppua. Tiedot vaikutuksista etenkin ekologiaan ovat vielä puutteellisia, ja ne perustuvat erilaisiin ilmastoskenaarioihin. Kemijoen vesienhoitoalueella valunnan on arvioitu muuttuvan 2050-luvulle mentäessä 0–10 %. Talven ja syksyn valunta kasvaa, kesällä valunnan ennakoidaan pienenevän. Virtaaman muutos on vuositasona hieman pienempi kuin valunnan muutos, etenkin runsasjärvisillä alueilla. Minimivirtaamat voivat kasvaa, sillä nykyilmastossa ne ajoittuvat pääosin talveen ja talven virtaamien ennustetaan kasvavan.

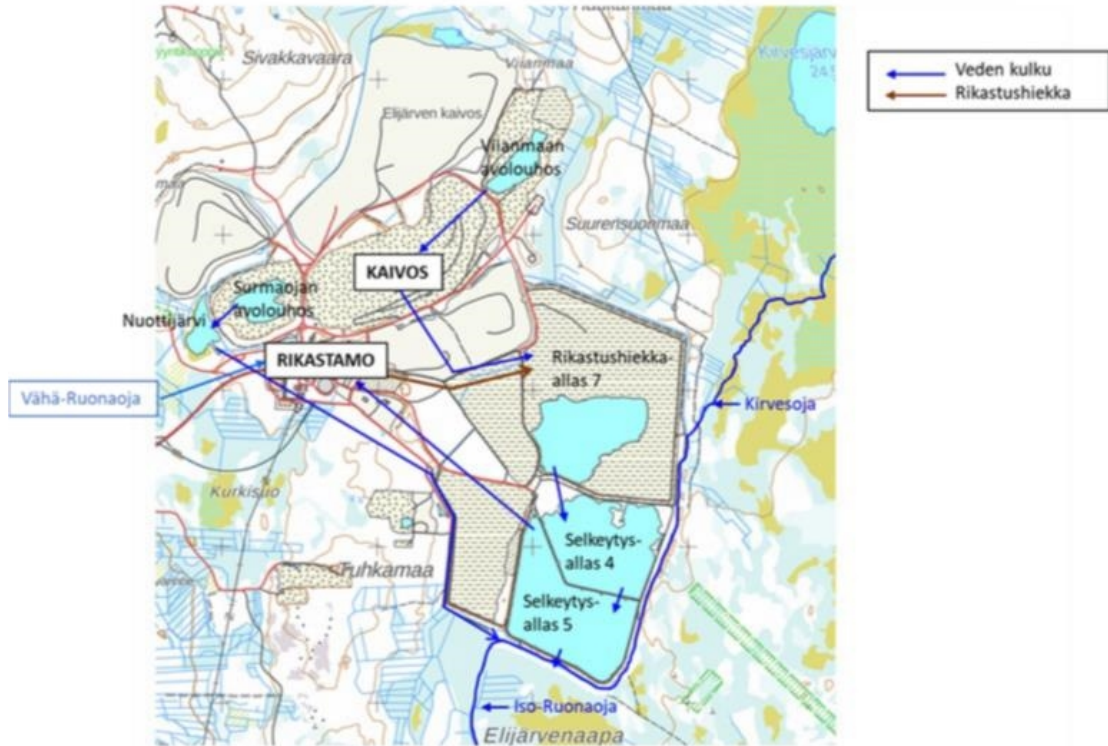
Ilmastonmuutosta on vaikea erottaa muista vedenlaatuun ja ekologiaan vaikuttavista tekijöistä. On arvioitu, että veden lämpötilan nousun ja kasvukauden pitenemisen myötä vesistöjen perustuotanto saattaa lisääntyä, rehevöityminen voimistua ja leväkukintojen määrä kasvaa. Pohjavesivarantoihin kohdistuvista vaikutuksista tiedetään vähemmän kuin pintavesiin kohdistuvista, mutta tehtyjen laskentojen perusteella talviaikaiset pohjavedenkorkeudet nousisivat, kun taas kesäaikaiset laskisivat hieman loppukesästä.

KEMIN KAIVOKSEN VESIKIERTO JA KUORMITUS

Kaivoksen vesien kierto

Kemin kaivoksen prosessivesikierto on niin sanottu suljettu kierto ja vain noin 3–4 % tuotannossa käytetystä vedestä otetaan ulkopuolelta Vähä-Ruonaojasta. Vähä-Ruonaojaa pitkin johdetaan Kemijoesta Veitsiluodon tehdasalueelle pumpattava makeavesi. Rikastamon prosessissa käytetty vesi ja maanalaisen kaivoksen kuivanapitovedet johdetaan rikastushiekka-altaaseen 7 ja sieltä selkeytysaltaille 4 ja 5. Allaskierrossa vedestä laskeutuu kiintoaines ja lämpiminä vuodenaikoina tapahtuu luontaista typenpoistoa.

Selkeytynyttä allasvettä käytetään rikastamon raakavetenä. Osa vesialtailla selkeytetystä vedestä johdetaan purkupisteen kautta Iso-Ruonaojaan. Vesiä kulkeutuu Iso-Ruonaojaan myös rikastushiekka- ja selkeytysaltaiden patovallien läpi, jotka ovat rakenteiltaan suotavia. Lisäksi Iso-Ruonaojaan johdetaan Nuottijärven kautta Surmaojan avolouhoksen vesiä. Surmaojan avolouhos on tyhjentynyt kesän 2022 aikana, ja nykyisin pumppausta tehdään kuivanapitoa varten. Raakavesi maanalaiseen kaivokseen otetaan Viianmaan avolouhoksesta, joka on vuosien saatossa täytynyt vedellä. Kaivoksen vesikierto on esitetty seuraavassa kuvassa.

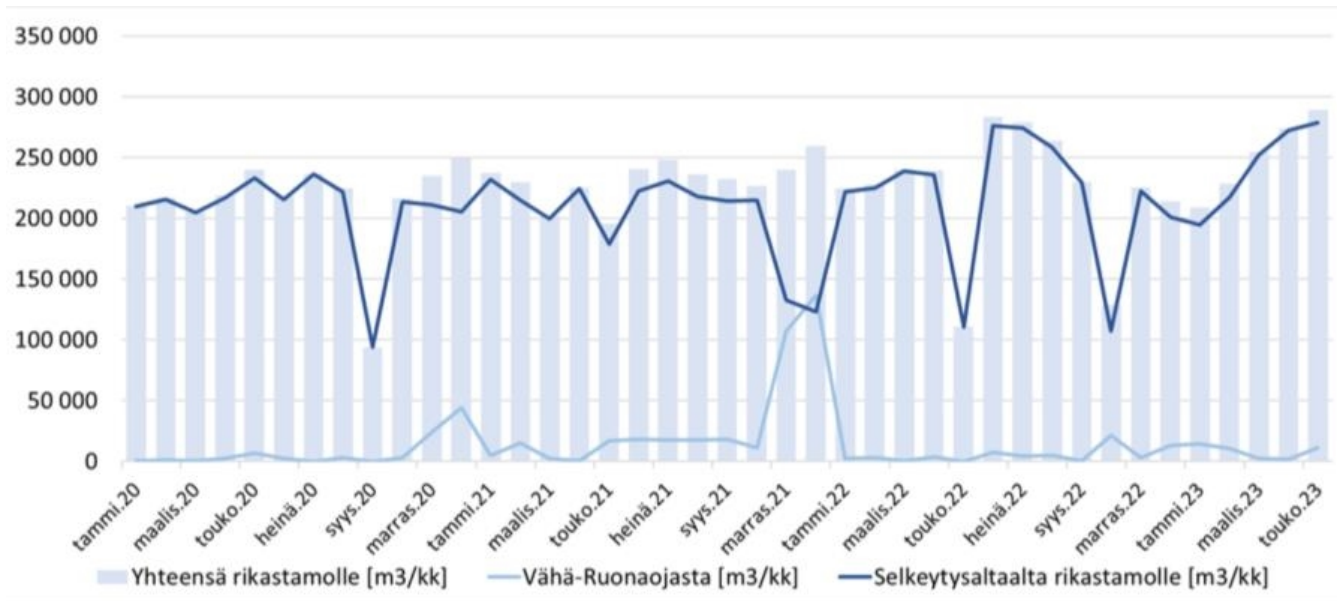


Rikastusprosessissa käytetään normaalitoiminnassa pitkälti yli 90 prosenttisesti selkeytysaltailla pumpattua raakavettä. Vähä-Ruonaojasta otettavan veden määrä vaihtelee kuukausittain, mutta selkeää säännöllisyyttä ei ole. Kuukausittainen vesimäärä vaihtelee normaalitoiminnassa muutamasta sadasta kuutiosta noin 5 000–10 000 kuutiioon rikastamon kokonaisvedenkulutuksen ollessa noin 200 000–260 000 m³/kk. Seuraavassa taulukossa on esitetty vuosittaiset Vähä-Ruonaojasta ja allaskierrosta rikastamolle pumpattavat vesimäärät, rikastamon vuosittainen koko vesimäärä sekä Vähä-Ruonaojan prosentuaalinen osuus rikastamolla käytetystä vesimäärästä vuosina 2018–2022.

	2018	2019	2020	2021	2022
Vähä-Ruonaojasta [m ³]	59 589	29 100	88 148	367 316	64 268
Selkeytysaltaalta rikastamolle [m ³]	2 558 407	2 711 300	2 477 405	2 405 133	2 601 101
Yhteensä rikastamolle [m ³]	2 617 996	2 740 400	2 565 553	2 772 449	2 665 369
Vähä-Ruonaojan kokonaisosuus [%]	2,3	1,1	3,4	13,2	2,4

Vähä-Ruonaojasta pumpataan vettä linjaston ja pumppujen ylläpitämiseksi, linjaston jäätyksen estämiseksi talviaikana sekä tarpeeseen, kuten seisokit, huoltotoimenpiteet ja häiriötilanteet. Esimerkiksi vuonna 2020 uusittiin allasalueella raakaveden pumppaamo, minkä johdosta Vähä-Ruonaojasta pumpattiin normaalia enemmän vettä. Vuonna 2021 puolestaan tapahtui raakavesiputken rikkoutuminen, mikä aiheutti toukokuusta alkaen lievää kohoamista vedenottotarpeessa Vähä-Ruonaojasta ja putkilinjan korjaustoiminen ajan (marras-joulukuun taite) vesi otettiin tuotannon varmistamiseksi kokonaisuudessaan Vähä-Ruonaojasta.

Seuraavassa kuvassa on esitetty rikastamon kuukausittainen raakaveden määrä (m^3/kk , siniset palkit), allaskierrosta pumpattu vesimäärä (m^3/kk , tummansininen viiva) ja Vähä-Ruonaojasta pumpattu vesimäärä (m^3/kk , vaaleansininen viiva).



Vähä-Ruonaoja toimii rikastamon prosessin raakaveden varalähteenä ja vettä pumpataan normaalitoiminnan aikana vain putkilinjan ja pumppujen ylläpitämiseksi. Suurempia määriä vettä pumpataan vain tarpeeseen, kun rikastamon toiminta on turvattava poikkeavissakin tilanteissa. Näin ollen hakijan näkemys on, että Vähä-Ruonaojan vedenottomäärä nykyisellään on hyvin vähäistä eikä sillä ole normaalitoiminnan aikana merkittävää vaikutusta kaivoksen vesitaseeseen.

Kaivoksen ympäristö on suovaltaista, ja kaivoksen vesialtaat (selkeytysaltaat) on aikanaan rakennettu turvemaan päälle. Tämän vuoksi selkeytysaltaiden 4 ja 5 pohja on hyvin pehmeää, turvepitoista maata ja altailla kelluu suuria turvelautoja. Turvelautat ovat muodostuneet luontaisesti ajan saatossa, ja suurimmilla lautoilla on laajoja ruoko- ja osmankäämikasvustoja. Selkeytysaltaat tarjoavat linnustolle erinomaiset pesimä- ja ruokailumahdollisuudet, sillä runsaan kasvillisuuden lisäksi selkeytysaltailla elää myös runsaslukuinen kalasto.

Kaivoksen vesitase

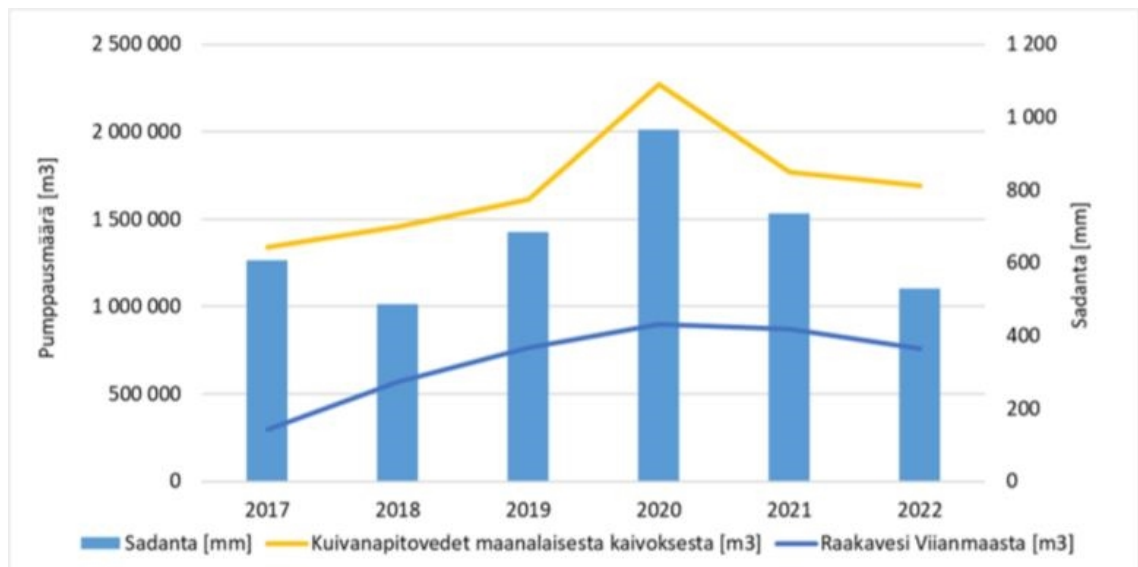
Kaivoksella on meneillään GoldSim-mallinnus vesi- ja ainetaseesta, ja sen myötä vesitaseen laskenta tulee kehittymään nykyisestään ja saada ennuste, jolla voidaan hallita kaivoksen vesitasetta.

Deep Mine -projektissa kaivosta on syvennetty -1 000 m mpy -tasolle, jolloin normaalilouhinnan lisäksi on tehty laajennukseen liittyviä louhintoja. Tämän vuoksi Viianmaan avolouhoksesta otettavan maanalaisen kaivoksen raakaveden määrä on ollut suurempaa. Käytetty raakavesi pumpataan lopulta kuivanapitovesien mukana rikastushiekka-altaille.

Kaivoksen laajennuksen voidaan olettaa vaikuttavan myös kuivanapitovesien määrään, jolloin suotovesiä muodostuu laajemmalla alueella kaivoksen pinta-alan kasvaessa. Näin ollen Deep Mine -projektin vaikutukset vesitaseeseen liittyvät raakaveden määrään sekä kuivanapitovesien määrään.

Raakaveden käyttöä on lisätty viime vuosina maanalaisessa kaivoksessa myös pölynhallintatoimissa, kun louhoksia kastellaan ja tiloja puhdistetaan raakaveden avulla. Tämän johdosta suora korrelaatiota Deep Mine -projektin vaikutuksista raakaveden määrään ja sitä kautta vesitaseeseen ei voida nähdä samaan aikaan muuttuneiden pölynhallintatoimien myötä.

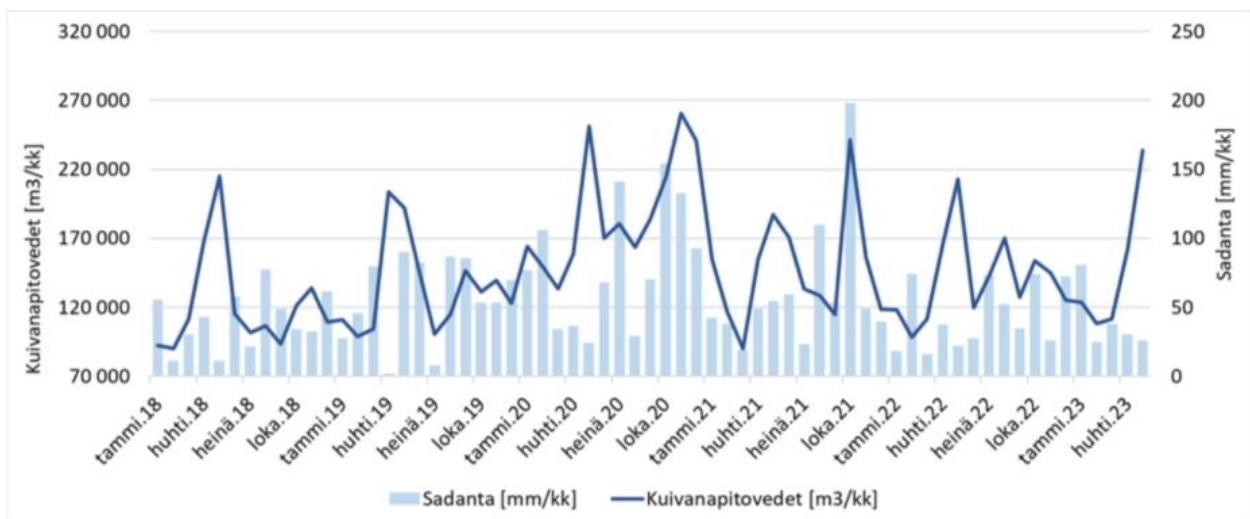
Raakaveden ja kuivanapitovesien määrät sekä sadannat on esitetty seuraavassa kuvassa. Kuvasta nähdään raakaveden käytön (sininen kuvaaja, 2017: 295 000 m³, 2020–2022: 759 000–900 000 m³) sekä kuivanapitovesien (keltainen kuvaaja, 2017: 1 341 000 m³, 2020–2022: 2 272 000–1 690 000 m³) nousevat trendit, jotka ovat lähteneet lievään laskuun Deep Mine -projektin louhintatöiden päätyttyä vuonna 2021. Kuivanapitovesien osalta on nähtävissä myös sadannan (siniset palkit, mm) merkittävä vaikutus – sateisina vuosina suotoveden ja sitä myöden kaivoksesta maan pintaan pumpattavien kuivanapitovesien määrät kasvavat.



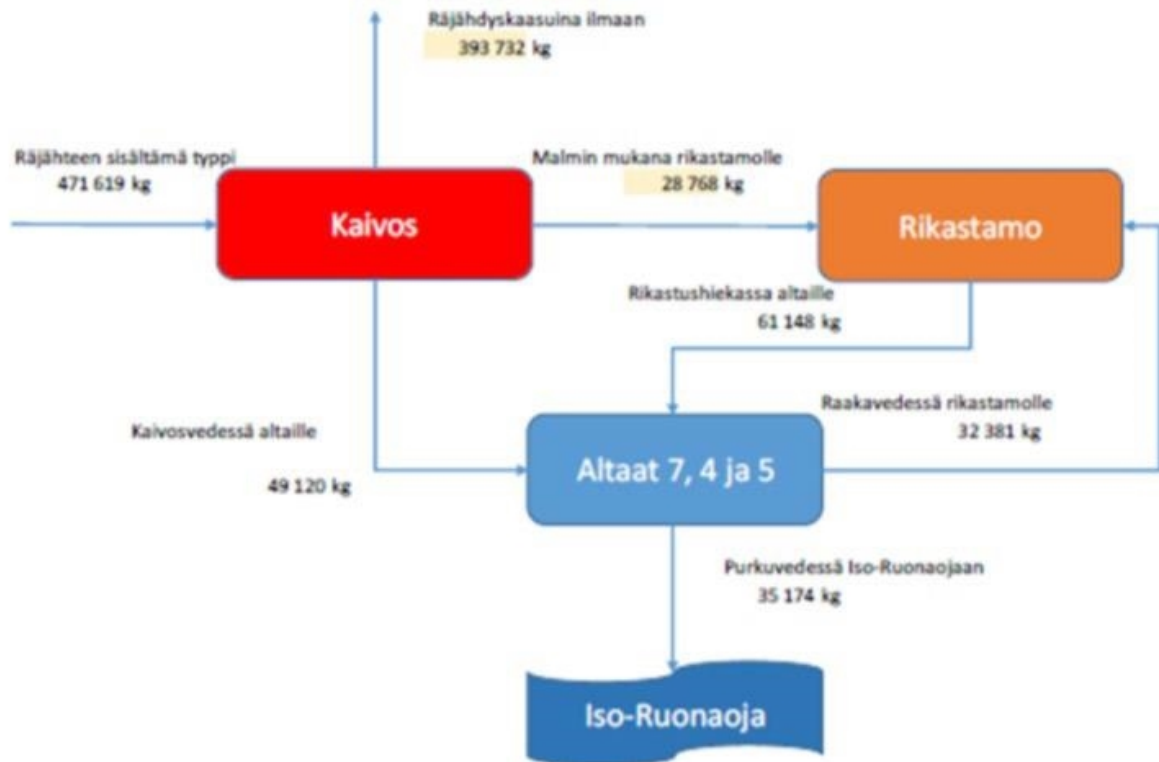
Sorroslouhintaa (SLC) on kaivoksella tehty vasta lyhyen aikaa, joten sen mahdolliset vaikutukset eivät vielä näy havaittavasti vesitaseessa. Kemin kaivoksen hydrogeologisen selvityksen mukaan sorroslouhinta vaikuttaa suotovesien määrään 2050-luvulla, jolloin kaivoksen -150 m mpy suotoveden sekä syvien osien suotoveden määrät näyttäisivät kasvavan verrattuna pengerlouhintaan. Tämän arvioidaan johtuvan siitä, että SLC-louhinta aiheuttaa syvyyden -525 m mpy alapuolelle kuivan alueen, jolloin pohjaveden virtauksen gradientti syvyyssuuntaan kasvaa ja siirtää avolouhosten vuotoa SLC-louhinnan alueelle.

Määrällisesti suotovesiä muodostuu tällä hetkellä $\sim 4\,230\text{ m}^3/\text{vrk}$. Jatkettaessa pengerlouhinnalla konservatiivisen hydrogeologisen mallinnuksen mukaan arvio suotovesien määrästä olisi 2030-luvulla $\sim 5\,140\text{ m}^3/\text{vrk}$ ja 2050-luvulla $\sim 6\,760\text{ m}^3/\text{vrk}$. Vastaavasti siirryttäessä täysin SLC-louhintaan on arvio suotovesistä 2030-luvulla $\sim 5\,690\text{ m}^3/\text{vrk}$ ja 2050-luvulla $\sim 10\,500\text{ m}^3/\text{vrk}$. Tämänhetkisten konservatiivisten arvioiden mukaan SLC-menetelmä lisäisi suotovesien määrää 2030-luvulla noin 10 % ja 2050-luvulla noin 35 % verrattuna pengerlouhintaan. Tässä on huomioitava, että kaivoksella ei tämänhetkisen suunnitelman mukaan olla siirtymässä täysin SLC-louhintaan, vaan pengerlouhinta säilyy louhintamenetelmänä osassa kaivosta. Tällä voi olla vaikutusta myös suotovesien muodostumiseen määrää alentavasti.

Kaivoksen kuivanapitovesien kuukausittaiset määrät (m^3) sekä sadanta (mm) ajanjaksolta 1/2018–5/2023 on esitetty seuraavassa kuvassa. Kuvasta nähdään, että keväisin sulamis- ja valumavedet lisäävät kuivanapitovesien määrää. Samoin nähdään, että erittäin runsassateiset ajanjaksot, kuten syys–marraskuu 2020 ja lokakuu 2021, vaikuttavat merkittävästi kuivanapitovesien määriin.



Kaaviokuva vuoden 2022 tyyppitaseesta on esitetty seuraavassa kuvassa. Oranssilla pohjalla olevat luvut on laskettu kuvan taseesta, muut luvut on laskettu vesijakeiden määrien ja tyyppipitoisuuksien avulla. Laskennat on tehty vuonna 2017 valmistuneen vesitaselaskennan mukaisesti. Laskennat on tehty tällä hetkellä käytössä olevan, vuonna 2017 valmistuneen vesitaselaskennan mukaisesti.



Seuraavassa taulukossa on esitetty Kemin kaivoksen tyypitaseen laskenta vuodelle 2022. Laskenta on tehty vuonna 2017 valmistuneen vesitaselaskennan mukaisesti.

	Tammi	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu	Yht.kg
Räjähteen typpisisältö													
Räjähdettä kg	195 543	161 852	175 275	176 036	167 353	166 973	147 187	149 052	137 331	60 162	121 810	37 898	1 696 471
Räjähteen typpi kg	54 361	44 995	48 726	48 938	46 524	46 419	40 918	41 436	38 178	16 725	33 863	10 536	471 619
Altaiden tyypitase													
Allas 7, 5 ja 4													
Kaivolta (kaivos+hulevesi)	4 342	4 887	3 768	8 799	5 072	2 794	2 880	4 146	3 174	3 554	3 400	2 304	49 120
Rikastushiekka	6 734	5 015	7 908	6 693	2 826	6 519	5 021	6 594	4 135	3 080	4 057	2 566	61 148
Yht. sisään tyypeä kg	11 076	9 902	11 676	15 492	7 899	9 313	7 901	10 741	7 309	6 634	7 456	4 870	110 268
Ylijuuksutus yht.	1 063	815	1 193	2 175	2 964	1 880	436	836	558	926	198	972	14 043
Rikastamon raakavesi	3 773	4 047	5 501	5 891	1 330	3 037	2 058	1 630	1 443	750	712	2 207	32 381
Suoto altaasta 7	4 993	2 745	3 248	-3 276	-15	-2 709	-55	1 794	1 870	1 925	-3 290	1 315	8 545
Suoto altaista 4 ja 5	971	-893	345	5 352	3 376	1 192	1 086	-141	845	-11	467	-2	12 586
Yht.ulos, tyypeä kg	10 801	6 715	10 286	10 141	7 654	3 400	3 553	4 119	4 716	3 590	-1 914	4 492	67 555
Typenpoistoteho %	2	32	12	35	3	63	55	62	35	46	126	8	39
Purkuvesistön typpikuormitus													
Suoto altaasta 7	4 993	2 745	3 248	-3 276	-15	-2 709	-55	1 794	1 870	1 925	-3 290	1 315	8 545
Suoto altaasta 4 ja 5	971	-893	345	5 352	3 376	1 192	1 086	-141	845	-11	467	-2	12 586
Ylijuuksutus yht. altaasta 5	1 063	815	1 193	2 175	2 964	1 880	463	836	558	926	198	972	14 043
Nuottijärven pumppaus	131	157	90	0	0	7	56	46	52	48	122	0	710
Yht. Iso-Ruonaojaan tyypeä kg	7 159	2 825	4 875	4 251	6 325	370	1 551	2 534	3 325	2 888	-2 504	2 285	35 884

Kemin kaivoksen tyypitaseen laskennassa on mukana sekä tarkkailuohjelman mukaisia että ns. ylimääräisiä vesinäytteiden tarkkailupisteitä. Sekä tarkkailuohjelman mukaiset että ylimääräiset vesinäytteet ottaa ulkopuolinen sertifioitu näytteenottaja. Laboratoriomääritykset tehdään akkreditoidussa laboratoriossa voimassa olevien standardien mukaisesti. Näin ollen näytteenottoa ja laboratorioanalyysijä voidaan pitää luotettavina. Kaikista merkittävistä vesijakeista määritetään typpipitoisuudet, mukaan lukien epäorgaanisten typpijakeiden pitoisuudet.

Näytteiden pitoisuuksissa epävarmuutta aiheuttavat kertanäytteiden otot, jolloin esimerkiksi yli- ja alivirtaamakausina voi olla merkittäväkin eroavaisuutta. Esimerkiksi keväällä näytteenottohetki voi olla alivirtaamakautena ennen lumien sulamisen alkamista, jolloin pitoisuudet ovat korkeampia, ja sulamisen alkaminen näytteenoton jälkeen lisää vesimääriä merkittävästi, jolloin runsaan veden aikaiset todelliset pitoisuudet voivat olla merkittävästi pienempiä kuin näytteenottohetkellä. Koko kuukauden kuormitus lasketaan näytteenottohetken pitoisuuden ja koko kuukauden virtaaman mukaan. Etenkin ylivirtaamakausina, jolloin vesiä liikkuu paljon, voi näytteenottohetki vaikuttaa siis koko kuukauden kuormituslaskentaan. Tarkentaakseen kuormituspisteen ChrP2 kuormituslaskentaa hakija on ottanut käyttöön kesän 2023 aikana viikkonäytekeräimen.

Kemin kaivoksella on tunnetuissa vesivirroissa käytössä veden virtaamamittauksissa ulkopuolisen laitevalmistajan toimittamia jatkuvatoimisia V-mittapatokaivoja ja magneettisia virtausmittareita, joiden mittaustuloksia tyypitaseen laskennassa käytetään. Mittapatokaivoja huolletaan ja tarkkaillaan säännöllisesti. Kaivoissa on etäkäyttöjärjestelmä, ja mikäli laitteistoissa ilmenee poikkeavaa, tulee niistä viipymättä ilmoitukset joko sähköpostitse tai puhelimitse. Näin häiriötilanteisiin pystytään reagoimaan mahdollisimman nopeasti. Myös jatkuvatoimisia magneettisia virtausmittareita tarkkaillaan ja huolletaan säännöllisesti. Ennalta-arvaamattomien häiriötilanteiden lisäksi epävarmuutta mittauksiin voi tulla talviaikaan mahdollisen jäätymisen myötä tai aurinkokennoilla toimivien akkujen virran heiketessä hämärän lisääntyessä. Sekä mahdollista jäätymistä että akkujen virtatasoja tarkkaillaan ja huoltotoimia toteutetaan tarpeen mukaan. Mittapadot ja magneettiset virtausmittarit ovat yleisesti käytössä olevia menetelmiä virtaaman mittauksessa, joten niitä voidaan pitää luotettavina kaivosvesien virtauksia mitattaessa.

Kemin kaivokselle parhaillaan tehtävällä GoldSim-mallinnuksella saatujen alustavien tulosten perusteella rikastushiekka-altaasta 7 suotautuu vesiä tämänhetkisessä tilanteessa noin 1 900 m³/vrk, selkeytsaltaasta 4 noin 870 m³/vrk ja selkeytsaltaasta 5 noin 910 m³/vrk. Näiden tulosten ja vuosien 2021 ja 2022 kokonaistypen pitoisuusmääritysten perusteella voidaan arvioida altailta lähtevän suotoveden mukana tyypeä yhteensä noin 76 kg/vrk (noin 28 000 kg/v).

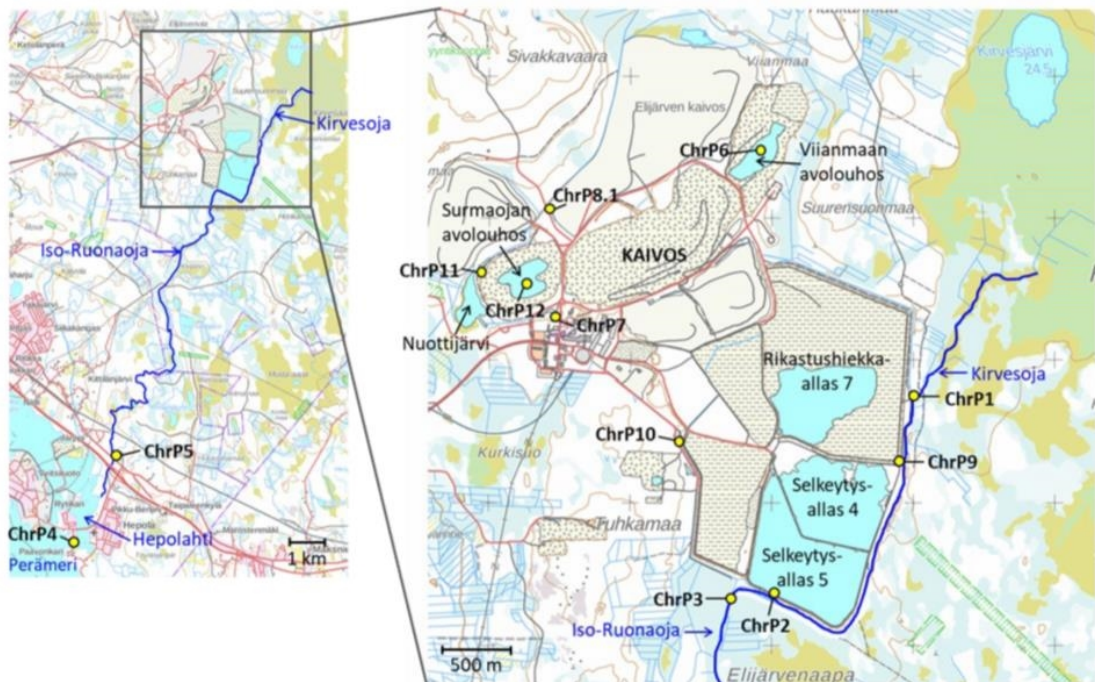
Suotovesien suotautumissuuntaa ei voida tarkkaan arvioida, ja todennäköisesti osa suotovedestä kulkeutuu Iso-Ruonaojan sijaan maanalaiseen kaivokseen. Suotautumisreittejäkään ei voida varmuudella arvioida ja pohjan kautta suotautuvat vedet voivat kulkeutua useiden maakerrosten läpi, joten typen osalta tapahtunee reduktiota maakerrosten läpi suotautumisessa. Näin ollen suotovesien typpikuormitus ei sellaiseenaan kohdistuisi Iso-Ruonaojaan.

Sekä jatkuvatoimisen viikkonäytekeräimen näytteistä kuormituspisteellä ChrP2 että tihennetystä rikastushiekka-altaan suotovesistä (ChrP9) otetuista näytteistä tullaan määrittämään kokonaistypen sekä NO₂+NO₃-N

ja $\text{NH}_4\text{-N}$ typpijakeiden pitoisuudet säännöllisesti kaikilla havaintokerroilla.

Kuormituslaskenta

Kemin kaivoksen voimassa olevan ympäristöluvan (Ympäristö- ja vesitalouslupa: PSAVI nro 125/10/1, annettu 27.12.2010 sekä Nuottijärvi-Surmanojan avolouhoksen tyhjentämislupa: PSAVI nro 23/2014/1, annettu 26.3.2014) mukaisen vesiin liittyvän velvoitetarkkailun, kuormituslaskennan sekä velvoitetarkkailun vuosiyhteenvedon tekee ulkopuolinen asiantuntijapalvelu. Kuormituslaskenta perustuu ainevirtaamien erotukseen: kaivoksen alapuolisen tarkkailupisteen ChrP3 ainemäärästä vähennetään kaivosalueen yläpuolinen, luontaisesti valuma-alueelta Iso-Ruonaojaan tuleva kuormitus. Yläpuolinen tarkkailupiste ChrP1 sijaitsee Kirvesojassa, joka virtaa Kirvesaavalta kohti kaivosaluetta. Se on referenssipiste sekä Iso-Ruonaojan valuma-alueen virtaamalle että luontaisen vesien pitoisuuksille. Alapuolinen tarkkailupiste ChrP3 sijaitsee Iso-Ruonaojassa ja se kuvastaa vedenlaatua Iso-Ruonaojassa heti kaivoksen alapuolella. Viime vuosina tarkkailupisteessä ChrP3 on alkanut näkyä kaivoksen kuormituksen lisäksi myös viereisten maa-aineslouhimoiden vaikutus etenkin kohonneina kiintoainepitoisuuksina sekä ajoittain myös typpipitoisuuksissa. Vuosien 2002–2012 ajan koko kaivoksen kuormituslaskenta tehtiin ainevirtaamien erotuksena kaivoksen ylä- ja alapuolella käyttämällä vuosivirtaamaa ja vuoden keskiarvopitoisuuksia. Vuonna 2013 laskentaa on alettu tehdä laskemalla kuormitus myös kuu-kausivirtaamien ja -pitoisuuksien avulla. Velvoitetarkkailun kaikki pinta-vesien näytteenottopisteet (12 kpl) tunnistetaan on esitetty seuraavassa kuvassa.



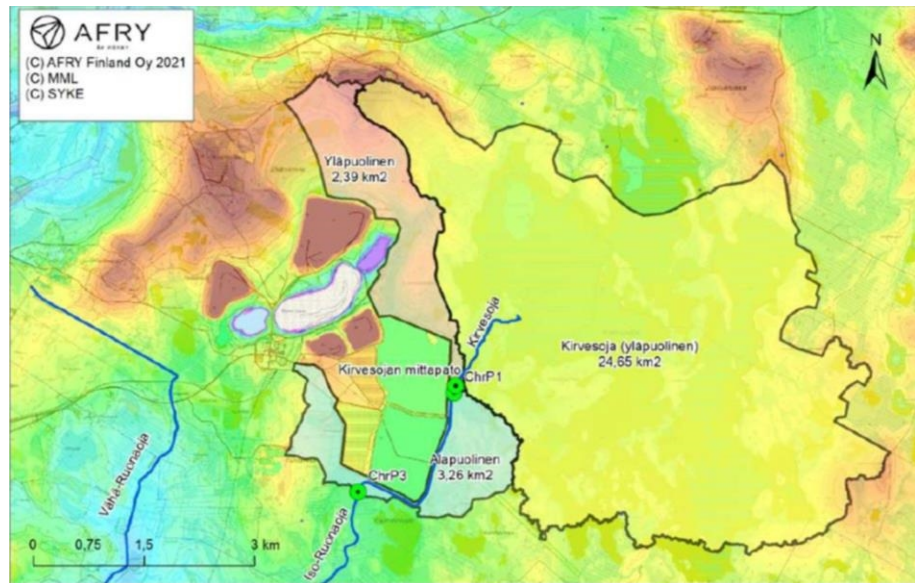
Vesinäytteet

Kemin kaivoksen veloitetarkkailun vesinäytteet ottaa sertifioitu näytteenottaja ja ne analysoidaan ulkopuolisessa, akkreditoidussa laboratoriossa. Näytteenotto tehdään voimassa oleviin ympäristölupiin perustuvan tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailuohjelmaa on päivitetty viimeksi 7.7.2017 Lapin ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla. Tarkkailuohjelman mukaisesti kaivosalueelta, sen läheisyydestä sekä Iso-Ruonaojasta ja Hepolahdelta otetaan pintavesinäytteitä kertaanäytteinä yhteensä 12:sta eri tarkkailupisteestä. Niiden avulla määritetään kaivokselta poistuvien vesien laatua sekä niiden vaikutusta kaivoksen alapuolisten vesien laatuun. Osasta tarkkailupisteistä näytteet otetaan kuukausittain, osasta 1–9 kertaa vuodessa. Seuraavassa taulukossa on esitetty Kemin kaivoksen tarkkailuohjelman mukaiset pintavesinäytteiden näytteenottopaikat, näytteenottotiheys ja kuvaus näytteen tarkoituksesta.

Tunnus	Nimi	Näytteenottotiheys	Kuvaus
ChrP1	Kirvesoja	kuukausittain	Luonnonveden laatu
ChrP2	Selkeytysallas	kuukausittain	Iso-Ruonaojaan johdettavan veden laatu
ChrP3	Iso-Ruonaoja kaivoksen alapuoli	kuukausittain	Kaivoksen vaikutus Iso-Ruonaojaan
ChrP4	Hepolahti	4 krt/vuosi	Kaivoksen vaikutus alapuoliseen vesistöön
ChrP5	Iso-Ruonaojan alaosa	9 krt/vuosi	Kaivoksen vaikutus alapuoliseen vesistöön
ChrP6	Viianmaan avolouhos	kuukausittain	Avolouhoksen vedenlaatu
ChrP7	Tuleva ja lähtevä talousvesi	4 krt/vuosi	Saniteettipuhdistamon puhdistustehon määrittäminen
ChrP8.1	Sivakanoja	6 krt/vuosi	Sivukivikasojen vaikutus pintavesiin
ChrP9	Rikastushiekka-altaan 7 suotovesi	4 krt/vuosi	Altaasta 7 suotautuvan veden laatu
ChrP10	Iso-Ruonaojaan ohjattava avolouhosvesi	kuukausittain (jos pumppaus päällä)	Surmaojan avolouhoksesta Nuottijärven kautta Iso-Ruonaojaan johdettavan veden laatu
ChrP11	Surmaojan avolouhoksesta pumpattava vesi	4 krt/vuosi	Avolouhoksesta pumpattavan veden laatu
ChrP12	Surmaojan avolouhoksen vesi	1 krt/vuosi	Avolouhoksen vedenlaatu

Vesimäärien laskenta

Kirvesojassa tarkkailupisteessä ChrP1 on V-mittapato, jossa on jatkuva-toiminen virtaamamittaus. Mittapadon avulla ei kuitenkaan saada mitatuksi koko kaivosalueen yläpuolista valumaa, vaan se saadaan laskennallisesti kertomalla mitattu Kirvesojan virtaama valuma-alueiden suhteella (valuma-alueet ”Kirvesoja” ja ”Yläpuolinen”). Myös kaivoksen alapuolinen valuma, jonka suunta on Iso-Ruonaojaan ennen tarkkailupistettä ChrP3, saadaan kertomalla valuma-alueiden suhteella (valuma-alueet ”Kirvesoja” ja ”Alapuolinen”). Lisäksi alapuoliseen virtaamaan on lisätty kaivokselta tulevat tunnetut vesivirrat: selkeytysaltaalta poistettava vesi (ChrP2) ja Nuottijärvestä pumpattava vesi (ChrP10). Näin saadaan laskennallisesti erotus, kuinka paljon enemmän vettä virtaa kaivoksen alapuolella verrattuna yläpuoleen. Seuraavassa kuvassa on esitetty Kemin kaivoksen päivitettyssä kuormituslaskennassa käytettyjen luonnonvesien valuma-alueet, valuma-alueiden koot ja korkeusmalli.

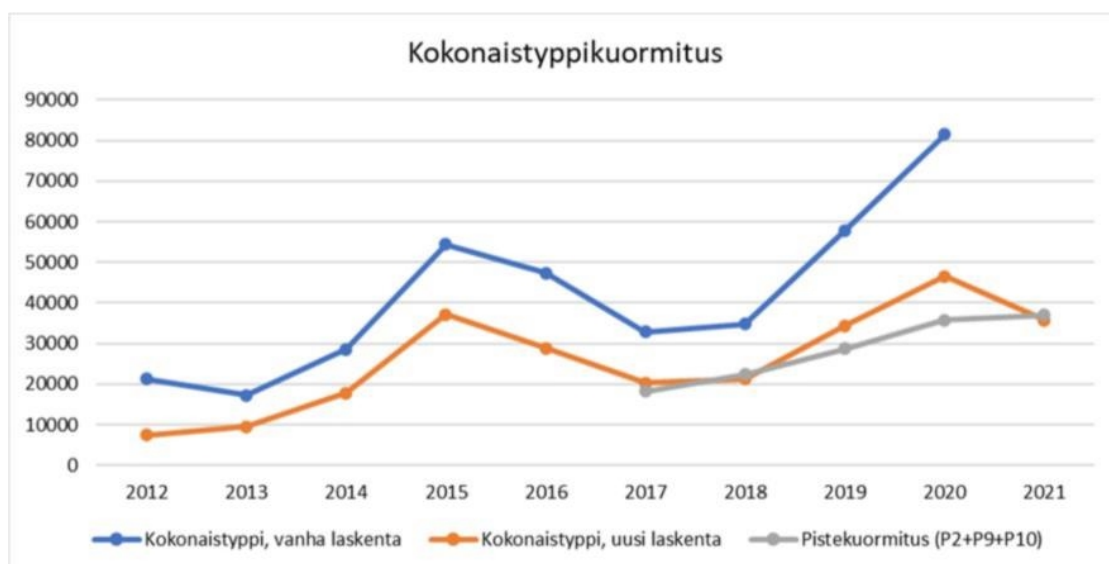


Kuormituslaskennan päivitys

Keväällä 2021 kuormituslaskennassa ilmeni päivitystarvetta merialueen vesistömallinnuksen yhteydessä, kun mallinnuksessa havaittiin ristiriitaisuuksia nykyisen kuormituksen kanssa. Ristiriitaa on ilmennyt jo aiempiinkin vuosina, sillä kuormituksen aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä purkuvesistössä ei ole korreloinut kaivoksen alapuolisen vesistötarkkailupisteen (ChrP3) analyysitulosten kanssa. Kaivoksen aiheuttaman kuormituksen laskentaa vaikeuttavat edelleen kaivosalueelta ja lähiympäristöstä tulevien vesien määrään ja laatuun liittyvät epävarmuudet. Kontrolloitu kuormitusta edustavat selkeytysaltaan ylivuoto (ChrP2), rikastushiekka-altaan 7 suotovesi (ChrP9) ja Nuottijärvestä Iso-Ruonanojaan pumpattavat vedet (ChrP10). Vertailun vuoksi nykyiseen kuormituslaskentaan nähden, on kaivoksen kuormitusta laskettu myös pistekuormituksena (ChrP2 + ChrP9 + ChrP10).

Kuormituslaskennan päivityksessä mallinnettiin kaivoksen ylä- ja alapuolisen vesistön valuma-alueet uudelleen. Mallinnuksen tuloksena Kirvesojan valuma-alue kasvoi edelliseen laskentatapaan verrattuna huomattavasti, mikä vaikuttaa sekä valuntaan että kuormituslaskentaan. Valunta korreloi nyt paremmin SYKE:n WSFS-VEMALA -ohjelmalla simuloidun valunnan kanssa, ja laskennan päivityksen seurauksena kaivoksen laskennallinen kuormitus pieneni merkittävästi. Seuraavassa kuvassa on esitetty kaivoksen laskennallinen typpikuormitus Iso-Ruonanojaan sekä Kirvesojan vanhan että päivitetyyn valuma-alueen avulla määritettynä. Vertailuksi kuvaajassa on esitetty kaivosalueelta poisjohdettavien tunnettujen vesivirtojen typpikuormitus pistekuormituksena (ChrP2 + ChrP9 + ChrP10). Sininen kuvaaja kuvastaa vanhaa laskentaa, jossa Kirvesojan valuma-alueen koko virheellinen. Oranssilla kuvaajalla esitetty päivitetty kuormituslaskenta, joka korreloi SYKE:n WSFS-VEMALA -ohjelmalla simuloidun valunnan kanssa huomattavasti aikaisempaa paremmin. Harmaalla kuvaajalla esitetty tunnettujen purkupisteiden yhteiskuormitus pistekuormituksena. Pistekuormitus eroaa AFRY:n (2021b) raportissa esitetystä, sillä raportissa ei ole huomioitu

tarkkailuopisteen ChrP9 tuloksia riittävällä laajuudella. Kuvasta nähdään, että päivitetyllä laskennalla typen vuosikuormitukset ovat selvästi pienempiä kuin aiemmin lasketut vuosikuormat ja että päivitetyn laskennan tulokset ovat hyvin lähellä pistekuormitusta. Aikaisempien virallisten kuormitusraporttien laskennalliset kuormitukset ovat näin ollen olleet todellisuutta suurempia kaikkien komponenttien osalta, mukaan lukien kokonaistyyppikuormitus. Kemin kaivoksen virallinen vuosikuormitusraportointi on tehty valvontaviranomaisen kanssa sovitusti päivitetyllä kuormituslaskennalla vuodesta 2020 lähtien.



Pistekuormituksessa on vuosien 2019 ja 2020 osalta enemmän eroavaisuutta laskennalliseen kuormitukseen kuin vuosina 2017, 2018 ja 2021. Osaltaan tämä selittyy sillä, että pisteestä ChrP9 (P9) otetaan näyte neljä kertaa vuodessa, jolloin kokonaistypen osalta joudutaan kuukausilaskennassa käyttämään todellisen kuukausipitoisuuksien sijaan edellisen näytekerän pitoisuutta. Mikäli typen todellisissa pitoisuuksissa on merkittäviä eroja, voivat ne osaltaan vaikuttaa ChrP9 pisteen kautta kulkeutuneen typen määrään. Suurempi vaikutus eroavaisuuksiin on todennäköisesti sadannalla sekä ylivuotokausilla. Vuosina 2019 ja 2020 on ollut runsaita vesisateita lyhyiden ajanjaksojen aikana, jolloin näytteenottohetki ja virtaamahuiput eivät välttämättä osu samalle ajanjaksolle, mikä voi aiheuttaa vääristyneen tuloksen ko. kuukauden laskennassa. Kuormituslaskennassa on epävarmuuksia myös todellisten vesimäärien laskennassa ylivuotokausien ohivirtaamasta johtuen, jolloin pumppujen ja mittakaivojen kautta Iso-Ruonaojaan johdettavat kuormituspisteet antavat todennäköisesti realistisemmän kuvan kaivoksen todellisesta kuormituksesta. Suotautuvien vesien määrä Iso-Ruonaojaan on suhteellisen pieni ulosjuoksutettavaan veteen nähden, jolloin eroavaisuutta laskentaan ei juurikaan niiden vuoksi synny.

Alla olevassa taulukossa on esitetty Kemin kaivoksen vuonna 2021 päivitetyllä kuormituslaskennalla saadut laskennalliset tyyppipäästöt vuosina 2012–2022 jakeittain eriteltynä.

Vuosi	Kok-N	NO ₂ +NO ₃ -N	NH ₄ -N
2012	7 490	3 703	1 649
2013	9 544	5 703	3 588
2014	17 826	13 046	2 891
2015	37 136	29 086	4 418
2016	28 828	22 106	3 422
2017	20 251	15 985	2 397
2018	21 242	15 420	3 342
2019	34 362	29 660	3 095
2020	46 569	35 068	3 743
2021	35 764	28 263	2 767
2022	28 249	21 301	2 922

Kuormituslaskennan epävarmuuksia

Kuormituslaskennan päivityksessä käytetyn mallinnuksen todettiin sisältävän epävarmuuksia, sillä se on aina yhtä tarkka kuin käytettävissä olevat lähtötiedot ovat. Esimerkiksi haasteita mallinnuksessa aiheuttivat Kirvesojan valuma-alueen pienet korkeuserot sekä runsas ojitus. Lisäksi mallinnetut uomat eivät vastanneet vähäisten korkeuserojen vuoksi maastokartan uomia ja ojia, joten valuma-alueita jouduttiin maastokartan perusteella rajaamaan käsin. Myös kaivoksen kuormituslaskennassa on edelleen epävarmuuksia, kun esimerkiksi kevättulvan ja runsaiden sateiden aikana vettä valuu Iso-Ruonaojaan runsaasti Kirvesojan valuma-alueelta mittapadon ohitse. Tämä vääristää kuormituslaskennassa käytettyä Kirvesojan valuma-alueen valuntaa eli mitattu valunta on pienempi kuin se todellisuudessa on, mikä taas vaikuttaa siihen, että laskettu kaivoksen yläpuolinen ja alapuolinen vesimäärä on todellisuutta pienempi.

Iso-Ruonaojan valuma-alueella on ojitettua metsätalousaluetta, joka voi aiheuttaa tyypillistä hajakuormitusta. Lisäksi kaivosalueen länsipuolella on kolmen eri toimijan (Morenia Oy, Tapojärvi Oy ja Kemin Ajotilaus Oy) maa-ainesten ottoalueet, joilla louhitaan kiviainesta avolouhoksina. Maa-ainesten ottoalueet sijaitsevat laskennassa käytetyllä kaivoksen alapuolisella valuma-alueella ja niiden kuormitusvaikutus näkyy kaivoksen alapuolisessa vesistötarkkailun pisteessä ChrP3. Näitä hajakuormituksia on nykyisellä ainevirtaamien erotukseen perustuvalla kuormituslaskennalla mahdotonta erottaa kaivoksen aiheuttamasta kuormituksesta. Yleisellä tasolla maa-ainesten ottoalueet aiheuttavat alapuolisiin vesiin kiintoaineen ja ravinteiden kuormitusta. Edellä esitettyyn perustuen siirtyminen pistekuormituslaskentaan antaisi nykyistä selkeämman ja todenmukaisemman kuvan Kemin kaivoksen kuormituksesta Iso-Ruonaojaan.

Vaikutukset Iso-Ruonaojaan ja Hepolahteen

Iso-Ruonaojan vesi on luonnostaan tummaa, humuspitoista ja lievästi hapanta suovettä. Kemin kaivoksen vaikutukset näkyivät vuonna 2021

veden pH:n kohoamisena sekä veden sähkönjohtavuuden, kloridi- ja kokonaistyyppipitoisuuden selvänä kasvuna kaivoksen yläpuolisesta ta-
sosta. Rautapitoisuus on kaivoksen alapuolella pienempi kuin yläpuo-
lella, mikä kertoo valumavesien luontaisesti korkeasta rautapitoisuu-
desta. Iso-Ruonaojasta Hepolahteen siirryttäessä veden kokonaistyyppi-,
kloridi-, rauta- ja metallipitoisuudet laskevat. Seuraavassa taulukossa
on esitetty Kirvesojan, Iso-Ruonaojan ja Hepolahden vedenlaatu vuo-
sina 2018–2021.

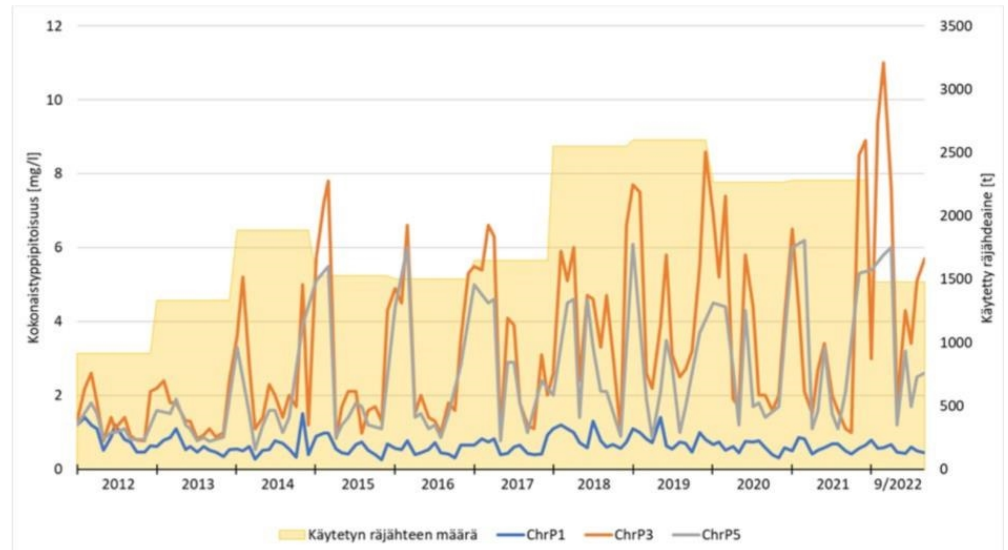
	Näyte- syvyys	Happi	pH	Sähkön- joht.	Cl	SO ₄ *n=3-4	COD _{Mn}	Kiinto- aine	Kok.N	Kok.P	Cr liuk.	Fe	Ni liuk.	Ni	Zn	Näkö- syvyys	Kok. syvyys
	m	mg/l		mS/ m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	m	m
Kirvesoja ChrP1 (n = 27–49)																	
ka	0,3	7,1	6,3	5,8	4,1	0,4*	31	4,1	716	20	0,9	4301	0,5	0,6	8,8	0,6	0,6
min	0,2	4,0	5,9	1,8	0,5	0,2	17	0,5	310	5,0	0,4	490	0,2	0,2	2,0	0,3	0,4
max	0,6	11	7,1	14,9	16	0,5	48	20	1400	59	1,6	11000	1,4	1,3	48	0,8	1,1
Iso-Ruonaoja ChrP3 (n = 27–49)																	
ka	0,5	8,2	7,2	88	172	31*	15	3,7	4041	26	1,0	2404	4,2	4,5	4,2	0,9	1,2
min	0,3	5,0	6,5	15	6,7	8,9	6,0	0,9	980	11	0,5	700	1,3	1,5	0,7	0,5	0,8
max	0,9	11	7,8	176	430	46	32	12	8900	54	1,7	6400	7,1	8,3	15	1,2	1,8
Iso-Ruonaoja ChrP5 (n = 18–36)																	
ka	0,6	9,3	7,4	77	153	-	18	3,0	2807	21	1,2	2134	3,3	3,6	6,2	0,8	1,0
min	0,1	5,5	6,7	11	18	-	8,5	0,7	860	7,9	0,4	470	1,3	1,4	0,8	0,2	0,2
max	1,0	13	8,2	163	410	-	27	8,0	6200	40	1,9	5500	4,8	5,4	28	1,4	1,6
Hepolahti ChrP4 (n= 10–16)																	
ka	0,4	9,0	7,9	41	75	-	15	3,3	1186	33	0,7	1683	1,8	2,0	3,4	0,7	0,8
min	0,3	5,9	6,9	15	23	-	7,9	1,2	390	11	0,2	360	1,1	1,2	1,0	0,6	0,6
max	0,5	11	9,4	101	210	-	23	7,8	4000	69	1,5	4000	3,7	4,1	11	0,8	1,1

Typpi Iso-Ruonaojassa ja Hepolahdessa

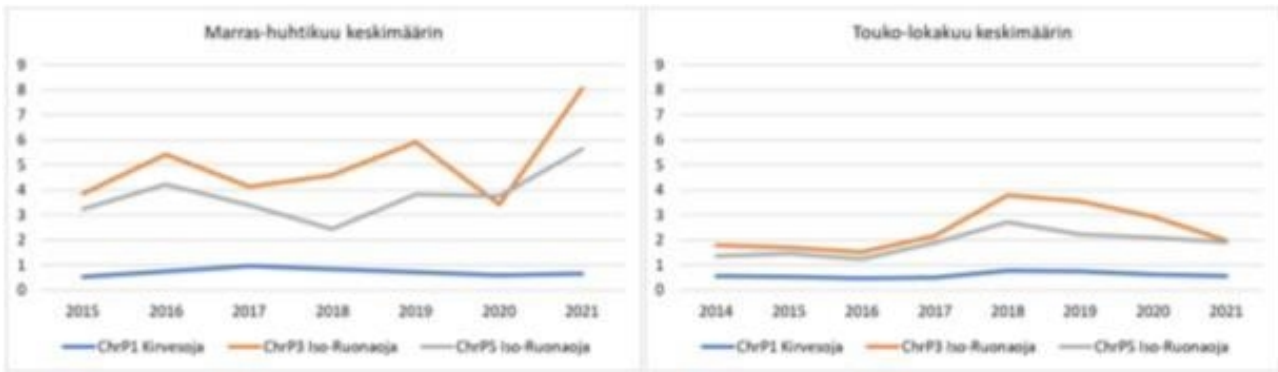
Kokonaistyyppipitoisuus on kasvanut Iso-Ruonaojassa kaivoksen ala-
puolella tarkasteltaessa viimeisen kymmenen vuoden ajanjaksoa. Seu-
raavassa kuvassa on esitetty kuukausinäytteiden tulokset kuvaajana
vuodesta 2012 syyskuuhun 2022 saakka sekä vuosittain käytetyn räjähdys-
aineen määrä. Kuvasta nähdään tyyppipitoisuuden muutos sekä se,
miten tuotannon vuoden 2013–2014 kapasiteettilaajennuksen myötä
noustessa myös räjähdysaineen kulutus on kasvanut. Kasvua räjähdys-
aineiden käytössä on ollut myös vuosina 2018–2020, kun kaivoksen sy-
ventämiseen liittyneessä DeepMine-projektissa on tehty aktiivista lou-
hintaa tunneliverkoston ja tuotantotilojen louhimiseksi. Sitten räjähdys-
aineiden kulutus on lähtenyt laskuun kohti nykyisen normaalin lou-
hintatason lukuja.

Räjähdysaineiden kulutuksen kasvu näyttäisi korreloivan tyyppipitoisuu-
teen Iso-Ruonaojassa, joten oletettavasti louhoksissa räjähtämättä jää-
nyt typpi kulkeutuu melko nopeastikin sekä kaivoksen kuivanapitovesiin
että rikastamon prosessivesiin ja sitä myöten allasvesikierron kautta
Iso-Ruonaojaan. Talven 2021–2022 osalta pitoisuus näyttäisi olleen
korkeampi kuin aikaisempina vuosina, vaikka räjähdysaineen määrä on
ollut jopa pienempi kuin 2018–19. Tämä voisi selittyä sillä, että kyseinen
talvi oli pakkastalvi, jolloin edellisten talvien pitkiäkin vesisadejaksoja ei

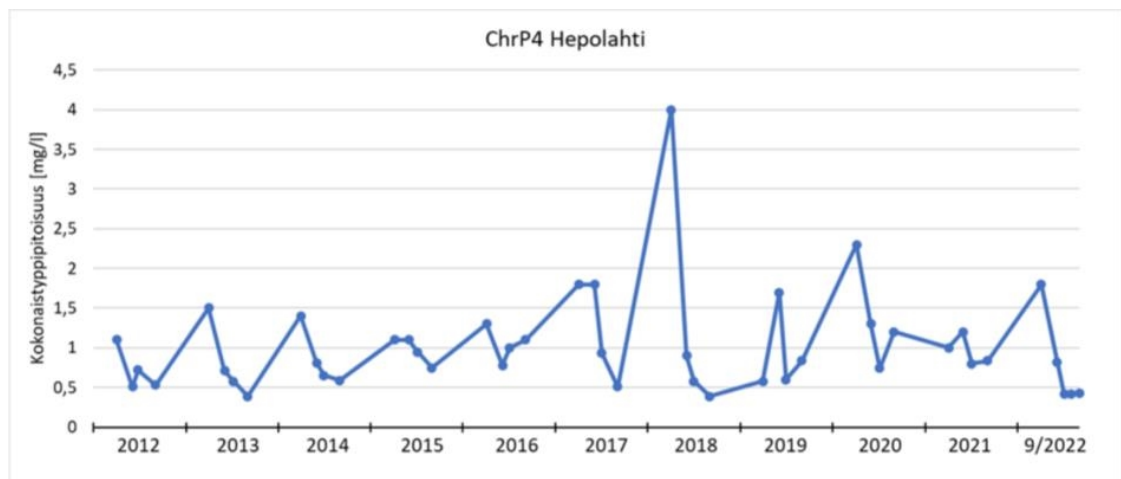
ollut ja näin ollen virtaama Iso-Ruonaojassa oli vähäisempää. Luontaiset valumapiikit näkyvät selkeästi Iso-Ruonaojassa muun muassa matalampina typpipitoisuuksina. Seuraavassa kuvassa on esitetty kokonaistyppipitoisuudet kaivoksen yläpuolella Kirvesojassa (ChrP1) sekä alapuolella Iso-Ruonaojassa heti kaivoksen alapuolella (ChrP3) ja kauempana alajuoksulla (ChrP5) vuosina 2012–9/2022 (vasen y-akseli [mg/l]). Näyte on otettu kertanäytteenä 9–12 kertaa vuodessa tarkkailuohjelman mukaisesti. Kuvaajassa on esitetty myös käytetyn räjähdysaineen vuosikulutus tonneina (oranssi taustamaalaus, oikeanpuoleinen y-akseli).



Kokonaistypen maksimipitoisuus Iso-Ruonaojassa heti kaivoksen alapuolella pisteessä ChrP3 on mitattu maaliskuussa 2022 (11 mg/l) ja vastaavasti kauempana alajuoksulla pisteessä ChrP5 maaliskuussa 2021 (6,2 mg/l). Alapuolisen Iso-Ruonaojan typpipitoisuuksissa pisteissä ChrP3 ja ChrP5 on kaivoksen selkeytsaltaiden tavoin selkeää vuodenaikavaihtelua. Keskimäärin typpipitoisuus on ollut kylmien vesien vuodenaikoina marras-huhtikuussa pisteessä ChrP3 välillä 3,4–8,1 mg/l ja pisteessä ChrP5 välillä 2,4–5,6 mg/l, kun tarkastellaan ajanjaksoa 2014–9/2022. Vastaavasti keskimääräiset pitoisuudet lämpiminä vuodenaikoina touko-lokakuussa olivat pisteessä ChrP3 1,5–3,8 mg/l ja pisteessä ChrP5 1,2–2,7 mg/l. Kuvassa 13 on esitetty marras-huhtikuun sekä touko-lokakuun keskimääräiset pitoisuudet Kirvesojassa (ChrP1) ja Iso-Ruonaojassa (ChrP3 & ChrP5) tuotantokapasiteetin laajennuksen jälkeisinä vuosina 2014–2021. Seuraavassa kuvassa on esitetty Kirvesojan ja Iso-Ruonaojan kokonaistypen pitoisuuden (mg/l) keskiarvoja kylmien vesien kuukausina (marras–huhtikuu) ja lämpimien vesien kuukausina (touko–lokakuu) laskettuna tuotantokapasiteetin laajennuksen jälkeisille vuosille 2014–2021.



Hepolahden tarkkailupisteen ChrP4 kokonaistyyppipitoisuudet vuosina 2012–9/2022 on esitetty seuraavassa kuvassa. Näyte otetaan tarkkailuohjelman mukaisesti neljä kertaa vuodessa, kesän 2022 aikana tarkkailua on poikkeuksellisesti tehty tiheämmästä vedenlaadun tarkemman tilan selvittämiseksi. Myös Hepolahden osalta tyyppipitoisuudessa on nähtävissä vuodenaikavaihtelua. Pääasiassa Hepolahden kokonaistyyppipitoisuus on vaihdellut näytteenottohetkellä vuositason välillä 0,5–1,5 mg/l. Pientä nousua on havaittavissa viime vuosien kevätylivalumakautena, jolloin pitoisuudet yksittäisissä näytteissä ovat korkeimmillaan olleet huhtikuun näytteenottokerroilla 4,0 mg/l (2018) ja 2,3 mg/l (2020).



Vertailua tyyppijakeille asetettuihin normeihin

Ammonium-, nitraatti- tai kokonaistyyppelle ei ole EU:ssa eikä Suomessa asetettu raja-arvoja vesieliöstön suojelemiseksi. Kaivoksia koskevassa kaivannaisjäteoppaassa on räjähdysaineista peräisin olevista tyyppijakeista todettu toksisiksi lähinnä ammonium ja nitriitti. Erityisesti ammonium-pitoisuuksia pidetään kriittisinä esimerkiksi kaloille. Tutkimusten mukaan yleisin kaivosvesissä esiintyvä tyyppilaji on nitraatti (75–99 % kokonaistyyppistä). Ammoniumin osuus on 0,5–24 % ja nitriitin 0–6 %.

Tähän selvitykseen on poimittu yleisesti tiedossa olevia laatunormeja ja ohjearvoja. Nitraattidirektiivin tavoitteena on vaikuttaa maataloudesta peräisin oleviin tyyppipäästöihin, ja siinä on asetettu vesistöille laatunormeja. Vesienhoitoasetuksessa on asetettu pohjavedelle ympäristölaatu normi kemiallisen tilan luokittelulle. Talousveden laatuvaatimuksissa

puolestaan on tyyppijakeille esitetty laatuvaatimuksia sekä laatusuosituksia. Tutkimustyötä ammoniumin ja nitraatin vaikutuksista vesistöjen eliöstöihin on tehty eri puolilla maailmaa, ja näiden tutkimusten perusteella on asetettu erilaisia ympäristölaatusuoritteita mm. Kanadassa ja Yhdysvalloissa. Pintavesien kemiallisen tilan luokittelulle, jota tässä tapauksessa tulee soveltaa, ei tyyppiyhdisteitä ole säädetty vesiympäristölle vaarallisiksi ja haitallisiksi aineiksi. Seuraavassa taulukossa on esitetty nitraatille (NO_3), nitriitille (NO_2) ja ammoniumille (NH_4) sekä nitraatti ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitriitti ($\text{NO}_2\text{-N}$) ja ammoniumtyypelle ($\text{NH}_4\text{-N}$) edellä mainittujen tahojen asettamia raja-, ohje- ja laatuarvoja.

Säädös / asetus	Tarkoitus		Kohde	Pitoisuus
Nitraattidirektiivi	Tavoitteena suojella pinta- ja pohjavesiä maatalouden kuormitukselta	Laatunormi	Vesistö	25 mg/l NO_3 5,7 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
		Laatunormi	Pohjavesi	50 mg/l NO_3 11,3 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
Vesienhoitoasetus	Pohjavesimuodostuman kemiallisen tilan luokittelu – hyvä, jos vuosikeskiarvo ei ylitä normia	Ympäristölaatusuositus	Pohjavesi	50 mg/l NO_3 11,3 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
		Ympäristölaatusuositus	Pohjavesi	0,2 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$
Asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista	Turvata talousveden laatu soveltuvaksi käyttökohteisiin	Laatuvaatimus	Talousvesi	<50 mg/l NO_3 <11,3 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
		Laatuvaatimus	Talousvesi	<0,5 NO_2 <0,15 mg/l $\text{NO}_2\text{-N}$
		Laatusuositus, ei saisi ylittää	Talousvesi	0,5 mg/l NH_4 0,4 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$
Kanadalainen ekotoksikologinen tutkimus	Makean veden eliöiden suojelu nitraatilta	Veden laadun ohjearvo makeavedessä	Kuukausikeskiarvon raja (5 kpl / 30 vrk → ka.)	3,0 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
			Maksimipitoisuus	32,8 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$
Yhdysvaltain ympäristövirasto	Makean veden ekosysteemien suojelu ammoniumilta	Ohjearvo	Akuutin toksisuuden raja	17 mg/l NH_4 13,2 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$
		Ohjearvo	Kroonisen toksisuuden raja	1,9 mg/l NH_4 1,5 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$

Seuraavissa kuvissa on verrattu Kemin kaivoksen yläpuolisen (Kirvesoja ChrP1) sekä kaivoksen alapuolisen veden (Iso-Ruonaoja ChrP3, Iso-Ruonaoja ChrP5 ja Hepolahti ChrP4) nitraatti-nitriittityypen ja ammoniumtyypen pitoisuuksia Kanadassa (CCME 2009) ja Yhdysvalloissa (US EPA 2013) asetettuihin ekotoksikologisiin ohjearvoihin ja normeihin sekä ammoniumtyypen osalta Suomessa asetettuun talousveden laatuvaatimukseen. Kyseiset arvot valittiin vertailuun, jotta voidaan verrata vesien laatua eliöiden kannalta tutkittuihin haitallisiin pitoisuuksiin sekä Suomessa asetettuun talousveden laatuvaatimukseen, vaikka kyseessä ei talousvesi olekaan. On huomioitavaa, että kaivoksen vesientarkkailussa ei määritetä erikseen pitoisuutta nitraatille tai nitraattityypelle, vaan analyysi tehdään nitraatti- ja nitriittityypen summalle ($\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$), jota on käytetty vertailussa. Vesieliöille haitallisimmaksi on todettu nitriitti- ja ammoniumtyyppi. Tutkimusten mukaan suurin osa kaivosvesien tyyppistä on eliöille vaarattomammassa nitraattimuodossa. Koska kaivoksen tarkkailuohjelmassa vesinäytteet otetaan kerran kuukaudessa, on tässä vertailussa keskiarvona käytetty koko vuoden näytteiden keskiarvoa. Lisäksi mukaan on otettu kunkin vuoden minimi- ja maksimipitoisuudet.

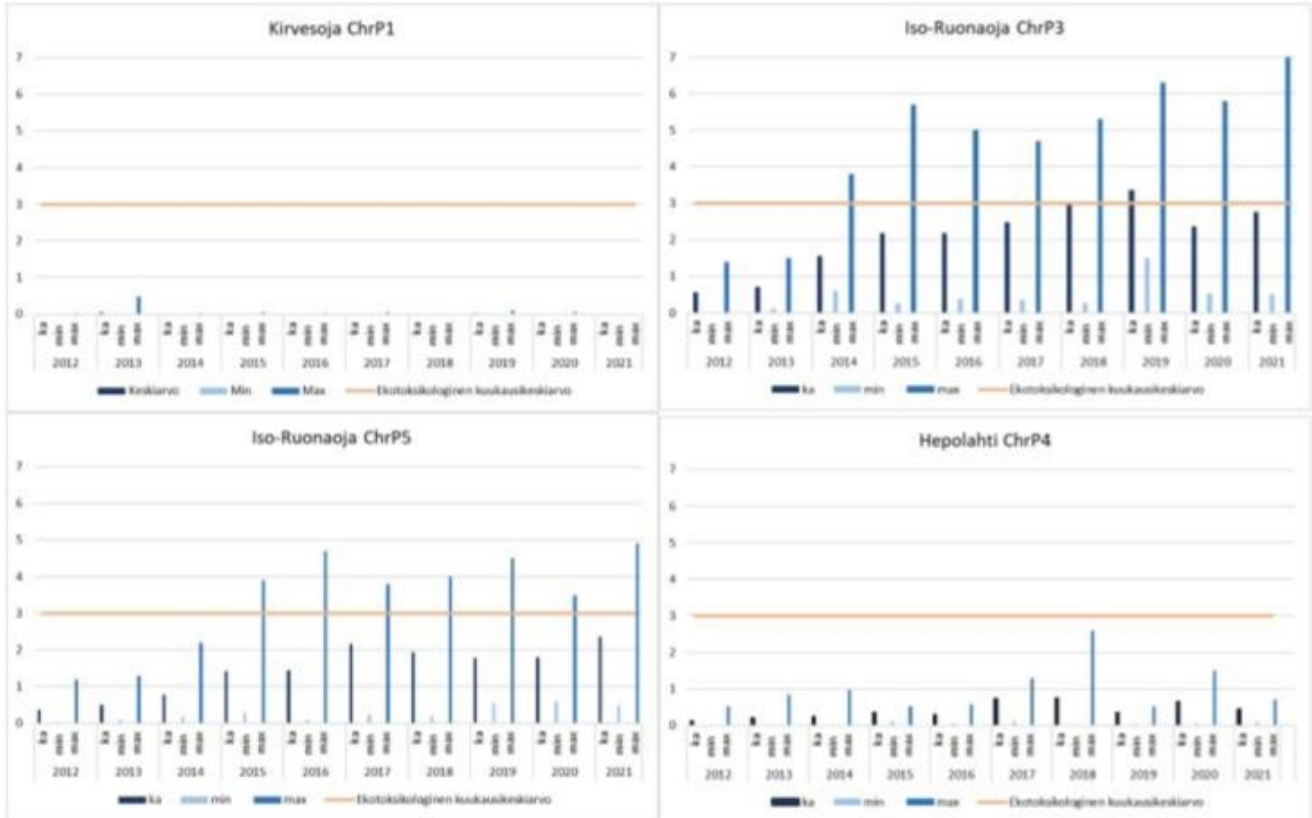
Seuraavasta kuvasta nähdään, että vuosina 2012–2021 kaivoksen yläpuolisessa Kirvesojassa tarkkailupisteessä ChrP1 on $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ -pitoisuus sekä kerta- ja vuosikeskiarvoilta selvästi alle kanadalaisen ekotoksikologian tutkimuksen asettaman maakeaveden nitraattityypen kuukausikeskiarvon ohjearvon 3,0 mg/l. Selvää nousua $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ -pitoisuudessa verrattaessa Kirvesojaan on nähtävissä Iso-Ruonaojassa tarkkailupisteissä ChrP3 ja ChrP5 sekä osittain Hepolahdessa tarkkailupisteessä ChrP4. Tarkkailupisteessä ChrP3 vuosikeskiarvo jää vuosien 2012–2021 aikana alle kanadalaisen ohjearvon 3,0 mg/l vuosia 2018 ja 2019 lukuun ottamatta. Vuonna 2018 $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ -pitoisuus laskettuna kerta- ja vuosikeskiarvona oli 3,0 mg/l ja vastaavasti vuonna 2019 3,4 mg/l, kun se muuten on vaihdellut välillä 0,6–2,8 mg/l. Iso-Ruonaojan alavirrassa tarkkailupisteessä ChrP5 sekä Hepolahdessa ChrP4 kerta- ja vuosikeskiarvot ovat selvästi alle kanadalaisen kuukausikeskiarvon ohjearvon 3,0 mg/l ollen vuosina 2012–2021 välillä 0,4–2,4 mg/l (ChrP5) ja 0,1–0,8 mg/l (ChrP4).

Jokaisessa tarkkailupisteessä vuotuinen kerta- ja vuosikeskiarvo $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ -pitoisuuden minimiarvo jää vuosina 2012–2021 selvästi alle 3,0 mg/l. Kirvesojassa tarkkailupisteessä ChrP1 $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ -pitoisuuden vuotuinen minimiarvo on ollut välillä 0,002–0,005 mg/l, Iso-Ruonaojassa tarkkailupisteessä ChrP3 vastaavasti 0,01–1,5 mg/l ja tarkkailupisteessä ChrP5 0,02–0,6 mg/l sekä Hepolahdessa tarkkailupisteessä ChrP4 0,005–0,1 mg/l.

Vuotuiset kuukausinäytteiden maksimipitoisuudet ovat olleet Kirvesojassa ChrP1 sekä Hepolahdessa ChrP4 vuosina 2012–2021 alle 3,0 mg/l: ChrP1 0,01–0,5 mg/l ja ChrP4 0,5–2,6 mg/l. Iso-Ruonaojassa sekä tarkkailupisteessä ChrP3 että ChrP5 vuotuiset kuukausinäytteiden maksimipitoisuudet ovat ylittäneet vuodesta 2014 (ChrP3) ja 2015 (ChrP5) kanadalaisen nitraatin kuukausikeskiarvon ohjearvon 3,0 mg/l. Vuosina 2012–2013 tarkkailupisteessä ChrP3 vuotuiset maksimipitoisuudet olivat välillä 1,4–1,5 mg/l ja sen jälkeen vuotuinen maksimipitoisuus on ollut välillä 3,8–7,0 mg/l. Vastaavasti tarkkailupisteessä ChrP5 vuosina 2012–2014 vuotuinen maksimipitoisuus on ollut 1,2–2,2 mg/l ja vuodesta 2015 lähtien välillä 3,5–4,9 mg/l. On huomioitavaa, että Kemin kaivoksen kohdalla kyse on yksittäisistä kuukausinäytteistä, ei kanadalaisen tutkimuksen asettamasta vaateesta näytteelle, jossa kuukauden keskiarvo lasketaan viidestä viikkonäytteestä. Näin ollen kaivoksen kerta- ja vuosikeskiarvot eivät ole yksiselitteisesti verrattavissa Kanadassa asetettuun kuukausikeskiarvon ohjearvoon. Keskimäärin analysoitujen näytteiden korkeat $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ -pitoisuudet ajoittuvat lisääntymis- ja kasvukauden ulkopuolisille, kylmille talvikuukausille. Kanadalainen ekotoksikologinen tutkimus on määrittänyt nitraattityypelle myös enimmäispitoisuuden 32,8 mg/l. Tämä lukema ei missään vaiheessa ylitä Iso-Ruonaojassa eikä Hepolahdessa otetuissa näytteissä – maksimipitoisuus Iso-Ruonaojassa on elokuuhun 2022 mennessä mitattu tarkkailupisteessä ChrP3 maaliskuussa 2022, jolloin $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ -pitoisuus oli 7,7 mg/l.

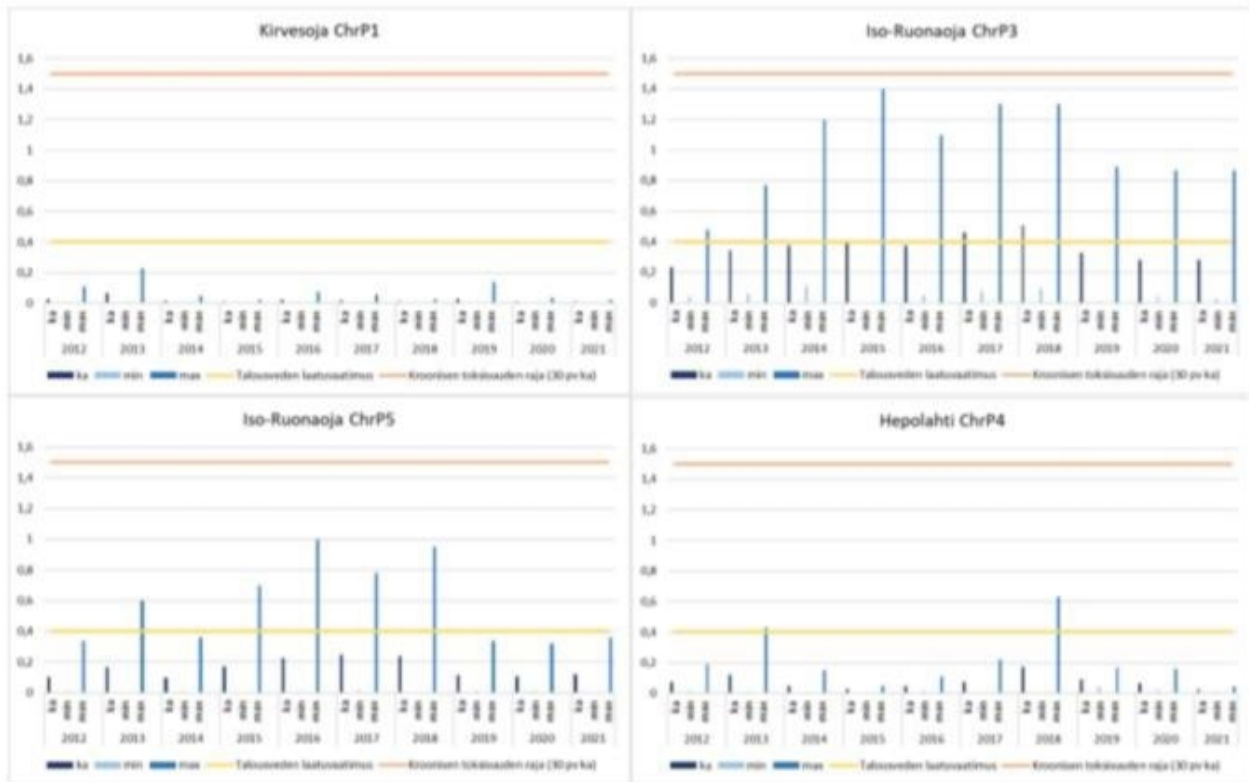
Seuraavassa kuvassa on esitetty Kirvesojan, Iso-Ruonaojan ja Hepolahden nitraatti-nitriittityypen vuositaso- keskiarvo- (ka), minimi- (min) ja

maksimipitoisuuksia (max) vuosina 2012–2021 verrattuna kanadalaiseen ekotoksikologiseen kuukausikeskiarvoon (3,0 mg/l). Kemin kaivoksen vesientarkkailussa näyte otetaan kerran kuukaudessa, joten se ei ole yksiselitteisesti verrannollinen Kanadassa asetettuun viikkonäyteperusteiseen kuukausipitoisuuden ohjearvoon.



Verrattaessa kuukausinäytteiden $\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$ -pitoisuuksia muihin asettuihin raja- ja ohjearvoihin nitriittidirektiivin asettama vesistöjä koskeva normi ($25 \text{ mg/l NO}_3 = 5,7 \text{ mg/l NO}_3\text{-N}$) ylittyy muutamien yksittäisten näyttekertojen kohdalla viime vuosina. Vuosikeskiarvot alittavat kuitenkin nitraattidirektiivin asettaman normin selkeästi. Talousvedelle asetettu laatuvaatimus ($<50 \text{ mg/l NO}_3 = <11,3 \text{ mg/l NO}_3\text{-N}$) alittuu selvästi kaikkien Iso-Ruonaojasta ja Hepolahdesta otettujen näytteiden kohdalla.

Seuraavassa kuvassa on esitetty Kirvesojan, Iso-Ruonaojan ja Hepolahden ammoniumtypen ($\text{NH}_4\text{-N}$) vuositason keskiarvo- (ka), minimi- (min) ja maksimipitoisuuksia (max) vuosina 2012–2021 verrattuna Suomessa talousvedelle asetettuun laatuvaatimukseen ($0,4 \text{ mg/l NH}_4\text{-N}$) sekä Yhdysvalloissa asetettuun kroonisen toksisuuden rajaan ($1,5 \text{ mg/l}$). Kemin kaivoksen vesientarkkailussa näyte otetaan kerran kuukaudessa, joten se ei ole yksiselitteisesti verrannollinen Yhdysvalloissa asetettuun 30 päivän kroonisen toksisuuden ympäristölaatuunormiin.

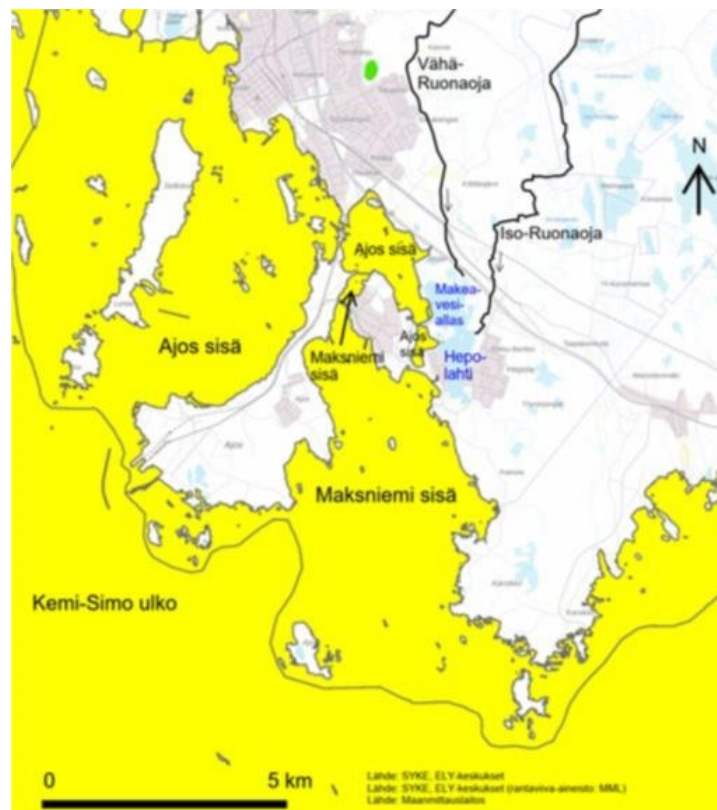


Verrattaessa ammoniumtyypen pitoisuuksia talousveden laatuvaatimukseen ($0,5 \text{ mg/l NH}_4 = 0,4 \text{ mg/l NH}_4\text{-N}$) ja Yhdysvalloissa asetettuun vedenlaatukriteeriin koskien kroonisen toksisuuden rajaa ($1,9 \text{ mg/l NH}_4 = 1,5 \text{ mg/l NH}_4\text{-N}$) nähdään, että Kirvesojassa ChrP1 sekä talousveden laatuvaatimus että toksisuuden raja alittuvat selkeästi vuosina 2012–2021. Talousvedelle asetettu laatuvaatimus on ylittynyt vuosikeskiarvojen osalta Iso-Ruonajassa tarkkailupisteessä ChrP3 vuosina 2017 ja 2018 ollen muuten alle laatuvaatimuksen. Iso-Ruonaojan alajuoksulla (ChrP5) sekä Hepolahdessa vuosikeskiarvot ovat alittaneet laatuvaatimuksen. Iso-Ruonaojan tarkkailupisteessä ChrP3 kuukausinäytteiden maksimipitoisuudet ovat olleet yli laatuvaatimuksen vuosina 2012–2021. Tarkkailupisteessä ChrP5 kuukausinäytteiden maksimipitoisuus on ylittänyt talousveden laatuvaatimuksen vuosina 2013 sekä 2015–2018, ja Hepolahdessa laatuvaatimus on ylittynyt vuosina 2013 ja 2018. Jokaisessa tarkkailupisteessä kuukausinäytteiden minimipitoisuus vuositasolla on alittanut laatuvaatimuksen selvästi. Myös Yhdysvalloissa asetettu ammoniumtyypen kroonisen toksisuuden raja $1,9 \text{ mg/l}$ alittuu kaikissa näytepisteissä niin kuukausinäytteiden vuosikeskiarvojen kuin yksittäisten näytteidenkin osalta selvästi vuosina 2012–2021. Suurin ammoniumtyyppipitoisuus tähän mennessä on mitattu Iso-Ruonaojan tarkkailupisteessä ChrP3 maaliskuussa 2022 ($2,3 \text{ mg/l}$). Ennen maaliskuuta 2022 ammoniumtyyppipitoisuus on ollut edellisinä kuukausina (11/2021–2/2022) välillä $0,5\text{--}0,9 \text{ mg/l}$ ja maaliskuun jälkeen (4–8/2022) välillä $0,08\text{--}1,2 \text{ mg/l}$. Akuutin toksisuuden raja Yhdysvalloissa ammoniumtyypelle on $13,2 \text{ mg/l}$, joten se on alittunut myös vuoden 2022 yksittäisen kohonneen pitoisuustuloksen osalta selvästi. Myös ammoniumtyypen osalta analysoidut korkeimmat näytepitoisuudet ajoittuvat lisääntymis- ja kasvukauden ulkopuolisille, kylmille talvikuukausille.

Vaikutukset Kemin edustan merialueisiin

Kemin kaivoksen lähimmät vesienhoitolainsäädännön mukaiset rannikkovesimuodostumat ovat Kemin edustalla olevat Perämeren sisempiin rannikkovesimuodostumiin kuuluvat Maksniemi sisä ja Ajos sisä -muodostumat sekä ulompiin rannikkovesiin kuuluva Kemi-Simo ulko -muodostuma. Näiden muodostumien ekologinen tila arvioitiin vesienhoidon kolmannella luokittelukierroksella tyydyttäväksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi. Ekologisen tilan luokitteluun käytettävien laatutekijöiden laskennalliset luokat vaihtelivat erinomaisesta välttävään, mutta laatutekijöiden arvioitu luokka oli pääasiassa tyydyttävä. Kemiallista tilaa laskevat kaikkialla esiintyvien, laajalle levinneiden aineiden eli ubikvitaaristen aineiden ympäristölaatusnormin tason ylittävät pitoisuudet (PBDE kaissa sekä elohopea Ajos sisä ja Kemi-Simo ulko -muodostumissa).

Seuraavassa kuvassa on esitetty Kemin rannikkoalueen vesienhoitolainsäädännön mukaiset rannikkovesimuodostumat ja niiden rajat. Iso-Ruonaoja, Vähä-Ruonaoja, Hepolahti ja makeavesiallas eivät ole vesienhoitolainsäädännön tarkoittamia vesimuodostumia, eikä niille ole määritetty ekologista tai kemiallista tilaluokkaa.



Merialueiden luokittelu

Ajos sisä -muodostumassa kokonaistila on säilynyt tyydyttävänä sekä toisella että kolmannella vesienhoidon luokittelukaudella. Kasviplanktonmuuttujan osalta ELS-arvoissa ei ole tapahtunut juurikaan muutosta luokittelukausien välillä. Pohjaeläin-laatutekijä sen sijaan laski hyvästä tyydyttävään. Fysikaalis-kemiallisen tilan tekijöissä (kokonaisravinteet ja

näkösyvyys) tilaluokka laski kaikkien tekijöiden osalta. Erityisesti kokonaistyyppitulos heikkeni, sillä sen luokka laski kaksi luokkaa toisen ja kolmannen luokittelun välillä. Luokittelun perusteiden mukaan arvio biologisesta tilasta ja ekologisesta tilasta oli kolmannella kierroksella tyydyttävä, mutta lähellä välttävää.

Maksniemi sisä -muodostumassa kokonaistila oli toisella ja kolmannella luokittelukierroksella tyydyttävä. Laskennallinen biologinen tila oli kuitenkin heikentynyt, sillä toisella luokittelukierroksella biologisen tilan ELS-arvo 0,65 viittasi hyvään tilaan ja kolmannella kierroksella ELS-arvo 0,52 tyydyttävään tilaan. Tila heikkeni erityisesti pohjaeläinten ja kokonaisravinteiden osalta.

Kemi-Simo ulko -muodostuman tila oli toisella luokittelukierroksella hyvä, mutta kolmannella se laski tyydyttäväksi. Kasviplanktonmuuttujan tila oli pysynyt lähes saman toisen ja kolmannen luokittelun välillä, mutta pohjaeläinmuuttujan tila oli sen sijaan laskenut tyydyttävästä välttäväksi. Fysikaalis-kemiallisista tekijöistä fosfori laski erinomaisesta hyvään ja näkösyvyys hyvästä tyydyttävään. Kokonaisuutena fysikaalis-kemialliset tekijät olivat kuitenkin hyvää tasoa kummallakin luokittelukierroksella. Kokonaisarvion mukaan vesimuodostuman tila on heikentynyt sekä fysikaalis-kemiallisten laatutekijöiden (kokonaisfosfori, näkösyvyys) että biologisten laatutekijöiden (klorofylli-a, pohjaeläimet) perusteella, minkä vuoksi vesimuodostuman tila luokiteltiin kolmannella kierroksella tyydyttäväksi.

Huomioitavaa luokittelussa on kuitenkin etenkin pohjaeläinten BBI-indeksin osalta se, että indeksi ei ehkä ota riittävästi huomioon Perämeren rannikon alueen erityispiirteitä (vähälajisuus, pohjan laatu, lähes makea vesi), sillä se on sovitettu Itämeren olosuhteisiin. Sekä kasviplankton- että pohjaeläinmuuttujille on yhteistä, että vertailuarvot ja luokkarajat on jouduttu määrittämään muilla keinoilla kuin vertailualueita käyttäen. Suurimassa osassa sisävesimuodostumia biologisten muuttujien vertailuarvojen asettamisessa on pystytty käyttämään vertailualueita, joten rannikkovesien ympäristölaatumien määrittämiseen liittyy jonkin verran enemmän epävarmuutta kuin useimpien sisävesimuodostumien ympäristölaatumiehin.

Kemin kaivoksen vaikutukset

Vuonna 2021 tehdyssä merialueen mallinnuksessa tarkasteltiin Kemin kaivoksen vedenlaatuvaikutuksia rannikkovesiin sekä ulompiin rannikkovesiin Kemin edustalla. Vedenlaatuun liittyen ravinteista mallinnettiin kokonaistyyppi ja -fosfori sekä nikkelpitoisuudet. Mallinnuksessa ei huomioitu esimerkiksi aineen sedimentaatiota tai sitoutumista kasvillisuuteen eikä aineiden resususpensiota pohjasedimentistä vesifaasiin. Kemin kaivoksen aiheuttamat pitoisuusvaikutukset mallinnettiin asettamalla kaikki muu kuormitus mallissa nolaksi. Kaivoksen osuus merialueen kokonaistyyppipitoisuudesta on Veitsiluodon lahden pohjukan alueella keskimäärin 11–24 µg/l pohjukan kokonaistyyppipitoisuuden ollessa keskimäärin 400–500 µg/l. Lahden keskivaiheilla kaivoksen vaikutus on

keskimäärin 1–3 µg/l lahden kokonaispitoisuuden ollessa keskimäärin 300–330 µg/l. Ulompana merellä kaivoksen vaikutus on keskimäärin 0,1–1 µg/l, kun keskimäärin kokonaistypen pitoisuus ulommilla merialueilla on 300 µg/l. Fosforin ja nikkelin osalta vaikutukset ovat varsin pieniä Hepolahden ja sen välittömän läheisyyden ulkopuolella.

Mallinnuksessa tarkasteltiin myös tilanteita, joissa kaivoksen kuormitus puolittuisi tai kaksinkertaistuisi nykyisestä. Muut alueen pistekuormittajien ja jokien tuomat kuormat pidettiin nykytilassa. Mallinnuksesta voitiin todeta, että Kemin kaivoksen huomattavan suurillakaan kuormitusmuutoksilla ei ole merkittävää vaikutusta tarkasteltujen vesimuodostumien pitoisuuksiin ja sitä kautta ekologiseen tilaan. Varsinkin fosforikuormitus on niin pientä, että edes suuret prosentuaaliset muutokset sen kuormituksessa eivät ole merkittäviä.

Veitsiluodon alueella sijaitsevan Stora Enson sellu- ja paperitehtaan toiminnot on ajettu alas syksyn 2021 aikana. Merialueen mallinnuksessa tehtiin lisämallinnus ajatellen tilannetta, jossa poistettiin mallista kyseiset toiminnot. Lisämallinnuksen mukaan typpipitoisuus laskee Veitsiluodon mallinnuspisteessä noin 20 % ja hieman kauempana kuormituspisteistä sijaitsevassa pisteessä KEMI11 noin 11 % tehtaan sulkemisen jälkeen. Fosforipitoisuudelle lasku on vastaavasti noin 31 % ja 18 %.

TYPPIKUORMITUKSEN VÄHENTÄMISTARVE

Iso-Ruonaoja ja Hepolahti

Iso-Ruonaoja ja Hepolahti eivät ole vesienhoitolainsäädännön tarkoittamia luokiteltuja vesimuodostumia, eikä niille ole määriteltä ekologista tai kemiallista tilaluokkaa. Kemin kaivoksen vaikutus näkyy Iso-Ruonaojassa etenkin suola- ja typpipitoisuuden nousuna. Muuten vedenlaatu ei merkittävästi poikkea monien Pohjois-Suomen rannikon pienten vesistöjen vedenlaadusta. Esimerkiksi Oulun pohjoispuolella mereen laskevan Kalimenojan alkuainepitoisuudet ovat hyvin samankaltaisia kuin Iso-Ruonaojassa, ja esimerkiksi kiintoaineen osalta Iso-Ruonaojan vedenlaatu on jopa parempi kuin Kalimenojan vedenlaatu. Oulun kaupungin pohjoisosassa sijaitsevan Kuivasjärven humuspitoisuus ja ravinteisuus ovat samaa tasoa tai suurempia kuin Hepolahden humuspitoisuus ja ravinteisuus. Kuivasjärven rannalla sijaitsee kaupungin virallinen uimaranta ja järvellä harrastetaan myös virkistyskalastusta.

Vuonna 2021 tehdyn selvityksen mukaan Iso-Ruonaojassa kokonaistypen pitoisuudet viittasivat nykyisen kuormituksen perusteella laskettuna vuosina 2016–2017 välttävään ja vuosina 2018–2020 huonoon fysikaaliskemialliseen tilaan, kun vertailuarvoina käytettiin pienille turvemaan joille asetettuja luokkarajoja. Mikäli kuormitus olisi vain puolet nykyisestä, vuosina 2016–2020 ojan typpipitoisuudet olisivat viittanneet tyydyttävään tai välttävään tilaluokkaan, eli typen osalta tilaluokka olisi noin yhden luokan verran parempi kuin nykyisellä kuormituksella laskettuna. Hepolahden osalta tilaluokan arvioiminen on haasteellisempaa, sillä

muodostelman pintavesityyppejä ei ole mahdollista määritellä aukottomasti. Hepolahden tilaluokka vaihteli typen osalta tyydyttävästä huonoon riippuen vuodesta sekä käytetystä luokittelusta. Hepolahteen kaivoksen kuormituksen puolittumisella arveltiin olevan tilaluokitukselta riippuen joko tilaluokkaa yhden asteen nostava tai luokitustason samalla tasolla pitävä vaikutus.

Fosfori ja typpi ovat perustuotannon välttämättömiä tarveaineita, ja kun tuotanto muiden tekijöiden taholta ei ole rajoitettu, rajoittajaksi muodostuu toinen tai molemmat pääravinteista. Perustuotantoa rajoittaa maissa vesissä useimmiten fosfori, mutta myös typpi voi säädellä tuotannon määrää etenkin rehevissä vesissä. Virtavesissä ravinteiden lisäyksen ja perustuotannon kasvun välisen korrelaation on kuitenkin havaittu olevan usein heikompi kuin järviympäristöissä. Perustuotannon määrään vaikuttavat ravinnepitoisuuksien lisäksi merkittävästi myös muut tekijät kuten lämpötila, virtausolosuhteet ja niissä tapahtuvat muutokset, valaistus, humuspitoisuus, pohjan laatu ja levä- ja pohjaeläinyhteisöjen koostumus. Iso-Ruonaoja ja Hepolahti ovat molemmat fosforirajoitteisia.

Arvion mukaan kaivoksen typpikuormituksen pieneneminen johtaisi typen fysikaalis-kemiallisen tilan luokituksessa noin yhden luokan nousuun Iso-Ruonaojan alueella ja mahdollisesti luokan parantumiseen Hepolahden alueella riippuen luokittelusta. Kuormituksen muutoksen vaikutuksia ekologisen tilan laatutekijöihin (piilevät, pohjaeläimet, kasviplankton, kalat) ja vesistöjen muuhun vesieliöstöön on kuitenkin vaikea arvioida tarkasti. Typpikuormituksen huomattava kasvu voisi mahdollisesti huonontaa eliöstön tilaa. Kuormituksen lasku puolestaan saattaisi aiheuttaa jonkinlaista tilan parantumista eliöstössä, mutta biologisten järjestelmien monimutkaisuuden takia tilan parantuminen voi myös jäädä tapahtumatta.

Iso-Ruonaojan ja Hepolahden tila muuttuisi todennäköisesti eniten siinä tapauksessa, jossa vesistöön kohdistuva fosforikuormitus kasvaisi selvästi nykyisestä tasosta. Koska ojassa ja lahdella on saatavilla epäorgaanista typpeä myös kasvukaudella, fosfaattifosforin pitoisuuksien kasvu voisi johtaa perustuotannon kasvuun, mikä heijastuisi ajan myötä myös ravintoverkon ylemmille tasoille esimerkiksi kalastomuutoksina. Ajallisesti ravinteiden lisäys aiheuttaa todennäköisesti suurimmat muutokset nimenomaan kasvukauden aikana. Talviaikaan perustuotanto on vähäistä kylmyyden ja valon puutteen takia, joten ravinnelisäyksen vaikutukset ovat todennäköisesti tällöin pienempiä kuin kesäaikaan. Alustavien tulosten perusteella kesällä 2022 vesikirpulle, valobakteereille ja levän kasvuille tehtyjen tutkimusten mukaan kaivokselta ulosjohdettava vesi sekä Iso-Ruonaojan vesi kaivoksen alapuolella eivät ole toksisia. Hepolahdella puolestaan kasviplanktonit osoittivat ensimmäisellä näytepaikalla kokonaisbiomassa olevan keskimäärin karujen vesien tasoa, ja toisella näytepaikalla kokonaisbiomassa indikoi alkavaa rehevöitymistä. Kokonaisbiomassa indikoi Hepolahden näytepaikoilla erinomaista ekologista tilaa. Myös haitallisten sinilevien osuus oli ekologisen luokituksen luokkarajoihin verrattuna erinomaisella tasolla. Keskimääräinen TPI-indeksi viittasi ensimmäisellä näytepaikalla tyydyttävään

ekologiseen tilaan ja toisella näytepaikalla hyvään ekologiseen tilaan. Kaivoksen selkeytysaltaalla 5 tehtiin kesällä 2022 koekalastuksia ja saaliiksi saatiin ahvenia, särkiä ja haukia. Selkeytysaltaan kalastossa esiintyy laajasti eri kokoluokan kaloja, minkä perusteella laajasti populaatorakenteeseen vaikuttavia tekijöitä ei todennäköisesti esiinny. Näin ollen voidaan olettaa, ettei allasvesi vaikuta merkittävästi kalojen populaatioihin Iso-Ruonaojassakaan. Raportti tutkimuksista valmistuu vuoden 2023 aikana.

GTK:n raportissa todettiin Iso-Ruonaojan osalta muutoksia piilevien, pohjaeläinten, vesikasvien ja kalojen osalta. Toisaalta raportissa todettiin, että tyypilliset geologiset tekijät näyttäisivät vaikuttavan muun muassa kaivosalueiden vertailupaikoilla, sillä etenkin piilevien valtakunnallisiin vertailuoloihin perustuvat luokittelut poikkesivat niissä huomattavasti erinomaisesta tilasta. Tämän todettiin viittaavan siihen, että geologian perusteella määritellyistä jokityypeistä puuttuu valtakunnallisille tyypeille ominaisia lajeja ja näiden jokityyppien lajien runsaussuhteet ovat erilaisia kuin valtakunnallisen tyypittelyn jokityypeissä. Myös pohjaeläinten osalta olivat lajien runsaussuhteiden erot selviä. Valtakunnallisessa ekologisessa luokittelussa geologisesti poikkeavilla alueilla sijaitsevien vesistöjen todettiin saattavan näin aliluokittua suhteessa niiden todelliseen ekologiseen tilaan. Iso-Ruonaoja on yläosastaan voimakkaasti muokattu (Elijärven kuivatus, uoman ruoppaukset ja verhoilut), jolloin havaitut muutokset ekologisessa tilassa aiheutuvat todennäköisesti monen tekijän yhteisvaikutuksesta.

Kemin edustan merialue

Kemijoen vesienhoitoalueen toimenpideohjelmassa vuosille 2022–2027 on toimenpiteiden tarpeen arvioimiseksi tunnistettu pintavesien ekologista tai kemiallista tilaa heikentävät tai sen säilymiselle riskiä aiheuttavat merkittävät paineet. Merkittäväksi tunnistettujen paineiden perusteella on vaikuttavia toimenpiteitä suunnattu erityisesti vesistöjen haitalliseen rehevyyteen sekä vesistöjen rakentamisesta johtuneisiin hydrologisiin ja rakenteellisiin muutoksiin. Rehevyyden osalta toimenpideohjelmassa on parantamistavoitteeksi asetettu fosfori- ja typpikuormituksen alentaminen. Fosfori- ja typpikuormituksen vähentämistarvetta on arvioitu VEMALA-mallin avulla.

Vähäistä kuormituksen vähentämistarvetta Kemijoen vesienhoitoalueen rannikkovesissä on ravinnepitoisuuksien perusteella arvioitu olevan Simo sisä ja Maksniemi sisä -vesimuodostumissa. Suurempaa kuormituksen vähentämistarvetta on etenkin Ajos sisä ja vähäisemmässä määrin Kemi sisä -vesimuodostumissa. Ulommalla rannikkovesialueella, Kemi-Simo ulko, ei ole ravinnepitoisuuksien perusteella kuormituksen vähentämistarvetta. Klorofyllipitoisuuden perusteella arvioituna kuormituksen vähennystarvetta on puolestaan kaikissa vesimuodostumissa ja suurinta vähennystarve on Ajos sisä -vesimuodostumassa. Tähän vaikuttavat rannikkovesien hyvin tiukat klorofyllin luokkarajat sisävesiin ver-

rattuna. Seuraavassa taulukossa on esitetty Kemijoen vesienhoitoalueen rannikkovesien kuormituksen vähennystarve ravinnepitoisuuksien ja klorofyllipitoisuuden perusteella arvioituna.

Vesimuodostuma	Vähennystarve fosforipitoisuus %	Vähennystarve typpipitoisuus %	Vähennystarve klorofyllipitoisuus %
Simo sisä	0	< 10	10–30
Maksniemi sisä	< 10	< 10	30–50
Ajos sisä	30–50	10–30	>50
Kemi sisä	10–30	< 10	30–50
Kemi-Simo ulko	0	0	30–50

Mallinnus ilman Stora Enson vaikutuksia

Kemin merialueen mallinnuksessa mallinnettiin Stora Enson Veitsiluodon tehtaiden toiminnan lopettamisen vaikutukset merialueeseen. Oletuksena mallinnuksessa käytettiin tilannetta, jossa kuormitukset typen ja fosforin osalta loppuisivat täysin. Mallinnuksen mukaan typpipitoisuus laskee Maksniemi sisä -vesimuodostuman tehtaiden läheisyydessä olevassa kuormituspisteessä noin 20 % ja hieman kauempana sijaitsevassa pisteessä noin 11 % (vesienhoitoalueen toimenpideohjelmassa arvioitu vähentämistarve Maksniemi sisä < 10 %, taulukko V). Fosforipitoisuudelle lasku on vastaavasti noin 31 % ja 18 % (vähentämistarve < 10 %). Näin ollen vesienhoitoalueen toimenpideohjelmassa Maksniemi sisä -vesimuodostumalle asetetut typen ja fosforin vähentämistarpeet näyttäisivät tehdyn laskelman perusteella toteutuvan Stora Enson Veitsiluodon tehtaan lopettamisen myötä.

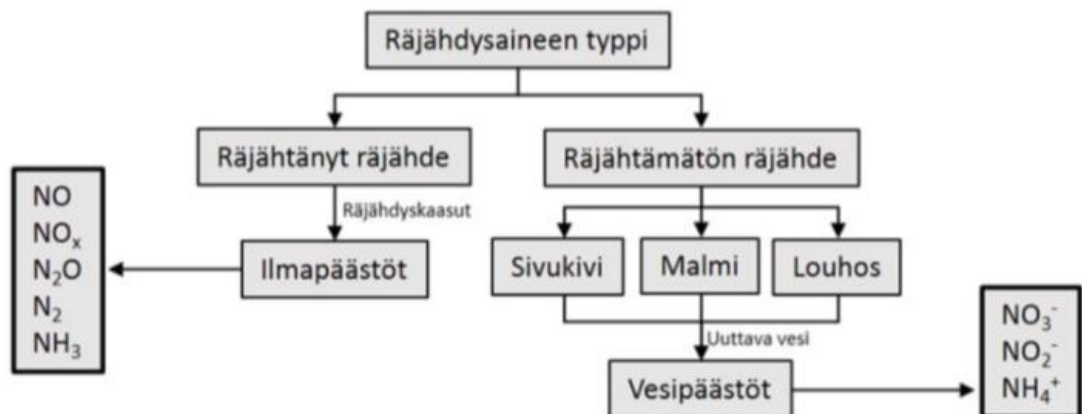
Maksniemi sisä -vesimuodostuman kolmen tulostuspisteen pitoisuuksien keskiarvoilla tarkasteltuna alueen ekologinen luokka ilman Stora Ensoa saattaisi parantua typen osalta välttävästään hyvään (keskipitoisuus laskee 367–370 µg/l → 319 µg/l) ja fosforin osalta tyydyttävästään hyvään (lasku 16,8 µg/l → 13,4 µg/l). Kemin kaivoksen aiheuttama pitoisuuslisä ei mallinnuksen mukaan estä fysikaaliskemiallisen tilan nousua, jonka paperi- ja sellutehtaiden kuormituksen päättymisen saattaa mahdollistaa. Veitsiluodon tehdasalueen kuormitus on ollut vuosina 2016–2020 fosforin osalta 20 kg/vrk ja typen osalta 306 kg/vrk. Paperin ja sellun tuotannon lopettamisen jälkeen tehdasalueen kuormituksen laskennalliset arviot ovat fosforikuormitukselle 0,45 kg/vrk (noin 98 % vähenemä kuormituksessa) ja typpikuormitukselle 2 kg/vrk (noin 99 % vähenemä kuormituksessa). Näin ollen Kemin merialueen mallinnuksessa käytetty oletus, jossa Veitsiluodon tehdasalueen kuormitus loppuisi kokonaan, voidaan pitää mallinnuksen kannalta luotettavana arviona.

Mallinnuksessa Maksniemi sisä -vesimuodostuman klorofylliennusteet alenivat hieman, kun klorofyllimallissa käytettiin ravinnepitoisuuksina vesistömallin tuloksia ilman toimintansa lopettavan Stora Enson Veitsiluodon paperitehtaan päästöjä. Ennustettu klorofyllipitoisuus säilyi kuitenkin tyydyttävässä tilaluokassa kaikissa kolmessa mittauspisteessä. Veitsiluodon tehtaan päästöjen ollessa mukana mallinnuksessa klorofyllipi-

toisuuksien ylemmät luottamusvälit ulottuivat välttävän tilaluokan puolelle ja ilman Veitsiluodon tehdasta luottamusvälit ovat kokonaisuudessaan tyydyttävässä tilaluokassa. Klorofyllitarkastelun perusteella Kemian kaivoksen ravinnepäästöillä on Veitsiluodon tehdasta selvästi vähäisempi vaikutus vesialueen ekologiseen tilaan. Klorofyllien osalta vähennystarpeeksi on arvioitu 30–50 %, mikä ei siis Maksniemi sisä-vesimuodostuman osalta näyttäisi täyttävän Veitsiluodon tehtaan lopettamisen myötä.

TYPPIKUORMITUS JA KUORMITUKSEN HALLINTA

Suurin osa kaivosten vesien tyyppistä on peräisin räjähtämättä jääneistä ammoniumnitraattipohjaisista räjähdysaineista, jotka liukenevat kaivosvesiin joko louhintavaiheessa, malmin rikastuksessa tai myöhemmin sivukivikasoihin muun muassa sadevesien huuhteluna pitkänkin ajan kuluessa. Seuraavassa kuvassa on esitetty räjähdysaineperäisen tyyppien hajoaminen ja kulku kaivoksilla yleistetysti. Räjähdysaineen tyyppi hajoaa eri yhdisteiksi riippuen siitä räjähtääkö se vai jääkö se osin räjähtämättä. Tutkimusten mukaan kaivosveteen päätyy lopulta arviolta 0,2–30 % käytetystä räjähdysaineen tyyppistä. Tähän vaikuttavat monet tekijät, kuten räjähteiden käyttötavat sekä ympäristötekijät.



Suomessa tehdyssä Kaira-projektissa arvioitiin 20–30 % tutkimuskohteiden käyttämästä kokonaistyyppien määrästä päätyvän kaivosvesiin, malmiin tai sivukivikasoihin. Tarkkaa määritelmää tai laskelmaa kaivosvesiin liukenevasta tyyppien määrästä on kuitenkin vaikea tehdä, sillä siihen vaikuttavat räjäytystyön lisäksi muun muassa malmikiven kyky sitoa tyyppiä. Suuri vaikutus on myös vesiolosuhteilla, jotka vaikuttavat niin räjähdysaineen toimivuuteen kuin tyyppien liukenemiseen ja vesikiertoon sekä ympäristöön kulkeutumiseen.

Teollisen toiminnan ympäristökuormitusta voidaan vähentää sekä primääreillä että sekundäärisillä menetelmillä. Primääreillä vähentämismenetelmillä tarkoitetaan sitä, ettei toiminnassa synny haitallisia yhdisteitä lainkaan tai että niiden muodostuminen vähenee huomattavasti aikaisempaan verrattuna. Kaivostoiminnassa räjähdysaineperäisen tyyppien

primäärit poistomenetelmät liittyvät muun muassa huolelliseen ja siistiin räjähdysaineen käsittelyyn, typpeä sisältämättömään räjähdysaineeseen sekä kokonaan räjähteettömään louhintaan.

Sekundäärisillä poistomenetelmillä tarkoitetaan jo muodostuneiden haitallisten aineiden pitoisuuden pienentämistä tai poistamista vesistä kokonaan. Yleisesti ottaen kaivostoiminnassa vesipäästöjä voidaan pienentää lisäämällä veden sisäistä kierrätystä kaivosalueella sekä minimoimalla prosessissa käytetyn veden määrä. Varsinaisia puhdistustekniikoita on sekä aktiivisia että passiivisia, joista aktiivinen puhdistus kuluttaa energiaa ja passiivinen tapahtuu luontaisesti biokemiallisia reaktioita ja luonnon energiaa hyödyntäen. Aktiivisiin menetelmiin kaivoksilla kuuluu mm. kemikaaleilla tehtävä pH:n säätö metallien saostamiseksi ja typen osalta nitrifikaatio-denitrifikaatioprosessi, jossa prosessiin lisätään bakteereja sekä hiililähdettä. Passiivinen puhdistaminen tapahtuu esimerkiksi vesialtaissa, jälkiselkeytysaltaissa ja imeytyskentillä.

Primäärit typenpoistomenetelmät

Kaivostoiminnassa räjähdysaineperäisen typen primäärit poistomenetelmät liittyvät muun muassa huolelliseen ja siistiin räjähdysaineen käsittelyyn, typpeä sisältämättömään räjähdysaineeseen sekä kokonaan räjähteettömään louhintaan. Myös käytetyllä louhintamenetelmällä sekä kiven laadulla on vaikutuksia räjähdysainemääriin. Seuraavissa kappaleissa käsitellään edellä mainittuja menetelmiä sekä Kemin kaivoksella tehtyjä toimenpiteitä räjähtämättä jäävän räjähdysaineen vähentämiseksi.

Vähätyppiset ja typettömät räjähdysaineet

Nykyisin käytössä olevissa räjähdysaineissa hapettimena toimii ammoniumnitraatti, josta typpipäästöt kaivoksilla suurimmaksi osaksi johtuvat. Typettömien räjähdysaineiden kehittämiseksi on vuosikymmenten aikana tehty tutkimuksia, joissa hapettimena on käytetty mm. perkloraatteja, nestemäistä happea ja vetyperoksidia. Suurin mielenkiinto tutkimussaralla on kohdistunut vetyperoksidiin ja tuotteen kaupallinen kehittäminen on käynnissä.

Typettömien räjähdysaineiden tutkimus- ja kehitystyötä on tehty usean eri räjähddevalmistajan toimesta. Kehitystyö on edennyt vuosien saatossa, ja Kemin kaivos on ollut yhteyksissä useaan eri räjähdysainetoimittajaan asian tiimoilta sekä esittänyt halukkuutensa olla mukana tässä kehitystyössä tarjoamalla mahdollisuuden esimerkiksi testiräjäytyksille kaivoksessaan heti, kun se valmistajien kehitystyön puitteissa on mahdollista. Valmistajilta saatujen tietojen mukaan typettömillä räjähdysaineilla tehdyt kokeet ovat tähän mennessä olleet lupaavia; räjähdysteho näyttäisi olevan samaa luokkaa perinteisten räjähdysaineiden kanssa. Haasteina vetyperoksidipohjaisella räjähdysaineella on ennen kaikkea turvallisuus ja käytettävyys. Vetyperoksidi on erittäin reaktiivista, jolloin sekä sen käsittely, kuljetus että räjähdyskelpoisena pysyminen vaativat vielä pitkään kehitystyötä.

Mikäli Kemin kaivoksella voitaisiin siirtyä typettömään räjähdysaineeseen, vähentäisi se kaivoksen typpikuormitusta oleellisesti. Typettömissä räjähdysaineissa hapettimena käytettävä vetyperoksidi on hyvin reaktiivista, joten erityistä huomiota tulee kiinnittää työturvallisuuteen liittyviin seikkoihin. Typettömien räjähdysaineiden käyttöönotto tulee vaatimaan aina kaivoskohtaisen soveltuvuuden testaamisen sekä erityisesti työturvallisuuteen liittyvien seikkojen huomioimisen. Soveltuvuuden testaaminen käytännössä kaivoksilla tulee viemään vuosia, eikä toimivuutta kaivoskohtaisesti voida vielä tässä vaiheessa taata.

Panostuksen hallinta ja laadunvarmistus

Panostuksessa erityisen tärkeää ovat siistit työskentelytavat ja optimaalinen käytetyn räjähteen määrä. Roiskeita ja valumia tulee välttää, jottei räjähdysainetta joudu paikkoihin, jossa se voi jäädä räjähtämättä. Kemin kaivoksella räjähdysaine toimitetaan louhintapaikalle säiliöautolla, jolloin räjähdysaine herkistetään samalla, kun se pumpataan auton säiliöstä suoraan panostusreikiin. Näin vältetään liiallisen räjähdemäärän herkistämistä, mitä esimerkiksi irtokonteista panostamalla tapahtuu. Lisäksi säiliöautosta tapahtuvan panostuksen aikana tahattomien roiskeiden syntyminen on vähäisempää kuin konteista panostettaessa. Ylimääräinen letkuihin ym. jäänyt herkistetty räjähdysaine kerätään keräyssäiliöön, josta se toimitetaan asianmukaisesti hävitettäväksi.

Porareikään pumpatun räjähdysaineen joutuessa kallion ruhjeisiin, räjähdys ei välity ruhjeissa olevaan räjähdysaineeseen ja se jää räjähtämättä. Kun Kemin kaivoksessa louhittava kiviaines havaitaan ruhjeiseksi, panostetaan räjähdysaine ns. panostussukkaan, jolloin se ei pääse karkaamaan porareiästä ruhjeisiin. Ruhjeisuuden havaitsemisessa porarin rooli on tärkeä. Reikiä poratessa ruhjeisuus aiheuttaa poraveden ”katoamisen” reikiin, minkä porari kirjaa havaintolappuun. Panostajien tulee lukea havaintolaput ennen panostuksen aloittamista, ja näin tiedetään panostaa räjähdysaine panostussukkaan vuotojen ehkäisemiseksi.

Kemin kaivoksella panostuksen hallintaa on kehitetty vuosien saatossa ja tällä hetkellä esimerkiksi peränajossa ominaispanostus on noin 5–10 % pienempi verrattaessa yleisesti kaivoksilla peränajoissa käytettyihin räjähdysainemääriin. Verrattaessa infraurakoiden ominaispanostukseen, Kemin kaivoksella käytetään noin 20 % vähemmän räjähdysaineita irrotettua kiveä kohden. Ominaispanostuksen pienentyessä voidaan muodostuvien typpipäästöjenkin olettaa pienentyvän, kun louhintaan käytetään suhteessa vähemmän räjähdysaineita.

Sorroslouhinnan koetoiminta

Kemin kaivoksella louhitaan koetoimintana tiettyjä malmioita sorros-louhintamenetelmällä (SLC). Tässä menetelmässä panostettavat reiät ovat ns. yläkätisiä eli ne porataan alhaalta ylöspäin. Tällöin reikiin panostettava räjähdysaine voi herkemmin valua ulos reiästä verrattuna kaivoksella pidempään käytössä olleeseen pengerlouhintaan, jossa po-

rareiät porataan ylhäältä alaspäin. SLC-koelouhinnassa käytetään räjähdysainetta, joka on suunniteltu käytettäväksi erityisesti yläkätisissä räjäytysrei'issä. Sen viskositeetti on korkea, jolloin se vaseliinin tapaan on lähes valumatonta, ja näin ollen pysyy panostettaessa rei'issä eikä valu ulos. Porarei'istä ulosvalunut räjähdysaine jää räjähtämättä, jolloin se kulkeutuu ajan saatossa kaivosvesiin muodostaen typpikuormitusta.

SLC:n koetoiminta-alueella on käytetty koeluontoisesti langattomia elektronisia nalleja. Langattomien nallien räjäytys tapahtuu etäohjatusti eikä niiden välille tarvita reikiä toisiinsa yhdistäviä räjäytyslankoja. Merkittävä osa räjähtämättä jääneistä rei'istä arvioidaan johtuvan lankojen katkeamisesta räjäytyksiä suoritettaessa. Käyttämällä langattomia nalleja tämä voidaan minimoida, jolloin vähennetään räjähtämättä jääneen räjähdysaineen määrää ja sitä kautta muodostuvaa typpikuormitusta.

Koetoiminnan aikana kerätään reikäkohtaista panostustietoa sekä tarkastellaan louhinnan onnistumista seuraamalla räjäytysten onnistumisia nallien kytkentä- ja signaalitietojen sekä värinämittausten perusteella. Lisäksi kohteet valokuvataan. Tiedon lisäämiseksi seurataan myös louhitun kiven liikkeitä ja virtauksia sekä sorroksen sisällä että louhintatasojen välillä. Seurantadatan sekä valokuvien tehtävän dokumentoinnin avulla tehdään jatkuvaa parantamista poraus-, panostus- ja räjäytystöiden kehittämiseksi optimaaliseksi koetoiminnan aikana. Erityistä huomiota panostustyössä on kiinnitetty räjähdysainejäämien huolelliseen siivoamiseen ja henkilöstön tiedottamiseen siivousvastoista.

Rouhinta

Räjähdysaineiden sijaan tunnelin louhinnassa voidaan käyttää rouhintaa, jossa kiveä hajotetaan mekaanisesti ilman räjähdysaineita. Rouhinnassa pyörivä teräyksikkö poraa koko tunnelin profiiliin kerralla. Teräyksiköissä on terärullia tai nastoja, joita louhinnan aikana painetaan tunnelin perää vasten. Pyörivät ja mahdollisesti oskilloivat terät murskaavat ja/tai leikkaavat kalliota. Rouhintaa on käytetty vuosikymmenten ajan yhdyskuntarakentamisessa, kuten tieliikenteen, vesivoiman ja viemäriverkostojen louhinnan yhteydessä. Kaivosten kivilaadut ovat yleensä haastavampia kuin infra-alueiden hiekka- ja savipohjaiset kivilaadut, jolloin rouhintalaitteiden ominaisuuksilta vaaditaan parempaa suorituskyyä. Viime vuosien ajan rouhintateknikka on kehittynyt myös koviin kivilaatuihin soveltuvaksi. Kivilajin rouhittavuuteen vaikuttavat sen kovuuden lisäksi muun muassa kivilajin kuluttavuus, lohkeavuus ja sitkeys. Tästä johtuen teknisesti toimiva sovellus joudutaan suunnittelemaan kaivoskohtaisesti tai jopa kivilajikohtaisesti.

Rouhintaa voitaisiin soveltaa Kemin kaivoksella poraus-räjäytysmenetelmän sijaan tunneliverkoston louhinnassa malmin tuotantoa varten. Peränajoissa räjähdysaineen ominaispanostus on kiven laadusta johtuen suurempaa kuin malmin louhinnassa, mikä tarkoittaa, että louhittavaa tonnia kohti on käytettävä suhteessa enemmän räjähdysaineita. Mikäli rouhintaa voitaisiin soveltaa Kemin kaivoksella peränajoissa, voisi

se alustavan arvion mukaan tarkoittaa jopa kymmenien prosenttien laskua räjähdysaineiden käytössä, mikä puolestaan vähentäisi typpipäästöjen muodostumista merkittävästi.

Rouhinnan mahdollisuutta Kemin kaivokselle on selvitelty useamman eri rouhintalaitteen toimittajan kanssa. Toistaiseksi toimivaa yhteistyökokeilua ei suurten kaivoskonevalmistajien saralta ole löydetty. Yleisesti ottaen tuotantomittakaavan kaivostunneleiden rouhintaan ei ole kokemuksia kuin yksittäisiltä kaivoksilta maailmassa, joissa on löydetty kiviolosuhteisiin soveltuva teknillistaloudellinen ratkaisu. Rouhinnan soveltuvuus on kaivoskohtaista ja se on testattava kaivoskohtaisesti, jotta toimivuudesta saadaan luotettavaa tietoa. Kiven laatu voi vaihdella jopa kaivoksen sisällä niin, ettei sama menetelmä toimi kaivoksen joka osassa. Yhteistyötä on tehty myös muiden Suomessa toimivien kaivosten kanssa rouhintamenetelmien testimahdollisuuksista Suomessa. Soveltuvuuden lisäksi on huomioitava muut seikat, kuten pölyn ja hienoaineksen muodostumisen myötä toimiva pölynpoisto kaivostunneleissa sekä mahdolliset lisääntyneen hienoaineksen vaikutukset malmin rae-kojakaumaan. Malmi syötetään rikastusprosessiin ja rouhinnan myötä lisääntynyt hienojae saattaa vaikuttaa itse rikastusprosessiin.

Rouhintamenetelmän soveltuvuutta Kemin kaivokselle on testattu pienimuotoisesti markkinoilla tällä hetkellä saatavilla olevalla rouhintalaitteella, joka soveltuu käytettäväksi muun muassa kaivinkoneisiin liitettyinä. Testi suoritettiin peränaikojakohteessa kuukauden ajanjaksolla, minkä jälkeen se lopetettiin laitteen huonon soveltuvuuden vuoksi. Rouhintalaite pystyi muotoilemaan tunnelin profiilia pehmeässä kivessä, mutta etenemän oli hidasta. Vähänkään kovemman kivilajin tullessa eteen rouhintalaite pysähtyi. Ongelmaksi muodostui myös terien irtoaminen ja se, ettei käytetyn välineistön hydraulikan tuotto ollut riittävää. Mahdollisia rouhinnan jatkotestauksia varten tulisi rouhintalaitteen ominaisuuksien lisäksi kiinnittää erityistä huomiota pölynsidontaan – nyt tehdyissä testeissä havaittiin tarve läpikäytölle pölyämisen estämiseksi.

Sekundääriset typenpoistomenetelmät

Sekundäärisillä poistomenetelmillä tarkoitetaan jo muodostuneiden haitallisten aineiden pitoisuuden pienentämistä tai poistamista vesistä kokonaan. Yleisesti ottaen kaivostoiminnassa vesipäästöjä voidaan pienentää lisäämällä veden sisäistä kierrätystä kaivosalueella sekä minimoimalla prosessissa käytetyn veden määrä. Varsinaisia puhdistustekniikoita on sekä aktiivisia että passiivisia, joista aktiivinen puhdistus kuluttaa energiaa ja passiivinen tapahtuu luontaisesti biokemiallisia reaktioita ja luonnon energiaa hyödyntäen. Aktiivisiin menetelmiin kaivoksilla kuuluu mm. kemikaaleilla tehtävä pH:n säätö metallien saostamiseksi ja typen osalta nitrifikaatio-denitrifikaatioprosessi, jossa prosessiin lisätään bakteereja sekä hiililähdettä. Passiivinen puhdistaminen tapahtuu esimerkiksi vesialtaissa, jälkiselkeytysaltaissa ja imeytyskentillä. Seuraavissa kappaleissa esitetään toimia, joita Kemin kaivoksella on tehty ja suunnitellaan tehtäväksi sekundäärisiin typenpoistomenetelmiin liittyen.

Teknistaloudellinen selvitys

Kemin kaivoksen teknistaloudellisessa selvityksessä tarkasteltiin sekundäärisiä menetelmiä typen kokonaiskuorman vähentämiseksi Iso-Ruonajaan ja sitä kautta Hepolahteen. Tyypitaseen perusteella kaivoksen kaksi suurinta typpivirtaa ovat maanalaisen louhoksen kuivanapitovedet ja malmin mukana rikastamolle ja sieltä rikastushiekan mukana rikastushiekka-altaalle päätyvä typpi. Näistä virroista typenpoiston tarkasteluun valittiin maanalaisen kaivoksen tason 350 kuivanapitovedet, jotka pumpataan maan päälle allasvesikiertoon. Ne ovat kaikista typpipitoisimpia vesiä, joten niihin kohdistetuilla toimilla sataisiin suurin vaikutavuus typenpoistolle. Rikastushiekan mukana pumpattavien vesien käsittely on teknisesti haasteellista ja lisäksi veden typpipitoisuus laimenee rikastushiekkakierrossa.

Selvityksessä käytiin läpi seitsemän eri sekundääristä typenpoistomenetelmää, joista kaikista tehtiin soveltuvuusvertailu Kemin kaivokselle. Vertailussa käytiin läpi eri typenpoistomenetelmien periaatteet ja niiden hyvät ja huonot puolet kaivosolosuhteisiin sekä niiden toiminnan että menetelmien soveltuvuuden kannalta. Laajempi tarkastelu menetelmien soveltuvuudesta Kemin kaivoksen typpipitoiselle vedelle tehtiin neljälle eri menetelmälle: 1) biologinen typenpoisto, 2) selektiivinen ioninvaihto, 3) sähkökemiallinen saostus ja pelkistys sekä 4) typpipitoisen veden konsentroitinta kalvosuodatuksella ja konsentraatin jatkokäsittely. Teknisen vertailun ja laboratoriotulosten perusteella tarkempaan taloudelliseen vertailuun typenpoistomenetelmistä valittiin biologinen menetelmä, kalvosuodatus + biologinen menetelmä ja kalvosuodatus + stabilointi.

Teknistaloudellisen vertailun perusteella toteutuskelpoisimmaksi tekniseksi todettiin biologinen menetelmä tai yhdistetty kalvosuodatus ja biologinen prosessi. Käyttökustannuksiltaan ja investoinneiltaan edullisemmaksi todettiin biologinen prosessi. On huomioitavaa, että raportissa esitettyjä investointikustannuksia (2,3 M€) realistisemmat laskelmat (15–20 M€ vuonna 2021) on esitetty myöhempanä, joka pohjautuu erikseen teetettyyn alustavaan konseptisuunnitelmaan Kemin kaivoksen mittakaavaan ja olosuhteisiin soveltuvasta biologiseen menetelmään perustuvasta MBBR-laitoksesta. Suunnitelman ovat tehneet asiantuntijat, jotka ovat viime vuosien aikana osallistuneet useamman MBBR-laitoksen suunnitteluun ja toteutukseen. Suunnitelmassa laskettu investointikustannusarvio on jopa lähes kymmenkertainen teknistaloudellisessa selvityksessä esitettyyn. Markkinatilanne on muuttunut konseptisuunnitelman teosta, joten tänä päivänä ollaan todennäköisesti kustannusarvion yläpäässä, ellei jo ylikin.

Teknistaloudellisen selvityksen mukaan optimaalisissa olosuhteissa biologisella prosessilla voitaisiin saavuttaa hyvinkin tehokas kokonaistypenpoisto kaivoksen kuivanapitovesille. On kuitenkin huomioitava, että biologisen prosessin käynnistyminen tavoiteltuun tilaan voi viedä kuuksia, kun sopiva bakteeristo kasvaa ja valikoituu kantoaineiden pinnalle. Biologinen prosessi on myös herkkä muutoksille sekä lämpötilan vaihteluille ja sen palautuminen häiriötilanteista voi kestää useita päiviä,

jopa viikkoja. Pohjoisen alueen kylmät kaudet ja sen myötä viileät vedet aiheuttavat myös haastetta biologisen prosessin toimivuudelle. Raportissa todettiin, että huomioon ottaen biologisen prosessin erityispiirteet sekä Kemin kaivoksen vaihtelevat vesilaadut, on noin 85 % kokonaistypenpoisto lähellä saavutettavaa maksimipoistotehoa puhdistettavalle vesivirrälle.

Raportin mukaan kuivanapitovesien vaihtelevan laadun sekä biologisen prosessin häiriöherkkyyden vuoksi käyttöparametrien varmistamiseksi tulisi tehdä pilot-mittakaavan kokeet. Erityiseksi haasteeksi nähtiin samanaikainen hallinta sekä kiintoaineen pitoisuuden että biologisen prosessin toiminnan osalta. Pilot-kokeesta nähtiin myös saatavan taustatietoa sekä puhdistettavan veden esikäsittelyn tarpeelle että prosessissa syntyvän lietteen käsittelylle. Raportissa todettiin myös, että biologisessa typenpoistossa tulee huomioida jäännösfosfori ja mahdollinen tarve sen poistoon sekä syntyvä liete ja sen loppukäyttö. Pilot-mittakaavan kokeet on tehty kevään 2021 aikana, jonka tarkempi kuvaus on esitetty seuraavassa kappaleessa.

Biologinen typenpoisto – Pilot-mittakaavan koe

Biologisia typenpoistomenetelmiä on sekä aktiivisia että passiivisia. Kaikissa niissä pääperiaatteena on mikrobien toimintaan perustuva prosessi, jossa typpiyhdisteet muutetaan typpikaasuksi. Vedessä olevat ammoniumionit voidaan muuttaa nitrifikaatio-denitrifikaatioprosessin avulla nitriitti- ja nitraatti-ioneiksi ja edelleen harmittomaksi typpikaasuksi. Pohjoisissa oloissa, kuten Kemin kaivoksella, nitrifikaatio-denitrifikaatioreaktioita rajoittavat kylmät sääolot. Nitrifikaatioprosessin reaktionopeus tuplaantuu lämpötilan noustessa kymmenen astetta ja denitrifikaatiossa jo neljän asteen nousu tuplaa reaktionopeuden. Lämpötilan laskiessa vaikutus on päinvastainen. Rajoittavana tekijänä kaivosveissä on myös mikrobien tarvitseman biohajoavan hiilen vähäinen määrä.

Tehdyn teknistaloudellisen selvityksen perusteella pilot-mittakaavan kokeeseen Kemin kaivoksella valittiin MBBR-tekniikka (Moving Bed Biofilm Reactor). MBBR-tekniikassa veden epäpuhtauksia poistavat mikro-organismit ja bakteerit ovat kiinnittyneet vedessä vapaasti sekoitettavaan kantoaineeseen, yleensä pieniin muovikappaleisiin. Kappaleet on suunniteltu niin, että niiden pinta-ala on mahdollisimman suuri, jolloin niiden pinnalle muodostuvan mikrobipedin pinta-ala ja puhdistusteho saadaan mahdollisimman suuriksi. Kantoaineen vapaa liikkuminen tehostaa mikrobien ja epäpuhtauksien kohtaamista, mikä myös parantaa puhdistustehoa.

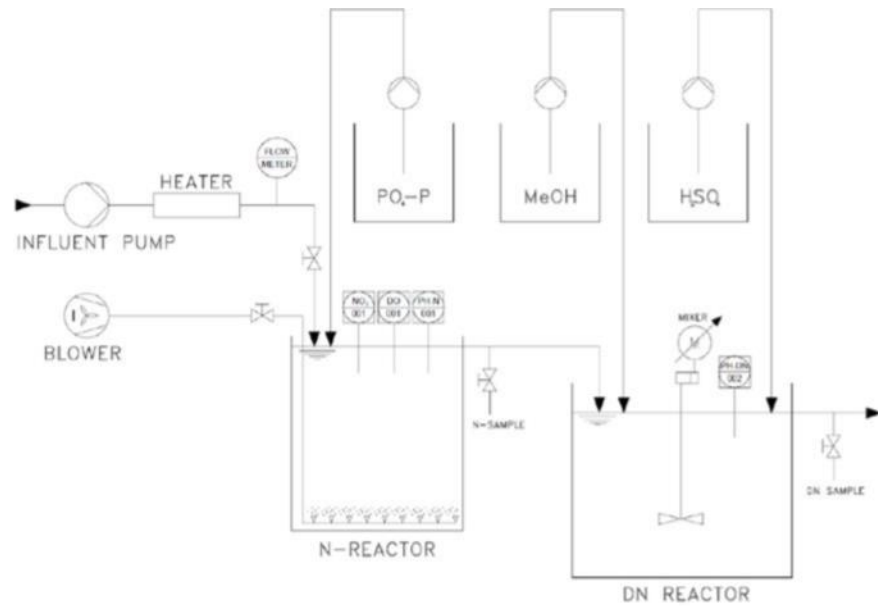
MBBR-kokeessa typenpoisto toteutettiin kaksivaiheisen nitrifikaatio-denitrifikaatio -menetelmän avulla. Reaktion ensimmäisessä nitrifikaatio-vaiheessa vedessä oleva ammoniumtyppi (NH_4^+) hapetetaan nitraattitypeksi (NO_3^-). Nitrifikaatio vaatii ilmaa sekä fosforia. Kemin kaivoksen veissä on hyvin vähän fosforia, joten sitä jouduttiin lisäämään puhdistus-

reaktioon ylimäärä typen poiston maksimoimiseksi. Toisessa denitrifikaatio-vaiheessa nitraattityppi pelkistetään hapettomissa olosuhteissa harmittomaksi typpikaasuksi (N_2), joka poistuu kaasuna ilmaan. Denitrifikaatio vaatii myös biohajoavaa hiiltä, jonka lähteenä kokeessa käytettiin metanolia. MBBR-prosessin pH:n on oltava neutraali (7–8), minkä vuoksi pH:n säätö voi joissakin kohteissa olla tarpeellista. Koejärjestelyt tehtiin kaivoksen maanalaiselle vedelle, jossa typpipitoisuus on väkevin. Maanalaisen kaivoksen vesien tyyppi on pääasiassa nitraattimuodossa, mutta myös ammoniumtyyppiä sekä vähäisiä määriä orgaanista tyyppiä esiintyy. Koejärjestelyt kestivät kolme kuukautta ja ne toteutettiin keväällä 2021.

Koejärjestelyt ja tulokset

Pilot-mittakaavan koelaitos sijaitsi maanalaisessa kaivoksessa 500-tason pumppaamolla. 500-tason pumppaamo on maanalaisen kaivoksen pääpumppaamo, josta kuivanapitovedet nostetaan 350-tason pumppaamon (vrt. Teollisuuden veden teknistaloudellinen selvitys) kautta maan pinnalle.

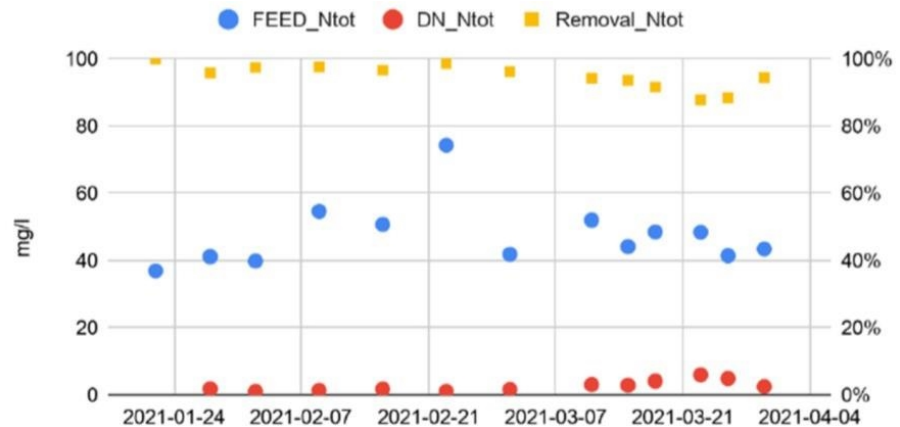
Koelaitoksen syötevesi pumpattiin lämmittimen läpi 120 litran kokoiseen nitrifikaatio-reaktoriin (N-reaktor), jossa oli erikseen ohjattava fosforin syöttö sekä reaktorin pohjalla ilmastus. Lämmityksen avulla voitiin tarvittaessa kontrolloida tulevan veden lämpötilaa. N-reaktorissa tarkkailtiin liuenneen hapen määrää (DO), nitraattipitoisuutta (NO_3-N) ja pH:ta. N-reaktorista vesi johdettiin ylivuotona 500 litran kokoiseen denitrifikaatio-reaktoriin (DN-reaktor), jossa oli erikseen ohjattavat metanolin (hiili-lähde) ja rikkihapon (pH:n säätö) syötöt. DN-reaktorissa oli jatkuva sekoitus sekä pH-mittaus. Puhdistettu vesi johdettiin ylivuotona pilot-laitoksesta 500-tason pumppaamon vesiin ja edelleen maan pinnalle kaivoksen allasvesikiertoon. Pilot-laitoksen prosessikaavio on esitetty seuraavassa kuvassa. Puhdistettava vesi pumpattiin nitrifikaatioreaktoriin (N-reaktor), jossa oli ilmastus sekä fosforin syöttö (PO_4-P). Nitrifikaatioreaktorista vesi johdettiin ylivuotona denitrifikaatio-reaktoriin (DN-reaktor), jossa oli jatkuva sekoitus sekä metanolin (MeOH) ja rikkihapon (H_2SO_4) syötöt.



Koejärjestely aloitettiin lisäämällä kantoaineeseen mikrobireaktion käynnistymisen nopeuttamiseksi kunnallisen vedenpuhdistamon lietettä. Lisäksi tulevaa vettä lämmitettiin ensimmäisen kuukauden ajan mikrobikasvuston kasvunopeuden lisäämiseksi. Lämmitystä vähennettiin asteittain ja se sammutettiin, kun päästiin lähelle maanalaisen kaivoksen veden normaalia lämpötilaa. Alkuhaasteiden jälkeen pilot-laitos saatiin toimintaan. Fosforia sekä metanolia lisättiin koko koejakson ajan reaktoreihin ylimäärät, jotta typen tehokas poisto saatiin varmistettua.

Alkuun pilot-laitteiston syötenopeudeksi on suunniteltu 165 l/h. Erinäisistä haasteista johtuen syötevirtaamaa jouduttiin laskemaan useaan otteeseen ja syötevirtaama vaihteli kokeen aikana välillä ~ 80–220 l/h. Lämmityksen lopetuksen jälkeen veden lämpötila vaihteli välillä 12–14 °C. Koko koejärjestelyn ajan otettiin näytteitä tulevasta vedestä sekä molempien reaktoreiden lähtevästä vedestä. Analysoitavat komponentit olivat typen eri jakeet, kemiallinen hapenkulutus (COD = Chemical Oxygen Demand) ja lähtevän veden fosforipitoisuus. Lisäksi pilot-laitoksessa oli NO_x-N-sensori, joka teki mittauksia viiden minuutin välein.

Tulevan veden kokonaistyyppipitoisuus oli noin 47 mg/l, josta suurin osa oli nitraattimuodossa. Ammoniumtypen ja orgaanisen typen pitoisuudet olivat selvästi matalampia. Lähtevän veden tyyppipitoisuus oli alle 6 mg/l. Typenpoistoteho oli tulosten perusteella noin 85–97 %. On kuitenkin huomioitavaa, että kaikki kokonaistypen analyysit on tehty suodatetuille näytteille, jolloin mukana ovat vain liuenneet komponentit. Tulevan veden (FEED_Ntot) ja lähtevän veden (DN_Ntot) kokonaistyyppipitoisuudet sekä typenpoistoteho (Removal_Ntot) on esitetty seuraavassa kuvassa.



Vaikka Kemin kaivoksen tyyppistä suurin osa on nitraattityyppinä, nähdään kokeiden perusteella hyödylliseksi MBBR-prosessissa myös nitrifikaatioreaktio. Ammoniumtyypen lisäksi se todennäköisesti poistaa myös osan orgaanisesta tyyppistä. Arvion mukaan ilman nitrifikaatiota poistuvan veden typpipitoisuus voisi olla noin 10 yksikköä (mg/l) korkeampi kuin nyt kokeessa saavutetut pitoisuudet. Mikäli Kemin kaivokselle suunniteltaisiin täyden mittakaavan puhdistinlaitos, on koeraportin mukaan tulevan veden ominaisuuksien ja halutun puhdistustehon lisäksi huomioitava mm. muodostuvan lietteen käsittely ja sijoitus.

MBBR-menetelmässä huomioitavaa on myös puhdistusprosessiin ylimääränä lisättävä fosfori. Fosfori yhdessä typen kanssa on vesistöjä rehevöittävä komponentti, joten sen päästöjen lisäämistä on vältettävä. Kemin kaivoksen purkuvedet johdetaan Iso-Ruonaojan kautta Hepolahteen, jotka molemmat ovat vahvasti fosforirajoitteisia vesialueita. Tämän vuoksi fosforikuormituksella on tällä hetkellä merkittävämpi rooli kuin typpikuormituksella näiden vesialueiden rehevöitymisessä. Nykyisin kaivokselta purettavien vesien fosforikuorma on erittäin pieni, ja täysimittaisen MBBR-prosessiin olisi lisättävä typenpoiston lisäksi fosforin poisto vähentämään ylimääränä prosessiin syötettävän fosforin kuormitusvaikutusta vastaanottavaan vesistöön. Kokonaan fosforinpoistolaitteisto ei MBBR-prosessista lähtevästä vedestä fosforia saa poistetuksi, mutta tämänhetkisten laskelmien mukaan puhdistuksen toimiessa optimaalisesti fosforikuormitus ei MBBR-laitoksen vaikutuksesta juurikaan lisääntyisi. Mikäli fosforinpoistoa ei saataisi toimimaan suunnitellusti, kasvaisi riski fosforipäästön nousulle nyt voimakkaasti fosforirajoitteisessa Iso-Ruonaojassa. Täysimittainen typenpoistolaitos vaatisi myös merkittävän kemikaalien käytön lisäyksen nyt lähes kemikaalittomasti toimivassa kaivoksessa, sillä fosforin lisäksi laitos vaatii useita muita kemikaaleja, joista tarkemmin seuraavissa kappaleissa.

Täyden mittakaavan MBBR-laitos

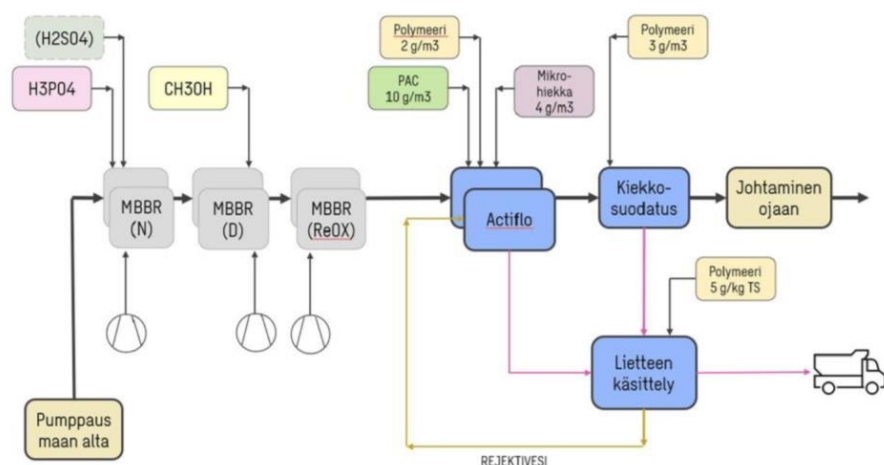
Tehtyjen pilot-kokeiden sekä tunnettujen kaivoksen vesimäärien ja typpipitoisuuksien perusteella tehtiin alustava konseptisuunnittelu (feasibility study) Kemin kaivokselle soveltuvasta täysimittaisesta MBBR-laitoksesta maan alta pumpattaville kaivoksen kuivanapitovesille. MBBR-laitos suunniteltiin kaksilinjaiseksi toiminnan häiriöherkkyyden

vähentämiseksi. Toisen linjan ollessa pois käytöstä esimerkiksi laiterikon tai huoltotoimenpiteiden vuoksi, voisi toinen linja toimia itsenäisesti eikä typenpoisto keskeydy.

MBBR-prosessi

Suunniteltu MBBR-laitos koostuu pumppausyksiköstä, nitrifikaatio- (N), denitrifikaatio- (D) ja jälkihapetusreaktoreista (ReOX), joissa itse typenpoisto tapahtuu nitrifikaatio-denitrifikaatio-reaktioiden avulla. Nitrifikaatioaltaassa on ilmastus, denitrifikaatioaltaassa sekoitus sekä jälkihapetusaltaassa ilmastus. Reaktiossa bakteerien vaatima fosfori (H_3PO_4) lisätään nitrifikaatioaltaaseen. Samoin pH:n säätöön on varauduttu suunnittelemalla altaaseen rikkihapon (H_2SO_4) syötön mahdollisuus. Denitrifikaatioprosessin vaatima orgaaninen hiili lisätään metanolinsyötöllä (CH_3OH) altaaseen.

Biologisesta typenpoistoprosessista vesi johdetaan Actiflo-prosessiin, joka on korkeakuormitteinen selkeytysprosessi ja joka toimii myös fosforinpoistoyksikkönä. Actiflo-prosessissa kiintoaineen erotusta tehostetaan saostuskemikaalin (PAC = polyalumiinikloridi), polymeerin sekä mikrohiekkan avulla. Saostuskemikaalina voidaan käyttää myös rautapohjaista kemikaalia. Saostuskemikaalin avulla myös saostetaan liukoinen fosfori kiinteään muotoon, jolloin se saadaan laskeutetuksi muun kiinteään aineksen mukana. Actiflo-prosessiin johdetaan myös MBBR-laitoksen lietteen kuivatuksen rejekti- eli palautusvesi ja Actiflo-prosessin liete puolestaan ohjataan lietteenkäsittelyyn. Kiintoaineen ja fosforinpoiston tehostamiseksi Actiflo-prosessista vesi johdetaan kiekkosuodatukseseen, jossa mikrosuodatuksen avulla viimeistellään kiintoaineen poisto. Kiekkosuodatukseseen ja lietteen käsittelyyn lisätään tarvittaessa polymeeriä poistotehon parantamiseksi. MBBR-prosessissa muodostunut liete toimitetaan jatkokäsittelyyn. Suunnitellun MBBR-prosessin lohkokaavio on esitetty seuraavassa kuvassa.



Typenpoisto tapahtuu nitrifikaatio-denitrifikaatio-reaktioilla (N & D), jossa lopussa jälkihapetus (ReOX). Reaktio tarvitsee toimiakseen fosforin (H_3PO_4) ja metanolin (CH_3OH) lisäykset. Tarvittava pH:n säätö teh-

dään rikkihapon (H_2SO_4) avulla. Kiintoaineen ja fosforin poisto tapahtuvat Actiflo-menetelmällä, jossa liuenneita aineita saostetaan saostusmekaanin (PAC) avulla sekä kiintoaineen lasketusta tehostetaan polymeerillä ja mikrohiekalla. Kiintoaineen erotus viimeistellään kiekko-suodatuksella.

Suunnitteluparametrit

MBBR-laitoksen suunnittelussa on käytetty Kemin kaivoksen maanalaisesta kaivoksesta pumpattujen vesien laatutietoja sekä määriä. Suunnittelun lähtökohtana on pidetty 90 % typenpoiston tehokkuutta maanalaisesta kaivoksesta pumpattaviin vesiin. Todennäköisesti MBBR-laitoksella saavutettava puhdistusteho kaivosvesille jäisi alle suunnitellun tehokkuuden. Taulukossa VI on esitetty Pilot-testien sekä tunnettujen virtojen perusteella nitrifikaatio-denitrifikaatio-prosessin suunnitteluarvot. Suunnittelun vuosivirtaamana on käytetty $1,8 \text{ Mm}^3$, joka on noin 1,0–1,4 kertainen viime vuosien toteutuneisiin virtaamiin, jolloin puhdistuslaitoksella päästäisiin tehokkaasti kiinni nykyisiin vesimääriin ja laitoksen koko olisi vielä suhteellisen hallittavassa mittakaavassa.

Kun lasketaan viime vuosien keskimääräisellä kokonaistypen pitoisuudella (40 mg/l) ja laitoksen maksimikapasiteetilla ($1,8 \text{ Mm}^3/\text{v}$), saadaan tulevan typen laskennalliseksi kokonaismääräksi $72\,000 \text{ kg}$ (toteutuneet maan alta pumpatut kokonaistyyppimäärät vuosina 2019–2021 noin $61\,000$ – $68\,500 \text{ kg}$). Jos MBBR-prosessilla tästä saataisiin laskennallisesti poistetuksi suunniteltu 90 %, mikä edellyttää laitoksen optimaalista toimintaa, vähenisi maan alta selkeytysaltaille tuleva tyyppikuorma noin $64\,800 \text{ kg}$. On huomioitavaa, että nykyisellään maan alta kaivosvesien mukana allaskiertoon tullut tyyppi ei päädy määrällisesti täysimittaisena Iso-Ruonaajaan, sillä altailla tapahtuu luontaista typenpoistoa, mikä lämpiminä kuukausina toimii erittäin tehokkaana typenpoistajana ja vähentää kaivoksen kuormitusta merkittävästi.

Seuraavassa taulukossa on esitetty nitrifikaatio-denitrifikaatio-prosessin suunnitteluarvot sekä tulevan ja lähtevän veden suunnittelupitoisuudet ja laskennalliset kuormitukset maksimivirtaamalla $1,8 \text{ Mm}^3/\text{v}$.

	Virtaama/pitoisuus	
Vuorokausivirtaama	4 932 m ³ /vrk	
Maksimivirtaama	400 m ³ /h	Määrä
Tulevan veden pitoisuus (350-tasolta ja luolapumppaamosta)		
Suunnittelulämpötila	10 °C	
Kokonaistyyppi	40 mg/l	72 000 kg/v
Ammoniumtyppi	7 mg/l	12 600 kg/v
Nitraatti-nitriittityppi	32 mg/l	57 600 kg/v
Kokonaisfosfori	0,1 mg/l	160 kg/v
Kiintoaine	<10 mg/l	18 000 kg/v
Kemiallinen hapenkulutus (COD)	<20 mg/l	
Käsitellyn veden pitoisuus (MBBR, Actiflo + kiekkosuodatus)		
Kokonaistyyppi	4 mg/l	7 200 kg/v
Ammoniumtyppi	1 mg/l	1 800 kg/v
Nitraatti-nitriittityppi	1,2 mg/l	2 160 kg/v
Kokonaisfosfori	0,1 mg/l	160 kg/v
Kiintoaine	8 mg/l	14 400 kg/v

Vaikka laskennallisesti maan alta tulevaa typpikuormaa saataisiin pienennettyä MBBR-laitoksen myötä, ei se kuitenkaan tarkoita suhteessa yhtä merkittävää laskua Iso-Ruonaojaan johdettavassa purkuvedessä, sillä allaskiertoon tulisi edelleen rikastamon kautta tuleva typpi. Rikastamolle tyyppiä tulee räjäyttämällä irrotetun malmin myötä, ja se päättyy allaskiertoon vesilietteenä pumpatun rikastushiekan mukana. Tälle liete-mäiselle virralle ei tehokasta puhdistuskeinoa typen osalta ole. Rikastushiekka-altailla lietteen rikastushiekka laskeutuu ja vesi virtaa allaskiertoon, mutta tässä vaiheessa rikastamolta tulleeeseen veteen on sekoittunut jo merkittävä määrä muita vesiä (sadanta, sulanta, muut allaskiertoon johdetut vedet) ja pitoisuudet ovat laimentuneet sekä vesimäärä monikertaistunut, jolloin puhdistus ei enää olisi kustannustehokasta.

Vaikutukset typpipäästöön

Laskennallisesti allaskiertoon tulleesta tyypestä päättyy tällä hetkellä purkuveden mukana Iso-Ruonaojaan kuukausittain noin 7–85 %. Nämä luvut eivät lähtökohtaisesti ole verrannollisia ja niissä on epävarmuuksia, sillä laskenta ei ota huomioon esimerkiksi altailla tapahtuvaa viipymää. Myös sadannalla on merkittävä vaikutus, sillä Kemin kaivoksen kuormitus on riippuvainen selkeytysaltailta puretun veden määrästä, mihin sadannat ja ylivalumakaudet vaikuttavat merkittävästi. Pääsääntöisesti ne noudattavat kaavaa, jossa lämpiminä kuukausina luontaisen typenpoiston ollessa tehokkaimmillaan Iso-Ruonaojaan päättyy alle 20 prosenttia altaille tulleesta typpikuormasta ja taas kylmimpinä kuukausina lukemat ovat yli 70 prosenttia.

Seuraavaan taulukkoon on kerätty MBBR-laitoksen laskennallisia hyötyjä takautuvasti, kun laskentaa on tehty tunnetuille vesi- ja typpimäärille vuosille 2020–2021 oletuksella, että maanalaisen kaivoksen vedet olisi saatu puhdistettua 90 % tehokkuudella tai vastaavasti 70 % tehokkuudella. Laskennassa oletetaan, että vaikutukset kohdistuisivat sekä purkupisteeseen ChrP2 että ChrP9, joista molemmista poistuu allaskierron

vettä. Purkupisteelle ChrP10 MBBR-laitoksella ei olisi vaikutuksia. Vaikutukset tarkkailupisteellä ChrP3 on laskettu samalla suhteella kuin ne peilaavat toteutuneita lukuja.

Keskimäärin vuosina 2020–2021 maan alta tulevasta typestä olisi optimaalisella 90 % poistotehokkuudella saatu poistetuksi noin 60 200–61 600 kg, mikä vastaa noin 57–60 prosentin vähenemää allaskiertoon johdettavan typen määrästä. Laskelmien mukaan se vaikuttaisi altilta Iso-Ruonaojaan johdettaviin vesiin vastaavasti vuositasolla vähentävästi noin 23 500–24 000 kg (~ 63–65 %) ja vastaavasti kuormituslaskennan pisteellä ChrP3 noin 23 200–29 500 kg (~ 63–65 %). Laskennassa on kuitenkin epävarmuuksia, kuten edellä jo mainittu, eikä siinä pystytä ottamaan huomioon esimerkiksi luontaisen poiston vaikutusta altilta, kun allaskiertoon johdettavan typen määrä vähenisi.

Kaivosvedet ovat haasteellisia puhdistettavia ja pohjoisissa oloissa lämpötila on merkittävässä roolissa mikrobiologisessa prosessissa. Nitrifikaatioprosessin reaktionopeus tuplaantuu lämpötilan noustessa kymmenen astetta ja denitrifikaatiossa jo neljän asteen nousu tuplaa reaktionopeuden. Lämpötilan laskiessa vaikutus on päinvastainen. Vertailun vuoksi laskelmat on tehty 70 % puhdistusteholle, joka voi todellisuuksessa olla realistisempi puhdistustehon toteuma kuin mitoitettu 90 % johtuen juuri lämpötilan vaikutuksesta puhdistusprosessiin. Myös 70 % puhdistustehon lukemat on esitetty seuraavassa taulukossa. Mikäli MBBR-laitos saavuttaisi 70 % puhdistustehon, vähenisi altille johdetun typen määrä vuodessa noin 46 800–47 900 kg (~ 45–47 %) ja vastaa vasti pistekuormituksena Iso-Ruonaojaan johdettu kuormitus noin 18 300–18 600 kg (~50 %). Laskennallisesti 70 % puhdistusteho voisi vähentää kuormitusta tarkkailupisteessä ChrP3 noin 18 000–23 400 kg (~50 %).

Seuraavassa taulukossa on esitetty MBBR-laitoksen laskennallisia vaikutuksia tunnettujen vuosien kuormitukseen. Laskennassa on käytetty oletuksena 90 % puhdistustehoa maanalaisen kaivoksen vesille. Kursiivilla luvut, joihin laskennallinen optimaalinen 90 % MBBR-puhdistus on vaikuttanut sekä vastaavasti luvut, joihin todenmukaisempi 70 % puhdistusteho on vaikuttanut.

	2020			2021		
Allaskiertoon johdettu typpi [kg]						
	Toteutunut	90 %	70 %	Toteutunut	90 %	70 %
Maanalaisesta kaivoksesta tullut typpi (= kaivosvedet)	66 881	6 688	20 064	68 435	6 844	20 531
Malmin mukana tullut typpi = rikastushiekan mukana altaille	38 088	38 088	38 088	33 370	33 370	33 370
Yhteensä	104 968	44 776	58 152	101 805	40 213	53 900
Typpeä [kg] vähemmän allaskiertoon	-	60 193 (57 %)	46 817 (45 %)	-	61 592 (60 %)	47 905 (47 %)
Iso-Ruonaojaan pistekuormituksena johdettu typpi [kg]						
ChrP2	28 515	9 977	13 859	27 613	8 954	13 100
ChrP9	7 853	2 910	3 926	8 508	3 172	4 358
ChrP10	1 076	1 076	1 076	874	874	874
Yhteensä	37 443	13 963	18 861	36 995	13 000	18 332
Typpeä [kg] vähemmän pistekuormituksena	-	23 480 (63 %)	18 582 (50 %)	-	23 996 (65 %)	18 332 (50 %)

Kuormituslaskenta Iso-Ruonaojassa tarkkailupisteessä ChrP3 [kg]						
ChrP3	46 569	17 104	23 196	35 764	12 596	17 751
Kokonaistypen vähenemä tarkkailupisteellä ChrP3	-	29 465 (63 %)	23 373 (50 %)	-	23 168 (65 %)	18 013 (50 %)

Myös Teollisuuden veden raportissa (Teollisuuden Vesi 2020) on tehty vastaavaa laskentaa. Laskenta ei kuitenkaan kaikilta osin pidä enää paikkaansa, sillä kaivoksen vesitaseen laskenta on tarkentunut joiltain osin sekä merkittävimpana muutoksena kuormituslaskennassa keväällä 2021 tehdyt muutokset.

Kemikaalit ja energia

Täysimittainen MBBR-laitos vaatii toimiakseen energiaa sekä kemikaalien lisäystä. Typenpoisto kaivosvesistä vaatii rikkihappoa pH:n säätämiseen, metanolia hiilen lähteeksi sekä fosforia ravinteeksi. Fosforin ja kiintoaineen poistoon puolestaan tarvitaan joko alumiini- tai ferrisulfaattia koagulantiksi eli liukoisen fosforin sekä pienten partikkeleiden saostamiseen, polymeerejä flokkulointia eli kiintoaineiden partikkelikoon kasvattamista varten sekä rikkihappoa pH:n säätämiseen. Lisäksi MBBR-prosessi tuottaa lietettä, joka täytyy joko hyödyntää tai loppusijoittaa. Seuraavaan taulukkoon on kerätty MBBR-laitoksen vuoden aikana tarvittavien kemikaalien määriä sekä syntyvän lietteen määriä. Lisäksi taulukkoon on laskettu kemikaalien ja tarveaineiden tuotannon sekä kuljetuksen sekä lietteen kuljetuksen synnyttävää hiilidioksidipäästöä. Yhteensä MBBR-prosessin vuotuiset Scope 3 -luokan hiilidioksidipäästöt olisivat noin 6 200 tonnia.

Prosessi	Kemikaali/tarveaine/liete	Yksikkö	Määrä/vrk	Määrä/v	t CO ₂ eq.	
					Tuotanto	Kuljetus***
Typenpoisto	Fosforihappo (70 %)	kg	9	3 285	4,3*	39
	Metanoli	l	563	205 495	127*	2 425
	Ilmamäärä	Nm ³	14 520	5 300 000	-	-
Fosforin ja kiintoaineen poisto	PAC	kg	64	23 397	13**	276
	Polymeeri	kg	43	15 513	28–48**	183
	Mikrohiekka	kg	20	7 191	0,05*	85
	Lietemäärä	kg	5 023	1 833 468	-	3 025
					172–192	6 033
t CO ₂ eq. Yhteensä					~6 200	

Lähteet: *Ecolnvent 3.6, **Kemira Oyj, ***Lipasto (VTT)

Tarveaineiden tuotannon osalta tuotannon CO₂-kertoimet on haettu joko Ecolnvent 3.6 -tietokannasta tai saatu suoraan valmistajalta. Kuljetuksen päästölaskennassa on oletettu, että tarveaineet tuodaan Keminkäivokselle keskimäärin 400 kilometrin päästä. Matkasta 300 kilometriä olisi junakuljetusta ja loput 100 kilometriä kuljetuksesta tehtäisiin täysin rekkakuormina. Lietteen osalta on oletettu, että kuljetusmatka olisi keskimäärin 30 kilometriä kaivokselta. Lietteen jatkosijoituksen tai -käsittelyn ympäristövaikutuksia ei ole huomioitu. Sähkön ja kaukolämmön tuoton osalta Keminkäivoksen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2025 mennessä, joten sähkö ja lämpö on jätetty tämän tarkastelun ulkopuolelle.

Konseptisuunnittelussa MBBR-laitoksen vuotuisen energiantarpeen arvioitiin sähkönkulutuksen osalta olevan 12 000–15 000 MWh ja kaukolämmön osalta 210 MWh. Veden puhdistus MBBR-laitoksella lisäisi kaivoksen tämänhetkistä sähköntarvetta noin 12–15 % ja vastaavasti kaukolämmön tarvetta noin 2 %. Sähkön osalta lisäys kokonaiskulutukseen olisi merkittävä, kaukolämmön osalta huomattavasti maltillisempi.

MBBR-prosessiin on lisättävä ylimäärin metanolia ja fosforihappoa typenpoiston onnistumiseksi. Fosforinpoisto on mitoitettu niin, että lähes kaikki fosfori saataisiin poistetuksi ja poistoveden fosforipitoisuus olisi 0,1 mg/l. Sen on suuruudeltaan samaa luokkaa kuin nyt maan alta pumppattavien vesien fosforipitoisuus (vaihteluväli 0,02–0,12 mg/l), joten puhdistustehon ollessa suunniteltu, fosforikuormituksen pitäisi pysyä lähes samana kuin nykytilanteessa. Mikäli puhdistuksessa ilmenisi ongelmia ja suunniteltuun fosforinpuhdistustehoon ei päästäisi, olisi riskinä fosforikuormituksen lisääntyminen nyt voimakkaasti fosforirajoitteisessa Iso-Ruonaojassa ja sitä kautta riski rehevöitymistä edistävälle päästölle. Myös muiden ylimäärin prosessiin syötettävien kemikaalien osalta voi riskinä olla niiden kuormituksen nousu poistovesissä.

Investointi- ja käyttökustannukset

Täysimittaisen MBBR-laitoksen konseptisuunnittelutyö (feasibility study) on tehty syksyllä 2021 ja kustannusarvio on laadittu perustuen parhaiten sen hetkiseen saatavilla olleeseen tietoon. MBBR-laitokselle suunniteltiin layout, minkä mukaan määritettiin arviot yksiköistä ja niiden parametreista. Arviossa on mukana myös suunnittelukustannukset sekä arvio työmaa-aikaisista suunnittelukustannuksista. Arvion laskennassa käytettyjen yksiköiden osalta tarkkuutena on käytetty ± 50 % ja itse kustannusarvioon on kokonaiskustannusten osalta huomioitu 20 prosentin varmuuskerroin.

Varmuuskerroin huomioiden MBBR-laitoksen investointikustannuksiksi syksyllä 2021 saatiin noin 14–20 M€. Otettaessa huomioon maailmantilanteen muutokset, voidaan kustannusten tänä päivänä olettaa asettuvan arvion yläpäähän, jopa ylikin. Lisäksi huomioon on otettava yksiköiden osalta tarkkuutena käytetty ± 50 %, mikä lisää kustannuslaskennan epävarmuutta. Kuten aikaisemmissa projekteissa on huomattu, ovat täysimittaiset kaivoksille suunnitellut ja toteutetut MBBR-laitokset useiden kymmenien miljoonien investointihankkeita, joten Kemin kaivoksenkin osalta 20 M€ ja ylikin investointikustannusta voidaan pitää realistisena.

Investointi- ja käyttökustannukset on esitetty seuraavassa taulukossa. Investointikustannusten voidaan olettaa olevan arvion yläpäässä eli noin 20 M€ ja ylikin. Käyttökustannuksia täysimittaiselle MBBR-laitokselle tulisi vuositasolla noin 1,3–1,6 M€ vuoden 2021 spot-sähkön hinnoilla ja vastaavasti noin 2,3–2,8 M€ vuoden 2022 tammi–lokakuun spot-hinnoilla laskettuna. Suurimman osan käyttökuluista muodostaa sähkön osuus, jonka pörssihinta on ollut voimakkaassa nousussa viime aikoina. Epävarmuus sähkön hinnan osalta jatkuu ennusteiden mukaan

tulevinakin vuosina. Käyttökustannuksissa ei ole huomioitu henkilöstö- eikä kunnossapitokustannuksia. Tarveaineiden kustannukseksi vuositasolla on arvioitu noin 200 000 €, kaukolämmön noin 19 200 € ja lietteen kuljetuksen 7 300 €. Lietteiden mahdollisia jatkokäsittelyn vaatimia kuluksia ja kustannuksia ei ole otettu huomioon.

Seuraavassa taulukossa on esitetty MBBR-laitoksen investointi- ja käyttökustannukset. Investointikustannukset perustuvat 2021 tehtyyn konseptisuunnitteluun, jossa yksiköiden osalta tarkkuutena ± 50 %, kokonaiskustannuksissa 20 % varmuuskerroin. Käyttökustannukset perustuvat laskemiin kulutuksista sekä yleisiin hintoihin.

Investointikustannukset			
Kustannusarvio -20 %		~13 600 000	
Kustannusarvio 0 %		~16 800 000	
Kustannusarvio +20 %		~19 900 000	
Käyttökustannukset			
	Kulutus	Hinta	Vuosikulu
Sähkönkulutus	12 000–15 000 MWh	174 €/MWh* 89,5 €/MWh**	2 080 000–2 600 000 € 1 070 000–1 340 000 €
Kaukolämpö	210 MWh	91,63 €/MWh***	19 200 €
Tarveaineet	250 000 kg	-	~200 000 €
Lietteen kuljetus	1 800 t	4 € / t****	7 300 €
Muuttuvat kustannukset yhteensä vuodessa			~2 300 000–2 800 000* ~1 300 000–1 600 000**

*1–10/2022 Suomen spot-hintojen kk-keskiarvo, **Suomen spot-hinta 2020, ***Kaukolämmön keskihinta 2022–2023 (Helen), ****Hinta-arvio 30 kilometrin matkan kuljetukselle

Yhteenveto

Kemin kaivoksen mittakaavaan suunnitellulla täysimittaisella MBBR-laitoksella saataisiin laskennallisesti vähennettyä Iso-Ruonaojan typpi-kuormaa noin 18 000–24 000 kiloa (50–65 %) vuodessa riippuen saavutetusta puhdistustehosta (70–90 prosentin tehokkuus). Vähemmän merkittävimmät vaikutukset ajoittuisivat kylmille talvikuukausille, sillä nykyisellään kaivoksen kuormitus lämpiminä kesäkuukausina on vähäistä johtuen selkeytysaltailla tapahtuvasta luontaisesta typenpoistosta. Kylminä kuukausina rehevöitymisen vaikutuksia ei juuri ole johtuen vähäisestä auringonvalosta ja eliöille epäsuotuisasta lämpötilasta. Kylmät kuukaudet eivät myöskään ole eliöiden lisääntymisaikaa, jolloin typen määrän vaihtelun ei pitäisi merkittävästi vaikuttaa niiden kasvuun ja kehitykseen.

Täysimittainen MBBR-laitos lisäisi kaivoksen sähkönkulutusta arviolta 12 000–15 000 MWh, mikä olisi noin 12–15 % lisäys vuotuisen kulutukseen. 2022 vuoden spot-hinnoilla se tarkoittaisi noin 2,1–2,6 M€ kuluja (vertailuna vuosi 2021: 1,1–1,3 M€). Tarveaineiden osalta vuotuiset kulut olisivat noin 200 000 €. Yhteensä MBBR-laitoksen investointikulut olisivat noin 20 M€ ja vuotuiset käyttökulut noin 2,3–2,8 M€ (1,3–1,6 M€ vuoden 2021 sähkön Spot-hinnoilla). Yhteensä MBBR-laitos tuottaisi Scope 3 -luokan CO₂-päästöjä 6 200 tonnia. Laskennallisesti yhden typitonnin vähemmän Iso-Ruonaojassa kuluttaisi vuosittain sähköä noin 500–800 MWh, tuottaisi Scope 3:n CO₂-päästöjä noin 2,6–3,4 tonnia ja

maksaisi noin 54 000–157 000 euroa (2021 ja 2022 sähkön spot-hihinnoilla). Suuri vaihtelu hinnassa johtuu sähkön hinnan voimakkaista muutoksista. Lisäksi ympäristövaikutuksia muodostuisi täysimittaisen MBBR-laitoksen rakentamisesta, kuten rakentamisen hiilijalanjälki.

Puuhakereaktori

Kemin kaivos on osallistunut Oulun yliopiston ja SYKE:n koordinoimaan kolmivuotiseen Passiiviset hybridipuhdistusratkaisut arktisten valumavesien tyypin ja raskasmetallien puhdistamiseen (HybArkt) hankkeeseen 2018–2020. Hankkeen tavoitteena oli suunnitella ja mitoittaa passiivisia rakennekokonaisuuksia vesien typpi- ja raskasmetallijakeiden poistamiseksi ympärivuotisesti. Hankkeeseen valittiin kolme pilottikohdetta Pohjois-Suomesta ja niistä saatujen tulosten ja tietojen perusteella laadittiin mitoitus- ja suunnittelutyökalu kaikkien käytettäväksi. Lisäksi hankkeessa mitoitettiin vesienkäsittelyratkaisuja viidelle eri kohteelle, joista yksi oli Kemin kaivos.

Käytännön kokeet

HybArkt-hankkeessa kaivokselle mitoitettiin puuhakereaktori, jonka tavoitteena oli poistaa noin 50 % altaille tulevasta typpikuormasta vesialaskierron alkupäässä. Käytännön kokeet tehtiin kesällä 2020 selkeytysaltaalle 4 tulevalle vedelle. Puhdistettavat vedet johdettiin kahdelle siirtolavakontille rakennetulle puhdistinyksikölle, jotka oli täytetty koivupuuhakkeella. Virtaama toisessa kontissa (reaktori 1 = R1) oli 13 m³/vrk ja toisessa (reaktori 2 = R2) aluksi 26 m³/vrk ja 41 vuorokauden jälkeen 20 m³/vrk. Reaktorin 2 virtaamanopeutta laskettiin, jotta nähtiin, vaikuttiko virtaaman lasku puhdistustehoon. Laskennalliset viipymät olivat reaktorissa 1 21 tuntia ja reaktorissa 2 kymmenen tuntia. Nitraattityypen poistumaksi saatiin R1:ssä noin 70–80 % ja R2:ssa noin 10–35 %. Virtaaman muutoksella reaktorissa 2 ei nähty muutosta typenpoiston tehokkuudessa.

Kokeen edetessä puhdistustehot laskivat, ja todennäköisin syy tähän oli veden oikovirtaus hakepedissä. Suolaliuoskokeella tehty testi osoitti todellisen viipymän laskeneen R1:ssä yli puolella ollen noin kymmenen tuntia laskennallisen 21 tunnin sijaan. Vaikka konttiin oli tehty rakenteita veden kulun jakaantumiseksi, olivat ne todennäköisesti riittämättömiä ohjaaman veden jakautumista tasaisesti hakepetiin. Jatkossa hakereaktoreiden suunnittelussa onkin kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteisiin sekä virtausnopeuteen, joilla veden kulku saadaan pidettyä tasaisesti koko hakepedissä.

Täysimittainen hakereaktori

Täysimittaisen hakereaktorin mitoituksessa Kemin kaivokselle oli tavoitteena poistaa 50 % allaskiertoon tulevan veden tyyppistä. Laskennassa käytettiin vuoden 2019 lukuja vesimäärässä (3,9 Mm³) ja typpipitoisuudessa. Täysimittainen bioreaktori laskettiin kahdella rinnakkaisella yksiköllä, mikä lisää hoitovarmuutta sekä helpottaa veden ohjaamista tasaisesti hakkeeseen. Täysimittaisten reaktoreiden yhteenlaskettu tilavuus

olisi 4 770 m³ ja dimensiot 10 m (leveys) x 120 m (pituus) x 2 m (hakeen syvyys).

Kesäaikana 2020 toteutetun hakereaktorikokeen tulokset olivat positiivisia – pienemmän virtaaman reaktorissa R1 päästiin jopa yli tavoitellun 50 % typen poistumassa. Kokeen edetessä ongelmaksi muodostui veden oikovirtaus, eli vesi ei kulkenut tasaisesti hakepedin läpi vaan kana-voitui. Kanavoitumisesta johtuen viipymä jäi selvästi tavoiteltua lyhyemmäksi ja näin ollen typenpoistoteho laski oleellisesti. Täysimittaista reaktoria suunniteltaessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota reaktorin rakenteeseen, jotta oikovirtauksia ei muodostuisi. Mikäli oikovirtauksia silti muodostuisi, pitäisi virtaamaa seurata säännöllisesti niiden havaitsemiseksi sekä mahdollistaa reaktorin huolto- ja muutosmahdollisuudet tilanteen korjaamiseksi.

Täysimittaisten hakereaktoreiden rakentamisessa Kemin kaivokselle ensisijainen haaste on toiminnalle soveltuva paikka lähellä selkeytysaltaita. Jotta noin neljä miljoonaa kuutiota vettä saataisiin vuodessa käsitellyksi 50 % puhdistusteholla, olisi hakereaktoreiden tilantarve suuri (katso yllä dimensiot). Selkeytysaltaat sijaitsevat rikastushiekka-altaiden läheisyydessä, vesien tulosuuntaan nähden niiden takana, jolloin hakereaktorit tulisi sijoittaa jo olemassa olevien rikastushiekka-altaiden päälle. Teknisesti toteutus vaatisi hyvän veden läpäisemättömyyden, jotta rikastushiekka-altaan päällä olevaan hakereaktoriin johdettava vesi ei pääsisi valumaan jo läjitettyyn rikasteeseen. Lisäksi haasteen toisi veden lämpötila, joka vaikuttaa oleellisesti puhdistustehoon mikrobien toimintaan perustuvassa hakereaktorissa. Lämpiminä aikoina hakereaktorin voidaan olettaa toimivan tehokkaasti, mutta kylminä kuukausina viileät, lähellä nollaa astetta olevat vedet todennäköisesti hidastavat typenpoistoprosessia merkittävästi.

Luontaisen typenpoiston tehostaminen

Kaivoksen ympäristö on suovaltaista aluetta, ja kaivoksen selkeytysaltaat on aikanaan rakennettu suoraan turvepitoisen maa-aineksen päälle. Tämän vuoksi selkeytysaltaiden 4 ja 5 pohja on pehmeää, turpeista maata ja altailla kelluu suuria turvelautoja, jotka ovat muodostuneet luontaisesti ajan saatossa. Turvelautat ovat hyvin kasvittuneita; suurimmilla turvelautoilla kasvaa muun muassa ruokokasveja, osman-käämiä sekä pajuja. Tällä hetkellä suurin osa typen luontaisesta poistumasta tapahtuu lämpimällä kasvukaudella turvelautojen ja rantojen kasvillisuuden toimesta, sillä nitrifikaatio-denitrifikaatio-prosessille olosuhteet eivät ole matalan orgaanisen aineen sekä anoksisien alueiden vähäisyyden vuoksi kovinkaan suotuisat. Hapettomien olosuhteiden puuttuessa orgaanisen hiilen lisäämisellä allaskiertoon ei todennäköisesti saavutettaisi suurtakaan hyötyä. Seuraavassa kuvassa on esitetty Kemin kaivoksen vesialtaat (selkeytysallas 4 ja 5). Kelluvat turvelautat ovat muodostuneet luontaisesti ja poistavat kasvukausina tehokkaasti typpeä allasvesikierrosta. Veden kulku altaissa kuvattu sinisillä nuolilla. ChrP2 = allasvesien purkupiste Iso-Ruonaajaan. Kuva on kesältä 2021.



Lautat ovat pääsääntöisesti kelluvia, jolloin ne liikkuvat altailla muun muassa tuulten vaikutuksesta. Viime vuosien aikana selkeytysaltaan 5 lautat ovat pakkautuneet altaan luoteisosaan, johon tuuli ei viereisten korkeiden patopenkereiden vuoksi pääse juurikaan vaikuttamaan. Pakkautuneet lautat estävät veden vapaan kulun pumpaamolle, josta rikastuksen prosessivetenä käytettävä allasvesi pumpataan rikastamolle. Siirtämällä lautat altaan itäosaan ja esiesimerkiksi pengertämällä ne paikalleen saataisiin vapaata vesitilaa pumpaamon eteen. Ohjaamalla vesi kulkemaan lauttakosteikon läpi typenpoiston voitaisiin olettaa tehostuvan, kun myös purkupisteeltä ChrP2 poistettava vesi kulkisi turvelauttakosteikon läpi. Nyt selkeytysaltaan 5 purkupiste Iso-Ruonaojaan (ChrP2) on veden kulkureitillä ennen näitä suuria turvelauttoja.

Kesällä 2022 tehdyt kokeet osoittivat, että etenkin runsaasti kasvillisuutta sisältävien lauttojen siirto altailla on mahdollista. Turvelauttojen pienimuotoiset siirtokokeet tehtiin selkeytysaltaalla 5. Siirtokohteiksi valittiin kolme erityyppistä turvelauttaa: 1) paljon kasvillisuutta sisältävä, 2) matalaa kasvustoa sisältävä ja 3) lähes kasviton. Suurista turvelautoista irrotettiin kaivinkoneella pienempiä lauttoja, jotka merkittiin erivärisillä paaluilla ja siirrettiin koneellisesti. Paljon kasvillisuutta sisältävät lautat säilyivät täysin ehjinä ja kelluivat uudessa paikassaan. Matalaa kasvustoa sisältävät lautat olivat hauraampia eivätkä pysyneet yhtä hyvin kassassa koneellisen siirron aikana. Vastaavasti kävi lähes kasvittomille lautoille. Hauraudestaan huolimatta myös matalaa kasvustoa ja lähes kasvittomia lauttoja saatiin siirrettyä ja ne pysyivät pinnalla uudessa paikassaan. Kyseisen kokeen aikana oli tarkoitus testata lauttojen siirtomahdollisuuksia sekä niiden ominaisuuksia, kun niitä siirretään koneellisesti. Lauttoja ei sidottu tai ankkuroitu paikalleen, vaan lähtökohtaisesti seurattiin niiden pinnalla pysymistä siirron jälkeen. Lauttojen paikallaan pysymiseksi ne tulisi esimerkiksi ankkuroida tai pengertää paikalleen.

Selkeytysaltaan 4 pinta-ala on noin 388 000 m² ja selkeytysaltaan 5 noin 441 000 m². Selkeytysaltaassa 4 turvelauttojen pinta-ala on noin 53 000 m² arvioituna vuoden 2022 ilmakuvasta ja vastaavasti selkeytysaltaassa 5 turvelauttoja on noin 128 000 m². Selkeytysaltaan 4 pinta-

alasta on turvelauttojen peitossa noin 14 % ja selkeytysaltaan 5 liki 30 %. Hakijan näkemyksen mukaan juuri lauttakosteikot ovat merkittävien luontaisen typenpoiston tekijä selkeytysaltailla. Turvelautoilla on runsaita ruoko- ja osmankäämik kasvustoja sekä pieniä pajuja ja koivuja. Merkittävin typenpoisto tapahtuu kesäaikana, mikä on aktiivisinta turvelauttojen kasvukautta. Kasvukauden ulkopuolella typenpoistuma on selvästi vähäisempää.

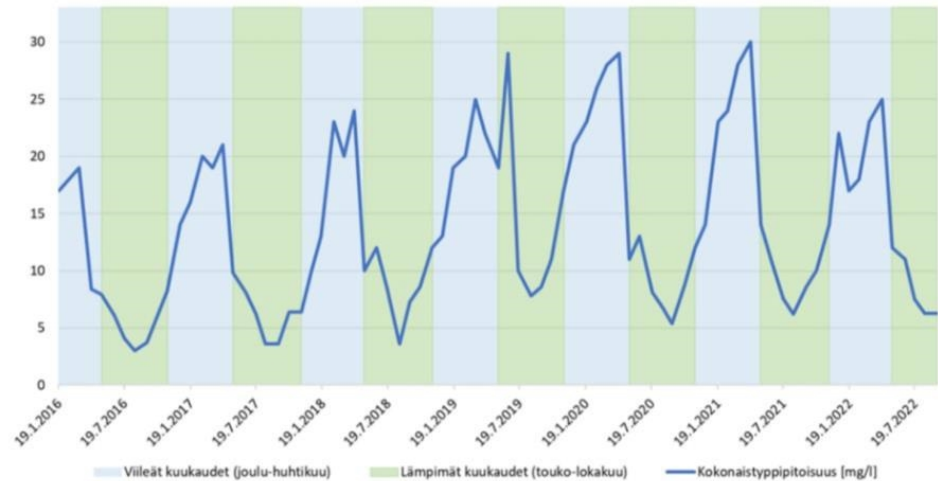
Selkeytysaltailla tapahtuu lämpimänä vuodenaikana merkittävää typenpoistumaa etenkin kasvillisuuden ansiosta. Kuukausittainen laskennallinen typenpoistoteho vuosina 2020–2022 on ollut keskimäärin muutamasta prosentista (talvikuukaudet) noin 55–60 % (kesäkuukaudet). Laskennassa on edelleen epävarmuuksia, ja syksyllä 2023 valmistuvalla vesi- ja ainetasemallilla (GoldSim) odotetaan saatavan parannusta vesitaseen laskentaan ja sitä kautta myös typpitaseen sekä typen reduktion laskentaan.

Vesialtaiden korotus

Surmaojan ja Viianmaan vedellä täyttyneet avolouhokset ovat toimineet kaivoksen vesivarastoina. Tällä hetkellä muun muassa poravesi maanalaiseen kaivokseen otetaan Viianmaan avolouhoksesta. Kaivoksen laajentumisen takia avolouhokset tyhjennetään turvallisuussyistä. Surmaojan avolouhos on tyhjentynyt 2022 kesällä ja Viianmaan avolouhos tullaan tyhjentämään lähivuosien aikana. Tämän vuoksi kaivoksen suljetun vesikierron vesialtaita (selkeytysallas 4 ja 5) on suunniteltu korotettavan niin, että niitä voidaan tulevaisuudessa käyttää vesien selkeyttämisen lisäksi myös maanalaisen kaivoksen vesivarastoina. Samalla voitaisiin varautua ilmastonmuutoksen aiheuttamiin muutoksiin sadanassa sekä pidempijaksoisiin kuiviin kausiin. Koska rankkojen yhtäjaksoisten sateiden on ennustettu lisääntyvän, saataisiin suuremmalla vesiallastilavuudella hallittua veden keräystä ja purkua.

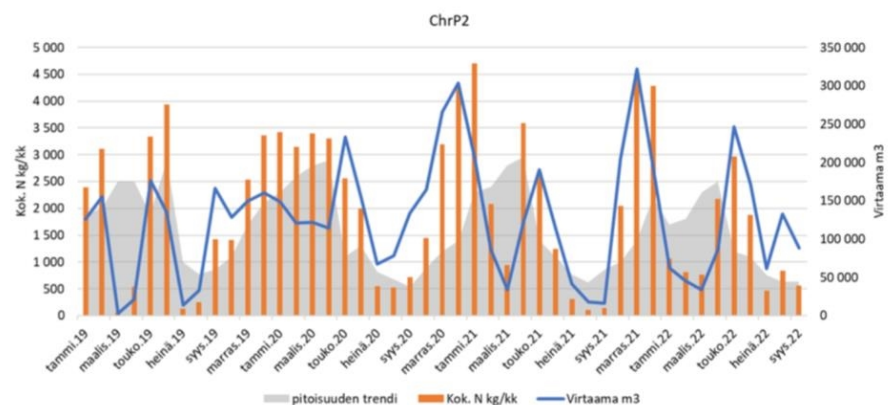
Selkeytysaltaat toimivat lähtökohtaisesti rikastamon pääasiallisena raakaveden lähteenä. Altaiden korottamisen jälkeen vesivaraston tilavuus lisääntyy, jolloin allaskierron vettä voidaan tarvittaessa hyödyntää myös osittain yhtenä maanalaisen kaivoksen raakaveden lähteenä. Vedenotto maanalaiseen kaivokseen tulee tapahtumaan niin, ettei rikastamon raakaveden saanti vaarannu.

Vesimäärän lisäksi purkuperusteina Iso-Ruonaojaan voitaisiin pitää veden typpipitoisuutta. Vesiä voitaisiin purkaa runsaammin silloin, kun typpipitoisuus on matala ja näin vähentää kokonaiskuormitusta Iso-Ruonaojassa. Purun hallinnalla voitaisiin myös hallita viipymää altailla – pidempi viipymä tehostaisi luontaista typenpoistoa. Seuraavassa kuvassa on esitetty selkeytysaltailta ChrP2-purkupisteestä Iso-Ruonaojaan purettavan veden typpipitoisuudet (mg/l) vuosien 2016–9/2022 aikana. Kuvaajasta nähdään selkeä ero lämpimien kasvukausien (vihreä tausta) ja kylmien kuukausien (sininen tausta) välillä. Lämpiminä kuukausina selkeytysaltaalta 5 Iso-Ruonaojaan purettavan veden pitoisuus on selvästi alle 10 mg/l, kun talvella se on yli 20 mg/l.



Selkeytysaltaiden korotus mahdollistaisi säännöstelyn sille, milloin, kuinka paljon ja kuinka tyyppipitoista vettä Iso-Ruonaojaan laskettaisiin ja tällä tavalla voitaisiin vähentää tyyppikuormitusta purkuvesistöön. Kaivoksen kuormitukseen vaikuttaa suoraan ulosjuoksutettavan veden määrä. Jos kylminä kuukausina on sateista ja ulosjuoksutettavan veden määrä suuri, on kuormituskin suurta. Esimerkiksi talvi 2019–2020 oli lämmin ja sateinen, vettä satoi runsaasti talvikuukausinakin. Tällöin kaivoksen selkeytysaltaille tuli runsaasti vettä sekä sadantana, valuntana että maanalaisesta kaivoksesta kuivanapitovesiä. Altailta jouduttiin johtamaan ulos koko talven ajan runsaasti vesiä, ja koska talvikuukausina altailla ei luontaista typenpoistoa ole, ovat tyyppipitoisuudet korkeita. Näin ollen kaivoksen kokonaistyyppikuormitus oli talvikuukausina suurta.

Seuraavassa kuvassa on esitetty Kemin kaivoksen tarkkailupisteeltä ChrP2 Iso-Ruonaojaan kuukausittain ulosjohdetun veden määrä (m^3 , sininen kuvaaja) sekä kokonaistypen laskennallinen kilomäärä (kg/kk oranssi palkki) vuosina 2019–9/2022. Taustalla harmaana tarkkailupisteeltä ulosjohdetun veden kokonaistypen pitoisuuden trendi.



Tämänhetkisten selvitysten mukaan vesitilavuutta voitaisiin lisätä noin $0,9\text{--}1,1 \text{ Mm}^3$, jolloin noin miljoonan kuution lisäkapasiteetti mahdollistaisi veden purun säännöstelyn nykyistä paremmin ja talven korkeiden kuormituspiikkien aikana juoksutusta voitaisiin vähentää varastoimalla vettä altaisiin. Luontaisen typenpoiston tehostamiseksi turvelauttojen

sijaintia on suunniteltu toteutettavan niin, että mahdollisimman suuri osa vedestä kulkisi turvekosteikkojen kautta altailla. Tällä hetkellä vedellä on melko suora kiertokulku rikastushiekka-altaasta 7 tulevasta ojasta selkeytysaltaan 4 ja 5 läpiviennille sekä läpivientikohdasta purkupisteelle ChrP2. Myös turvelauttojen lisäämisen mahdollisuutta selvitetään.

Jos altaiden korotusten myötä vettä voitaisiin purkaa enemmän lämpiminä kuukausina, jolloin luontainen typenpoisto on tehokkaimmillaan, voitaisiin veden ulosjohtamista tasoittaa ja siten vähentää kaivoksen kokonaiskuormitusta Iso-Ruonaojaan. Näin voitaisiin leikata talviaikojen korkeita kokonaiskuormituksia. Ilmastonmuutoksen myötä talvikuukausien luontaisen valuman on ennustettu lisääntyvän ja kesän kuivien kausien pidentyvän. Vesialtaiden kapasiteettia nostamalla voitaisiin varautua myös ilmastonmuutoksen tuomiin vaihteluihin ja säännöstelemällä varmistamaan Iso-Ruonaojan hallittu virtaama talven ylivalunkausina sekä lisäämään virtaamaa kuivina kausina.

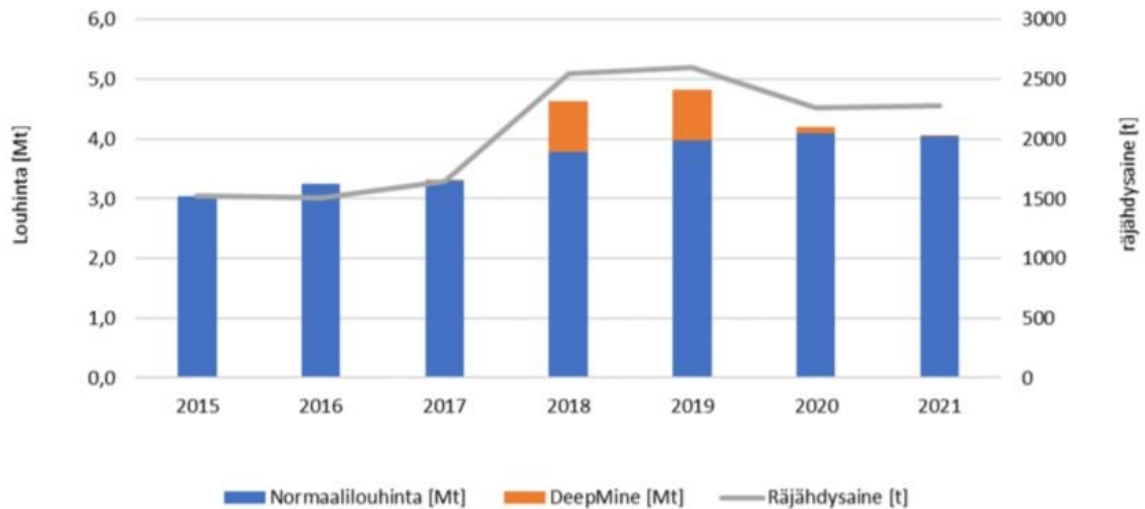
Arviot vesien viipymäajoista rikastushiekka-altaassa 7 ja selkeytysaltailla 4 ja 5 tällä hetkellä ja suunniteltujen korotusten jälkeen on esitetty seuraavassa taulukossa. Arviot on laskettu tilanteessa, jossa selkeytysaltailla olisi korotusten jälkeen maksimi vesimäärät. Rikastushiekka-altaan 7 kohdalla on arvioitu, että vettä olisi altaassa noin 200 000–500 000 m³. Hakijalla ei ole missään vaiheessa tarkoitus pitää rikastushiekka-altaassa 7 vettä enempää, kuin se veden edelleen johtamisen ja kiintoaineksen laskeutumisen kannalta on tarpeen.

	Viipymä keskimäärin (vrk)	
	Tällä hetkellä	Suunniteltujen korotusten jälkeen
Rikastushiekka-allas 7	13	13–32
Selkeytysallas 4	28	62
Selkeytysallas 5	51	88
Yhteensä	92	163–182

Typpikuormitukseen tulevaisuudessa vaikuttavia tekijöitä

Louhinnan väheneminen DeepMine projektin valmistuttua

Kemin kaivoksella on tehty vuosien 2017–2021 aikana suuri investointi, DeepMine -projekti, kun kaivosta on laajennettu kilometriin kromimalmin saatavuuden varmistamiseksi tuleviksi vuosikymmeniksi. DeepMine-projektissa kaivokselle on rakennettu uusi päätaso noin 1 000 metriä maanpinnan alapuolelle. Päätasolle on rakennettu tuotantoa ja liikennöintiä varten tarvittavia tiloja, minkä vuoksi sivukiven louhintamäärät ovat olleet aiempiin vuosiin verrattuna korkeampia. Louhittu kiviaines on ollut kovaa graniittia, jonka ominaispanostus on selkeästi suurempaa kuin normaalitoiminnan louhinnan ominaispanostus. Seuraavassa kuvassa on esitetty kaivoksen louhintamääriä ja räjähdysaineen kulutusta vuosina 2015–2021.



Räjähdysaineen kulutus on ollut ennen DeepMine-projektia (2015–2017) noin 1 500–1 890 tonnia vuodessa (ominaispanostus ~463–503 g/t). Suurin osa DeepMine:n louhinnoista on tehty vuosien 2018 ja 2019 aikana, jolloin räjähdysainetta on kulunut noin 2 600 tonnia vuodessa (ominaispanostus ~540–550 g/t). DeepMine-projektin osuus louhinnasta on laskenut, ja vuonna 2022 projektissa ei louhintoja ole enää tehty. Räjähdysaineen kulutus ei silti ole laskenut projektia edeltävien vuosien tasolle (ominaispanostus 2020–2021 540–560 g/t), sillä kyseisten vuosien tuotantoa on tehty alueilla, jossa louhoskoot ovat pieniä ja louhoksia joudutaan louhimaan määrällisesti enemmän, jolloin ominaispanostus on korkea. Vuoden 2022 osalta tammi-syyskuun ominaispanostus on noin 520 g/t, mikä viittaa louhintatoiminnan siirtymistä kohti normaalivuosien tasoa.

SLC-koetoiminta

SLC-koetoimintaa on tehty kesäkuusta 2022 alkaen. Tähän mennessä saatujen tulosten ja laskelmien perusteella näyttäisi siltä, että SLC-menetelmässä malmin louhimiseen tarvittaisiin noin 10 % vähemmän räjähdysainetta nykyiseen pengerlouhintaan nähden. SLC-menetelmässä ominaispanostusaste laskee, kun avauksien määrä louhintaperässä vähenee, louhintaviuhkojen reikäasettelu muuttuu ja sortuman hyödyntäminen malmin talteen saannissa laskee räjähdysaineen käyttötarvetta. Tunnelimetrien louhintaan käytetty räjähdysainemäärä on vakio menetelmästä riippumatta. Malmioihin tarvittavien tunneleiden metrimäärän on laskettu vähenevän 2030-luvulla verrattuna nykyiseen, kun siirrytään enenevässä määrin SLC-menetelmään. Näin ollen tunneleiden louhintatarpeen laskiessa laskee myös tunnelilouhinnan räjähdysaineen käyttö vuositasolla.

Laskennallisesti tulevana vuosina (2023–2030) SLC-louhinnan lisääntyessä vähenee tämänhetkiseen tietoon perustuen räjähdysaineiden käyttö vuodessa noin 250–500 tonnia (10–20 %) verrattuna vuosien 2020–2021 kulutuksiin. Muunnettuna tippikiloiksi tämä on noin 70–

140 tonnia vähemmän käytettyä räjähdysaineperäistä typpeä. Tutkimusten mukaan noin 0,2–30 % käytetystä räjähdysaineesta päätyy vesikiertoon. Kemin kaivoksella luku on taselaskennan mukaan noin 10–15 %. Tämän perusteella SLC:n myötä vähenisi vuotuinen typpikuorma altailla noin 7 000–14 000 kg vuodessa vuosina 2023–2027 (oletettu, että 10 % päätyisi altaille). Laskennallisesti tämä voisi tarkoittaa noin 2 500–5 000 kg typpipäästön (7–11 %) vähenemää Iso-Ruonaojaan nykytasoon nähden.

2030-luvulla on arvioitu, että tunnelilouhintaa tehdään noin 30 % vähemmän kuin 2020-luvulla. Tämän voidaan olettaa vaikuttavan samassa määrin tunnelilouhinnassa käytettävän räjähdysaineen kulutukseen ja näin ollen vähentävän kokonaislouhinnassa muodostuvia typpipäästöjä. 2030-luvulla käytettäisiin tämänhetkisen arvion mukaan noin 25–40 % vähemmän räjähdysaineita verrattuna vuosiin 2020–2021. Vastaavasti tämä tarkoittaisi typpenä noin 160–250 tonnin ja altailla 16–25 tonnin (oletettu, että 10 % päätyisi altaille) vähenemää. Laskennallisesti tämä voisi tarkoittaa noin 6 000–9 000 kg typpipäästön (17–19 %) vähenemää Iso-Ruonaojaan nykytasoon nähden.

Mahdollisuudet typpipäästöjen vähentämiseksi Kemin kaivoksella

Kemin kaivoksella on tehty sekä kirjallista tutkimusta, pilot mittakaavan kokeita (hakereaktori, MBBR, rouhinta), feasibility study -suunnittelua (MBBR:n konseptisuunnittelu) että selvitystyötä (rouhinta, typetön räjähdysaine, biohiili) useiden eri toimijoiden kanssa kaivosvesien typpipitoisuuden vähentämiseksi. Tässä kappaleessa käydään kootusti läpi typpipoistomenetelmiä ja niiden teknistaloudellista soveltuvuutta Kemin kaivokselle

Typenhallintamenetelmät kootusti

Seuraavaan taulukkoon on listattu Kemin kaivoksella tunnistettuja, testattuja tai selvitettäviä typpipäästöön vaikuttavia tekijöitä sekä puhdistusmenetelmiä.

Typenpoisto- menetelmä		Hyödyt	Haitat ja riskit	Hinta-ar- vio	Typpipäästön vähenemäärä Iso-Ruonaojaan	Toteuttamiskelpoisuus Kemin kaivoksella
Primäärit	Panostuksen hal- linta ja laadunvar- mistus	Voidaan parhaimmillaan vähentää räjähdysaineiden ja räjähtämättä jäävien reikien määrää	Mahdolliset tuotannolliset riskit	~100 k€	Muutamia prosentteja	SLC-koetoiminnan aikana aloitettu louhoskohtainen seuranta à laajennetaan koko kaivokseen
	SLC-menetelmä	Malmioiden tehokas hyödyntäminen Tuotannon automa- sointi ja sähköistäminen Typpi- ja hiilidioksidi- päästöjen vähentämi- nen Työhygienian ja turvalli- suuden parantaminen	Ei välttämättä sovellu koko kaivosalueelle Mahdollinen vaikutus poh- javedenpintaan	~600 k€/v (mene- telmän ja sen työ- kalujen kehittä- minen)	7–11 % 2030-luvulla 17–19 %	Koetoiminta alkanut
	Rouhinta	Vähentää räjähdysai- neiden käyttöä, kun esim. tunnelinteko teh- dään mekaanisesti.	Pölyn ja hienoaineksen muodostuminen Toimivuus kivilajeihin epä- varmaa Markkinoilla ei valmiita rat- kaisuja Jokaisen kaivoksen kivila- jeihin löydettävä toimiva rouhintaratkaisu	Rou- hinta- kone ~10 M€	Arvio tehdään, mikäli todenne- taan soveltu- vaksi Kemin kaivokselle	Voisi olla mahdollista tun- nelinlouhinnassa, mikäli soveltuva laite löytyisi markkinoilta Jatketaan selvitystyötä
	Typetön räjähdys- aine	Vähentää typpipäästöä, kun räjähdysaine ei si- sällä typpeä.	Kehitystyö kesken, voi mennä vuosia testaamista Suomessa kaivoksilla. Turvallisuus: vetyperoksidi erittäin reaktiivista, ei vält- tämättä sovellu kaikille kai- voksille käytettäväksi	2–3 -ker- tainen hinta typ- pipohjai- siin rä- jähdysai- neisiin nähdän.	Arvio tehdään, mikäli todenne- taan soveltu- vaksi Kemin kaivokselle	Ei realistinen vaihtoehto vielä useisiin vuosiin. Tarjottu mahdollisuutta koetoimintaan heti kun rä- jähdysainetoimittajien puolelta löytyy valmius Jatketaan selvitystyötä
Sekundäärit	Hakereaktori	Pilot-kokeiden mukaan soveltuu kaivoksen al- lasvedelle Poistaa typpeä.	Mikrobipohjainen → kyl- minä kuukausina typen- poistoteho heikkenee. Suuri pinta-ala.	-	Arvio tehdään, mikäli todenne- taan soveltu- vaksi Kemin kaivokselle	Suuri pinta-ala -> vaikea sijoittaa allasalueelle Ei varmuutta kylmien kau- sien toimivuudesta.
	MBBR-laitos	Pilot-kokeiden mukaan soveltuu kaivoksen kui- vanapitovesille Poistaa typpeä.	Lisää sähkönkulutusta 12– 15 %. Suuri kemikaalien kulutus: lähes kemikaalittomasta kaivoksesta turvallisuus- selvityslaitokseksi Kemikaalikuormituksen nousu poistovesissä Kemikaalien CO ₂ -jalanjälki noin 6 200 tonnia vuo- dessa Fosforipäästön nousu, jos fosforinpoisto ei toimi suunnitellulla tehokkuu- della.	Inves- tointi- kustan- nus noin 20 M€ Käyttö- kustan- nus noin 1,3–2,8 M€ vuo- dessa.	50–65 %	Suureen sähkön- ja kemi- kaalien kulutuksiin näh- den poistaisi vain noin 18 000–25 000 kg Iso- Ruonaojan typpikuor- masta vuodessa. Lisää sähkön- ja kemika- alien kulutusta ja sitä kautta ympäristövaikutuk- sia. Investointi- ja käyttökus- tannuksiin nähden hyöty Iso-Ruonaojaan jäisi vä- häiseksi. Ei nähdä ympäristön kan- nalta kokonaisuutena hy- vänä ratkaisuna
	Vesialtaiden koro- tus	Varautuminen ilmaston- muutokseen. Typpikuorman säätely vesimäärän säätelyn myötä.	Luontaisen typenpoiston säilyminen vedenpinnan muutosten myötä.	~4,0 M€	10–20 %	Realistinen vaihtoehto, korotuksen suunnittelutyö käynnistetty 2022.
	Biohiilipohjainen vedenpuhdistus	Perustuu absorptioon, typenpoisto ei lämpöti- lasensitiivistä → voisi toimia kylmille vesille. Sitoutunut typpi kas- veille soveltuvassa muodossa → kyllästynyt biohiili lannoitteeksi.	Soveltuvan materiaalin löy- ttäminen. Biohiilipedin kanavoitumi- nen. Kiintoaine	-	Arvio tehdään, mikäli todenne- taan soveltu- vaksi Kemin kaivokselle	Nähdään mahdollisena tu- levaisuuden menetelmänä vedenpuhdistukselle. Selvitystyö hanke- ja yh- teistyömahdollisuuksista soveltuvuuden testaa- miseksi aloitettu.

Toteuttamiskelpoiset toimet

Panostuksen hallinta ja laadunvarmistus

Kemin kaivoksella tullaan kehittämään systemaattisia seuranta-, mitaus- ja dokumentointikäytäntöjä panostuksen ja räjäytyksen osalta. Jatkossa toteutetaan jatkuvaa parantamista louhinnan kehittämiseksi poraus- ja panostusparametrien osalta, jolloin muun muassa SLC-menetelmä saadaan vakioitua ja vähennettyä poikkeamia. Pitkäaikaisella seurannalla saadaan tunnistetuksi poikkeamia aiheuttavia parametreja ja voidaan luoda menetelmät suunnitelmalliselle reagoinnille ja suunnitelmamuutoksille poikkeamien välttämiseksi. Korkean poikkeamariskin kohteissa voidaan esimerkiksi hyödyntää langattomia aloitepanoksia vaikutusten minimoimiseksi. Jatkossa urakoitsijoita tullaan velvoittamaan ja ohjaamaan entistä laadukkaampaan työhön panostusurakoissa, ja jo sopimusvaiheessa urakoitsija velvoitetaan typpipäästöjen vähentämistä tukevaan toimintaan. Jatketaan panostus-räjäytystekniikan ja tiedon päivittämistä sekä hyödynnetään alalla tapahtuvaa kehitys- ja tutkimustyötä – opitaan ja omaksutaan uutta. Arvio kehitystyön kustannuksille noin 100 000 € vuodessa.

SLC-menetelmä

Siirtyminen pengerlohinnasta SLC-louhintaan vähentää jo lähivuosina räjähdysaineiden käyttöä verrattuna pengerlouhintaan, jolloin altaille tuleva typpikuorma on laskelmien mukaan 7 000–14 000 kg (10–20 %) pienempi vuosina 2023–2030 verrattuna vuosiin 2020–2021. Saman kehityssuunnan odotetaan jatkuvan tämän jälkeenkin. 2030-luvulla tunnelilouhinnan odotetaan pienenevän noin 30 prosenttia pengerlouhintaan verrattuna, mikä laskee osaltaan räjähdysaineiden kulutusta. 2030-luvulla altaille tuleva typpikuorma pienenee tämänhetkisten laskelmien mukaan noin 16 000–25 000 kg (25–40 %) verrattaessa vuosiin 2020–2021. SLC-menetelmällä saavutettavat ympäristöhyödyt näkyvät tämänhetkisten laskelmien mukaan kokonaisuudessaan 2030-luvulla. SLC-menetelmän ja sen työkalujen kehittämiseen hinta-arvio on noin 600 000 € vuodessa seuraaville lähivuosille.

Vesialtaiden korotus

Kaivoksen vesialtaiden (selkeytysaltaat) korottamisen suunnittelu on aloitettu syksyllä 2022. Vesialtaita korottamalla parannettaisiin kaivoksen vesienhallintaa ja kontrollointimahdollisuutta ulosjuoksutettavan veden määrässä. Näin voitaisiin vaikuttaa myös kaivoksen kuormitukseen, kun ulosjuoksutusta ajoitettaisiin matalan typpipitoisuuden vuodenaikoihin. Allastilavuutta lisäämällä voitaisiin varautua myös ilmastonmuutokseen: suuren sadannan kausina vettä voitaisiin varastoida nykyistä paremmin ja puolestaan kuivien kausien aikana vettä olisi varastoituna muun muassa tuotantoa varten. Lisäksi talven ja syksyn valunnan on ennustettu lisääntyvän, jolloin vettä voitaisiin varastoida nykyistä enemmän ja talven suuret kuormituspiikit tasoittuisivat. Kesän valunnan ennakoidaan pienenevän, joten tuolloin matalatyppeistä vettä voitaisiin laskea Iso-Ruonaojaan nykyistä enemmän ja turvata veden kulku ojassa.

Altaiden korotuksella varauduttaisiin myös maanalaisen kaivoksen pora- ja käyttöveden saantiin, kun Viianmaan avolouhos tullaan lähivuosina tyhjentämään turvallisuussyistä tuotannon siirtyessä louhoksen alapuolelle.

Tällä hetkellä selkeytysaltaiden kokonaistilavuus on noin $1,1 \text{ Mm}^3$ ja viime vuosina veden määrä on ollut maksimikorkeudessa. Tällä on turvattu muun muassa rikastamon prosessiveden tarve. Alaita voitaisiin selvitystyössä tehtyjen tutkimusten mukaan korottaa niin, että vesipinnan korkeus nousisi noin $1\text{--}1,2$ metriä nykyisestä. Vesitilavuudessa se tekisi noin $0,9\text{--}1,1 \text{ Mm}^3$ lisäystä, jolloin altaiden vesimäärä voisi enimmillään olla noin $2,0\text{--}2,2 \text{ Mm}^3$. Noin miljoonan kuution lisäkapasiteetti antaisi hyvin mahdollisuuden veden säännöstelyyn. Laskennallisesti veden juoksutusta säännöstelemällä kaivoksen kuormituspisteen ChrP2 typpipäästöä voitaisiin vähentää noin $10\text{--}20$ prosenttia, mikä vastaisi noin $1\ 100\text{--}5\ 700 \text{ kg}$ vuotuista vähenemää Iso-Ruonaojan typpikuormassa. Tämä edellyttäisi luontaisen typenpoistuman säilyvän vedenpinnan korotuksen jälkeen nykyisellä tasolla ja sitä, että säännöstelyä voitaisiin toteuttaa suunnitellulla tavalla. Luontaisen typenpoistuman varmistamiseksi suunnitelmissa on varmistaa, että turvelautat ovat typenpoiston kannalta parhaassa mahdollisessa sijainnissa veden kulkua ajatellen. Säännöstely ja sen antamat hyödyt vaatisivat ennustavan las kentamallin, jonka avulla juoksutusta voitaisiin tehdä. Selkeytysaltaiden korotuksen tämänhetkinen hinta-arvio on noin $4,0 \text{ M€}$.

GoldSim-mallinnuksella saatujen alustavien arvioiden mukaan rikastushiekka-altaan 7 vaiheittainen korotus tasoon $+47,5$ saattaisi lisätä suotautuvan veden määrää arvioidusta tämänhetkisestä suotautumasta $1\ 900 \text{ m}^3/\text{vrk}$ enimmillään vaiheittain noin $3\ 500$ kuutioon vuorokaudessa (m^3/vrk). Tämä arvio on tehty tilanteessa, jossa altaassa olisi arvioitu enimmäismäärä vettä. Hakijalla ei kuitenkaan ole tarkoitus pitää rikastushiekka-altaassa 7 enempää vettä kuin se kullakin hetkellä on veden edelleen johtamisen ja kiintoaineen laskeutumisen kannalta tarpeen, joten korotusten aiheuttama suotoveden määrän nousu voi jäädä nyt tehtyä arviota pienemmäksi.

Mikäli selkeytysaltaissa 4 ja 5 olisi korotusten jälkeen suunniteltu maksimimäärä vettä eli noin 2 Mm^2 nykyisen noin 1 Mm^2 sijaan, voisi suotovesien määrä altaassa 4 olla nykyisen $870 \text{ m}^3/\text{vrk}$ sijaan noin $980 \text{ m}^3/\text{vrk}$ ja vastaavasti altaassa 5 nykyisen noin $910 \text{ m}^3/\text{vrk}$ sijaan noin $1\ 020 \text{ m}^3/\text{vrk}$. Nyt esitetyt luvut suotovesistä ovat tämänhetkisiä alustavia arvioita, jotka perustuvat GoldSim-mallinnuksen alustaviin tuloksiin. Luvut tarkentuvat sitä mukaa kun mallia saadaan päivitettyä kertyvän tiedon myötä. Korotusten jälkeenkään suotovesien suotautumissuuntaa rikastushiekka-altaalta 7 ja selkeytysaltailta ei voida tarkkaan määrittää ja osa suotovesistä päättynee Iso-Ruonajan sijaan maanalaiseen kaivokseen.

Korotusten ei arvioida vaikuttavan rikastushiekka-altaan 7 vedenlaatuun. Selkeytysaltailla 4 ja 5 voi tapahtua ensi alkuun pientä heikkenemistä typenpoistotehokkuudessa ennen kuin turvelautat kasvustoineen

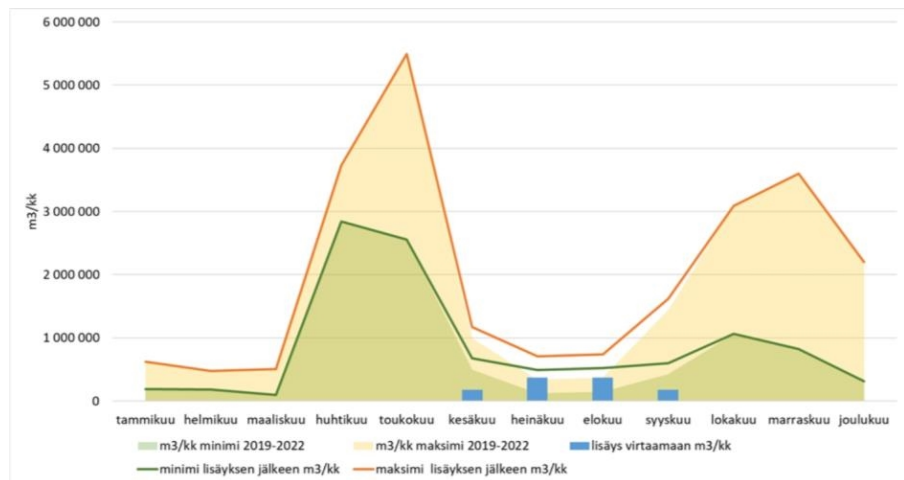
sopeutuvat vedenpinnan nousuun. GoldSim-mallinnuksen alustavien tulosten perusteella tehty arvio suotovesien typpikuormituksesta kaikkien suunniteltujen korotusten jälkeen tilanteessa, jossa altailla vesimäärä olisi suurimmillaan, on noin 90–120 kg/vrk nykyisen arvion noin 76 kg/vrk sijaan. Laskennoissa kokonaistypen pitoisuuksina on käytetty vuosien 2021–2022 toteutumia.

Tarkoituksena on purkaa vesiä erityisesti kuivina kausina, jolloin Iso-Ruonaojan virtaama on vähäistä ja purkuveden typpipitoisuus alimmillaan. Vuosina 1986–2016 Iso-Ruonaojan keskivirtaama oli vesistömallijärjestelmän mukaan $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, keskialivirtaama $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ja keskiylivirtaama $6,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Kaivoksen vesialtaita on suunniteltu korotettavan noin 1,2 metriä, jolloin vesivaraston kapasiteetti nousisi nykyisestä noin 1 Mm^3 :sta noin 2 Mm^3 :aan. Mikäli koko tämä lisääntyvän kapasiteetin vesimäärä noin 1 Mm^3 purettaisiin kesä-syyskuussa 92 päivän aikana (kesäkuun puoliväli–syyskuun puoliväli), jolloin virtaamat ovat alhaisia, tarkoittaisi se noin $11\,200 \text{ m}^3/\text{vrk}$ ($0,14 \text{ m}^3/\text{s}$) virtaamalisäystä Iso-Ruonaojassa. Verrattaessa virtaamalisäystä keskivirtaamaan, lisäisi veden edellä mainittu purku veden keskivirtaamaa Iso-Ruonaojassa noin 1,3-kertaiseksi ($0,5 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 0,64 \text{ m}^3/\text{s}$) ja vastaavasti keskialivirtaamaa noin 2,4-kertaiseksi ($0,1 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 0,24 \text{ m}^3/\text{s}$). Keskivirtaaman nousu jäisi noin kymmenesosaan nykyisestä keskiylivirtaamasta ja vastaavasti keskialivirtaama noin 25:s osaan.

Seuraavassa kuvassa on esitetty kaivoksen alapuolisen tarkkailupisteen ChrP3 vuosien 2019–2022 laskennalliset minimikuukausivirtaamat (vaaleanvihreä alue) ja maksimikuukausivirtaamat (keltainen alue) perustuen kaivoksen tämänhetkiseen kuormituslaskentaan. Pienimmillään kuukausivirtaamat ovat talvikuukausina sekä kesän lämpiminä ajanjaksoina ja vastaavasti suurimmillaan kevään sulamisvesien ja syksyn sateiden aikana. Vuosina 2019–2022 Iso-Ruonaojan laskennallinen kuukauden pienin virtaama (noin $97\,000 \text{ m}^3/\text{kk}$) on ollut maaliskuussa 2019 ja suurin (noin $5\,500\,000 \text{ m}^3/\text{kk}$) toukokuussa 2020. Heinä–elokuussa, jolloin vedet ovat lämpimillään eivätkä kevään sulamiskausi tai syyssateet vaikuta kuukauden vesimääriin, laskennallinen virtaama on vuosina 2019–2022 ollut noin $130\,000$ – $370\,000 \text{ m}^3/\text{kk}$. Laskennassa on mukana myös kaivokselta Iso-Ruonaojaan juoksutetut vesimäärät.

Kuvaan on merkitty sinisillä palkeilla arvio kesäkauden lisääntyvästä juoksutusmäärästä Iso-Ruonaojaan (noin $11\,200 \text{ m}^3/\text{vrk}$), kun varastoitua vesiä purettaisiin hallitusti kesäkuun puolivälistä syyskuun puoliväliin. Vihreällä kuvaajalla on merkitty minimivirtaama lisäyksen jälkeen perustuen vuosien 2019–2022 laskennalliseen kuormitukseen sekä arvioituun lisäjuoksutuksen määrään. Maksimivirtaama on vastaavasti oranssilla kuvaajalla. Kuvaajista nähdään, että kesäajan maksimivirtaamalla hallitun vedenpurun jälkeenkin jäätäisiin selkeästi kevään ja syksyn ylivirtaamakausien vaihtelun alapuolelle eikä ero talvikuukausiin-kaan ole merkittävä. Näin olleen vettymisriskiä ei nähdä syntyvän. Kun vesiä kerätään kylmien kuukausien aikana altaisiin, vähentää se kaivok-

selta ulosjohdettavien vesien määrää syksyn ja kevään luontaisten ylivalmakausien aikana. Tätä ei ole huomioitu kuvan ylivalmakausien minimi- ja maksimikuvaajissa.



Suotovesien lisääntymisestä voi lisätä suotovesien mukana Iso-Ruonaojaan tulevaa typpikuormitusta perustuen tähänhetkisiin pitoisuuksiin altailla. On kuitenkin huomioitava, että siirtyminen SLC-louhintaan vähentää räjähdysaineiden käyttöä tähänhetkisten laskelmien mukaan noin 10 %, minkä johdosta altaille tuleva typpikuorma vähenee ja sitä kautta vähenee myös suotovesien ja altailta ulosjuoksutettavien vesien typpikuorma. Lisäksi suotautuessaan maakerrosten läpi suotovedessä tapahtunee typen reduktiota sekä osa suotovesistä päätynee Iso-Ruonaojan sijaan maanalaiseen kaivokseen. Tarkkaa arviota suotovesien määrästä ja vaikutuksesta Iso-Ruonaojaan ei voida tehdä, mutta oletettavaa on, ettei kuormitus nykyisestään nousisi perustuen edellä mainittuihin seikkoihin. Hakijalla on pitkäaikaista seurantatietoa Iso-Ruonaojasta, ja seurantaa tullaan jatkamaan ja jonka perusteella nähdään typpipitoisuuden kehittyminen Iso-Ruonaojassa suunniteltujen toimenpiteiden jälkeen.

Hakijan näkemyksen mukaan nyt suunniteltu vesialtaiden korotus parantaa valmiuksia ilmastomuutoksen, äkillisen lumen sulamisen ja äärimmäisten sademäärien varalta nykyiseen verrattuna. GoldSim-mallituksen valmistuttua saadaan tarkentunut vesitaselaskenta, jossa otetaan huomioon myös poikkeukselliset tilanteet.

Tulevaisuuden toimet

Biopohjaisten materiaalien hyödyntäminen kaivosvesien puhdistamiseksi typpijakeista nähdään potentiaalisena mahdollisuutena. Tutkimusten mukaan pyrolysoimalla valmistetun biohiilen avulla saadaan poistetuksi esimerkiksi turvesoiden valumavesistä sekä orgaanista että epäorgaanista typpeä, joten niiden voidaan olettaa soveltuvan myös kaivosvesien puhdistukseen. Kemin kaivos on kiinnostunut selvittämään biopohjaisten materiaalien soveltuvuutta kaivoksen vesienpuhdistukseen, ja selvittelytyötä hankkeista ja mahdollisesta yhteistyökumppanista soveltuvuuskokeiden tekemiseksi kaivosvesille on aloitettu.

Biohiili sitoo komponentteja absorptiolla, joten se ei ole niin lämpötilasensiitivinen kuin tällä hetkellä yleisesti typenpoistossa käytettävät mikrobipohjaiset puhdistusmenetelmät. Näin ollen se voisi soveltua kylmillekin vesille ja auttavan typpipäästöjen vähentämistoimena kylminä kuu-kausina, kun biologinen typenpoisto selkeytysaltailla on minimissään. Biohiiltä käytetään infrarakentamisessa maanparannusaineena sen erinomaisen vedensidontakykynsä johdosta, jolloin se tukee kaupunkio-oloissa hulevesijärjestelmiä sitomalla vettä sadantakausilla ja luovuttamalla sitä kuivina kausina. Kaivosvedessä oleva typpi on suoraan kasveille hyödynnettävässä nitraattimuodossa, jolloin kaivosvesistä poistetavalla typellä kyllästettyä biohiiltä voitaisiin käyttää myös lannoitetar-koituksessa. Kemin kaivoksella ei käytetä rikastuskemikaaleja ja oksidima-ista ei liukene metalleja, joten puhdistettavien vesien mukana ei tulisi kasveille eikä eliöistöille haitallisia aineita.

YHTEENVETO

Kemin kaivoksen vuotuinen laskennallinen typpipäästö alapuoliseen Iso-Ruonaojaan on viime vuosina ollut noin 21–47 tonnia (2017–2021). Iso-Ruonaoja on vesienhoitolainsäädännön merkityksessä luokittelema-ton oja, jonka virkistyskäyttö on vähäistä ja jonka varrella on vähäistä asutusta. Ojan suistoalue on hauen ja ahvenen kutualuetta, yläjuoksu puolestaan on muokattua uomaa. Iso-Ruonaojaa kuormittavat myös Tuhkamaan alueen maa-ainesotat (Morenia Oy, Tapojärvi Oy ja Ke-min Ajotilaus Oy), joista kahdessa tehdään aktiivisesti maa-aineksen ottoa maanpäällisenä louhintana. Kemin kaivoksen typpikuormitus on luontaisen typenpoiston ansiosta pienimmillään (sekä pitoisuus että ko-konaiskuormitus/kk) kesäaikaan, joka on aktiivista lisääntymiskautta ja jolloin rehevöitymiseen on otollisin aika. Näin ollen kaivoksen vaikutuk-set eliöiden lisääntymiseen ja kasvuun sekä rehevöitymiseen voidaan olettaa olevan vähäiset. Myös Iso-Ruonaojan sekä Hepolahden virkis-tyskäyttö painottuu kesäaikaan. Suurimmat typpipitoisuudet ajoittuvat talviaikaan, jolloin vaikutukset Iso-Ruonaojan sekä Hepolahden rehevöi-tymiseen ja eliöiden lisääntymiseen ovat vähäiset. Lähin luokiteltu ve-sistö on Kemin edustan Maksniemi sisä -vesimuodostuma, johon kai-voksen vedet Hepolahden kautta laskevat. Kaivoksen typpikuorman osuus Maksniemi sisä -vesimuodostuman pohjukassa Hepolahden uo-man lähettyvillä on keskimäärin noin 11–24 µg/l (2–5 %), keskivaiheilla keskimäärin noin 1–3 µg/l (0,3–1 %) ja ulompana merellä keskimäärin 0,1–1 µg/l (<1 %).

Tällä hetkellä kuormituslaskenta Kemin kaivoksella perustuu ainevirtaa-mien erotukseen: kaivoksen alapuolisesta ainemäärästä vähennetään kaivosalueen yläpuolinen, luontaisesti valuma-alueelta Iso-Ruonaojaan tuleva kuormitus. Ainetaseeseen perustuvassa kuormituslaskennassa havaittiin päivitystarvetta keväällä 2021, minkä seurauksena kaivoksen laskennallinen vuosikuormitus Iso-Ruonaojaan pieneni merkittävästi. Nyt laaditun mallin valunta korreloi huomattavasti aikaisempaa parem-min SYKE:n WSFS-VEMALA -ohjelmalla simuloidun valunnan kanssa. Laskennan päivityksen myötä vuotuinen typpikuorma vuosilta 2012–

2020 Iso-Ruonaojaan pieneni noin 30–40 prosenttia vuodesta riippuen, mikä vastaa noin 10–35 tonnin alenemaa vuositasolla. Päivitetyllä aine-
taselaskennalla saatava kuormitus vastaa nyt myös aiempaa paremmin
tunnetun pistekuormituksen kanssa.

Tällä hetkellä käytössä oleva laskennallinen kuormitusmalli sisältää epävarmuuksia liittyen määritettyihin vesimääriin, sillä etenkin ylivaluma-
kausina vettä virtaa luonnollista valumaa mittaavan Kirvesojan mittapa-
don ohi. Epävarmuutta laskennallisen kuormituksen (ml. typpipäästö) määrittämiseen liittyy myös pitoisuuksien osalta, kun taustapitoisuu-
desta, ulosjohdettavista vesistä sekä alapuolisesta Iso-Ruonaojasta ote-
taan kertanäyte kerran kuukaudessa. Toiminnanharjoittaja on kehittä-
mässä pistekuormituslaskentaa ottamalla käyttöön merkittävimmissä
purkupisteessä ChrP2 jatkuvatoimisen viikkonäytekeraimen, jolloin pitoi-
suuteen liittyviä epävarmuuksia saadaan pienennettyä oleellisesti. Li-
säksi purkupisteen ChrP9 näytteenottotiheyttä lisätään ja näyte tullaan
ottamaan kuukausittain. Mikäli kaivoksen kokonaiskuormituksen määrit-
tämisessä siirryttäisiin kokonaisuudessaan pistekuormitukseen aine-
taselaskennan sijaan, poistuisi myös viereisten maa-ainesottamoiden
louhinnan aiheuttama kuormitus kaivoksen tämänhetkisestä kuormitus-
laskennasta.

Tämänhetkisen arvion mukaan hakijan on tarkoitus siirtyä pistekuormi-
tuslaskentaan tekeillä olevan ympäristölupaprosessin myötä. Pistekuor-
mituslaskentaa on suunniteltu aloitettavan säännöllisesti vuoden 2024
aikana, jotta se saadaan hiotuksi osaksi rutiinitoimia ennen laskentata-
van muutosta. Nykyinen ainetaselaskentaan perustuva kuormituslas-
kenta on tarkoitus pitää pistekuormituslaskennan rinnalla referenssiseu-
rantana.

Kaivoksen vuosittainen typpikuormitus korreloi käytetyn räjähdysaineen
määrän kanssa, mikä näkyy viime vuosien korkeampana typpipäästönä.
Räjähdysaineen käyttö on ollut suurempaa vuosina 2018–2021 johtuen
kaivoksen laajennusprojektista (DeepMine), jossa louhittiin uuden tuo-
tantoalueen tunneliverkostoa sekä tuotantotiloja. Vuoden 2021 jälkeen
on palattu normaaliin tuotantoon, mikä näkyy myös laskeneena typpi-
kuormana. Kesällä 2022 on aloitettu uuden louhintamenetelmän (SLC)
koetoiminta. SLC-menetelmässä louhintamäärien ennustetaan kasva-
van, mutta käytetyn räjähdemäärä näyttäisi tämänhetkisten ennusteiden
mukaan laskevan tulevina vuosikymmeninä 10–40 % vuosien 2020–
2021 tasosta. Tämä perustuu maanalaisen malmin saannin parantumi-
seen louhintamenetelmä muutoksen seurauksena. SLC-menetelmällä
saavutettavat hyödyt vaativat vuosien työn, jotta louhintatyön toimintata-
vat saadaan vakiinnutettua mukaan lukien panostuksen hallinta ja laa-
dunvarmistus. SLC-menetelmän käyttöönoton jälkeen räjähdysaineen
käytön ennustetaan siis laskevan eikä kaivoksen typpipäästö oletetta-
vasti enää kasva, vaan enneminkin laskee nykyisestään. SLC-menetel-
män koetoiminta on aloitettu kesäkuussa 2022. Menetelmä on tarkoitus
vakiinnuttaa ja se on yhtenä kohtana ympäristöluvanprosessissa. SLC-
menetelmän ja sen työkalujen kehittämiseen on budjetoitu noin
600 000 € vuodessa seuraaville lähivuosille.

Viime vuosina kaivoksella on tehty kokeita typpipäästöjen vähentämismenetelmien soveltuvuuksista kaivosvesiin. Biologisilla prosesseilla (MBBR, hakereaktori) saataisiin kokeiden mukaan vähennetyksi typpeä, mutta haasteeksi muodostuvat kylmien kuukausien aiheuttamat vaikutukset mikrobien toimintaan. Kemin kaivoksen vesien ominaisuudet huomioiden syksyllä 2021 tehtiin pilottikokeisiin perustuvien tulosten pohjalta täysimittaisen MBBR-laitoksen alustava konseptisuunnittelu (feasibility study). Suunnittelun perusteella Kemin kaivokselle mitoitettu MBBR-laitoksen investointikustannukset olisivat noin 16–20 M€, vuotuisen sähkönkulutus noin 12 000–15 000 MWh ja käyttökustannukset noin 2,3–2,8 M€ (1,3–1,6 M€ vuoden 2021 sähkön Spot-hinnoilla). Suuri vaihtelu hinnassa johtuu sähkön hinnan voimakkaista muutoksista. Lisäksi MBBR-laitos lisäisi nyt lähes kemikaalittoman kaivoksen kemikaalien kulutusta merkittävästi lisäten samalla muun muassa Scope 3 CO₂-päästöjä vuosittain noin 6 200 tonnia.

Laskennallisesti 90 % puhdistusteho maan alta pumpattavien vesien typenpoistossa vähentäisi Iso-Ruonaojan kuormitusta noin 23–29,5 tonnia (62–65 %), kun laskennassa on käytetty takautuvasti vuosien 2020 ja 2021 lukuja. Vastaavasti 70 % puhdistusteholla, mikä kylmistä vesistä johtuen voisi olla realistisemmin saavutettavissa oleva puhdistusteho, luvut olisivat noin 18–19 tonnia (50 %). Laskennallisesti yhden typpitonnin vähenemä Iso-Ruonaojassa kuluttaisi vuosittain sähköä noin 500–800 MWh, tuottaisi Scope 3:n CO₂-päästöjä noin 2,6–3,4 tonnia ja maksaisi noin 54 000–157 000 euroa (2021 ja 2022 sähkön spot-hinnoilla). Lisäksi ympäristövaikutuksia muodostuisi täysimittaisen MBBR-laitoksen rakentamisesta, kuten rakentamisen aiheuttama hiilijalanjälki.

MBBR-laitoksen hyödyt ajoittuisivat kylmille ajanjaksoille (marras-huhtikuu), sillä kaivoksen selkeytysaltailla tapahtuu lämpiminä aikoina erittäin tehokasta luontaista typenpoistumaa kasvillisuuden ansiosta – touko-kuusta lokakuulle ulosjohdettavan veden kokonaistyyppipitoisuus on samaa luokkaa kuin aktiivisilla menetelmillä puhdistetuilla vesillä. Biologiseen prosessiin perustuvan laitoksen toiminnan tulee olla erittäin tasaista eikä sitä voi ajaa alas aika-ajoittain, sillä mikrobit tarvitsevat pitkän sopeutumisajan muutoksiin. Prosessin ylösajo voi vaatia usean kuukauden toimiakseen suunnitellusti. Toiminnanharjoittaja näkee, ettei Kemin kaivoksen osalta täysimittaista MBBR-laitosta voida pitää parhaana käyttökelpoisena tekniikkana sen suurten investointi- ja käyttökustannusten sekä merkittävien ympäristövaikutusten osalta kemikaalien- ja sähkönkulutuksessa sekä CO₂-päästöjen muodostumisessa saavutettuihin hyötyihin nähden. Riskinä MBBR-laitoksessa nähdään myös fosforikuormituksen mahdollinen kasvaminen nyt fosforirajoitukseen Iso-Ruonaojaan, mikäli fosforinpoistomenetelmää ei saada toimimaan oletetulla tehokkuudella. Vesiympäristön kannalta saavutetut hyödyt konkretisoituvat jo tällä hetkellä, kun selkeytysaltailla tapahtuvan luontaisen typenpoiston myötä lisääntymis- ja kasvukautena typpipitoisuus kaivoksen poistovesissä on samaa luokkaa kuin yleisesti MBBR-laitoksella saavutetut poistovesien pitoisuudet ovat.

Kaivoksen vesialtaiden (selkeytysaltaat) korottamisen suunnittelu on aloitettu syksyllä 2022. Vesialtaiden korotusten myötä saataisiin allaskapasiteettia lisätyksi noin 0,9–1,1 Mm³, minkä ansiosta parannettaisiin kaivoksen vesienhallintaa ja kontrollointimahdollisuutta ulosjuoksutettavan veden määrässä. Lisäyksen myötä voitaisiin kylminä kausina varastoida typpipitoista vettä ja taas kesäaikana ulosjuoksuttaa altaita tyhjemmäksi, kun typpipitoisuus luontaisen poistuman ansiosta on huomattavasti pienempi kuin talvikuukausina. Laskennallisesti juoksutuksen hallinnalla saataisiin vähennettyä Iso-Ruonaojaan johdettavaa typpikuormaa noin 10–20 prosenttia, mikä vastaisi noin 1 100–5 700 kg vuotuista vähenemää. Tällä tavalla leikattaisiin talven korkeita kuormituspiikkejä ja varauduttaisiin ilmastomuutoksen tuomiin talven valunnan lisääntymisiin ja kesäajan kuiviin kausiin. Viime vuosina sateettomina ajanjaksoina luontainen virtaama Iso-Ruonaojassa on ollut vähäistä ja vesi lähes seisonut uomassa. Lisäämällä kesäaikaista ulosjuoksutusta lisättäisiin kuivien kausien virtaamaa ja veden vaihtuvuutta Iso-Ruonaojassa. Lisääntyvästä kesäaikaisesta juoksutuksesta huolimatta typpikuormitus olisi rehevöitymisen kannalta edelleen maltillista, sillä voimakkaasti fosforirajoitteisena ja kesäajan virtaaman lisääntyessä muutoksia rehevöitymisessä tuskin havaittaisiin. Samaa voidaan olettaa Hepolahden osalta.

Suunnitellun louhintamenetelmän muutoksella (SLC) on arvioitu päästävän lähivuosina noin 10 % typpikuorman vähenemään Iso-Ruonaojassa ja 2030-luvulla lähes 20 % vähenemään. Vastaavasti selkeytysaltaiden korotuksella on arvioitu päästävän vuositasona noin 10–20 % vähenemään. Mikäli nämä suunnitellut toimet (siirtyminen SLC-louhintaan ja vesialtaiden korotus) konkretisoituvat odotetulla tavalla, voidaan typpipäästön osalta päästä lähivuosina noin 10–30 % vähenemään ja 2030-luvulla noin 20–40 % vähenemään Iso-Ruonaojassa verrattuna tämänhetkiseen tilanteeseen. Tämän nähdään olevan merkittävä parannus kaivoksen typpikuormituksessa. Muita ympäristöllisiä kuormitustekijöitä verrattuna laitospuhdistukseen (MBBR) ei suunnitelluilla toimenpiteillä nähdä olevan. SLC-menetelmään siirtymisen ja allaskorotusten lisäksi kaivoksella edistetään edelleen toimia panostuksen hallinnassa ja laadunvarmistuksessa, joilla voidaan arvioiden mukaan saavuttaa muutamien prosenttien vähenemä typpikuormituksessa. Toiminnanharjoittaja jatkaa edelleen rouhintamenetelmän ja typtöttömän räjähdysaineen osalta selvitystöitä. Samoin jatketaan yhteistyömahdollisuuksien selvitystä puhdistusmenetelmien osalta esimerkiksi biopohjaisten materiaalien hyödyntämiseksi typpikuormituksen vähentämisessä.

HAKIJAN ESITYS LUPAMÄÄRÄYKSIKSI

Vesienjohtamisjärjestelyt ja päästöt vesiin

1. Tarkkailupisteeltä ChrP2 Iso-Ruonaojaan johdettavien vesien aiheuttama vuotuinen kuormitus saa olla kokonaistypen osalta enintään 30 000 kiloa.

Suunniteltujen toimenpiteiden toteutumisen ja täyteen mittakaavaan ottamisen jälkeen tarkkailupisteeltä ChrP2 Iso-Ruonaojaan johdettavien vesien aiheuttama vuotuinen kuormitus saa olla kokonaistypen osalta enintään 27 000 kiloa. Tavoitearvo kvartaalitason kuormitukselle on 6 500 kiloa. Suunnitelluilla toimenpiteillä tarkoitetaan vesialtaiden korotusta sekä SLC-louhintamenetelmän käyttöönottoa tuotantoon soveltuvassa laajuudessa.

Muut vesipäästöjä tarkentavat määräykset

2. Luvansaajan on jatkettava toimenpiteitä typpipäästöjen vähentämiseksi. Toimenpiteistä ja niiden vaikuttavuudesta on raportoitava valvontaviranomaiselle (Lapin ELY-keskus) vuosittain vuosiraportoinnin yhteydessä.
3. Typpipäästöjen vähentämisen toimenpidesuunnitelma aikatauluihin ja vastuuhenkilöineen toimitetaan valvontaviranomaiselle vuosittain vuosiraportoinnin yhteydessä.

Lupamääräysten perustelut

Vesienjohtamisjärjestelyt ja päästöt vesiin

1. Lupaharkinnassa on otettava huomioon osana ympäristönsuojelulain (527/2014, YSL) 49.1 § 2 kohdan mukaista harkintaa se, mitä vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain (1299/2004) mukaisessa vesienhoitosuunnitelmassa ja merenhoitosuunnitelmassa on esitetty toiminnan vaikutusalueen pintavesien tilaan ja käyttöön liittyvistä seikoista. Kemin kaivoksen alapuoliset Iso-Ruonaoja ja Hepolahti eivät ole vesienhoitolainsäädännön tarkoittamia luokiteltuja vesimuodostumia, eikä niille ole määritetty ekologista tai kemiallista tilaluokkaa. Kemin kaivoksen vaikutusalueen lähimmät luokitellut vesimuodostumat ovat rannikkovesimuodostumia, jotka kuuluvat Perämeren sisempiin rannikkovesimuodostumiin (Maksniemi sisä ja Ajos sisä -muodostumat) sekä ulompiin rannikkovesiin (Kemi-Simo ulko -muodostuma).

Kemijoen vesienhoitoalueen vuosille 2012–2027 annetun toimenpideohjelman mukaan kaikki Kemijoen vesienhoitoalueen rannikkovedet luokituitivat tyydyttävään ekologiseen tilaan, samoin ulommat rannikkovedet. Sisempien rannikkovesien fysikaalis-kemialliset tilat olivat tyydyttäviä lukuun ottamatta Ajos sisä -muodostumaa, jonka tila oli välttävä. Ulompi rannikkovesi Kemi-Simo ulko oli fysikaalis-kemialliselta tilaltaan hyvässä tilassa.

Kemijoen vesienhoitoalueen rannikkovesissä on ravinnepitoisuuksien perusteella arvioituna vähäistä kuormituksen vähentämistarvetta Simo sisä ja Maksniemi sisä -vesimuodostumissa. Kemin kaivoksen lähin luokiteltu vesistö on Maksniemi sisä, jonka arvioitu vähennystarve typpipitoisuudelle on <10 prosenttia. Maksniemi sisä -muodostuman merkittävä kuormittaja on ollut Stora Enson Veitsiluodon tehdas, joka on lopet-

tanut toimintansa syyskuussa 2021. Tämän myötä vesialueen ravinnekuormitusten voidaan olettaa pienentyvän ja vähennystarpeen sitä myöten täyttyvän. Teollisuudelle ja kaivostoiminnalle esitettävät toimenpiteet vaikuttavat merkittävimmin vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöjen vähentämiseen ja jossain määrin ravinteiden ja hiitaasti hajoavien orgaanisten aineiden pintavesikuormitusten vähentämiseen. Kemin kaivoksella ei muodostu vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun asetuksen (1022/2006) mukaisia päästöjä. Ravinteista kokonaistypen osalta kaivoksen osuus merialueen kokonaistyyppipitoisuudesta on Maksniemi sisä-vesimuodostumassa keskimäärin noin 1–24 µg/l (0,3–5 %) ja ulompana merellä 0,1–1 µg/l (<1 %). Näin ollen kaivoksen toimilla on hyvin vähäinen merkitys vesienhoitolainsäädännön tarkoittamien luokiteltujen vesimuodostumien tilaan eikä merkittäväkään typpipäästön vähenemä aikaansaisi tilaluokan parantumista.

Typpiyhdisteitä ei ole vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun asetuksen (1022/2006) mukaan säädetty vesiympäristölle vaarallisiksi ja haitallisiksi aineiksi. Kaivosvesissä oleva typpi on suurimmaksi osaksi nitraattityppeä, joka tutkimusten mukaan on huomattavasti vaarattomampi eliöille kuin nitriitti- ja ammoniumtyppi. Tätä tukee myös tutkimusten perusteella Kanadassa makean veden ympäristönormiksi asetettu akuutin toksisuuden raja nitraattitypelle, joka on 32,8 mg/l. Viimeaikaisen oikeuskäytännön mukaan (Vaasan hallinto-oikeus 55/2022, 28.6.2022) typen osalta asetetut raja-arvot ovat ohjanneet ennemminkin leikkaamaan kokonaiskuormitusta pitoisuusrajoituksen sijaan. Edellä esitettyyn perustuen Iso-Ruonaojan typpikuormituksen vähentämiseksi nähdään tarpeellisenä leikata talviaikaista kokonaiskuormitusta ja sitä kautta koko vuoden kokonaiskuormitusta. Kesäaikaan kaivokselta ulosjohdettavan veden typpipitoisuudet sekä kokonaiskuormitus ovat matalia, aktiivisilla puhdistusmenetelmillä puhdistettujen vesien tasoa luontaisen typenpoistuman ansiosta.

Iso-Ruonaojan osalta korkeimmat nitraatti-nitriittitypen pitoisuudet ajoittuvat kylmille talvikuukausille. Edellä on esitetty nitraatti-nitriittitypen yksittäisten kuukausinäytteiden vuosikeskiarvoja sekä minimi- ja maksimiarvoja, joita on verrattu kanadalaiseen ekotoksikologiseen nitraattitypen kuukausikeskiarvoon. Vertailussa on huomioitavaa, että Kemin kaivoksen vesientarkkailussa näyte otetaan kerran kuukaudessa ja siinä määritetään nitraatti-nitriittitypen yhteispitoisuus, joten se ei ole yksiselitteisesti verrannollinen Kanadassa asetettuun viikkonäyteperusteiseen kuukausipitoisuuden ohjearvoon. Iso-Ruonaojan yläosassa heti kaivoksen alapuolella, joka on voimakkaasti muokattua uomaa, korkeat näytepitoisuudet ajoittuvat nimenomaan kylmille ajanjaksoille (Iso-Ruonaoja ChrP3). Iso-Ruonaojan alajuoksulla (Iso-Ruonaoja ChrP5), joka on hauen ja ahvenen kutualuetta, nitraatti-nitriittitypen pitoisuudet ovat selkeästi pienempiä kuin yläjuoksulla. Myös alajuoksulla korkeimmat pitoisuudet ajoittuvat talvikuukausille. Vaikka talvi ei ole eliöiden lisääntymiseikä kasvukautta, nähdään tarpeellisenä pienentää Iso-Ruonaojan kuormitusta talviaikana, jolloin nitraatti-nitriittitypen pitoisuudet ja kokonais-

määrät ovat tällä hetkellä korkeimmillaan. Näitä kylmien jaksojen kuormituspiikkejä on tarkoitus leikata lisäämällä vesialtaiden (selkeytysaltaat) varastokapasiteettia, jolloin runsastyyppistä vettä voidaan varastoida ja juoksuttaa ulos kesä kautena, jolloin luontaisen typenpoiston ansiosta typpipitoisuus on merkittävästi pienempi. Näin ollen luontaisen valuman vaikutus korostuisi talviaikana. Tällä hetkellä veden varastointiin ei altailla ole kapasiteettia ja märkinä talvikuukausina ulos joudutaan juoksuttamaan ajoittain runsaastikin vesiä. Korkeimmat talvikuukausien kuormitukset kokonaistypen osalta vuosina 2019 – syyskuu 2022 ovat olleet noin 3 500–4 500 kg/kk (117–150 kg/d). Pitoisuus on korkeimmillaankin ollut Iso-Ruonaojassa selkeästi alle kanadalaisen akuutin toksisuuden arvon 32,8 mg/l (ChrP3: enimmillään maaliskuussa 2022 11 mg/l, ChrP5: enimmillään maaliskuussa 2021 6,2 mg/l).

Allaskapasiteetin lisäämisen jälkeen ulosjuoksutettavan veden määrä lisääntyisi kesäaikana. Tämä tarkoittaisi sitä, että kesäaikana kokonaiskuormitus kasvaisi tämänhetkiseen tilanteeseen nähden. On kuitenkin huomioitavaa, että esimerkiksi vuosina 2019–2022 heinä–elokuussa, jolloin sekä luontainen virtaamaa että altailla ulosjuoksutettavan veden määrä ovat vähäisiä, on kaivoksen purkupisteeltä ChrP2 johdettu Iso-Ruonaojaan alle tuhat kiloa kuukaudessa (140–840 kg/kk ~ 4,7–28 kg/vrk). Tämä nousisi arvioiden mukaan noin 1 500–2 000 kiloon kuukaudessa (50–67 kg/vrk), olettaen, että luontainen typenpoistoteho säilyy samana kaivoksen selkeytysaltailla vedenpinnan korottamisen jälkeenkin. Kesäajan pienellä kuormitusnousulla ei uskota olevan merkittävää vaikutusta eliöiden lisääntymiseen ja kasvuun. Esimerkiksi kaivoksen selkeytysaltailla elää runsas kalakanta, ja veden typpipitoisuudet ovat altailla korkeampia kuin Iso-Ruonaojassa. Viime vuosina saateettomina ajanjaksoina luontainen virtaama Iso-Ruonaojassa on ollut vähäistä ja vesi lähes seisonut uomassa. Lisäämällä kesäaikaista ulosjuoksutusta lisättäisiin kuivien kausien virtaamaa ja veden vaihtuvuutta Iso-Ruonaojassa. Lisääntyvästä kesäaikaisesta juoksutuksesta huolimatta typpikuormitus olisi rehevöitymisen kannalta edelleen maltillista, sillä voimakkaasti fosforirajoitteisena ja kesäajan virtaaman lisääntymisessä muutoksia rehevöitymisessä tuskin havaittaisiin. Samaa voidaan olettaa Hepolahden osalta.

Iso-Ruonaojasta, Kirvesojasta ja selkeytysaltaasta 5 on tehty kesällä 2022 kalaston, piilevien ja pohjaeläinten tutkimuksia sekä toksisuustestejä. Kaivoksen selkeytysaltaalta saatiin katiska- ja koeverkkopyynteillä saaliiksi ahvenia, särkiä ja haukia. Selkeytysaltaan kalasto muodostuu laajasti eri kokoluokan kaloista, minkä perusteella populaatorakenteeseen vaikuttavia tekijöitä ei todennäköisesti altailla esiinny. Iso-Ruonaojasta saatiin sähkökalastuksessa pääasiassa ahvenia. Merkittäviä muutoksia kalaston biomassassa ei Iso-Ruonaojassa selvityksen mukaan havaittu, mutta kalojen tiheys ja lajirunsaus oli hieman edellistä seurantakertaa pienempi. Kalojen määrään voi vaikuttaa myös kesän aikainen veden vähyys. Kalastossa tapahtuneita muutoksia on selvityksen mukaan mahdotonta varmuudella sanoa vähäisen koekalastuskerrojen määrän ja niissä saadun hyvin niukan aineiston sekä eroavan las-kutuvan ja normaalin luontaisen vaihtelun vuoksi.

Piilevätutkimuksissa todettiin sekä selkeytysaltaiden että Iso-Ruonaojan levien koostuvan runsashappisia, orgaanisesti kuormittamattomia vesiä suosivista levistä. Suurimmalla osalla levistä ei todettu olevan tiukkaa ravinteisuusvaatimusta, mikä saattaa heijastella lajiston sopeutumista vaihtelevaan ravinnekuormitukseen.

Pohjaeläintutkimuksissa selkeytysaltaan pohjaeläinlajiston todettiin olevan monipuolinen, koostuen tyypillisistä rantavyöhykkeen kivikkorantojen pohjaeläinlajeista ja ilmentäen karuhkoa ympäristöä. Iso- Ruonaojan pohjaeläimistön ekologinen tila luokitui erinomaiseksi molemmilla havaintopaikoilla ja lajiston todettiin olevan monimuotoista. Lajisto ei heijastellut voimakkaasti kummassakaan paikassa orgaanisesta aineksesta johtuvaan kuormitukseen, vaan koostui myös monista herkistä lajeista. Uhanalaisia lajeja ei havaittu selkeytysaltaalla eikä Iso-Ruonaojassa.

Toksisuustesteissä ei tulosten perusteella havaittu toksisuutta selkeytysaltaiden tai Iso-Ruonaojan vesissä.

Kaivosten vesien vaikutukset näkyvät Iso-Ruonaojassa muun muassa pH:n nousuna (Kivesoja pH ~6,3 → Iso-Ruonaoja kaivoksen alapuolella pH ~7,2) sekä piilevälajistossa. Tutkimusten mukaan kaivoksen selkeytysaltailla elää runsas ja kokoluokiltaan laajakirjoinen särkien, ahventen ja haukien kalasto sekä piileviä ja pohjaeläimiä. Lisäksi kaivoksen selkeytysaltaat ovat linnuston suosima levähdys-, pesimä- ja ruokailupaikka. Näin ollen kaivoksen selkeytysaltaiden vedenlaatu ei vaikuttaisi estävän kalojen, piilevien eikä pohjaeläinten lisääntymistä ja kasvua altailla, joten mahdollisesti tehtävän kesäaikaisen lisäjuoksutuksen ei näin ollen nähdä vaikuttavan Iso-Ruonaojan eliöstöiden lisääntymis- ja kasvumahdollisuuksiin.

Ympäristönsuojelulain 52 §:ssä säädetään velvollisuus ehkäistä ja rajoittaa päästöjä käyttämällä parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Yhdeksi parhaaksi käyttökelpoiseksi tekniikaksi kaivosten osalta on tunnistettu käyttää kosteikkopuhdistusta. Kemin kaivoksen osalta tämän voidaan katsoa tapahtuvan selkeytysaltailla, jossa turvepohjaisilla lautoilla oleva kasvusto poistaa lämpiminä kasvukausina typpeä, mikä näkyy tarkkailupisteellä ChrP2 typpipitoisuuden alenemana jopa viidesosaan verrattuna talvikuukausiin. Toiminnanharjoittaja suunnittelee vesialtaiden (selkeytysaltaat) tilavuuden lisäämistä, minkä avulla entisestään voidaan säädellä veden purkua tarkkailupisteeltä ChrP2 ja näin vaikuttaa sekä alapuolisen Iso-Ruonaojan virtaamaan että typpikuormitukseen. Kaivoksella on selvitetty mahdollisuutta laitospaiseen typenpoistoon. Tällä hetkellä laitospaista typenpoistoa ei nähdä parhaana käyttökelpoisena tekniikkana, kun otetaan huomioon ympäristölliset seikat kokonaisuudessaan. Yleisesti typenpoistossa esimerkiksi kunnallisella puolella käytettävä MBBR-tekniikka olisi Kemin kaivoksen osalta kallis investointi- sekä käyttökustannuksiltaan, lisäisi koko kaivoksen sähkönkulutusta 12–15 %, tekisi nyt lähes kemikaalittomasta kaivoksesta (tällä hetkellä

rikastusprosessissa käytetään flokkulanteja veden selkeytykseen) turvallisuusselvityslaitoksen ja tuottaisi Scope 3 CO₂-päästöjä noin 6 200 tonnia vuodessa. Lisäksi se lisäisi kemikaalien määrää poistovesissä ja riskinä olisi fosforipäästön kasvu nyt fosforirajoitteiseen Iso-Ruonaojaan, mikäli fosforinpoisto ei toimisi suunnitellulla tavalla sekä mahdollisten häiriötilanteiden aikana. Kokonaisuutena MBBR-laitoksella voitaisiin vähentää kokonaistypen kuormitusta Iso-Ruonaojaan noin 50–65 % nykyisestä. Suunnitellun louhintamenetelmän muutoksella on arvioitu päästävän lähivuosina noin 10 % typpikuorman vähenemään Iso-Ruonaojassa ja 2030-luvulla lähes 20 % vähenemään. Selkeytysaltaiden korotuksella on arvioitu päästävän vuositasolla noin 10–20 % vähenemään. Mikäli nämä suunnitellut toimet konkretisoituvat odotetulla tavalla, voidaan typpipäästön osalta päästä lähivuosina noin 10–30 % vähenemään ja 2030-luvulla noin 20–40 % vähenemään Iso-Ruonaojassa verrattuna tämänhetkiseen tilanteeseen. Tämän nähdään olevan merkittävä parannus kaivoksen typpikuormituksessa ja muita ympäristöllisiä kuormitustekijöitä verrattuna laitospuhdistukseen (MBBR) ei suunnitelluilla toimenpiteillä nähdä olevan.

Kokonaistypen kuormitusraja-arvo koskee Kemin kaivoksen tarkkailupistettä ChrP2, jonka kautta suurin osa Kemin kaivoksen typpipitoisista purkuvesistä johdetaan Iso-Ruonaojaan ja näin ollen se edustaa ladultaan ja määrältään suurinta osaa kaivoksen vesistökuormituksesta. Asetettavalla kvartaalitason tavoitearvolla ohjataan toimintaa suuntaan, jossa talviaikaisia korkeita kuormituspiikkejä tasataan ja vähennetään näin kokonaiskuormitusta Iso-Ruonaojaan. Asetettavien luparajojen epävarmuudeksi tunnistetaan tulevien vuosien sadannan ja valunnan muutoksiin liittyvät vaihtelut. Kemijoen vesienhoitoalueella valunnan on arvioitu muuttuvan 2050-luvulle mentäessä 0–10 % ja vastaavasti Kemin alueen sadannan on ennustettu lisääntyvän kokonaisuudessaan noin 10 %. Tällä hetkellä Kemin kaivoksen kuormitus on riippuvainen valunnan määrästä.

Typpikuormituksen raja-arvoksi on esitetty 30 000 kg vuodessa mitattuna tarkkailupisteeltä ChrP2 Iso-Ruonaojaan johdettuna. Kemin kaivoksen nykyisen typpikuormituksen ei ole todettu vaikuttavan eliöiden kasvuun ja lisääntymiseen Iso-Ruonaojassa eikä hakemuksessa esitetyn selvityksen perusteella aiheuttavan myöskään ekotoksikologista riskiä Iso-Ruonaojan eliöstölle. Typpikuormituksen raja-arvo 30 000 kg vuositasolla vastaa nykyisillä menetelmillä saavutettavissa olevaa päästöta-soa.

Vaikkakaan kaivoksen typpipäästöillä ei nykytilanteessa ole todettu olevan merkittäviä haittavaikutuksia, pyritään vesistöön johdettavaa typpikuormitusta vähentämään. Hakijan käsityksen mukaan kaivoksen typpikuormitusta voidaan vähentää nykyisestä hakemuksessa esitetyillä toimenpiteillä, minkä seurauksena typpikuormituksen raja-arvoa tarkkailupisteellä ChrP2 voitaisiin siirtymävaiheen jälkeen kiristää tasolla 27 000 kg vuodessa.

Edellä esitetyt suunnitellut lähivuosien toimenpiteet (vesialtaiden korotus ja osittainen SLC-louhinta) tarvitsevat myönteiset ympäristölupapäätökset toteutuakseen. Todellinen typpikuormituksen vähenemisen taso konkretisoituu vasta toimenpiteiden käyttöönoton jälkeen ja se voi olla vain osittaista, jos joku toimenpiteistä jää toteutumatta tai toteutuu vain osittain.

Muut vesipäästöjä tarkentavat määräykset

2. Tällä lupamääräyksellä veloitetaan toiminnanharjoittajaa edelleen jatkamaan työtä typpipäästöjen vähentämiseksi.

Panostuksen hallinnan ja laadunvarmistuksen kehittämällä voidaan saavuttaa muutamien prosenttien vähenemä Iso-Ruonaojan typpikuormitukseen. Kehitystyöhön liittyviä toimia tehdään parhaillaan ja sitä tul- laan edistämään projektimaisesti. Lisäksi kaivoksella jatketaan aktiivi- sesti tulevaisuuden typenpoistomenetelmien selvitystyötä. Erityisesti biopohjaisten materiaalien hyödyntäminen kaivosvesien puhdistamiseksi typpijakeista nähdään potentiaalisena mahdollisuutena.

3. Typpipäästöjen vähentämisen toimenpidesuunnitelman esittämisellä vuosiraportin yhteydessä osoitetaan toiminnanharjoittajan sitoutuminen typpipäästöjen vähentämiseen sekä varmistetaan valvontaviranomaisen tietoisuus suunnitelluista ja jo toteutuneista toimenpiteistä.

LUPAHAKEMUKSEN KÄSITTELY

Lupahakemuksen täydennykset

Selvitystä on täydennetty 31.8.2023 muun muassa tiedoilla Kemin kaivoksen vesitaseesta, arviolla vesien viipymäajoista allasalueella, lisätiedoilla kaivoksen typpitaseesta, arviolla suunniteltujen korotuksien vaikutuksista suotautuvan veden määrään sekä selvityksellä vesien hallitusta purkamisesta Iso-Ruonaojaan.

Täydennykset on oleellisilta osin liitetty edellä olevaan kertoelmaosaan.

Lupahakemuksesta tiedottaminen

Hakemuksesta on tiedotettu julkaisemalla kuulutus ja hakemusasiakirjat lupaviranomaisen verkkosivuilla osoitteessa <https://ylupa.avi.fi> 24.11.2023–2.1.2024. Tieto kuulutuksesta on julkaistu myös Keminmaan kunnan ja Kemin kaupungin verkkosivuilla. Hakemusta koskeva ilmoitus on julkaistu Kotikulmilla -nimisessä sanomalehdessä.

Aluehallintovirasto on pyytänyt hakemuksen johdosta lausunnon Lapin elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueelta, Lapin elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen Poh-

jois-Suomen kalatalouspalveluilta, Keminmaan kunnalta ja Kemin kaupungilta sekä Keminmaan ja Kemin ympäristön- ja terveydensuojeluviranomaisilta.

Lausunnot

1. Lapin ELY-keskus, ympäristö ja luonnonvarat

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on pyytänyt Lapin ELY-keskuksen ympäristö- ja luonnonvarat -vastualueelta lausuntoa Kemin kaivoksen lupapäätöksen nro 12/2022 määräyksen 21b mukaisesta selvityksestä. Lupamääräyksen mukaisesti luvanhaltijan on jatkettava selvityksiä typpipäästöjen vähentämiseksi ja toimitettava selvitys typpipäästöjen vähentämismahdollisuuksista, niiden kustannuksista ja toteuttamisaikataulusta sekä esitys toimenpiteistä, joilla kaivoksen typpipäästöjä Iso-Ruonajaan pienennetään. Lisäksi on tehtävä esitys typpipäästöjen raja-arvoksi ja muiksi lupamääräyksiksi, joilla typpipäästöjä rajoitetaan.

Kemin kaivoksen typpikuormitusta on tarkasteltu erillisenä lupa-asiana useamman kerran jo aiemmin. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on antanut asiassa päätökset 39/2016/1 (17.3.2016) ja 137/2019 (26.9.2019). Viimeisin lupapäätös (147/2020, 27.11.2020) koski nyt lausuttavana olevan typpiselvityksen määräajan jatkamista. Vuonna 2019 antamassaan lausunnossa ELY-keskus otti alustavasti kantaa kuormituksen vaikutuksiin ja vesistövaikutusten vähentämisen tavoitetasoon. Vesistövaikutukset eivät sen jälkeen ole merkittävästi muuttuneet. Viimeisimmässä lausunnossaan (3.1.2022) ELY-keskus totesi, että epäorgaanisen typen pitoisuudet kaivoksen alapuolisilla vesialueilla eivät ole ekologisesti kestäväällä tasolla. ELY-keskus ei kuitenkaan nähnyt estettä määräajan jatkamiselle, mutta piti tärkeänä, että typpiselvitys laitetaan vireille vuoden 2022 aikana.

Typpikuormitus ja typen poistomenetelmät

Kemin kaivoksen louhintamäärä niin malmin kuin sivukivenkin osalta on lisääntynyt 2000-luvun alkupuolelta lähtien. Malmin louhintamäärä on ollut vuodesta 2014 lähtien noin 2–2,5 Mt vuodessa. Sivukiven louhintamäärä oli vuosina 2018–2019 selvästi aiempaa suurempi Deep Mine -projektin rakentamisen myötä. Vuodesta 2020 lähtien sivukivien louhintamäärä on vähentynyt, ja oli vuonna 2022 noin 1,1 Mt palaten Deep Mine -projektin aloittamista edeltäneelle tasolle. Louhinta tapahtuu käytäen typpipohjaisia räjähdysaineita, joten louhinnan lisääntyminen on lisännyt myös kaivoksen typpikuormitusta. Suurimmillaan typpikuormitus oli vuonna 2020 vajaat 50 tonnia vuodessa (uudella laskutavalla laskettuna). Vuonna 2022 typpikuormitus oli laskenut vajaaseen 30 tonniin vuodessa. Sääolot vaikuttavat suuresti typen kokonaiskuormitukseen, joten yhden vuoden laskun perusteella typpikuormituksen ei voida todeta merkittävästi pienentyneen.

Pistekuormitus muodostaa vain osan Kemin kaivoksen Iso-Ruonaojaan päätyvästä typpikuormituksesta. Kuormitus onkin laskettu vesistön aine-taseen muutoksena virtaaman ja pitoisuuden perusteella. Laskentata-paan sisältyy huomattavasti pistekuormitusta suurempaa epävarmuutta. Myös pistekuormitukseen vaikuttaa sääolosuhteet. Muun muassa kai-vokseen valuva vesimäärä lisääntyy sateisina aikoina lisäten räjähdys-ainejäämien kanssa kontaktissa olevaa vesimäärää.

Yhtiö on typpiselvityksessä esittänyt useita sekä primäärisiä että sekun-däärisiä typenpoistomenetelmiä, joiden tutkimuksista ja selvityksistä osa on vielä varsin alustavia (muun muassa typettömät räjähdysaineet). Pri-määrisissä typenpoistomenetelmissä mainitun panostuksen hallinnan ja laadunvarmistuksen ELY-keskus näkee oleellisena ja tärkeänä osana kaivoksen normaalia toimintaa. Typpiselvityksessä esitellään useita eri-laisia varsinaisia typenpoistomenetelmiä, joista useammalla on tehty joko pilot- tai ainakin laboratoriomittakaavan testejä Kemin kaivoksella. Tutkimuksissa on saatu varsin lupaavia tuloksia typenpoistossa. Näin ollen ELY-keskus toteaa saatavilla olevan menetelmiä, joilla typen pois-taminen kaivoksen vedestä on mahdollista.

Typpiselvityksessä on arvioitu kaivoksen typpikuormituksen vähenevän tulevaisuudessa Deep Mine -projektin valmistuessa ja muun muassa sorroslohinnan käyttöönoton myötä. Deep Mine -projektin päätyminen onkin näkynyt jo vuosien 2021 ja 2022 kuormituksessa. Sorroslohin-nan arvioidaan vähentävän räjähdysaineiden käyttöä (pienempi omi-naispanostus). Epäselväksi kuitenkin jää, onko hakemuksessa esite-tyssä arviossa otettu huomioon suunniteltu louhintamäärän kasvu ote-taessa sorroslohinta käyttöön. Suunniteltu rikastushiekka-altaan ja ve-sialtaiden korotuksen aiheuttama suotauman lisäys ja sen mukanaan tuoma mahdollinen typpikuormituksen lisääntyminen voivat lisätä Iso-Ruonaojaan kohdistuvaa typen kokonaiskuormitusta, kuten hakemuk-sen täydennyksessäkin todetaan. Näille toimenpiteille tosin haetaan lu-paa erikseen myöhemmin. Hakemuksen perusteella on vaikea hahmot-taa vesialtaiden korotuksen kokonaismerkitystä typpikuormitukselle, kun toisaalta ennustetaan pitoisuuksien pienenevän luontaisen typenpoiston tehostumisen myötä, mutta toisaalta suotauman lisääntymistä vesipai-neen kasvaessa. Aiemmin tehdyssä opinnäytetyössä (Mehtälä 2018) on todettu typen luontaisen poistuman vähentyneen allaskierron vesitila-vuuden pienennyttyä.

Yhtiön esitys Iso-Ruonaojaan johdettavien vesien aiheuttamaksi kuormi-tuksesi näytepisteeltä ChrP2 on 30 000 kg vuodessa, ja myöhemmin 27 000 kg vuodessa vesialtaiden korotuksen valmistuttua ja SLC-louhin-tamenetelmän (sorroslohinta) ollessa käytössä tuotantoon soveltu-vassa laajuudessa. ELY-keskuksen näkemys on, että typpikuormitusta on jatkossa tarpeen rajoittaa enemmän, mutta lupamääräys ei voi sisäl-tää sellaisia asioita, joille lupaa ei vielä ole ratkaistu tai edes haettu (ve-sialtaiden korotus ja SLC-louhintaa).

Hakemuksen perusteella on vaikea saada kokonaiskuvaa siitä, miten kaivoksen typpipäästöt kokonaisuutena kehittyvät tulevaisuudessa ottaen huomioon esitetty pistekuormituksen luparaja. Toisaalta hakemuksessa on esitetty toimenpiteitä, joilla typpikuormitusta saadaan mahdollisesti vähennettyä, mutta toisaalta taas suunnitteilla on mahdollisesti kokonaistyppikuormitusta lisääviäkin toimenpiteitä. Kiistatonta kuitenkin on, että Iso-Ruonaojan typpipitoisuus on lisääntynyt selvästi 2010-luvulla, joskin vuosien välinen vaihtelu on ollut suurta.

ELY-keskus on edellisestä typpiselvityksestä antamassaan lausunnossa (14.6.2019) todennut, että kaivoksen mahdolliset ympäristövaikutukset erityisesti typen ja kloridin osalta ovat muuttuneet selkeästi siitä, minä ne olivat lainvoimaista lupapäätöstä käsiteltäessä ja mitä ne olivat tehdyssä ympäristövaikutusten arvioinnissa. Edelleen ELY-keskus toteasi tuolloin, että jatkotoimenpiteet ovat tarpeen jo lyhyelläkin aikavälillä. Sitten yhtiö on toteuttanut ympäristövaikutusten arviointimenettelyn ja yhteysviranomaisen antoi arviointiselostuksesta perustellun päätelmän 9.5.2022. Lupahakemuksessa on hyödynnetty ympäristövaikutusten arviointia varten laadittuja erilliselvityksiä. Typenpoiston tehostaminen oli kuitenkin rajattu YVA-menettelyn ulkopuolelle. YVA-menettelyssä on silti käsitelty osin samoja asioita kuin nyt lausuttavana olevassa typpiselvityksessäkin.

ELY-keskuksen näkemys on, että Iso-Ruonaojan typpipitoisuuden kehityksen suunta on saatava laskevaksi. Yhtenä tekijänä tähän on Kemin kaivoksen typpikuormituksen pienentäminen. Konkreettiset toimenpiteet ovat tarpeen, kuten ELY-keskus on jo aiemmissakin lausunnoissaan todennut.

Vesienhoito

Iso-Ruonaoja ja Hepolahti eivät ole vesienhoidossa rajattuja vesimuodostumia. Rajaamattomat vesistöt eivät kuulu vesienhoidon luokittelun piiriin, mutta pintavesityypin vertailuaineistoon suhteuttamalla saa kuvan myös niissä tapahtuneiden muutosten suuruudesta. Vesienhoidon tyypittelyssä Iso-Ruonaoja vastaisi pientä turvemaiden jokea ja Hepolahti todennäköisimmin matalaa runsashumuksista tai lyhytviipymäistä järveä. Vesienhoidon vedenlaadun luokittelussa Iso-Ruonaojan alaosan kokonaistyppipitoisuuden vuosikeskiarvo (2014–2021) vastaisi jokityypille huonoa tilaa ($> 2,5$ mg/l). Typpipitoisuus on ollut touko-lokakuussa (2014–2021) keskimäärin noin 2 mg/l, mutta talviaikaan kaksinkertainen. Kaivoksen alapuolella typpi on valtaosin epäorgaanisessa muodossa kaikkina vuodenaikoina. Hepolahdesta lähtevän veden typpipitoisuus olisi matalalle runsashumuksiselle järvelle tyydyttävä ($> 0,8$ mg/l).

Lähimmät rannikon vesimuodostumat ovat Maksniemi sisä ja Ajos sisä. Rannikon vesimuodostumat ovat tyydyttävässä ekologisessa tilassa Kemijoen vesienhoitosuunnitelmassa vuosiksi 2022–2027. Tila on seurausta rehevyyttä ilmentävien biologisten laatutekijöiden sekä kokonaistarvinteiden tyydyttävistä tai välttävästä tuloksista. Hakija on mallintanut Kemin kaivoksen kuormituksen vaikutuksia rannikkovesimuodostumien

kokonaisravinne- ja klorofyllipitoisuuksiin osana kaivoksen laajentamisen ympäristövaikutusten arviointia (2022). Tulosten perusteella Kemin kaivoksen kuormituksen puolittuminen tai kaksinkertaistuminen ei merkittävästi vaikuttaisi rannikon vesimuodostumien kokonaisravinteiden tai klorofyllin tilaluokkaan.

Ohjearvot

Selvityksessä on arvioitu havaittujen typpipitoisuuksien ekologista merkitystä alapuolisissa vesistöissä. Nitraattitypen osalta on huomioitu kanadalainen ohjearvo 3 mg/l. Viimeisimpinä tarkkailuvuosina nitraatti-nitriittitypen pitoisuus on useimmiten ylittänyt 3 mg/l selvästi kevättalven kuukausina. Näytteenotto on vain kerran kuussa, mutta tulosten perusteella pitoisuudet pysyvät tasaisen korkeina talvikuukausien välillä. Ohjearvon muodostamisessa on käytetty 7–40 päivän pituisia kokeita, joten sitä tulisi myös soveltaa vähintään kuukausitasolla. Nitraatti ja nitriitti ovat suoraan haitallisia muun muassa kalojen aineenvaihdunnalle.

Taulukossa IV ammoniumille (NH_4) esitetty ohjearvo 1,9 mg/l (USEPA 2013) koskee ammoniakki-ammoniumtyyppiä (total ammonia nitrogen). Ammoniumtyppipitoisuus ($\text{NH}_4\text{-N}$) Iso-Ruonaojassa on ollut korkeimmillaan maaliskuussa 2022 tarkkailupisteellä ChrP3 2,3 mg/l. Ammoniumista voi muodostua ammoniakkia, jonka osuus ammoniumtyypistä riippuu lämpötilasta ja pH:sta. Ohjearvoissa ammoniumin haitallisuutta arvioidaan juuri ammoniakkin muodostumisriskin kannalta. Esimerkiksi Ruotsissa laskennalliselle ammoniakkitypelle ($\text{NH}_3\text{-N}$) on pintaveden ympäristölaatu normi vesienhoidon kansallisena haitallisena aineena. Viileässä ja vain lievästi emäksisessä vedessä ammoniakkin laskennallinen osuus jää pieneksi.

Tutkimustuloksista johdettujen ohjearvojen tarkoitus on määritellä aineen vesiympäristölle varmuudella haitaton taso. Hakija on korostanut, ettei niitä sovelleta normeina Suomessa. Ohjearvojen hyödyntäminen on kuitenkin perusteltua haitallisten vaikutusten riskin arvioinnissa.

Biologiset tutkimukset

Selvityksen liitteenä on biologisia tutkimustuloksia selkeytsaltaasta, Iso-Ruonaojasta ja Hepolahdesta. Tutkimusten perusteella merkittävää rehevöitymisvaikutusta ei ole havaittavissa Iso-Ruonaojan päällykslevästössä tai Hepolahden kasviplanktonissa. Vesistöt ovat fosforirajoitteisia. Korkeat epäorgaanisen typen pitoisuudet edesauttavat rehevöitymistä, mikäli valuma-alueen fosforikuormitus lisääntyy ilmaston tai maankäytön muutosten seurauksena.

Iso-Ruonaojan kalasto oli aiempien vuosien tapaan niukkaa, eikä lohikaloja tavattu. Kalaston tila on heikentynyt jo perkausten ja ojitusten seurauksena, mutta myöskään nykyisellä vedenlaadulla sen parantumiseen ei ole edellytyksiä, jos lohikalojen poikasvaiheiden vähimmäisvaatimukset eivät täyty. Iso-Ruonaojassa esiintyvistä lajeista hauen ja ahvenen osoitettiin lisääntyvän myös selkeytsaltaassa.

Pohjaeläimistön erinomainen tila Iso-Ruonaojassa on korkea suhteessa heikentyneeseen veden laatuun. Päästön vaikutuksesta myös puron puskurikyky on turvamaan joelle luontaista suurempi, mikä osaltaan voi ylläpitää pohjaeläimistön lajirunsautta.

Typpipäästön vähentäminen

Selvityksessä vaikuttavimmiksi toteuttamiskelpoisiksi toimiksi todetaan vesialtaiden korotus sekä osittainen siirtyminen sorroslouhintaan. Selkeytysaltaiden vesitilavuutta lisäämällä ja juoksutusta säännöstelemällä kuormituspisteen ChrP2 typpipäästö voisi vähentyä 10–20 %. Louhintamenetelmän muutoksella tultaisiin lisäksi saavuttamaan arviolta 25–40 % vähenemä altaille tulevaan typpikuormaan 2030-luvulla. Panostuksen hallinnalla typpikuormitus voi vähentyä vielä muutamia prosentteja.

Hakijan vuonna 2021 tekemän selvityksen perusteella typpikuormituksen puolittaminen vuosien 2016–2020 tasosta olisi laskenut kokonaistyppipitoisuutta yhtä vesienhoidon tilaluokkaa paremmaksi ainakin Iso-Ruonaojassa. Tässä typpiselvityksessä hakija ei ole esittänyt toteuttamiskelpoiseksi valitun toimenpidekokonaisuuden vaikutusta typpipitoisuuksiin vesistöissä.

Toimenpiteiden vaikuttavuus ei ole heijastunut hakijan esittämiin kuormitusraja-arvoihin. Hakijan esitys myöhemmin sovellettavaksi tulevaksi raja-arvoksi 27 000 kg/v selkeytysaltaalta 5 johdettavalle vedelle (ChrP2) on suurempi kuin vuoden 2022 kuorma selkeytysaltaalta ja lähes samaa tasoa kuin vuosina 2020–2021.

Yhteenveto

Kemin kaivoksen typpikuormitus on 2010-luvulla lisääntynyt. Vedenlaatu Iso-Ruonaojassa ja Hepolahdessa on huomattavasti heikentynyt, vaikka biologisin tutkimuksin ei olekaan todennettavissa välittömiä haittavaikutuksia niiden eliöstölle. Hakija on esittänyt pystyvänsä vaihteittain saavuttamaan yli 20 % vähenemän typen kokonaiskuormaan. Lupamääräyksellä on syytä varmistaa, että kuormitus ja alapuolisten vesistöjen typpipitoisuus saadaan pienennettyä.

2. Kemin kaupunki ja Kemin kaupungin ympäristönsuojeluviranomainen

Yleistä:

Kaivosten typpipäästöt aiheutuvat suurimmaksi osaksi typpeä sisältävien räjähdysaineiden käytöstä louhinnassa, kun osa räjähdysaineesta jää kokonaan räjähtämättä tai räjähtävät epätäydellisesti ja typpi päättyi louhitun kiviaineksen mukana rikastusprosessiin ja tätä kautta edelleen rikastushiekka-altaalle ja sivukivikasoihin.

Sivukivikasoista typpi päättyy ympäristöön pääosin sade- ja sulamisvesien huuhtomana, mutta myös sivukivikasojen rapautumisen myötä, joskin hitaammin.

Muita tyypillisiä typpilähteitä kaivoksissa ovat kaivoksen kuivatusvedet samoin kuin jossain määrin myös kaivosten yhdyskuntajätevedet.

Typen yhdisteet ovat myrkyllisiä vesieliöstölle ja aiheuttavat vesistön rehevöitymistä ja happamoitumista. Tämän johdosta ympäristöluvituksessa kaivosvesien typpipäästöihin on alettu kiinnittämään enenevässä määrin huomiota ja rajoittamaan kaivosten typpikuormitusta.

Kaivosten typpikuormitusta voidaan vähentää muun muassa käyttämällä niukkaliukoisia räjähdysaineita tai vähätyppisiä tai jopa typettäviä räjähdysaineita. Typpikuormitusta voidaan vähentää myös huolellisella räjähdyskenttien suunnittelulla ja panostuksella samoin kuin louhinnalla, jossa ei käytetä räjähdysaineita (mekaaninen rouhinta).

Kaivosten typpikuormitusta voidaan vähentää myös käytetyn veden tehokkaammalla kierrätyksellä, minimoimalla prosessiveden käyttöä samoin kuin estämällä kiintoaineen pääsy vesistöön.

Edellä mainittujen typen vähentämismenetelmien lisäksi kaivosjätevesistä voidaan poistaa typpeä monenlaisilla kemiallisilla ja fysikaalisilla menetelmillä, jotka ovat teollisuusmittakaavassa kuitenkin yleensä runsaasti energiaa ja/tai kemikaaleja kuluttavia kuten ioninvaihto, katalyyttinen hapetus, käänteisosmoosi ja erilaiset kalvotekniikat.

Myös typen sähkökemiallista saostusta magnesiumammoniumfosfaattina (struviitti) voidaan käyttää poistettaessa jätevedestä typpeä, mutta tällöin uudeksi haasteeksi tulee saostuksessa muodostuva sakka, jolle pitäisi löytää hyötykäyttökohde. Toisaalta typpeä, fosforia ja magnesiumia sisältävää struviittisakkaa voisi käyttää lannoitteena ja korvata sillä raakafosforin käyttöä, josta alkaa olla maailmanlaajuista pulaa ja jonka hintaan kohdistuu jatkuvia nousupaineita.

Kaivosvesien typpipitoisuuden vähentämiseen käytetään myös monenlaisia biologisia menetelmiä kuten kosteikkoja, sitomalla typpeä kasvillisuuteen (esimerkiksi selkeytysaltaiden turvelautat) tai laitosmaisia ratkaisuja kuten esimerkiksi biofilminen menetelmä perustuvaa MBBR-prosessia (Moving Bed Biofilm Reactor).

Kaikkien edellä mainittujen menetelmien tehokkuus typen poistoon kuitenkin vaihtelee suuresti eivätkä kaikki edellä mainitut menetelmät välttämättä ole taloudellisesti mielekkäitä tai teknisesti toteutettavissa. Kaivosveden ominaisuudet niin fysikaalisesti kuin kemiallisesti samoin kuin typpiyhdisteiden esiintymismuodot (nitraatti, nitriitti, ammoniakki, ammoniumioni) ja niiden suhteet vedessä pitkälti määrittävät sen mikä typen puhdistusmenetelmä soveltuvat kullekin kaivokselle.

Outokumpu Chrome Oy Kemin kaivos:

Toiminnanharjoittaja on tehnyt varsin kattavat selvitykset mahdollisuuksista vähentää Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen typpikuormitusta. Toiminnanharjoittajan tekemiä typpikuormituksen vähentämissuunnitelmia voidaan pitää tässä vaiheessa riittävänä.

Hakemusasiakirjojen mukaan Kemin kaivoksen vesialtaiden (selkeytysaltaat) korottamisella ja veden juoksutuksen hallinnalla kaivos arvioi Iso-Ruonaojaan johdettavan typpikuormituksen vähentyvän noin 10–20 %, mikä vastaa noin 1 100–5 700 kg vuotuista vähentymää.

Suunnitellun sorroslouhinnan käyttöönotolla on puolestaan arvioitu päästävän lähivuosina noin 10 % typpikuorman vähenemään Iso-Ruonaojassa ja 2030-luvulla lähes 20 % vähenemään.

MBBR-laitos ei selvityksen perusteella näyttäisi olevan teknis-taloudellisesti eikä ympäristönsuojelullisesti tarkoituksenmukainen vaihtoehto kaivosvesien typpikuormituksen vähentämiseen sen korkean investointikustannuksen (16–20 milj. eur) ja kalliiden käyttökustannusten (2,3–2.8 milj. euroa/vuosi) vuoksi. Täysimittainen MBBR-laitos lisäisi kaivoksen sähkönkulutusta arviolta 12 000–15 000 MWh, mikä olisi noin 12–15 %:n lisäys nykyiseen vuotuisen kulutukseen.

MBBR-laitoksen käytöstä aiheutuisi CO₂-päästöjen lisäystä noin 6 200 tonnia vuodessa, mikä ei ole kovinkaan relevanttia tavoiteltaessa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä ja pyrittäessä kohti hiilineutraalisuutta.

MBBR-laitoksella mikrobien ravinteena käytettävä fosforihappo (H₃PO₄) lisäisi kaivoksen fosforipäästöjä Iso-Ruonaojaan, mikä ei ole ympäristönsuojelullisesti mielekäästä, koska Iso-Ruonaojasta vedet kulkeutuvat edelleen Kattilalahteen, mikä on vahvasti fosforirajoitteinen vesialue. Laitoksen pH:n säätöön tarvittava rikkihappo (H₂SO₄) lisäisi sulfaatti-kuormitusta Kattilalahteen.

Loppupäätelmä:

Loppupäätelmänä kaikesta edellä esitetystä todetaan, että annettavassa ympäristölupapäätöksessä kaivoksen typpikuormituksen vähentämistoimenpiteitä tulisi määrätä käyttöön otettavaksi siinä määrin ja niiltä osin kuin ne ovat teknis-taloudellisesti ja ympäristönsuojelullisesti relevantteja huomioiden kuitenkin toiminnanharjoittajan näkemys niiden soveltuvuudesta Outokumpu Chome Oy:n Kemin kaivokselle.

Yhtiön esittämät kolme (3) uutta lupamääräystä ympäristölupaan nro 125/10/1 ovat hyväksyttäviä.

Muuta huomioitavaa:

Hakemusasiakirjoissa ja siihen liittyvissä selvityksissä kirjoitetaan, että Iso-Ruonaoja laskee Hepolahteen. Tieto on virheellinen, sillä Iso-Ruonaoja laskee Kattilalahteen, joka sijaitsee Kemin kaupungin Hepolan kaupunginosassa. Kansankieleen on yleistynyt tämän johdosta todennäköisesti nimitys "Hepolahti", mutta sellaista ei Kemissä ole.

Hakijan kuuleminen ja vastine

Lapin Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Lapin ELY-keskus on lausunnossaan todennut, että Iso-Ruonaojan tyyppipitoisuuden kehityksen suunta on saatava laskevaksi. ELY-keskuksen mukaan yhtenä tekijänä tähän on Kemin kaivoksen tyyppikuormituksen pienentäminen konkreettisilla toimenpiteillä. Lausunnossaan ELY-keskus on todennut, että hakija on esittänyt pystyvänsä vaiheittain saavuttamaan yli 20 % vähenemän typen kokonaiskuormaan. ELY-keskuksen näkemyksen mukaan lupamääräyksellä olisi syytä varmistaa, että kuormitus ja alapuolisten vesistöjen tyyppipitoisuus saadaan pienennettyä.

Lisäksi ELY-keskus on lausunnossaan nostanut esille Iso-Ruonaojan kalaston niukkuuden ja sen, ettei lohikaloja ole tavattu. ELY-keskus on todennut, että kalaston tila on heikentynyt jo perkausten ja ojitusten seurauksena, mutta myöskään nykyisellä vedenlaadulla sen parantumiseen ei ole edellytyksiä, jos lohikalojen poikasvaiheiden vähimmäisvaatimukset eivät täyty.

Vastine

Hakija katsoo, että Lapin ELY-keskuksen lausunto on asiantunteva ja yhtyy näkemykseen, että Iso-Ruonaojan tyyppikuormitusta on konkreettisin toimenpiteiden pyrittävä vähentämään. Tällaisina toimina hakija näkee hakemuksessa esitettyjen, Kemin kaivokselle teknistaloudellisesti toteuttamiskelpoisiksi nähtyjen toimenpiteiden hyödyntämisen vaiheittain.

Hakijan käsityksen mukaan Iso-Ruonaojan kalaston arvioidaan ilmentävän tyyppillistä pienten turvemaiden lajistoa. Tiedossa ei ole, onko purossa koskaan esiintynyt vaateliaampia lohikaloja, kuten taimen, joka viihtyäkseen tarvitsee myös sopivat morfologiset olosuhteet riittävän vedenlaadun lisäksi.

Kemin kaupunki ja Kemin ympäristöviranomainen

Kemin kaupunki ja Kemin ympäristöviranomainen ovat lausunnossaan todenneet, että Kemin kaivokselle annettavassa ympäristölupapäätöksessä kaivoksen tyyppikuormituksen vähentämistoimenpiteitä tulisi määrätä käyttöön otettavaksi siinä määrin ja niiltä osin kuin ne ovat teknistaloudellisesti ja ympäristönsuojelullisesti relevantteja huomioiden kuitenkin toiminnanharjoittajan näkemys niiden soveltuvuudesta Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivokselle. Lisäksi lausunnossa on todettu, että yhtiön esittämät kolme (3) uutta lupamääräystä ympäristölupa nro 125/10/1 ovat hyväksyttäviä.

Vastine

Hakija katsoo, että Kemin kaupungin ja Kemin ympäristöviranomaisen lausunto on asiantunteva ja yhtyy heidän näkemykseensä.

MERKINTÄ

Aluehallintovirastolla on tätä asiaa ratkaistaessa ollut käytettävissään samanaikaisesti vireillä olevan Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen toiminnan olennaista muuttamista koskevan hakemuksen asiakirjat (Dnro PSAVI/2365/2024) sekä Kemin kaivoksen velvoitetarkkailun vuosiyhteenvedot vuosilta 2022 ja 2023 (Dnro LAPELY/1937/2015).

ALUEHALLINTOVIKASTON RATKAISU

Aluehallintovirasto hyväksyy Outokumpu Chrome Oy:n esittämän selvityksen koskien Kemin kaivoksen typpipäästöjen vähentämistä.

Selvityksen perusteella aluehallintovirasto antaa hakijan esityksestä poiketen seuraavan lupamääräyksen. Toiminnassa on lisäksi noudatettava kaivoksen voimassa olevia lupapäätöksiä ja niissä olevia määräyksiä.

LUPAMÄÄRÄYS

21c. Luvanhaltijan on jatkettava toimenpiteitä typpipäästöjen vähentämiseksi. Kemin kaivoksen aiheuttama vuotuinen kokonaistyppikuormitus Iso-Ruonaojaan saa olla enintään 25 000 kg laskettuna tarkkailupisteiden ChrP3 ja ChrP1 välisen ainevirtaaman erotuksena.

RATKAISUN PERUSTELUT

Käsiteltävä asia

Asiassa on kyse Kemin kaivoksen ympäristölupaa nro 125/10/1 täydentävän, Pohjois-Suomen aluehallintoviraston 26.9.2019 antaman päätöksen nro 137/2019 lupamääräyksen 21b mukaisesta selvityksestä. Aluehallintovirasto on muuttanut kyseisessä päätöksessä annettua määrää aikaa 31.12.2020 päätöksillä nro 147/2020 (määräpäivä 31.12.2021) ja 12/2022 (31.12.2022). Voimassa oleva lupamääräys kuuluu seuraavasti:

21b. Luvanhaltijan on jatkettava selvityksiä typpipäästöjen vähentämiseksi. Luvanhaltijan on viimeistään 31.12.2022 toimitettava aluehallintovirastoon hakemusasiana selvitys typpipäästöjen vähentämismahdollisuuksista, niiden kustannuksista ja toteuttamisaikataulusta sekä selvityksen perusteella esitys toimenpiteiksi, joilla kaivoksen typpipäästöjä Iso-Ruonaojaan pienennetään. Lisäksi on tehtävä esitys typpipäästöjen raja-arvoksi ja muiksi lupamääräyksiksi, joilla typpipäästöjä rajoitetaan.

Lupamääräyksen perustelut kuuluvat seuraavasti:

Outokumpu Chrome Oy (yhtiö) on jatkanut toimenpiteitä Iso-Ruonaojaan johdettavien typpipäästöjen ja niiden vaikutusten selvittämiseksi.

Kaivoksen vesitasetta on tarkennettu. Kaivokselle on tehty diplomityö, jossa on tarkasteltu kaivosalueen vesienhallintaa, vesitasetta ja tarkkailua sekä typpipäästöjen muodostumista, typen poistumista rikastushiekka- ja selkeytysaltaissa ja typen päästömääriä. Lisäksi yhtiö on teettänyt selvityksen kaivoksen eri typpipäästövaihtoehtojen vaikutuksista Iso-Ruonaojassa, Hepolahdella ja Kemin edustan merialueella sekä alustavan arvion Iso-Ruonaojan ekologisesta ja kemiallisesta tilasta. Selvitysten mukaan kaivoksen typpipäästöjen pysyessä nykyisellä tasolla, Iso-Ruonaojan ekologinen tila pysyy tyydyttävänä ja kemiallinen tila hyvänä. Merkittävimmiä riskejä ekologisen tilan kannalta on arvioitu vesistön rehevöityminen ja suolapitoisuuden kasvu.

Käsiteltävänä olevassa selvityksessä ei ole esitetty päätöksen nro 39/2016/1 lupamääräyksessä 21a määrättyä selvitystä mahdollisuudesta tehostaa luontaista typen poistoa selkeytysaltaissa 4 ja 5. Selvityksissä ei ole tarkastelu muutenkaan tarkemmin toimenpiteitä, joilla Iso-Ruonaojaan johdettavia typpipäästöjä voitaisiin vähentää.

Täydennyksessään yhtiö on kuitenkin ilmoittanut osallistuvansa typenpoistoon liittyvään tutkimushankkeeseen (HybArkt) ja jatkavansa edelleen vesitaseen ja päästölähteiden tarkentamista. Lisäksi yhtiö on ilmoittanut, että kaivoksella on alkamassa ympäristövaikutusten arviointimenettely liittyen kaivoksen toiminnan laajentamiseen ja että yhtiö esittää YVA-menettelyn päättymisen jälkeen uuden suunnitelman mahdollisista tarvittavista toimenpiteistä typpipäästöjen vähentämiseksi.

Kun lisäselvityksiä typpipäästöjen vähentämiseen ja hallintaan liittyen on tekeillä, ei nyt esitettyjen selvitysten perusteella ole tarkoituksenmukaista antaa typpipäästöjen vähentämistä ja/tai päästöraja-arvoa koskevia lupamääräyksiä, jotka täydentäisivät voimassa olevaa ympäristölupaa nro 125/10/1.

Yhtiö ei kuitenkaan ole esittänyt tarkemmin, milloin YVA-menettely käynnistetään eikä sitä, milloin muun muassa mainitut asiat sisältävä toiminnan olennaista muuttamista tai ympäristöluvan muuttamista koskeva hakemus toimitetaan ympäristölupaviranomaiselle. Näin ollen typpipäästöjen vähentämistä koskevien määräysten ja/tai mahdollisen päästöraja-arvon asettamisen ajankohta on jäänyt avoimeksi.

Tarkasteltavina olevien selvitysten mukaan Kemin kaivoksen kokonaislouhintamäärät, räjähdysaineiden käyttö ja niiden myötä myös typpipäästöt Iso-Ruonaojaan ovat kasvaneet voimassa olevan ympäristöluvan myöntämisen jälkeen. Typpipäästöt heikentävät Iso-Ruonaojan ja Hepolahden tilaa. Iso-Ruonaojan ekologinen tila on määritelty tyydyttäväksi sekä yhtiön esittämisessä alustavissa arvioissa että Lapin ELY-keskuksen antamassa lausunnossa. Nämä seikat puoltavat typpipäästöjen ja niiden vähentämismahdollisuuksien intensiivisen selvittämisen jatkamista niin, että tarvittavat typpipäästöjä koskevat lupamääräykset voidaan asettaa suhteellisen lyhyen ajan kuluttua.

Uudessa lupamääräyksessä 21b yhtiö on velvoitettu toimittamaan typpipäästöjen vähentämistä ja päästöraja-arvon asettamista koskeva hakemus viimeistään 31.12.2020. Annettu määräaika on arvioitu riittäväksi ottaen huomioon jo tehdyt selvitykset ja toimenpiteet. Typpipäästöjen rajoittamista koskevien määräysten viivästymisen ei ennalta arvioiden heikennä Iso-Ruonaojan tämänhetkistä tilaa, mikäli typpipäästöt eivät selvästi kasva nykyisestä noin 100 kg/vrk tasosta.

Päätöksissä 147/2020 ja 12/2022 aluehallintovirasto on perustellut määräjän pidentämistä muun muassa sillä, että toiminnanharjoittajalla olisi riittävästi aikaa eri selvitysten tekemiseen tai niiden viimeistelyyn. Lisäksi aluehallintovirasto on arvioinut, ettei määräjän pidentämisestä aiheudu Iso-Ruonaojan tilan heikkenemistä.

Perustelut selvityksen hyväksymiselle

Outokumpu Chrome Oy on selvityksessään esittänyt muun muassa tyypin lähteet Kemin kaivoksella, kaivoksen typpipäästöt viime vuosilta sekä primäärisiä ja sekundäärisiä vaihtoehtoja typpipäästöjen vähentämiseksi. Teknistaloudellinen selvitys on tehty seitsemälle eri tyypinpoistomenetelmälle. Tarkempi kannattavuusselvitys on tehty MBBR-menetelmälle. Selvityksessä on tuotu esiin myös vastaanottavien vesistöjen tämänhetkistä tilaa ja tarvetta ravinteiden vähentämiselle. Lisäksi selvityksessä on tehty esitys typpipäästöjen vuosikuormituksen raja-arvoksi sekä muiksi lupamääräyksiksi koskien typpipäästöjä. Typpikuormituksen vähentämismenetelmäksi on esitetty, että luvan haltija varastois vettä talviaikana selkeytysaltaisiin 4 ja 5. Vettä purettaisiin kesäaikana, kun tyypin luontainen poistuma selkeytysaltaissa on suurimmillaan. Selvityksessä ei kuitenkaan haeta lupaa selkeytysaltaiden 4 ja 5 korottamiselle vaan lupaa siihen haetaan vireillä olevan toiminnan olennaista muuttamista koskevan hakemusasian yhteydessä (PSAVI/2365/2024). Kyseinen hakemus koskee myös muun muassa louhintamäärän nostoa (3,7 Mt/v -> 4,7 Mt/v) ja louhintamenetelmän muutosta sekä rikastushiekka-altaan 7 korottamista. Aluehallintovirastolla on lisäksi ollut asiaa ratkaistaessa käytettävissään kohdassa Merkintä esitetyt asiakirjat, joissa on käsitelty muun muassa kaivoksen päästöjä vesistöön.

Outokumpu Chrome Oy on selvityksessään todennut, että esitetty typpikuormituksen raja-arvo 30 000 kg vuositasolla pisteestä ChrP2 vastaa nykyisillä menetelmillä saavutettavissa olevaa päästötasoa ja että Kemin kaivoksen nykyisen typpikuormituksen ei ole todettu vaikuttavan eliöiden kasvuun ja lisääntymiseen Iso-Ruonaojassa. Kannattavuusselvitykseen valitun MBBR-menetelmän osalta selvityksessä todetaan muun muassa, että laitos lisäisi kemikaalien määrää poistovesissä ja riskinä on myös fosforipäästöjen kasvu purkuvesissä.

Selvityksessä on riittävästi esitetty lupamääräyksen 21b mukaisia asioita ja hyödynnetty YVA-prosessista saatuja tietoja. Näin ollen aluehallintovirasto on voinut hyväksyä selvityksen.

Uuden lupamääräyksen perustelut

Ympäristönsuojelulain 90 §:n mukaan lupaviranomainen voi täydentää lupaa erityisen selvityksen perusteella. Tällä päätöksellä on annettu tarvittava määräys Kemin kaivoksen typpikuormitukselle.

Kaivoksen aiheuttama typpikuormitus on kasvanut 2010-luvun alusta lähtien. Osaksi tähän on vaikuttanut Deep Mine-projekti, jonka aikana louhintamäärät ja siten räjähdysaineiden kulutus on ollut suurempaa. Typpikuormitus ei ole kuitenkaan palautunut projektia edeltävälle tasolle. Kemin kaivoksen velvoitetarkkailun vuosiraporttien mukaan vuonna 2022 vesistökuormitus oli kuukausittaisten kaivoksen ylä- ja alapuolisten ainevirtaamien ja uuden valuma-alueen perusteella arvioituna 28 tonnia kokonaistyyppiä. Vuonna 2023 kokonaistyyppikuormitus oli 23 tonnia.

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 7 §:n mukaan toiminnanharjoittajan on järjestettävä toimintansa niin, että ympäristön pilaantuminen voidaan ehkäistä ennakolta. Jos pilaantumista ei voida kokonaan ehkäistä, se on rajoitettava mahdollisimman vähäiseksi. Tässä päätöksessä annettu typen vuosikuormitusraja-arvo on tarpeen toiminnasta aiheutuvien haitallisten vaikutusten ja ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi. Selvitys sisälsi hakijan esityksen typpikuormitukseen liittyvistä lupamääräyksistä. Typen vuosikuormitusraja-arvo on annettu hakijan esittämää pienempänä ja lisäksi esityksestä poiketen siten, että se huomioi myös patojen kautta suotautuvista vesistä aiheutuvan kuormituksen pelkän pistekuormituksen sijaan. Tässä päätöksessä annettu luparaja on annettu nykyisen laskentatavan mukaisesti ainetaselaskentaan pohjautuvana näytteenottopisteiden ChrP3 ja ChrP1 välisen ainevirtaaman erotuksena. Asiassa saatujen selvitysten perusteella edellä mainittu ainetaselaskenta huomioi myös sen osan rikastushiekka-altaalta 7 suotautuvista vesistä, jotka kulkeutuvat Iso-Ruonaojaan. Aluehallintoviraston näkemyksen mukaan luparajaa asetettaessa on huomioitava toiminnan päästöt kokonaisuudessaan.

Esitetyn selvityksen mukaan typen luontaista poistumaa selkeytysaltille 4 ja 5 voidaan tehostaa esimerkiksi turvelauttojen siirtämisellä sellaiseen paikkaan, että suurin osa vesistä kulkisi niiden kautta. Aluehallintovirasto arvioi, että tämä on yksi nopeallakin aikavälillä käyttöön otettavissa oleva keino typpikuormituksen vähentämiseksi ja asetetun luparajan saavuttamiseksi. Selvityksen perusteella on olemassa myös muita, laitosmaisia keinoja typpikuormituksen rajoittamiseen, jos päästöjä ei saada tällä hetkellä käytettävissä olevilla menetelmillä riittävästi rajoitettua. Aluehallintovirasto ei kuitenkaan tällä päätöksellä määrää luvanhaltijaa ottamaan käyttöön laitosmaista typenpoistoa tai rajaa muutenkaan käytettävissä olevien menetelmien valintaa vaan luvanhaltijan on itse selvitettävä ja otettava käyttöön tarvittavat keinot luparajan saavuttamiseksi.

Esitetyn selvityksen ja ratkaisua tehtäessä käytettävissä olleiden asiakirjojen perusteella tällä päätöksellä annettu määräys typen vuosikuormitusraja-arvoksi on saavutettavissa ja se on annettu tämänhetkiselle eli voimassa olevan luvan nro 125/10/1 mukaiselle kaivostoiminnalle. Toimintaa on tarkoitus laajentaa ja muuttaa vireillä olevan lupahakemuksen PSAVI/2365/2024 mukaisesti. Aluehallintovirasto on rajannut lupamääräyksen koskemaan vain nykyistä toimintaa ja sen kuormitusta. Aluehallintovirasto ei ota nyt annetulla lupamääräyksellä kantaa tulevan toiminnan typenpoisto- ja kuormitusraja-arvoratkaisuihin eikä toisin sanoen ole hakijan selvityksessä esittämän mukaisesti antanut lupamääräyksiä tulevalle toiminnalle ja siitä aiheutuvalle kuormitukselle. Asia tulee ratkaistavaksi toiminnan olennaista muuttamista koskevan lupahakemuksen yhteydessä. Samassa yhteydessä tulee ratkaistavaksi myös toiminnasta aiheutuvan kuormituksen laskentatapa (pistekuormitus vai ainetaselaskenta).

VASTAUS YKSILÖITYIHIN VAATIMUKSIIN

1. Lapin ELY-keskuksen sekä 2. Kemlin kaupungin ja Kemlin kaupungin ympäristönsuojeluviranomaisen lausunnot on otettu huomioon ratkaisusta, lupamääräyksestä ja niiden perusteluista ilmenevästi.

PÄÄTÖKSEN TÄYTÄNTÖÖNPANO

Päätöksen täytäntöönpanokelpoisuus

Päätös on täytäntöönpanokelpoinen sen saatua lainvoiman.

SOVELLETUT SÄÄNNÖKSET

Ympäristönsuojelulaki 54 § ja 90 §

KÄSITTELYMAKSU

Ratkaisu

Asian käsittelymaksu on 7 128 euroa.

Lasku lähetetään erikseen Valtion talous- ja henkilöstöhallinnon palvelukeskuksesta Joensuusta.

Perustelut

Käsittelymaksu peritään valtioneuvoston asetuksen 201/2022 liitteen kohdan 3.1 alakohdan 7 mukaisesti lainsäädännön edellyttämän selvityksen käsittelynä, jolloin maksu peritään tuntimaksuna 66 euroa/tunti. Asian käsittelyn vaatimana tuntimääränä on käsittelymaksun laskennassa käytetty 108 tuntia. Näin ollen maksu on 7 128 euroa.

Oikeusohje

Valtioneuvoston asetus aluehallintovirastojen maksuista vuonna 2022 (201/2022)

Valtioneuvoston asetus aluehallintovirastojen maksuista vuonna 2024 (1171/2023) 8 §

Valtioneuvoston asetus aluehallintovirastojen maksuista vuonna 2024 annetun valtioneuvoston asetuksen liitteen muuttamisesta (391/2024)

PÄÄTÖKSESTÄ TIEDOTTAMINEN

Päätös

Hakija

Päätös tiedoksi sähköpostitse

Keminmaan kunta

Keminmaan kunnan ympäristönsuojeluviranomainen

Keminmaan kunnan terveydensuojeluviranomainen

Kemin kaupunki

Kemin kaupungin ympäristönsuojeluviranomainen

Kemin kaupungin terveydensuojeluviranomainen

Lapin ELY-keskus, Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue

Lapin ELY-keskus, Pohjois-Suomen kalatalouspalvelut

Suomen ympäristökeskus

Ilmoittaminen yleisessä tietoverkossa ja lehdessä

Aluehallintovirasto tiedottaa päätöksen antamisesta julkaisemalla kuulutuksen ja päätöksen lupaviranomaisen verkkosivuilla <https://ylupa.avi.fi>.

Tieto kuulutuksesta julkaistaan myös Keminmaan kunnan ja Kemin kaupungin verkkosivuilla.

Päätöstä koskeva ilmoitus julkaistaan Lounais-Lappi -nimisessä sanomalehdessä.

MUUTOKSENHAKU

Päätökseen saa hakea muutosta Vaasan hallinto-oikeudelta valittamalla.

Asian on ratkaissut puheenjohtajana ympäristöneuvos Paula Airaksinen sekä ympäristöneuvos Marko Kiviniemi. Asian on esitellyt ympäristöylikontrollin tarkastaja Maarit Saukkoriipi.

Tiedustelut: asian esittelijä, puh. 0295 017 503 tai 0295 016 000.

Asiakirja on hyväksytty sähköisesti. Merkintä sähköisestä hyväksymisestä on asiakirjan viimeisellä sivulla.

Liite

Valitusosoitus

VALITUSOSOITUS

Tähän aluehallintoviraston päätökseen tai siitä perittävään maksuun voi hakea muutosta kirjallisella valituksella. Valituksen saa tehdä sillä perusteella, että päätös on lainvastainen.

Päätöksestä voivat valittaa asianosaiset, sekä vaikutusalueella ympäristön-, terveyden- tai luonnonsuojelun tai asuinympäristön viihtyisyyden edistämiseksi toimivat rekisteröidyt yhdistykset tai säätiöt, sijaintikunta ja vaikutusalueen kunnat ja niiden ympäristönsuojeluviranomaiset, sekä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset ja muut asiassa yleistä etua valvovat viranomaiset.

Asian käsittelystä hallinto-oikeudessa voidaan periä oikeudenkäyntimaksu siten kuin tuomioistuinmaksulaissa (1455/2015) ja oikeusministeriön asetuksessa tuomioistuinmaksulain 2 §:ssä säädettyjen maksujen tarkistamisesta (1122/2021) säädetään. Maksun suuruus on 270 euroa. Tuomioistuinmaksulaissa on erikseen säädetty tapauksista, joissa maksua ei peritä. Tarkempia tietoja maksuista saa hallinto-oikeudesta.

Toimi näin

Jos haet muutosta aluehallintoviraston päätökseen, tee kirjallinen valitus Vaasan hallinto-oikeuteen ennen valitusajan päättymistä. **Valitusaika päättyy 20.1.2025.**

Valitusaika määräytyy seuraavasti:

- Päätöksen tiedoksisaannin katsotaan tapahtuneen viimeistään seitsemäntenä (7.) päivänä siitä, kun aluehallintovirasto on julkaissut päätöksen verkkosivuillaan.
- Valitusaika on 30 päivää päätöksen tiedoksisaannista.
- Kun määräaika lasketaan, sitä päivää, kun päätös on saatu tiedoksi, ei oteta lukuun.
- Jos määräajan viimeinen päivä on pyhäpäivä, itsenäisyyspäivä, vapunpäivä, jouluaatto, juhannusaatto tai arkilauantai, määräaika päättyy ensimmäisenä arkipäivänä sen jälkeen.

Ilmoita valituksessa

- valittajan nimi, postiosoite, puhelinnumero ja muut tarpeelliset yhteystiedot, kuten sähköpostiosoite. Jos valittajana on yhteisö, ilmoita sen nimi ja yhteystiedot.
- laillisen edustajan, asiamiehen tai muun valituksen laatineen henkilön nimi ja postiosoite, puhelinnumero ja muut tarpeelliset yhteystiedot, kuten sähköpostiosoite
- sellainen postiosoite ja mahdollinen muu osoite, johon oikeudenkäyntiin liittyvät asiakirjat voidaan lähettää (prosessiosoite). Hallinto-oikeus voi valita, mihin osoitteeseen se toimittaa asiakirjat, jos sille on ilmoitettu useampia prosessiosoitteita tai jos yhtäkään ilmoitettua yhteystietoa ei ole nimetty prosessiosoitteeksi.
- päätös, johon haetaan muutosta
- päätöksen kohta, johon haetaan muutosta
- mitä muutoksia päätökseen vaaditaan
- perusteet, joilla muutosta vaaditaan
- mihin valitusoikeus perustuu, jos valituksen kohteena oleva päätös ei kohdistu valittajaan

Yhteystietojen muutoksesta on ilmoitettava viipymättä hallinto-oikeudelle valituksen vireillä olon aikana.

Valituksen liitteet

- aluehallintoviraston päätös, johon muutosta haetaan (alkuperäisenä tai jäljennöksenä)
- asiakirjat, joita käytetään vaatimusten tukena (jollei niitä ole toimitettu jo aiemmin aluehallintovirastoon)
- valtakirja

- o asiamiehen on liitettävä valitukseen valittajalta saatu valtakirja – ellei hän ole asianajaja, julkinen oikeusavustaja tai sellainen oikeudenkäyntiavustaja, joka määrittää luvan saaneista oikeudenkäyntiavustajista annetussa laissa (715/2011).
- o asiamiehen ei tarvitse toimittaa valtakirjaa, jos hallinto-oikeuteen toimitetaan sellainen sähköinen asiakirja, jossa on selvitys asiamiehen toimivallasta. Asiamiehen ei myöskään tarvitse esittää valtakirjaa, jos valittaja on antanut valtuutuksen suullisesti tuomioistuimessa tai jos asiamies on toiminut asiamiehenä asian aikaisemmassa käsittelyvaiheessa.

Lähetä valitus hallinto-oikeuteen

Hallinto-oikeuden yhteystiedot ovat:

Vaasan hallinto-oikeus

Korsholmanpuistikko 43, 4. krs (käyntiosoite)

PL 204, 65101 Vaasa (postiosoite)

sähköposti: vaasa.hao@oikeus.fi

puhelinvaihe: 029 56 42 611

asiakaspalvelu: 029 56 42 780 (avoinna ma–pe kello 8.00–16.15)

telekopio (fax): 029 56 42 760

Valituksen saapuminen määräajassa on valittajan vastuulla, kun se lähetetään postitse, sähköpostitse, telekopiona tai lähetin välityksellä. Suljetussa laitoksessa oleva henkilö voi antaa valituskirjelmän valitusajan kuussa myös sille henkilölle, joka on määrätty laitoksessa tätä tehtävää hoitamaan tai laitoksen johtajalle.

Valituksen on oltava perillä hallinto-oikeuden kirjaamossa viimeistään valitusajan viimeisenä päivänä ennen hallinto-oikeuden aukioloajan päättymistä.

Valituksen voi tehdä myös hallinto- ja erityistuomioistuinten asiointipalvelussa osoitteessa

<https://asiointi2.oikeus.fi/hallintotuomioistuimet>

Tämä asiakirja PSAVI/15472/2022 on hyväksytty sähköisesti / Detta dokument PSAVI/15472/2022 har godkänts elektroniskt

Airaksinen Paula 10.12.2024 13:44

Kiviniemi Marko 10.12.2024 13:13

Saukkoriipi Maarit 10.12.2024 13:07

Liite 2

Kemin kaivoksen laskennalliset typpikuormitukset ja laskentaan käytetyt virtaamat

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
LASKENNALLINEN KUORMITUS	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a
Kokonaistyyppi	17 826	37 136	28 828	20 251	21 242	34 362	46 569	52 245	28 249	22 790	29 737
Ammoniumtyyppi	2 891	4 418	3 422	2 397	3 342	3 095	3 743	6 439	2 922	1 447	2 561
Nitraatti-Nitriittityyppi	13 046	29 086	22 106	15 985	15 420	29 660	35 068	38 812	21 301	20 329	24 346
VIRTAAMAT	m ³ /a	m ³ /a	m ³ /a	m ³ /a	m ³ /a	m ³ /a	m ³ /a	m ³ /a	m ³ /a	m ³ /a	m ³ /a
VIRTAAMA YLÄPUOLELLA m ³ /kk	7 615 600	15 700 129	12 973 490	9 619 163	5 957 572	7 751 891	16 332 630	9 564 287	6 015 271	7 947 220	10 304 705
VIRTAAMA ALAPUOLELLA m ³ /kk	10 762 092	22 413 637	18 295 954	12 942 944	8 360 968	10 667 256	21 509 929	13 611 243	8 895 968	10 778 523	13 542 970
VIRTAAMA EROTUS m ³ /kk	3 146 492	6 713 508	5 322 464	3 323 781	2 403 397	2 915 366	5 177 298	4 046 956	2 880 697	2 831 302	3 238 266

Liite 2

