

feasib

Consulting
& Analytics



Hituran kaivos:

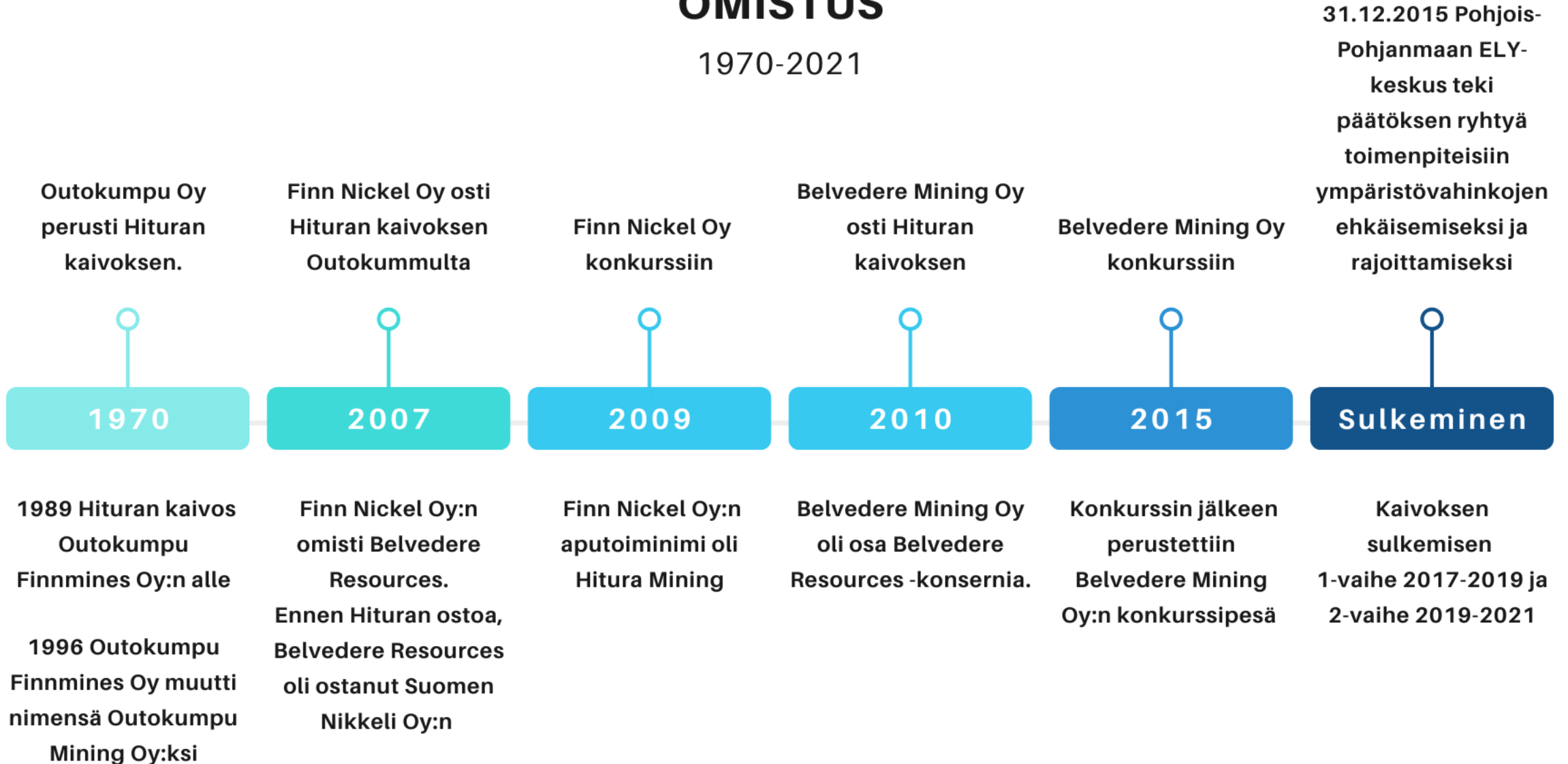
Sulkeminen
Vaikutukset
Tulevaisuus

Uudet mahdollisuudet kaivosympäristöjen
kiertotaloudessa ja kestävässä kehityksessä

16.3.2022

HITURAN KAIVOKSEN OMISTUS

1970-2021



Kaivannaisjätealueiden esittely

- Malmin louhinnan sivutuotteena syntyneet sivukivet:
 - Serpentiiniitti 2,2 Mm³ ja 12 ha
 - Kiillegneissi 3,5 Mm³ ja 28 ha
- Pääosa sivukivistä on syntynyt avolouhinnassa vuosina 1970–1991
- Rikastamoprosessissa syntynyt jäte, eli rikastushiekka edustaa yli 90 % louhitusta malmista. Läjitetyn rikastushiekan määrä on n. 15 Mt ja rikastushiekka-alueen pinta-ala noin 100 ha
- Rikastushiekka-alueelle on lisäksi vuosina 1992–1996 läjitetty n. 0,45 Mt OMG Kokkola Chemicalsin tehtaalta peräisin olevaa jarosiittia, joka sisältää muun muassa nikkeliä, rautaa, arseenia, kadmiumia ja kobolttia



Ympäristövakuus

- Alkuperäinen, ympäristöluvassa määritetty vakuus kaivosyhtiölle oli **2 M€**
- Pohjois-Suomen aluehallintovirasto korotti sulkemisen toteutussuunnitelmaa koskevalla päätöksellään kaivosyhtiöltä vaadittavan vakuuden **4,27 M€** ja alkuperäisestä vakuudesta poiketen, arvonlisäverollisena
 - (Nro 125/2014/1, Dnro PSAVI/11/04.08/2012, annettu julkipanon jälkeen 20.11.2014)
 - Kaivosyhtiö valitti Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätöksestä ja asian käsittely siirtyi Vaasan hallinto-oikeudelle
- Vaasan hallinto-oikeus antoi päätöksen vakuuden määrästä ja päätöksessään totesi, että kaivosyhtiön on asetettava **3,19 M€** kokonaisvakuus (sis. alv 24 %) kuukauden kuluessa siitä, kun päätös saa lainvoiman
 - (Nro 17/0139/2, Dnro 02085/14/5399, annettu julkipanon jälkeen 27.4.2017)
- Vaikka kaivosyhtiölle määrättyä vakuutta nostettiin, sitä ei ehditty asettamaan ennen konkurssia, ja käytettävissä oli vain aiemmin asetettu **2 M€** vakuus

Hituran kaivoksen sulkeminen



Kaivosyhtiön toiminta ennen konkurssia

- Belvedere Mining Oy keskeytti kaivostoiminnan kesäkuussa 2013 kannattamattomana, nikkelin alhaisen hinnan vuoksi.
- Kaivosyhtiö vastasi alueen ylläpitotöistä, vedenkäsittelystä ja velvoitetarkkailusta 1,5 vuoden ajan, vuoden 2015 loppuun.
 - Kaivos pidettiin ylläpitotilassa, kun arveltiin nikkelin hinnan palaavan kannattavalle tasolle
- Vuosien 2013–2015 aikana maanalaisen kaivoksen vedenpinnan annettiin nousta siten, että alimmat tasot jäivät veden alle. Ennen vedenpinnan nostoa, purettiin kaivoksen syvistä osista mm. sähkökaapelit, paineilmajärjestelmä, muuntajat ja koneet, ilmanvaihtokanaalit, ruokala sekä konekorjaamo.
- Vuonna 2015 suljettiin kiviaineksella maanalaisen kaivoksen suuaukko ja estettiin näin kulku kaivokseen lopullisesti.

Rikastushiekka-alueiden kasvillistaminen kaivosyhtiön toimesta

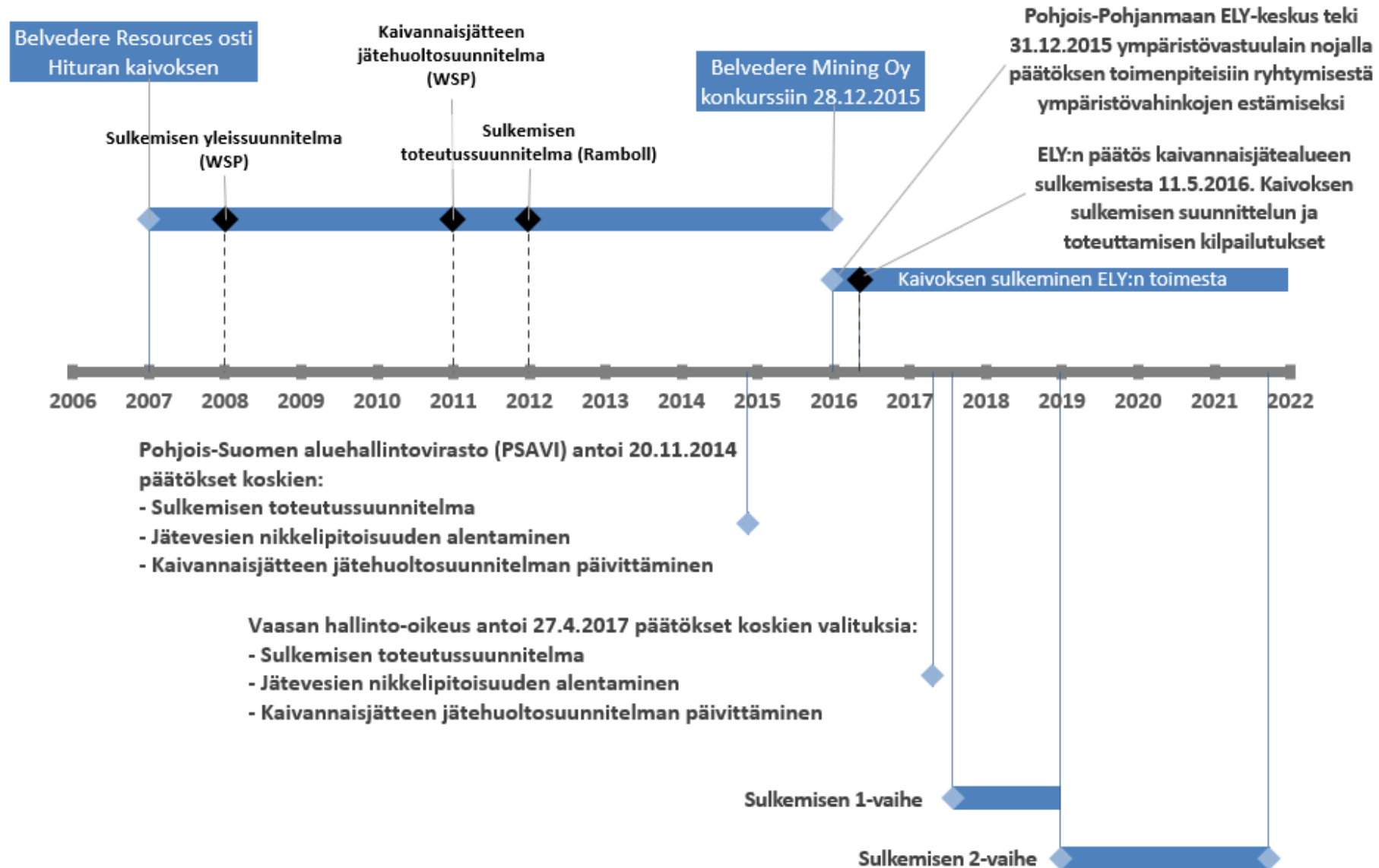
- Rikastushiekka-alueelle kylvettiin vuosina 2014 ja 2015 kauraa ja heinänsiementä, joka menestyi alueella erittäin hyvin. Kasvillistaminen toteutettiin ilman peittokerroksia tai kasvukerrosta, suoraan rikastushiekan pintaan ja se toimi erittäin hyvin pölyämistä estävänä toimenpiteenä.
- Rikastushiekka-alueen suotoveden nikkelpitoisuus pysyi kasvillistamis-peiton jälkeen (2014–2018) samalla vaihteluvälillä kuin aiemminkin (0,16–0,47 mg/ltr). Suotoveden pH nousi hieman.
- Alustavista hyvistä tuloksista huolimatta, kasvillisuuspeitto lopullisena peittoratkaisuna ei kuitenkaan ollut voimassa olleen ympäristöluvan määräysten mukainen.



Sulkemissuunnitelmat

- Kaivostoiminnan aikana on laadittu useita sulkemissuunnitelmia, sillä yli 40 vuoden aikana toiminta on muuttunut merkittävästi. Näissä suunnitelmissa on huomioitu kulloinkin olennaiset toiminnot ja niiden ympäristövaikutukset
- Kaivosyhtiö päivitti sulkemissuunnitelman vuonna 2012 yleissuunnitelmasta toteutussuunnitelmaksi. Lähtökohdat ja periaatteet sulkemissuunnittelulle oli asetettu kaivosyhtiön tilaamissa ja konsulttien laatimissa dokumenteissa
 - Sulkemisen yleissuunnitelma (WSP, 2008)
 - Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma (WSP, 2011)
 - Sulkemisen toteutussuunnitelma ja kustannusarvio (Ramboll Finland, 2012)
- Kaivosyhtiön konkurssin jälkeen ELY-keskus tilasi kaivoksen sulkemissuunnittelun
 - Tarkennettu sulkemissuunnitelma 1. vaiheelle valmistui 2017 ja 2. vaiheelle 2019. (Ramboll Finland)
 - Sulkemissuunnitelmat hyväksyttiin ELY:n ympäristönsuojeluyksikön valvojalla lausuntomenettelyllä

Kaivoksen sulkemisprosessi



Sulkemisprojektin toimijat

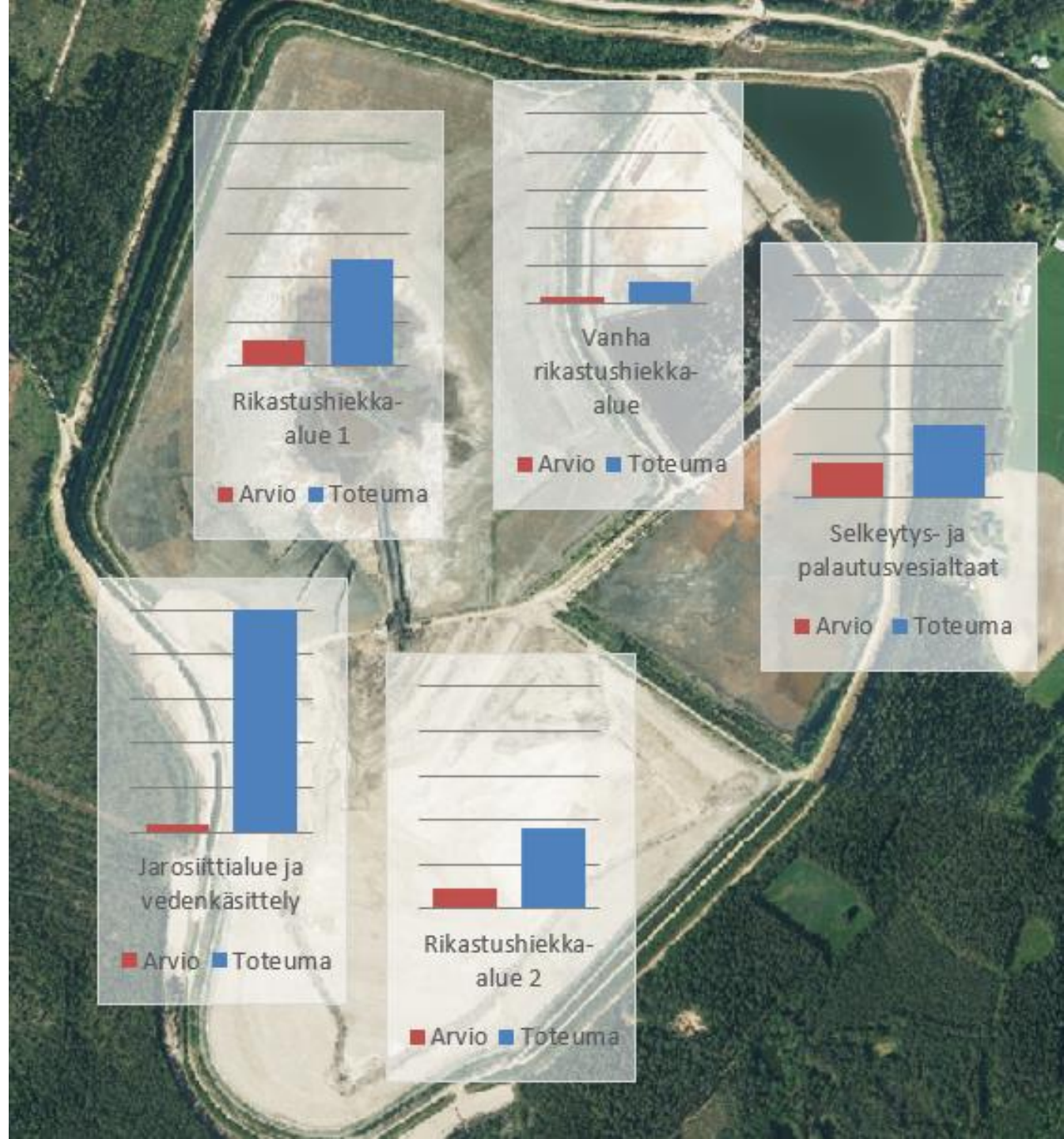
| Toimija | Rooli | Ajankohta |
|---|---|--------------------------------|
| Belvedere Mining Oy | Toiminnanharjoittaja | 28.12.2015 saakka |
| Belvedere Mining Oy:n konkurssipesä (AAS Castren & Snellman) | Kaivosalueen ja rakennusten omistaja, osa kiinteistöistä on realisoitu | 28.12.2015 alkaen |
| Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, vesistöyksikkö | Sulkemisprojektin tilaaja | 31.12.2015 alkaen |
| Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, ympäristönsuojeluyksikkö | Ympäristövalvonta | Jatkuva |
| Kainuun ELY -keskus | Patoturvallisuusviranomaisen | Jatkuva |
| TUKES | Kaivoslupa, kaivospiiri, yleiset edut ja turvallisuus | Jatkuva |
| Ramboll Finland | Sulkemisen suunnittelu ja velvoitetarkkailu | 2016–2021 |
| Fortum Waste Solutions | Sulkemisen I -vaihe Vedenkäsittely | 2017–2020 Toistaiseksi |
| Suomen Maastorakentajat (nyk. Skarta) | Sulkemisen II -vaihe | 2019–2021 |
| Feasib Oy | Tilaajan konsultti Näytteenotto, laboratorioanalyysit ja patotarkkailu | 12/2021 saakka Toistaiseksi |
| Eurofins | Velvoitetarkkailu | Toistaiseksi |
| Welado Oy | Sulkemisen II -vaiheen paikallisvalvoja | 09/2021 saakka |
| Tampereen Romu Oy | Rakennusten ja rakenteiden purku | 09/2021 saakka |

Sulkemisen kustannukset

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus on julkaissut osan vaiheiden 1 ja 2 kustannuksista. Urakoiden osa- ja yksikköhinnat eivät ole julkista tietoa.

| | |
|----------------------|----------|
| 1. Vaiheen kustannus | 5,8 M€ * |
| 2. vaiheen kustannus | 8,5 M€ |
| Muut kustannukset | 4,2 M€ |
| Yhteensä (alv 0 %) | 18,5 M€ |

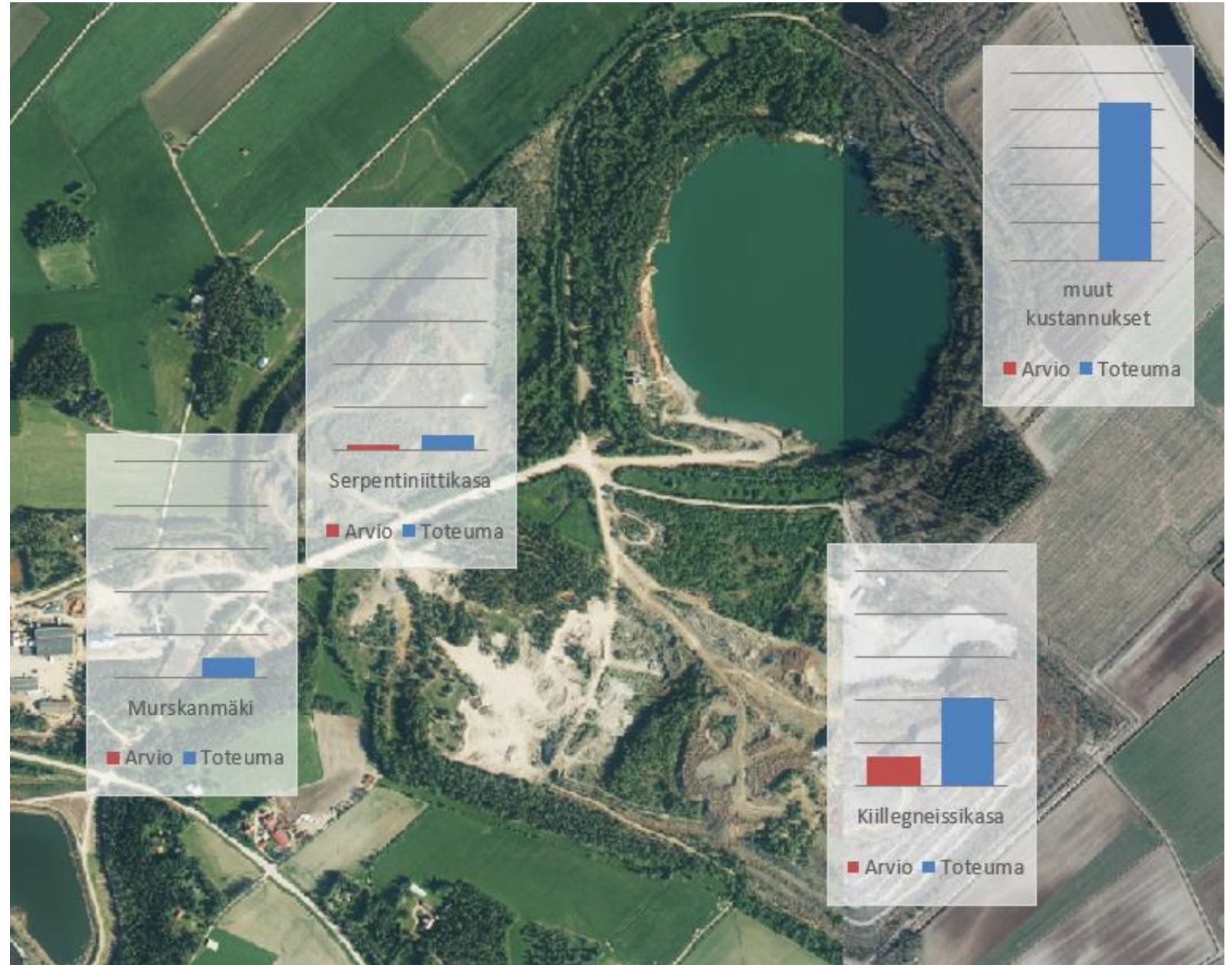
- * Kustannukset 1/2020 mennessä. Sulkemisen 1. vaiheen toteutunutta kokonaishintaa ei vielä ole, koska urakka on kesken vedenkäsittelyn ja lisätöiden osalta.
- Muut kustannukset sisältävät sulkemisprojektin aikaisia suunnittelutöitä, vedenkäsittelykustannuksia, vedenkäsittelyn sakkojen läjitykset, ympäristövelvoitetarkkailun ja sen ulkopuolisen tarkkailun kustannuksia, työmaavalvonnan sekä ylläpitotyöt.



Sulkemisen kustannukset

Kustannusten eroja selittäviä
tekijöitä:

- Uusi vedenkäsittelylaitos
- Rikastushiekka-alueiden pintavahvistukset
- Siirtoputki jarosiittivedelle
- Jarosiittikasan uudelleenpeitto
- Murskanmäen peittäminen
- Peittorakenteiden materiaalit
- Maanrakennuskustannusten nousu

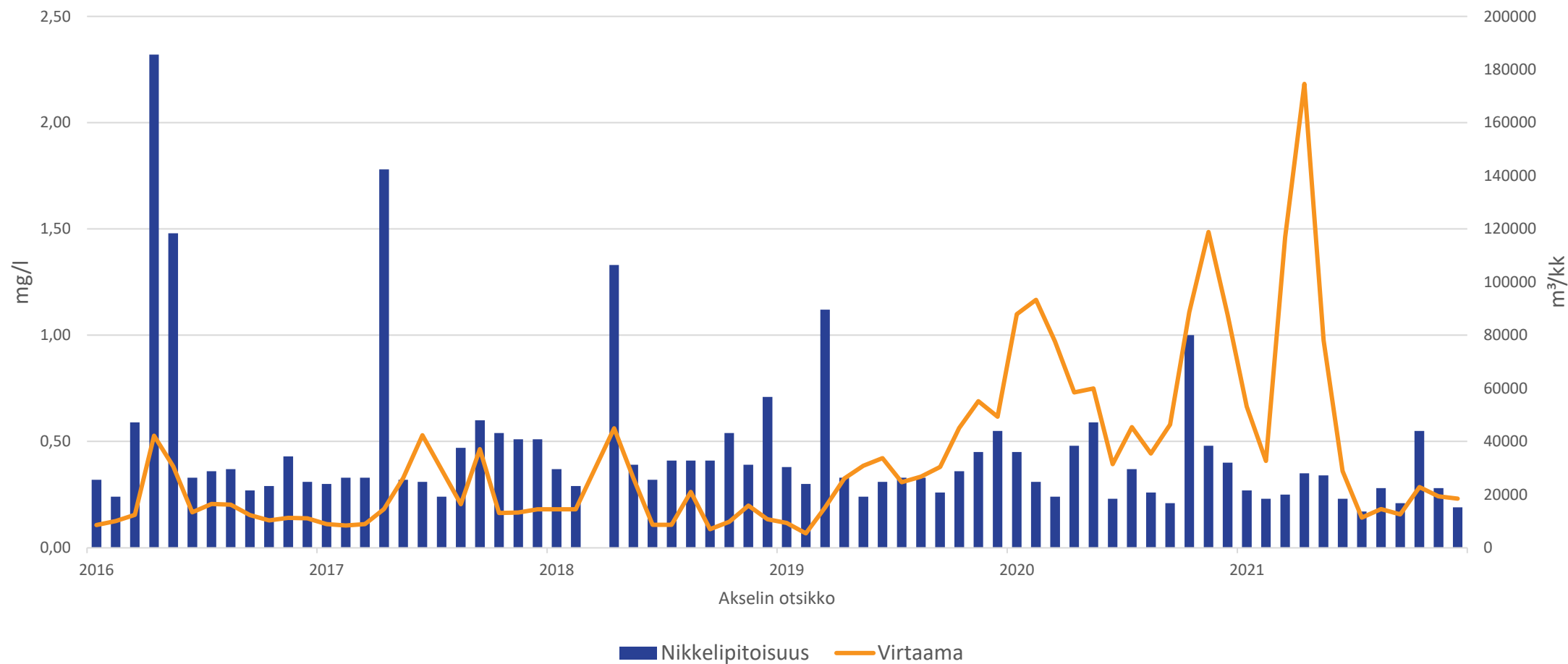


Sulkemisen kustannukset

Lisäksi sulkemiskustannusten eroihin vaikuttivat:

- Suunnitelmien muutokset johtuen mm.
 - puutteellisista lähtötiedoista ja vastaan tulleista yllätyksistä
 - alueella varastoidun veden määrästä
 - kuivatukseen kuluneesta ajasta
 - ojien ruoppauksista
 - uuden vedenkäsittelylaitoksen viivästymisestä
- Lisätyötarpeet, joiden tarkempi suunnittelu ja toteutus vaati aikaa ja resursseja. Kaikki muutokset ja viivästykset myös vaikuttivat osaltaan projektin kokonaiskeston pidentymiseen ja tätä kautta yleiskustannusten kasvuun. Suunnittelemattomia lisätöitä ja kustannuksia aiheuttivat mm.
 - Vanhan vedenkäsittelyjärjestelmän muokkaaminen ja käyttöiän pidentäminen, putkilinjojen siirrot ja veden laskeutus selkeytsaltaassa
 - Suotovesiojien ruoppaukset
 - Suuret määrämuutokset (toteutuneet pinta-alat/kuutiot suuremmat kuin suunnitellut) erityisesti jarosiittialueella, sivukivialueilla ja selkeytsaltaalla
 - Rikastushiekka-alue 1 tukiverkotus ja vahvistettava alue oli arvioitua laajempi

Eristysojan virtaamat ja nikkeli-pitoisuus sulkemistoimien aikana



Vedenkäsittely

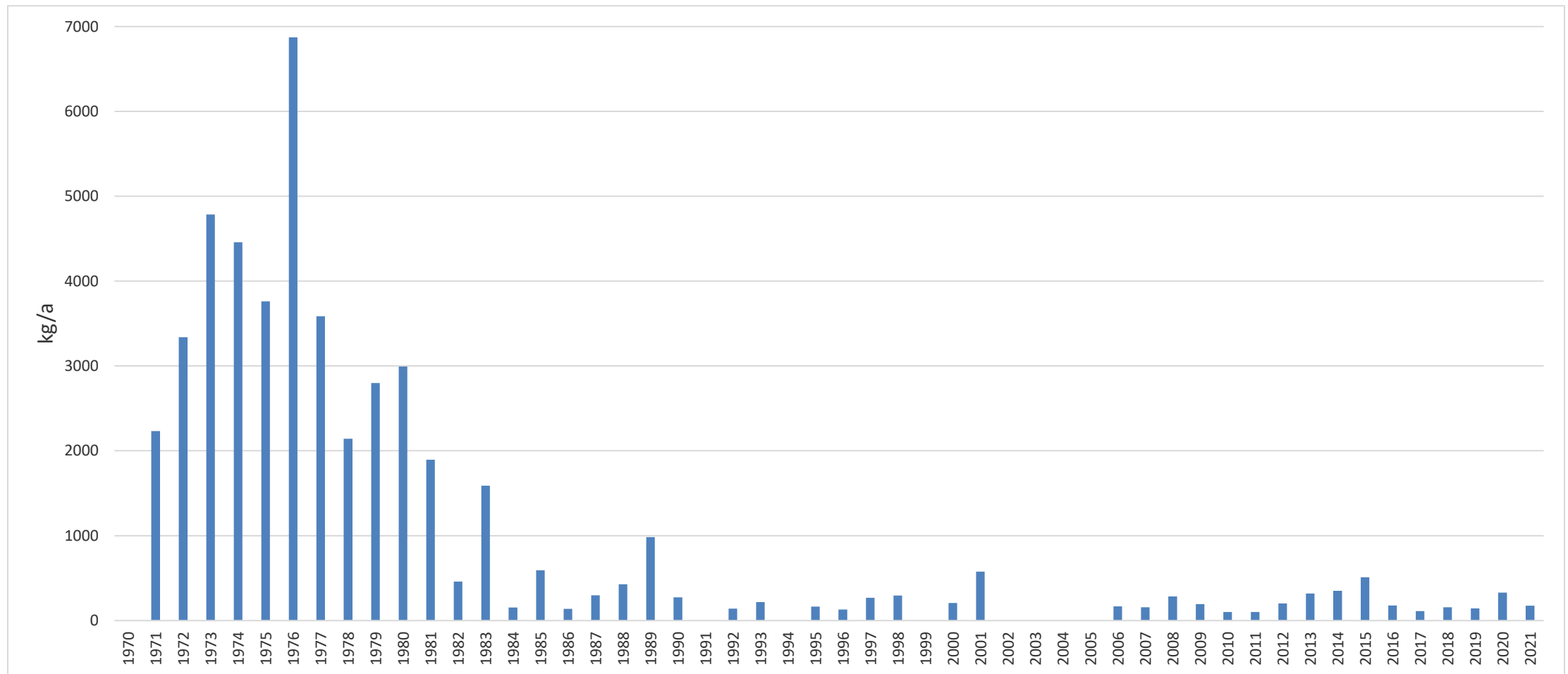


Vedenkäsittelyjärjestelmä

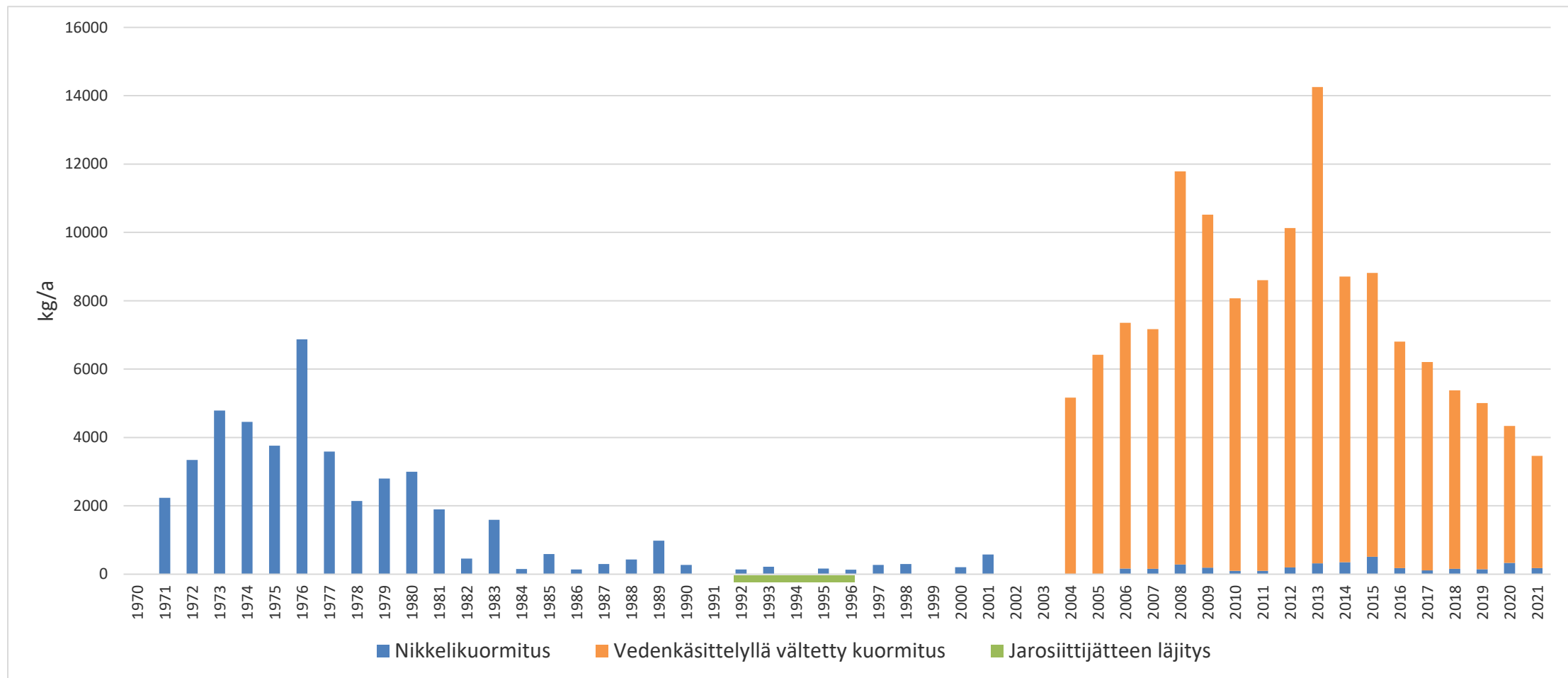
- Fortum Waste Solutions Oy vastaa tällä hetkellä Hiturassa jätevesien käsittelyjärjestelmästä
- Jätevesiä käsitellään kaksiosaisella kokonaisuudella, joka koostuu jarosiittialueen pohjavesien sekä muiden kaivosalueella muodostuvien puhdistusta vaativien lisävesien käsittelystä
 - Puhdistusmenetelmänä käytetään kemiallista saostusta
- Vedenkäsittelyssä muodostuvan lietteen kuivatukseen käytetään geotuubeja
 - Tuubeilta suotautuva kirkaste ohjataan keruualtaasta selkeytykseen sekä poistopumppaamon ja laadunvarmistuksen kautta purkuvesistöön
 - Kuivattu liete kuljetetaan Kuopion Sorsasalon teollisuusjätekeskukseen loppusijoitukseen



Hituran kaivoksen nikkeliuormitus Eristysojaa pitkin Kalajokeen 1970-2021



Vedenkäsittelyllä vältetty kuormitus



**Sulkemisrakenteet
ja
tarkkailutulokset**

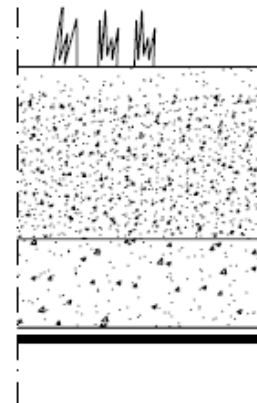


Jarosiittialue

- Vanhan peittorakenteen päältä puuston, juurten ja humuspitoisen maa-aineksen poisto
- Alueen tasaus ja bentoniittimaton ($k < 5 \times 10^{-11}$) asennus
- 30 cm bentoniittimaton suojakerros
- 30 cm pintakerros
- Kasvukerros ja nurmetus
- Putkilinja, jolla ohjataan käsittelyyn suoto- ja suojapumppausvedet



Jarosiittialueen pintarakenne,
Rikastushiekka-altaiden BAT-rakenne



Nurmetus, ei puustoa

Pintakerros, kivetön kaivumaa, 0,3..0,7 m
yläosa humuspitoinen maa

Bentoniittimaton suojakerros 0,3 m

d max 64 mm/Mr

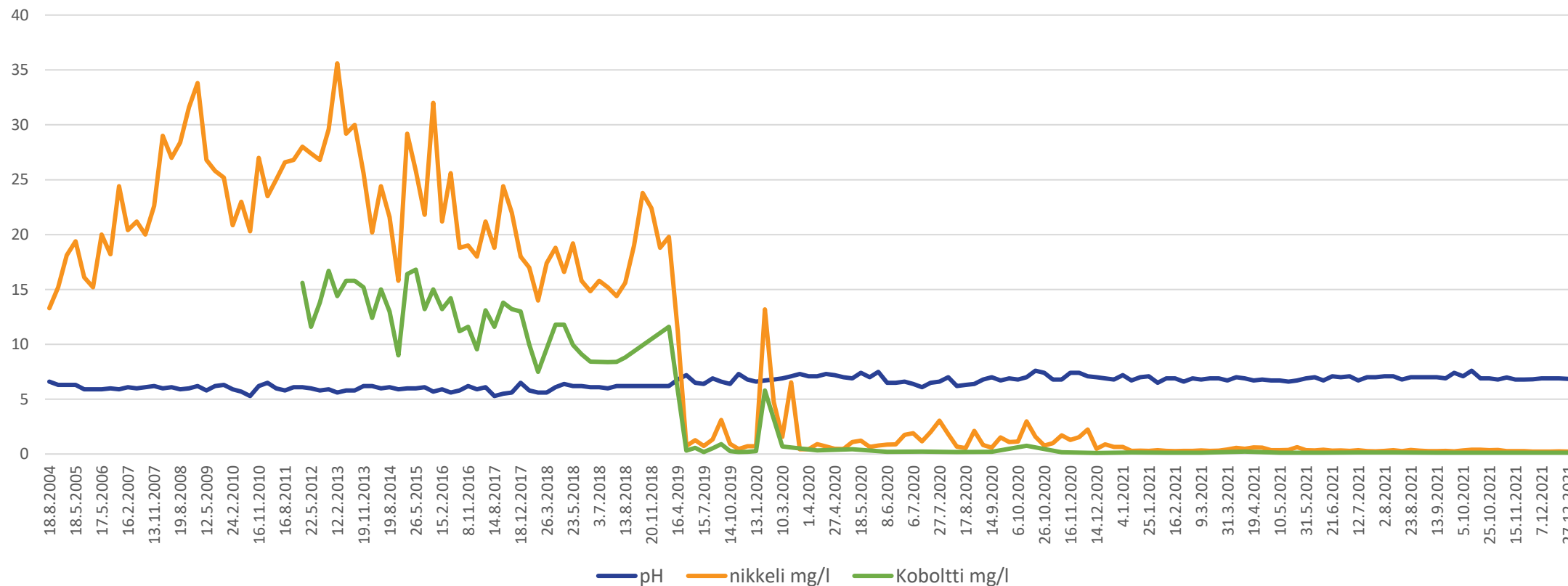
Bentoniittimatto 4000 g/m²

$k < 5 \times 10^{-11}$

Tasattu ja tiivistetty rakennuspohja

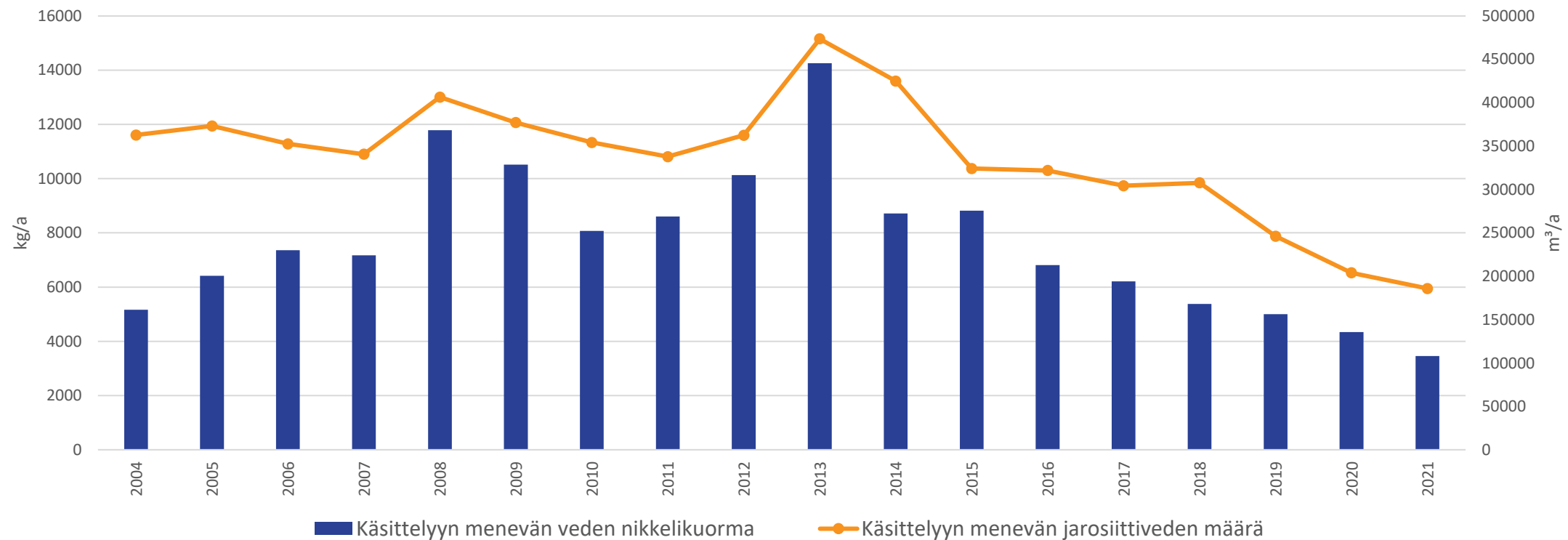
Jarosiittialueen tarkkailutuloksia

Ryysynojan vedenlaatu 2004-2022



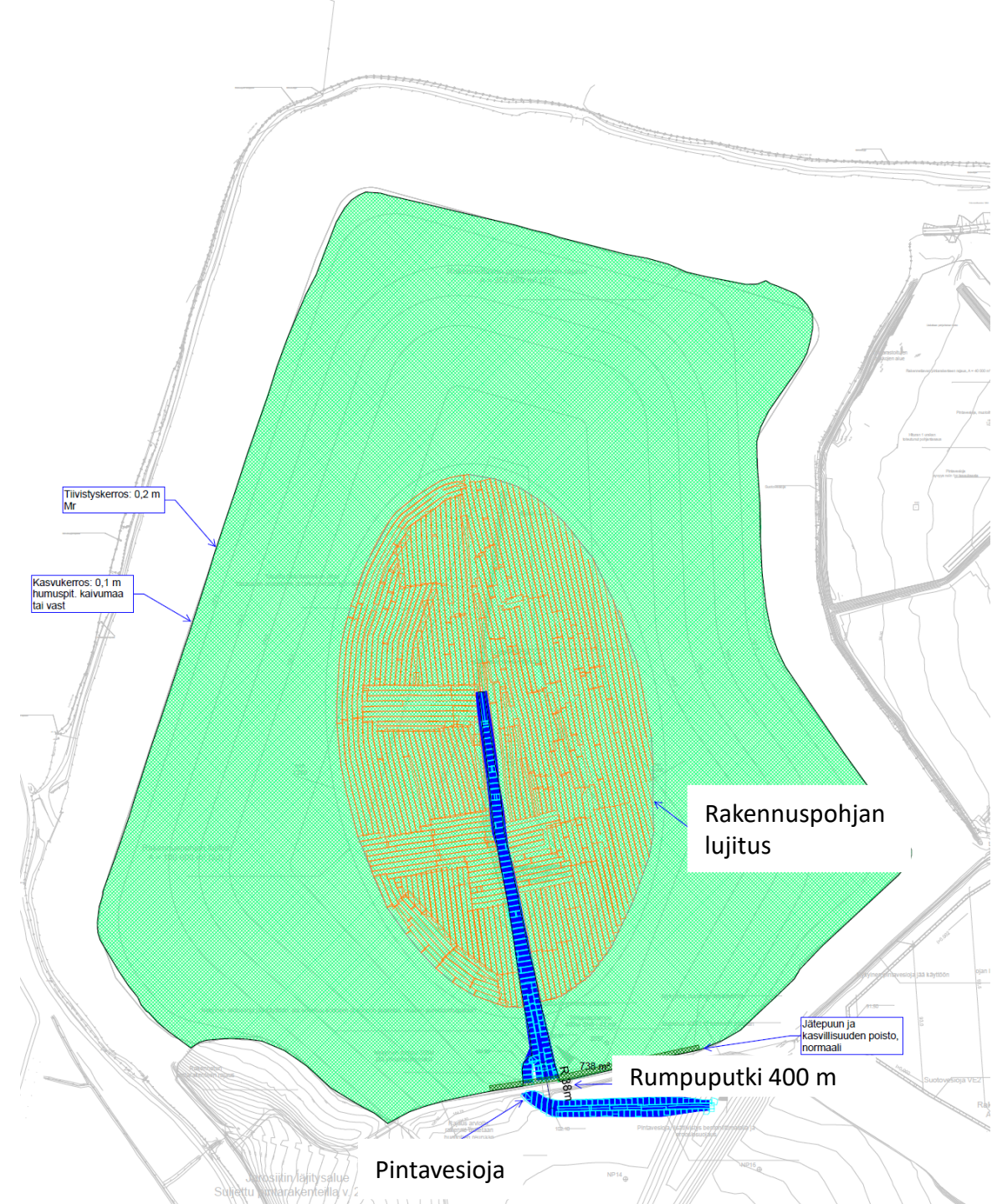
Jarosiittialueen tarkkailutuloksia

Jarosiittialueen länsipuolelta suojaumpattu, käsittelyyn menevän veden määrä ja nikkelikuorma vuosina 2004–2021.



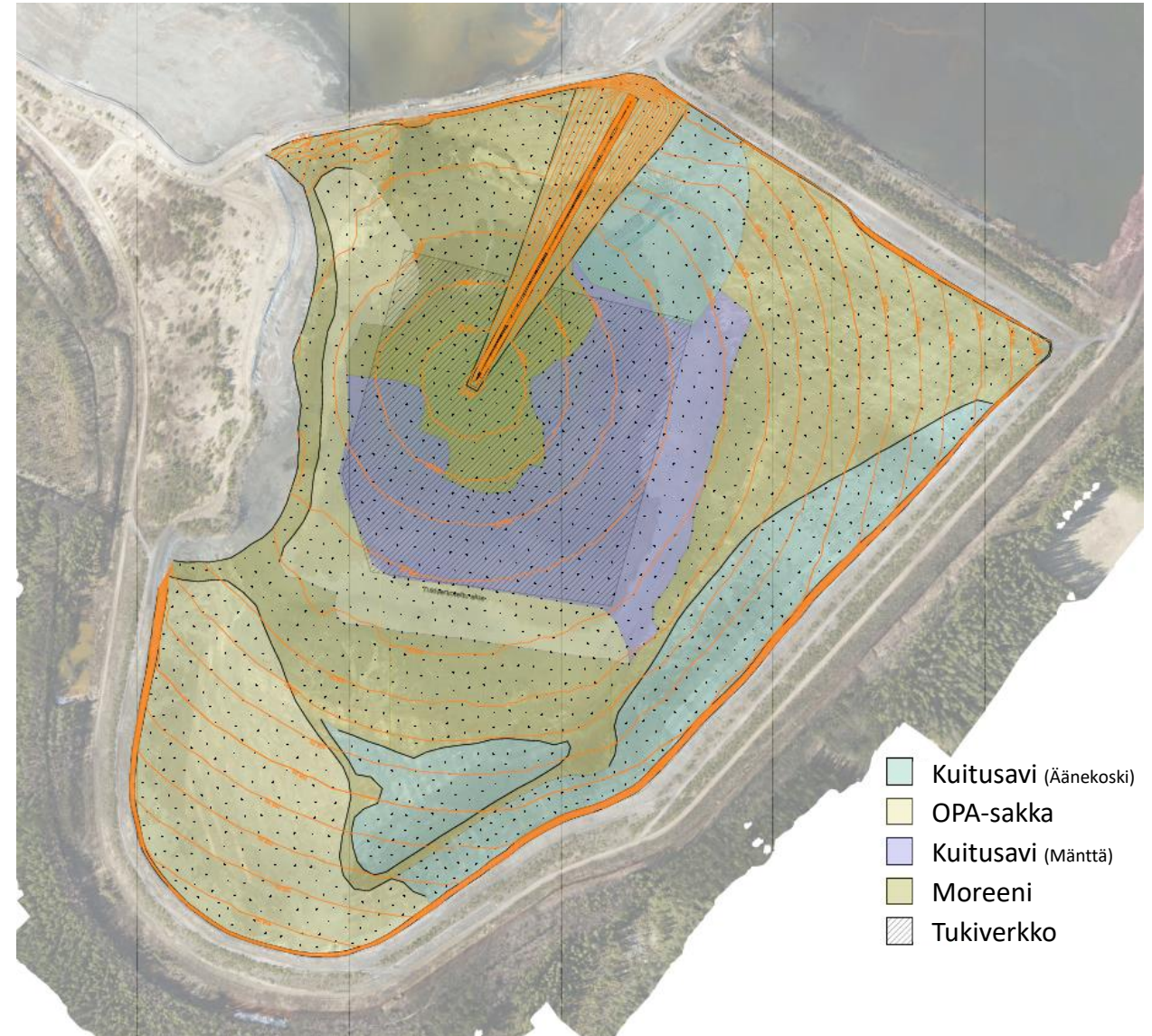
Rikastushiekka-alue 1

- Rikastushiekkan tasmaus
- 20 cm tiivistyskerros moreenista
- 10 cm kasvukerros
- MMP-niittyseos
- Lujitettaville alueille laitettiin moreenin alle suodatinkangas ja lujiteverkko



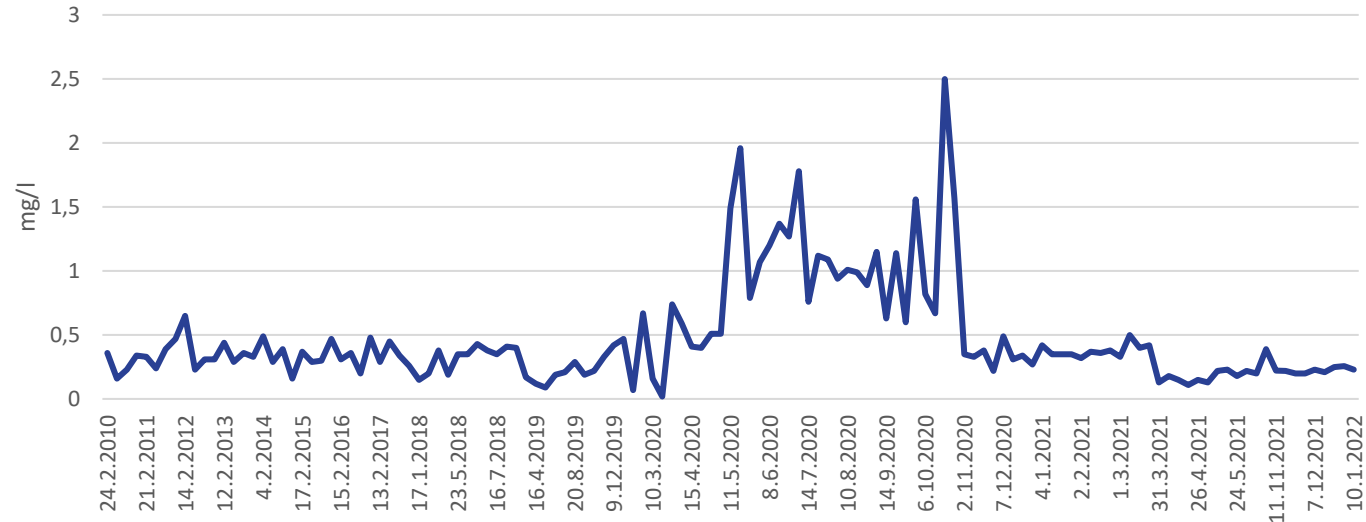
Rikastushiekka-alue 2

- Rikastushiekkan tasaus. Pohjan vahvistukseen käytettiin kalkin ja rikastehiekkan sekoitusta sekä geoverkkoa, jonka päälle levitettiin 0–100 mm murskekerros. Altaan keskikohtaa vahvistettiin noin 5 ha alalta.
- Tiivistyskerroksessa hyödynnettiin moreenin lisäksi kuitusavea sekä OPA-sakkaa. Moreenikerros 20 cm tai kuitusavikerros 25 cm.
- Kasvukerros 10 cm, jossa käytettiin Äänekosken mädätettä, oksanappulaa ja moreenia. Nurmetus.

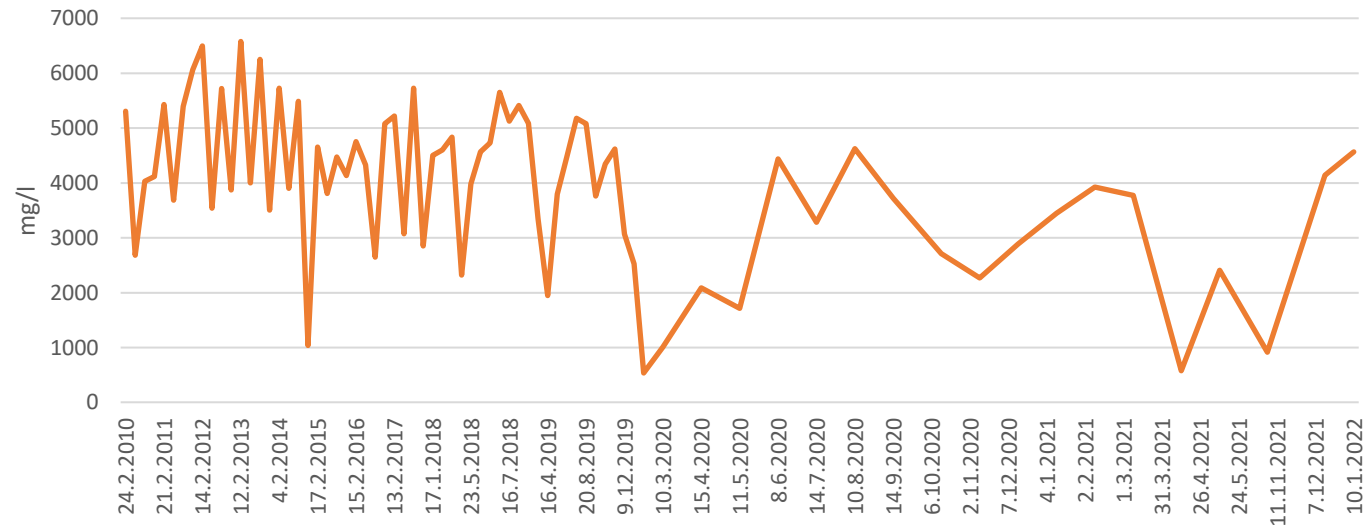


Rikastushiekka- alue 2 tarkkailutuloksia

Kiireenojan nikkelpitoisuus 2010-2022

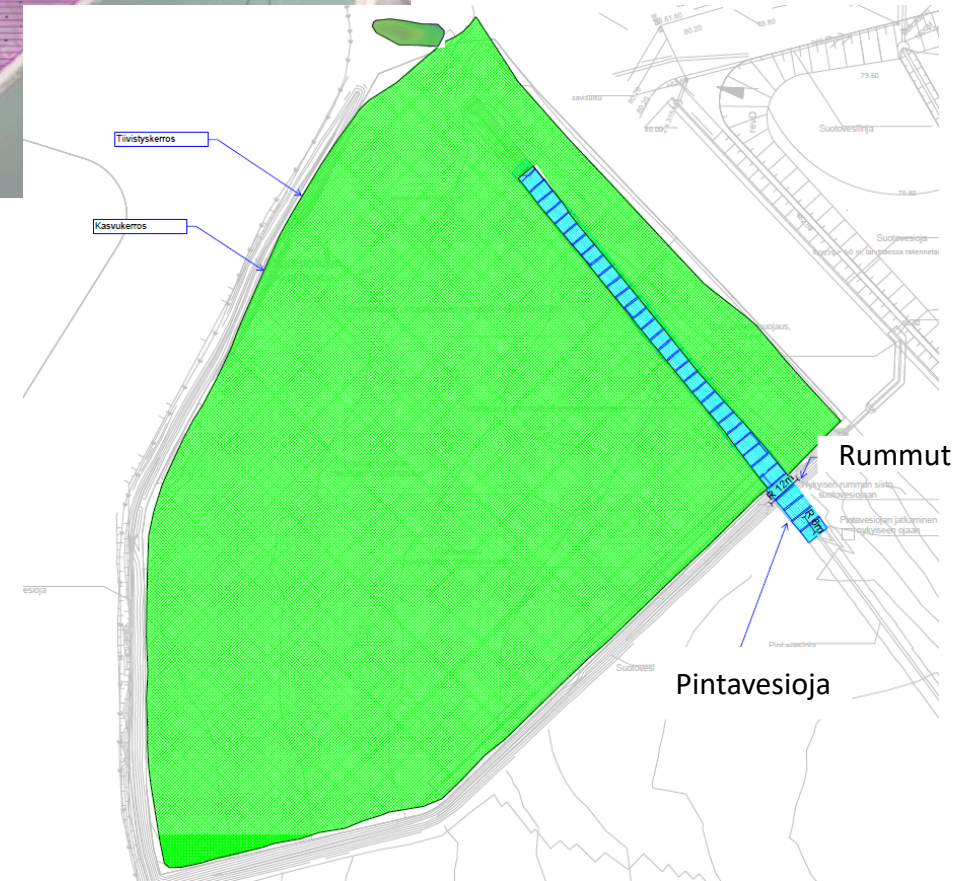
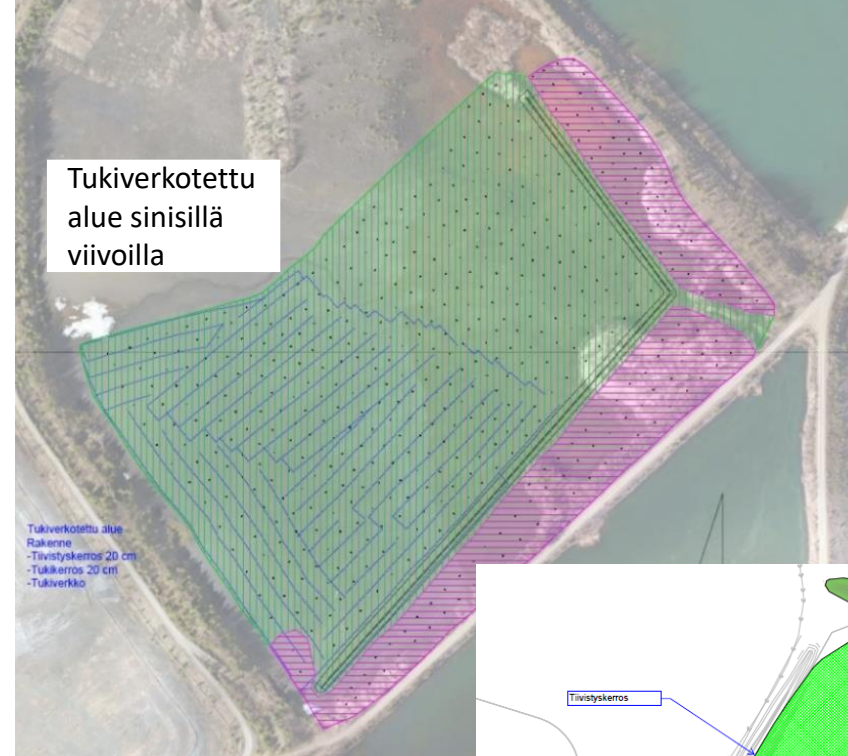


Kiireenojan sulfaattipitoisuus 2010-2022



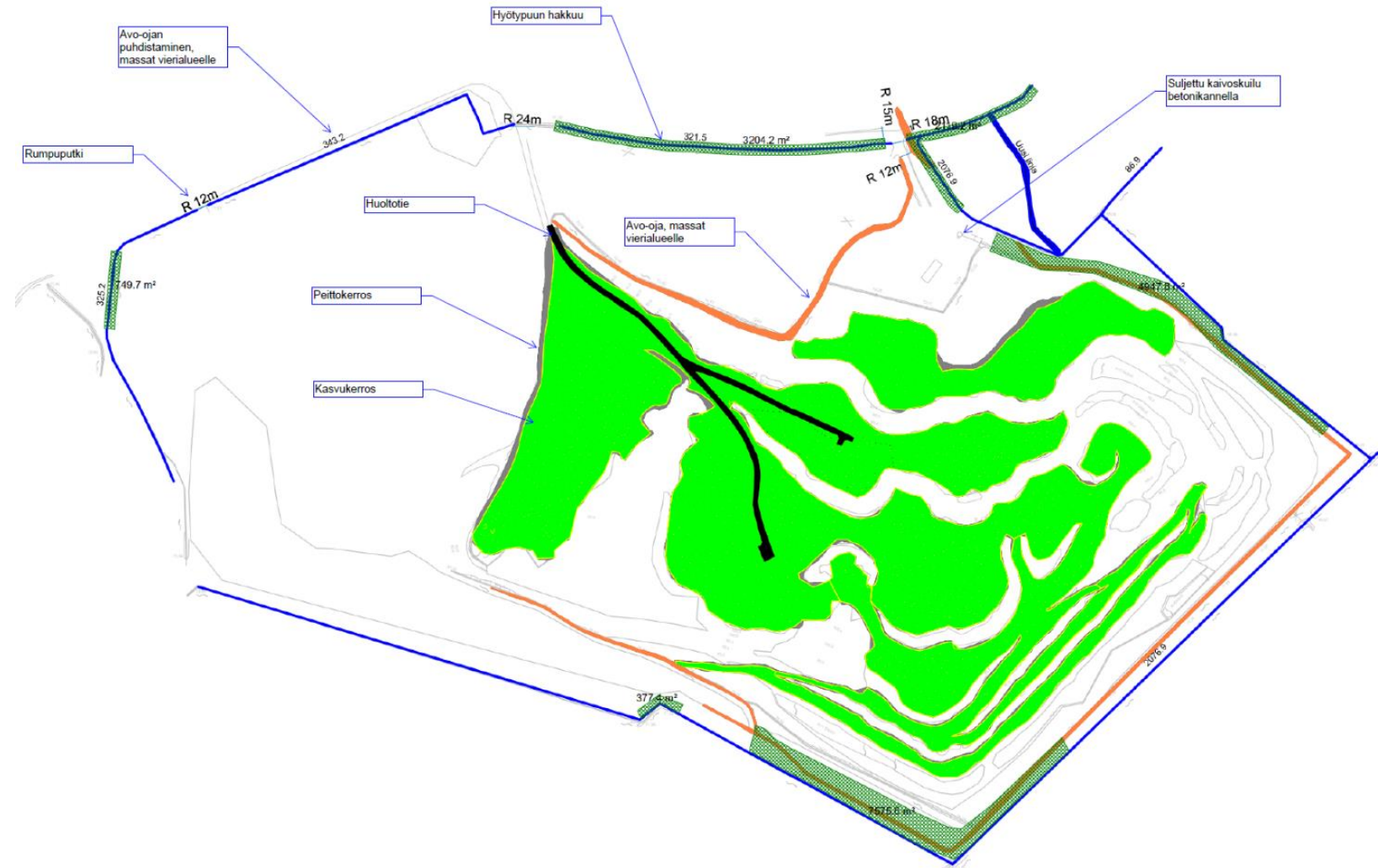
Vanha alue

- 1-vaiheessa suljetun alueen peittokerros rakentui paikoitellen tukiverkosta ja
 - 20 cm tuki-kerroksesta
 - 20 cm tiivistys-kerroksesta
 - kasvukerroksesta, joka oli moreenin ja mädätysjäännöksen seosta.
 - Nurmetus
- 2-vaiheessa suljetulle alueelle rakennettiin
 - 20 cm tiivistyskerros moreenista
 - 10 cm kasvukerros turpeen ja peltomullan seoksesta
 - Nurmetus



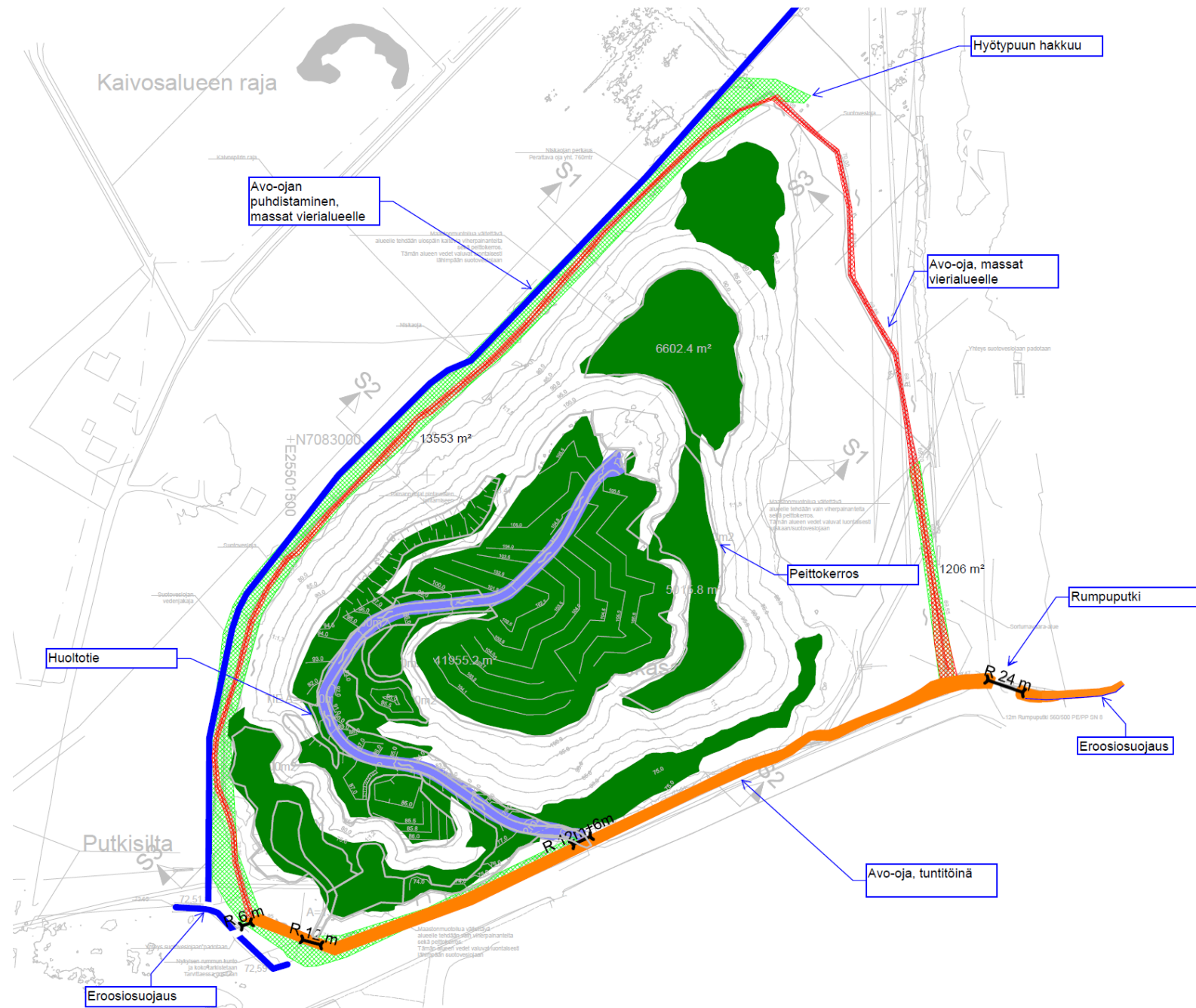
Kiillegneissi sivukivialue

- Alueen tasaus, mutta jyrkimpiä rinteitä ei loivennettu
- 50 cm peittokerros savesta
- 10 cm kasvukerros
- MMP-niittyseos
- Alueesta peitettiin n. 50 %



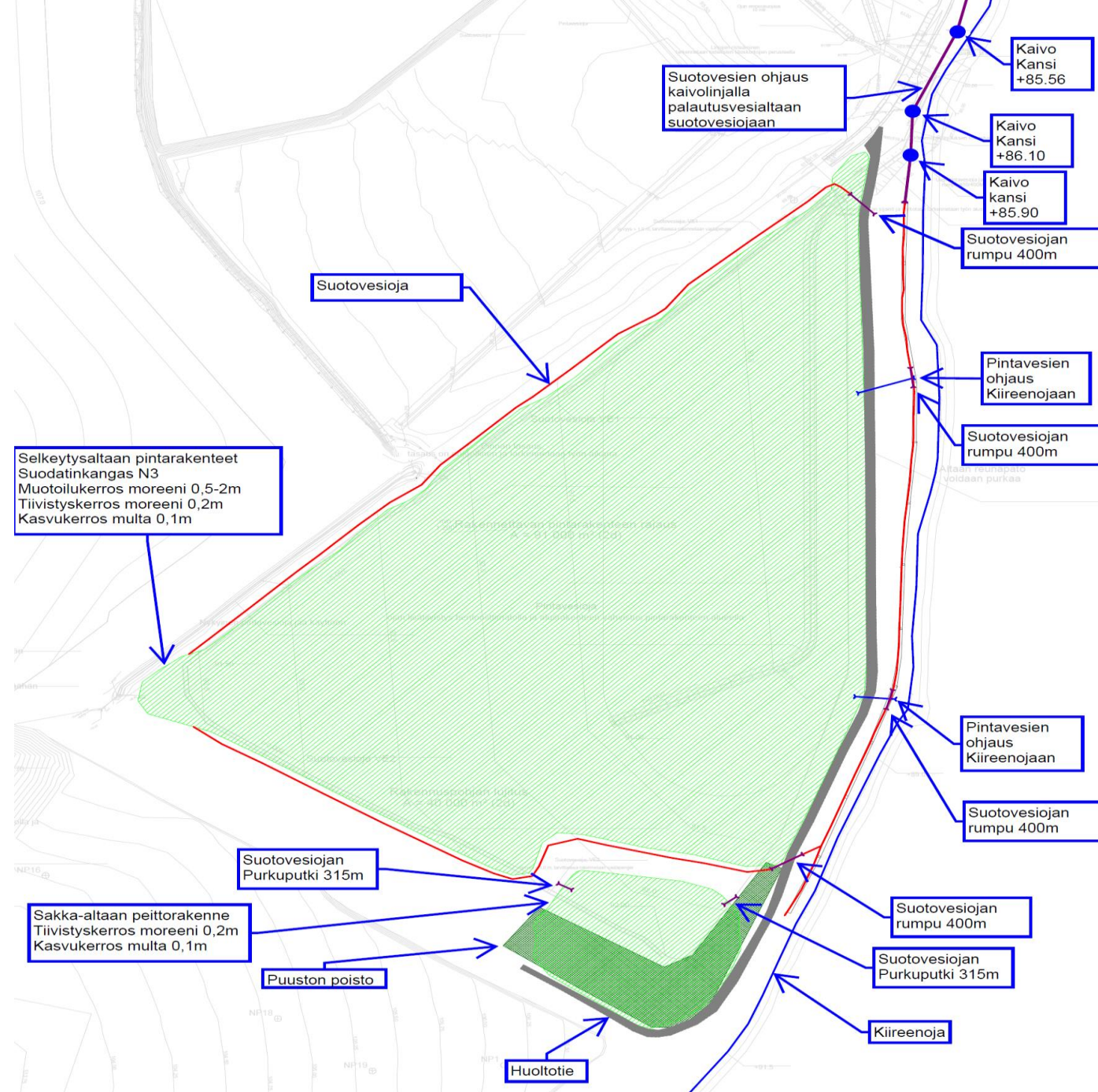
Serpentiniitti sivukivialue

- Alueen tasaus, mutta jyrkimpiä rinteitä ei loivennettu
- 10 cm kasvukerros
- MMP-niittyseos
- Alueesta peitettiin n. 45 %



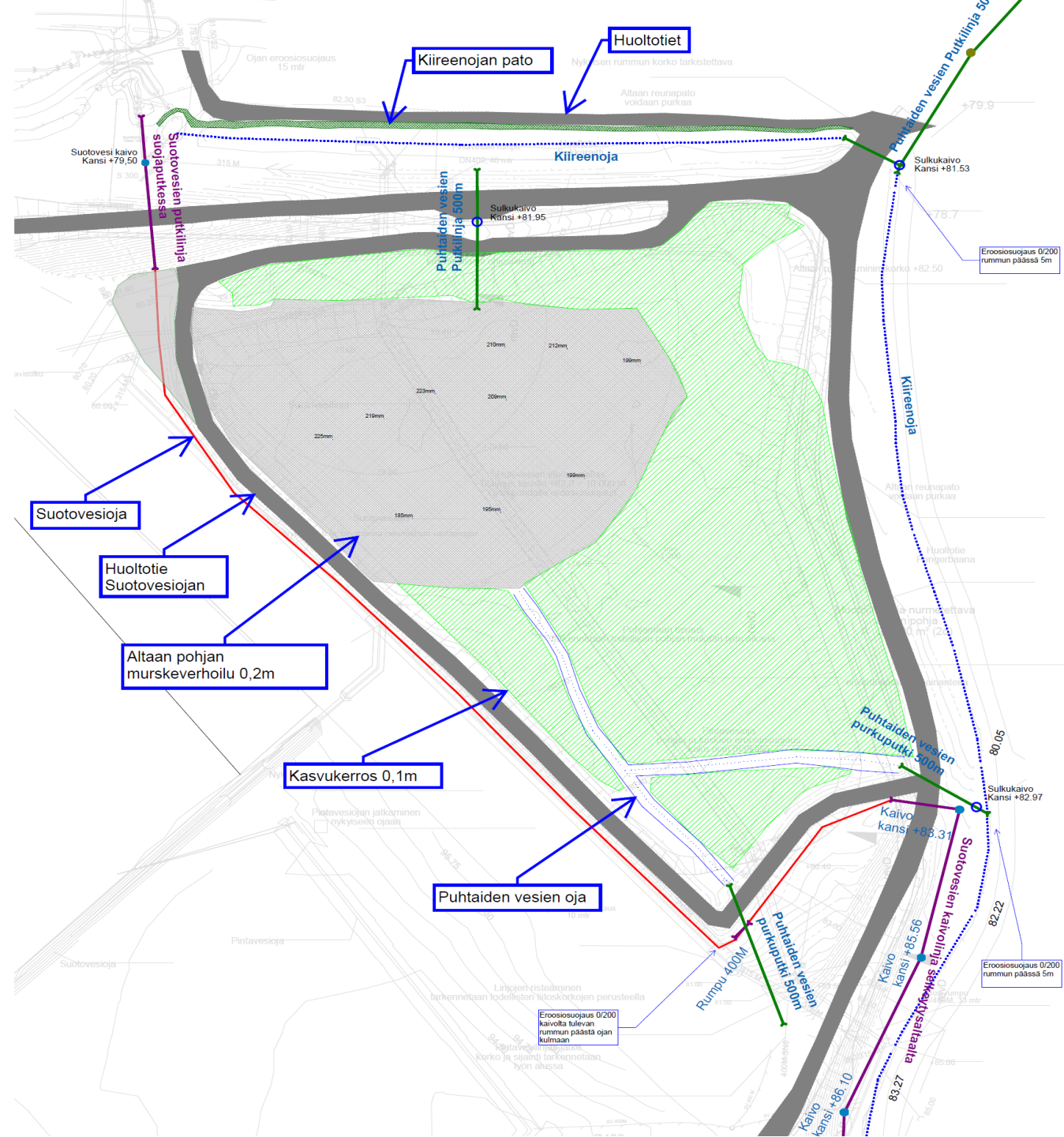
Selkeytysallas

- Suodatinkangas
- Kantava maa-aineskerros 10–150 cm
- Tiivistyskerros 20 cm moreenista
- Kasvukerros 10 cm
- MMP-niittyseos



Palautusvesiallas

- Veden alle jäävä altaan osuus:
 - Puhdistettu ja tasattu perusmaa (liete selkeytsaltaalle)
 - Suodatinkangas
 - 20 cm murskekerros
- Vedenpinnan yläpuolinen alue:
 - 10 cm kasvukerros
 - MMP-niittyseos



Murskanmäki

- Alueen tasaus
- 50 cm peittokerros savesta
- 10 cm kasvukerros
- MMP-niittyseos

Murskanmäen suotovesistä ei ole erillistä tarkkailutietoa, vaan vedet on ohjattu Malmittien varren ojaan, joka menee suoraan avolouhokseen.

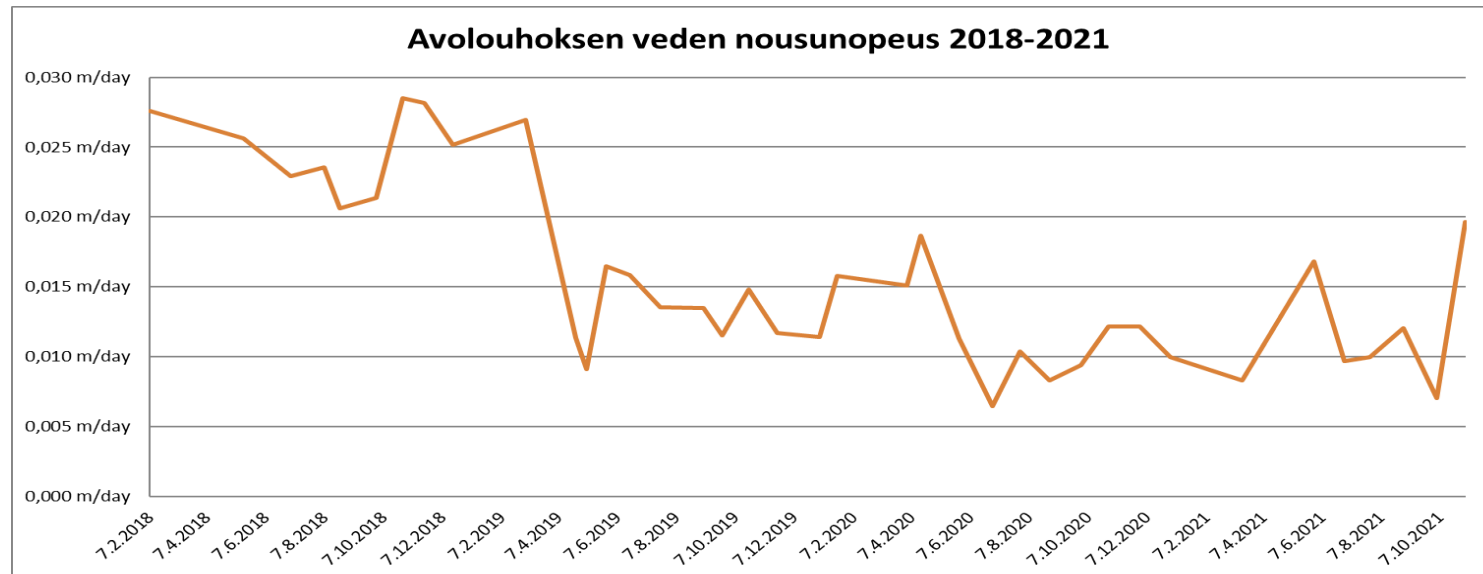


Avolouhos

Kaivosyhtiö lopetti Hituran maanalaisen kaivoksen veden kuivanapitopumppauksen tuotannon päättyessä heinäkuussa 2013.

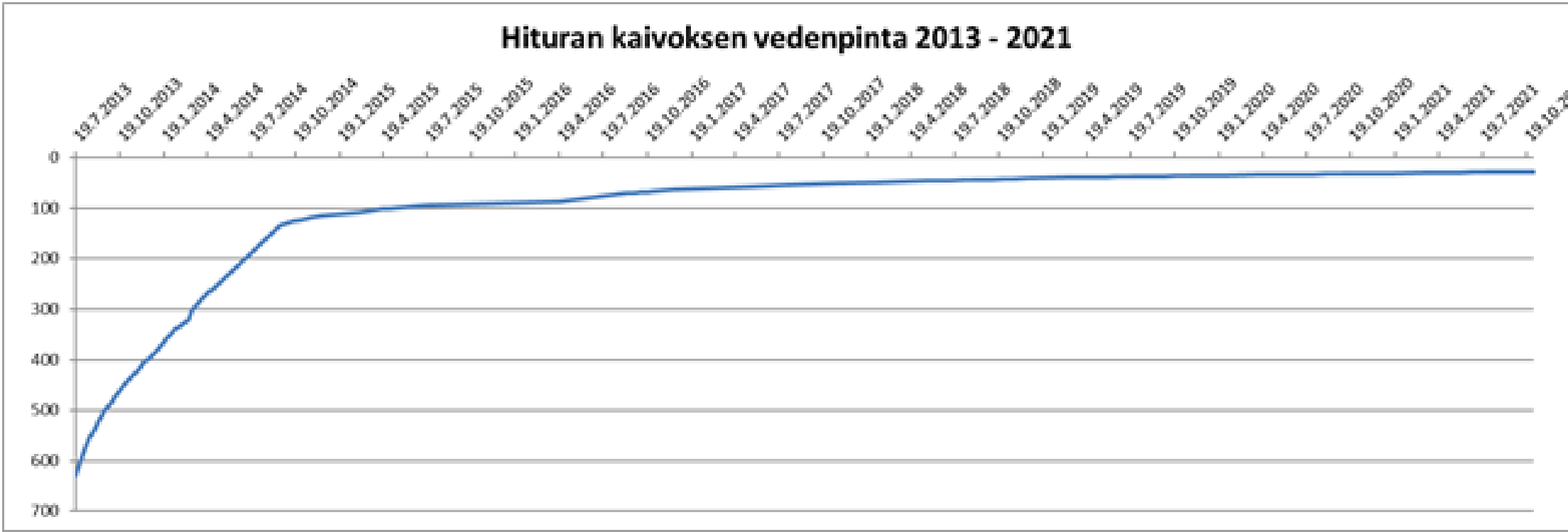
Maanalaisen kaivoksen syvin mittauspiste oli tuolloin tasolla -630 metriä merenpinnan alapuolella (N60).

Tämän jälkeen veden pinta nousi nopeasti maanalaisessa kaivoksessa ja oli keväällä 2014 jo tasolla -240 m (N60).



| Vuosi | Keskimääräinen vedenpinnan nousunopeus |
|-------|--|
| 2014 | 89 cm/d |
| 2015 | 6,30 cm/d |
| 2016 | 6,90 cm/d |
| 2017 | 4,20 cm/d |
| 2018 | 2,48 cm/d |
| 2019 | 1,45 cm/d |
| 2020 | 1,17 cm/d |
| 2021 | 1,11 cm/d |

Avolouhos



Hituran kaivoksen jatkokäyttö

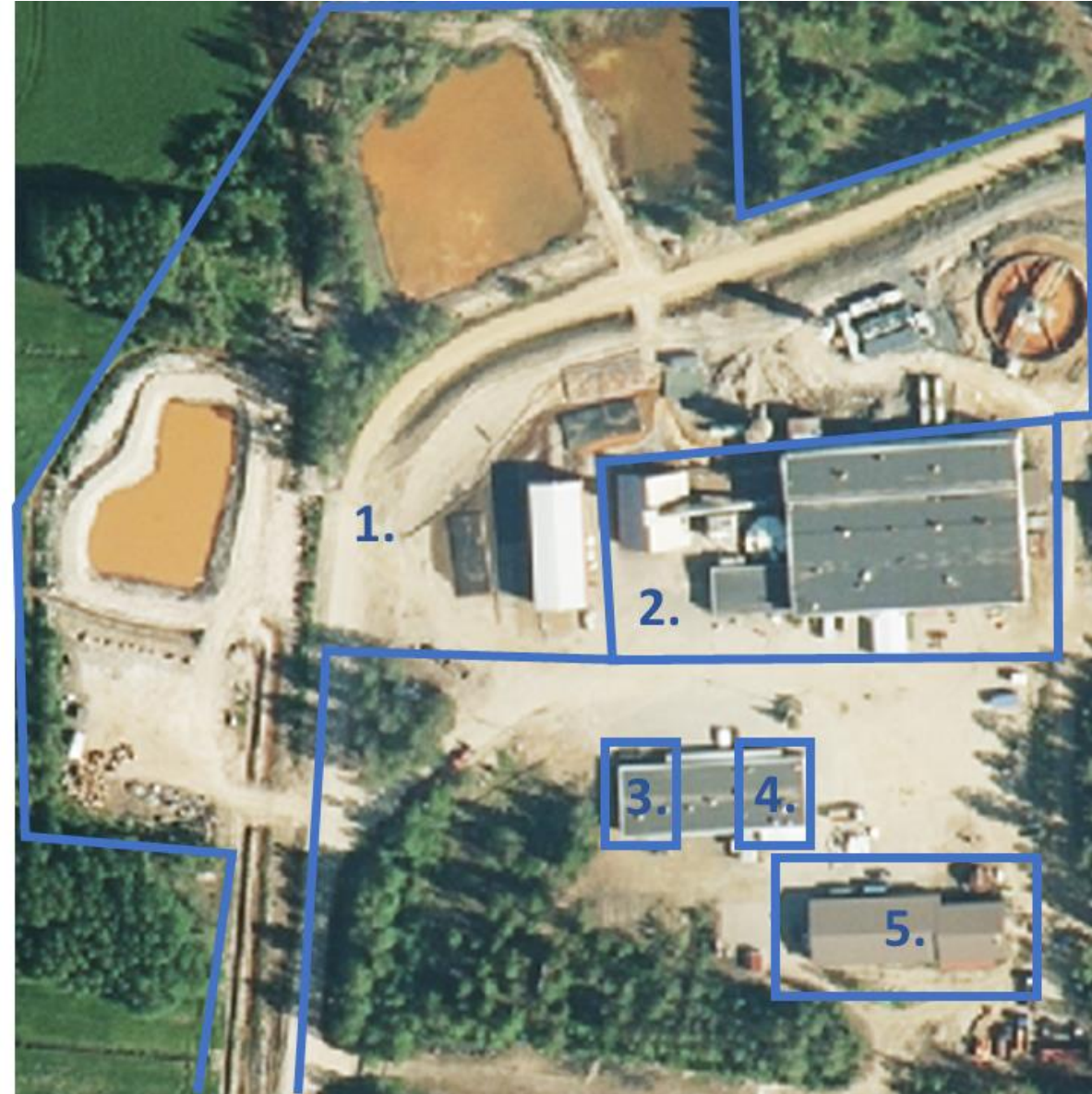


Käytön rajoitteet

- Rikastamon purkutyöt
- Kaivannaisjätealueiden peittorakenteiden säilyttäminen
- Avolouhoksen reuna-alueiden sortuminen
- Kaivospiiri
 - Voi asettaa käyttörajoituksia tai velvoitteita
- Pilaantuneet maa-ainekset
 - Selvitykset vielä kesken
- Muiden toimijoiden huomiointi
 - Vesien ohjaus ja vedenkäsittely vaativat tilaa
 - Yhteisesti sovittavia asioita voivat olla esim. sähkö- ja vesiliittymät, lämmitys- ja ilmastointiratkaisut, tietoliikenneverkot, jätevesi, tiestön ylläpito ja lumenauraus

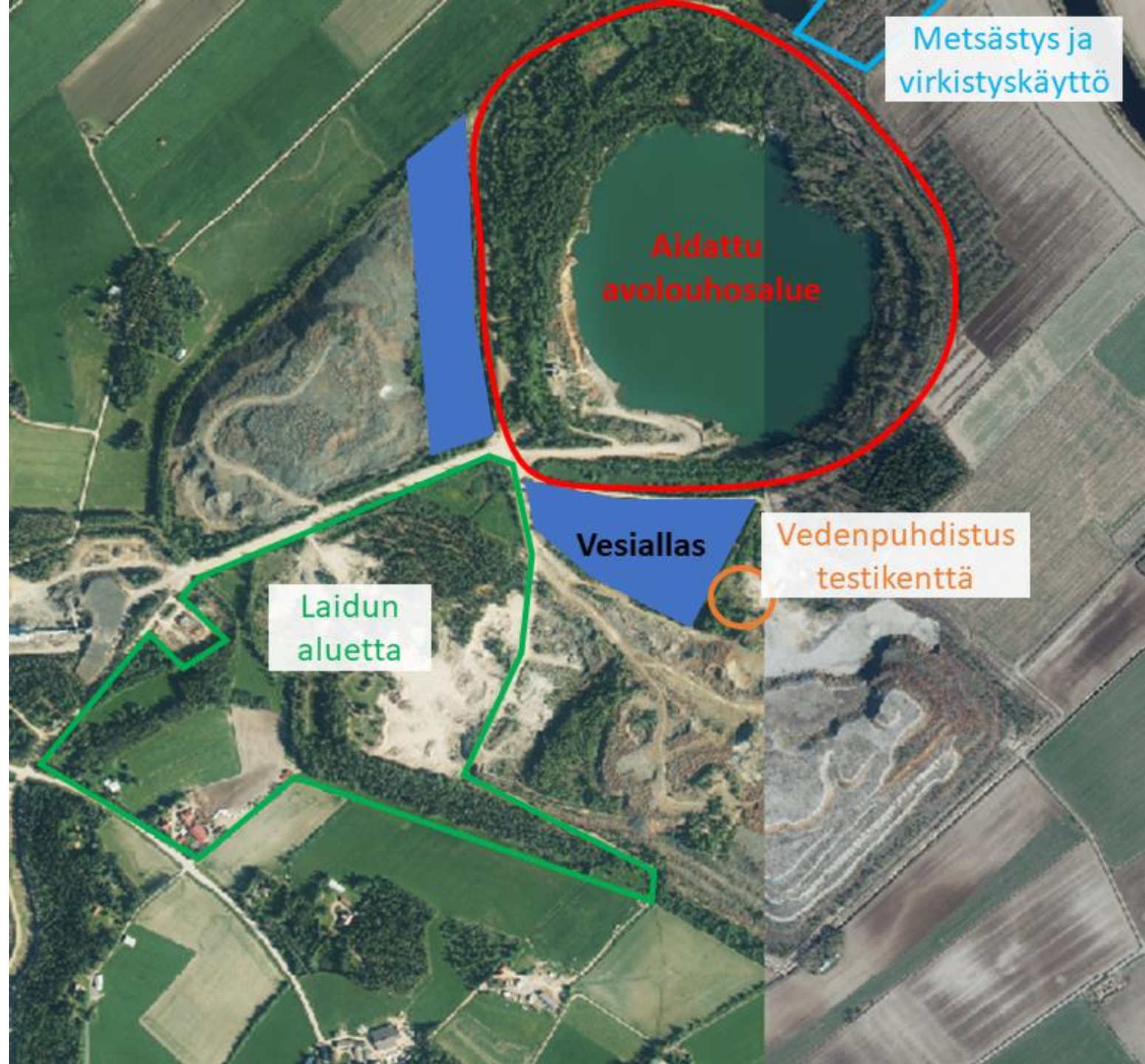
Alueelle sijoittuneet toiminnot

| | Yritys | Toiminnan kuvaus |
|----|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1. | Fortum Waste Solutions | Vedenkäsittely ja tukitoiminnot |
| 2. | Belvedere Mining Oy konkurssipesä | Rikastamon purkutyöt |
| 3. | Natural Indigo Finland Oy | Väriaineiden tuotanto |
| 4. | Feasib Analytics | Laboratoriopalvelut |
| 5. | Maanrakennus Kaarlela Oy | Maansiirto, konekorjaus |



Nykyiset toiminnot Hituran alueella

- Aluetta on hyödynnetty myös kaivannaisjätteiden ja niiden suotovesien puhdistuksen testaukseen



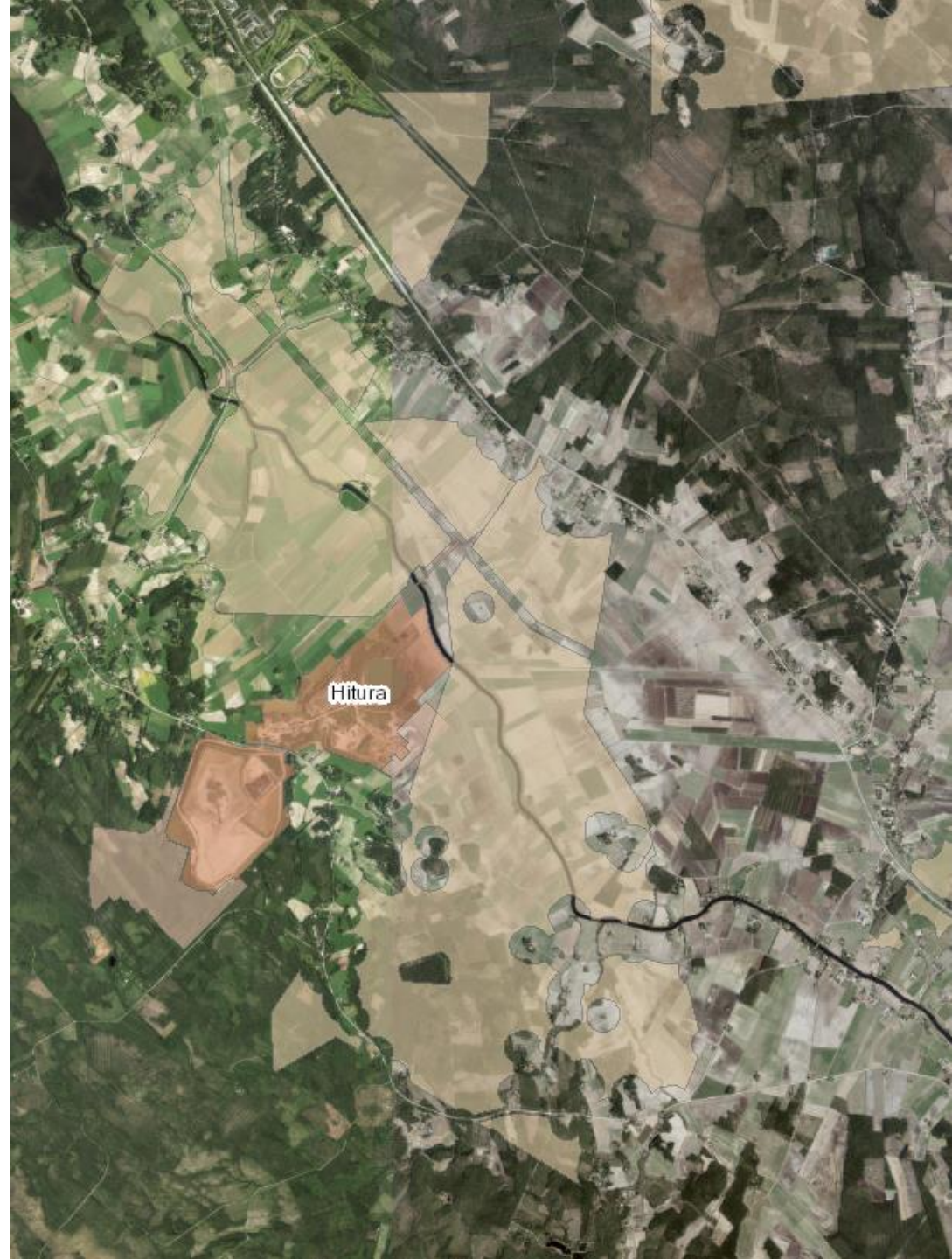
Ulkoilu

Virkistyskäytössä olevat reitit
Hituran kaivosalueen
ympärillä



Ehdotuksia jatkokäyttöön

- Lintujen bongaus
- Aurinkopaneelipuisto
- Moottoriurheilu-puisto
- Laskettelu
- Kaivostoiminnan jatkaminen
 - Hituran alue sekä sen lähialueet ovat edelleen malmipotentialista aluetta. Lähialueella on toiminut aiemmin myös Makolan nikkelikaivos
 - Alueella on hiljattain tehty uusia kairauksia, ja esim. keväällä 2021 Hituran ympäristöön on tehty merkittävän kokoinen malminetsintävaraus
 - Kuvassa Hituran kaivospiiri oranssilla, uudet malminetsintä lupa-varaukset vaaleanruskealla



**Johtopäätökset
ja
suositukset**



Ympäristövaikutusten hallinta ja arviointi

- Toiminnanharjoittajan konkurssin jälkeen oli olemassa merkittävä ympäristöriski, joka kohdistui alueen pohjaveteen ja/tai Kalajokeen.
 - Riski onnistuttiin kuitenkin välttämään jatkamalla vedenkäsittelyä viranomaisten toimesta, sekä käynnistämällä sulkemistoimet, jotka edelleen pienentävät pitkäaikaisriskejä.
- Olennaisessa roolissa olivat valvontaviranomaisen nopea reagointi, riittävät resurssit sekä ymmärrys toiminnan ympäristöriskeistä, sekä mahdollisuus hyödyntää yhtiön vanhoja työntekijöitä ja heidän aluetuntemustaan.
- Jätealueita olisi suositeltavaa sulkea jo kaivoksen toiminnan aikana. Tähän kannustaakin nykyisin korkeammat vakuudet, sekä ympäristöluvituksen ja lainsäädännön tiukentuminen.

Sulkemisen kustannukset ja vakuuden määrittely

- Sulkemisen alkuperäinen kustannusarvio (2012) perustui tarjoukseen, jonka oli antanut kaivosyhtiön pitkäaikainen urakoitsija, jolla oli erittäin hyvä tuntemus alueesta ja töiden kustannusrakenteesta, sekä tarvittavat resurssit (työkoneet ja miehet) valmiiksi alueella.
 - Kun ELY-keskus kilpailutti sulkemisurakkaa, em. urakoitsija ei ollut enää käytettävissä.
- Toteutuneessa sulkemistavassa oli useita osa-alueita joita ei oltu määritelty aiemmissa sulkemissuunnitelmissa ja nämä vaikuttivat merkittävästi sulkemiskustannuksiin.
- Suunnitelmiin jouduttiin tekemään useita muutoksia, mitkä aiheuttivat kustannusten kasvua.
- Vakuuden määrittelyn tulisi olla kaivostoiminnan aikana jatkuva prosessi, joka perustuu suljettavien kaivannaisjätealueiden pinta-aloihin – ja sitä tulisi päivittää säännöllisesti.

Töiden järjestelyt ja resurssit

- Tilaajan henkilöresurssien riittävyys ja pysyvyys tärkeää
- Työmaalla hyvä olla ulkopuolinen paikallisvalvoja, jonka valvoo töiden laatua ja aikataulua
- Sulkemissuunnitelman yhden osatoteutuksen viivästyminen voi vaikuttaa merkittävästi monien seuraavien vaiheiden aikatauluun ja ne voivat aiheuttaa ennakoimattomia kustannuksia
- Työmaatiestö vaatii paljon kunnossapitoa, sillä siirreltävät massat ovat suuria
- Käytettävien maa-ainesten halutut ominaisuudet vaikuttavat kuljetusaikatauluihin
 - Joidenkin materiaalien osalta rakentamisen on tapahduttava heti
- Alueen kantavuus voi asettaa haasteita. Talvityö saattaa olla jossain tapauksissa ainoa vaihtoehto

Sulkemisen aikainen vesienhallinta

- Vuodenaikojen vaikutus työvaiheiden toteutukseen on huomioitava suunnittelussa, erityisesti
 - kovat pakkaset, jolloin vedet jäätyvät
 - kevätaika, jolloin sulamisvedet poistuvat nopeasti
 - Uusien peittorakenteiden vedenläpäisevyys tulisi ottaa huomioon: Mikäli peittorakenteet eivät päästä vettä lävitseen, nopeutuu myös sulamisvesien purku.
- Vesien johtaminen rikastushiekka-alueelta tulee aloittaa mahdollisimman aikaisin ennen pintarakenteen toteutusta. Etenkin rikastushiekkaan sitoutuneen veden kuivattaminen tai poistuminen suotautumalla voi kestää odotettua kauemmin.
- Sulkemistoimien aikana todennäköisesti joudutaan käsittelemään vesiä
 - Vesienhallinnan siirtymävaiheelle olisi hyvä olla oma suunnitelmansa, kun uudet järjestelyt eivät ole vielä valmiit, eikä vanhoja voi enää käyttää.
 - Sulkemisen aikana ja heti sen jälkeen kuormitus voi väliaikaisesti lisääntyä. Lisäksi maanrakennustyöt voivat aiheuttaa normaalia enemmän vesien käsittelytarvetta.

Alueen uudet käyttötavat

- Uusien toimintojen sijoittuminen suljettavalle kaivosalueelle on kokemusten mukaan mahdollista jo sulkemisprojektin aikana.
- Luonnollista on esim. sulkemisprojektiin liittyvien urakoitsijoiden sijoittuminen alueelle urakan ajaksi, mahdollisesti myös pysyvämmiin.
- Myös sulkemiseen liittymättömien, uusien toimijoiden sijoittuminen on mahdollista, jos se pystytään sovittamaan käynnissä oleviin töihin siten, etteivät toimijat häiritse toistensa toimintoja.
- Uusien käyttötarkoitusten osalta huomioitava
 - Kaivannaisjätealueiden peittorakenteiden säilyminen
 - Kaivospiirin ja sen lakkauttamisen vaikutukset

Jälkiseuranta

- Ympäristönäytteenottoa ja seurantaan tulee jatkaa pitkän aikaa, jotta saadaan tietoa sulkemistoimien ja peittorakenteiden todellisista vaikutuksista, niiden riittävydestä sekä mahdollisista ongelmista niiden toiminnassa, tai kaivannaisjätteiden pitkäaikaiskäyttäytymisessä.
- Hituran eri kaivannaisjätealueilla toteutetut rakenteet ja ratkaisut ja niiden käytännön vaikutukset voidaan todeta vasta pidemmän seuranta-ajan perusteella. Suositeltavaa olisi tällöin arvioida myös niiden kustannuksia suhteessa havaittuihin hyötyihin.

Kiitoksia!
Kysymyksiä?

Markus Latvala

markus.latvala@feasib.com

+358 40 149 754

<https://feasib.com>

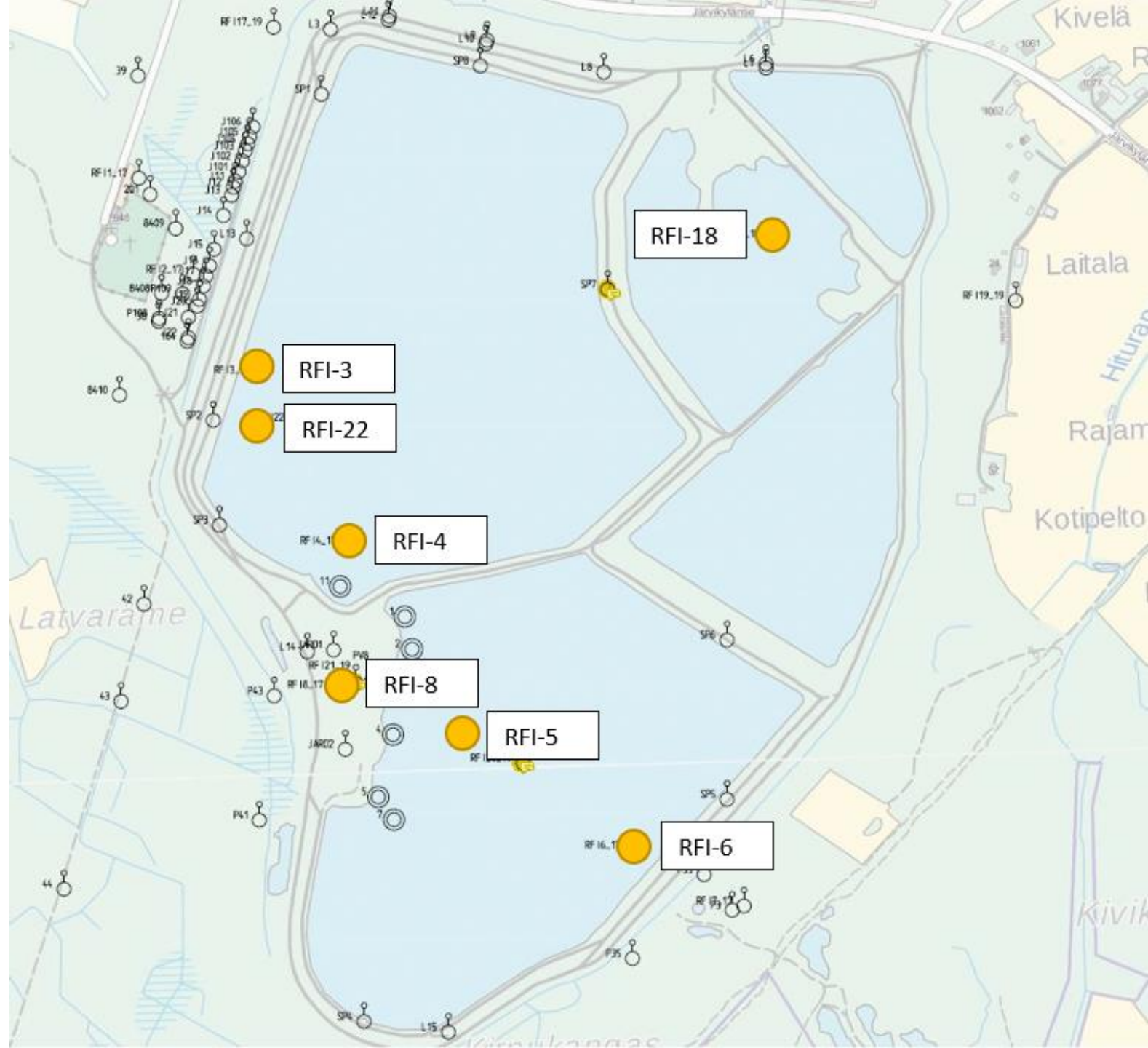
Tarkkailutuloksia:

Pohja- ja huokosvedet

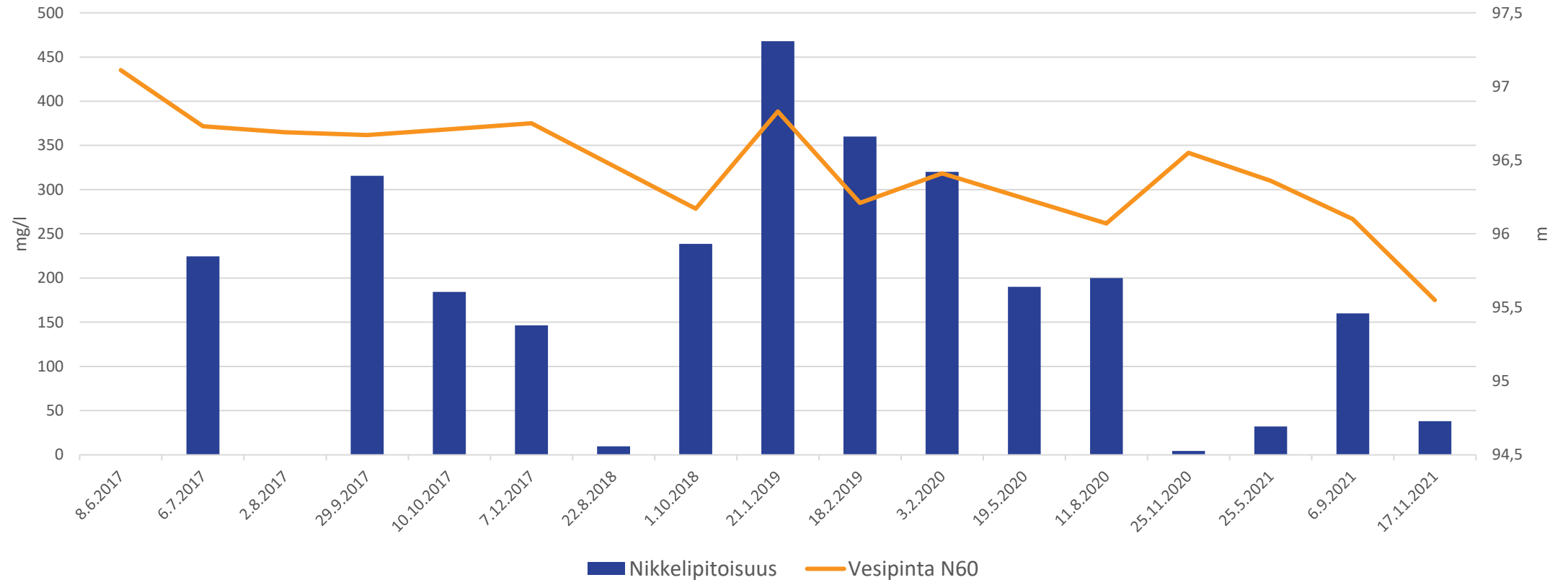
Suotovedet



Pohja- ja huokosvesiputket rikastushiekka-alueilla

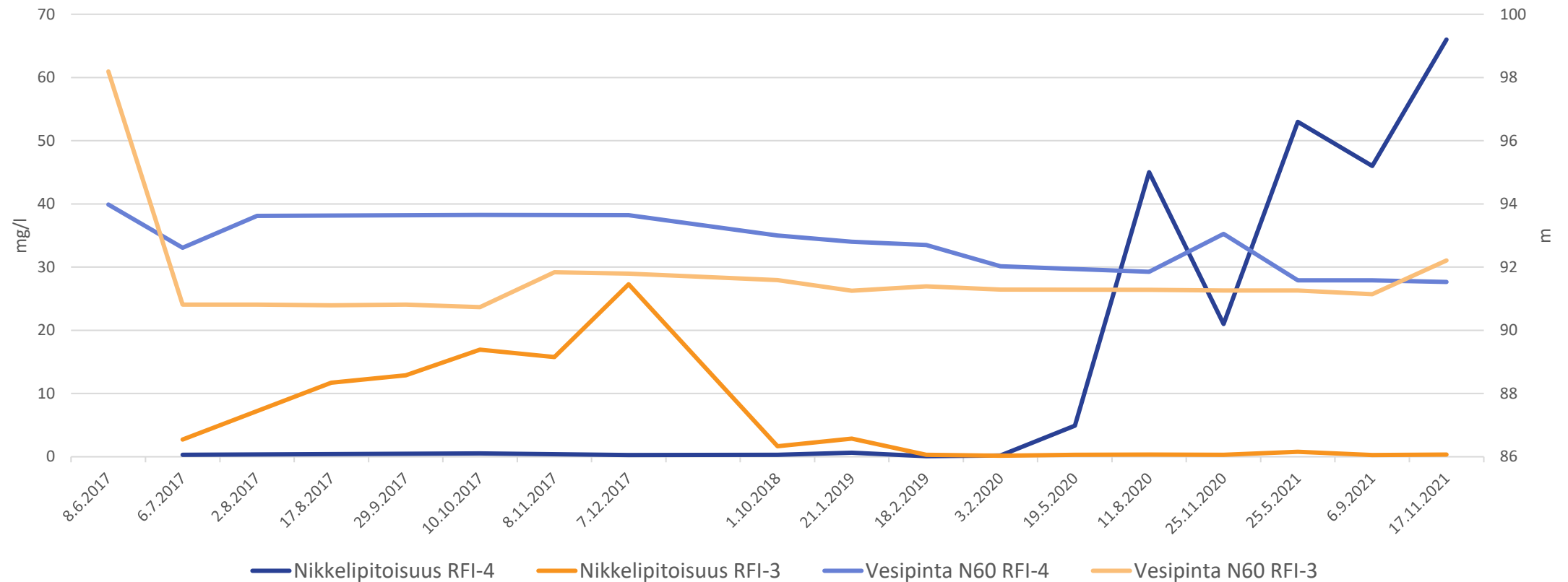


Jarosiittialueen sisäinen vesi, RFI-8



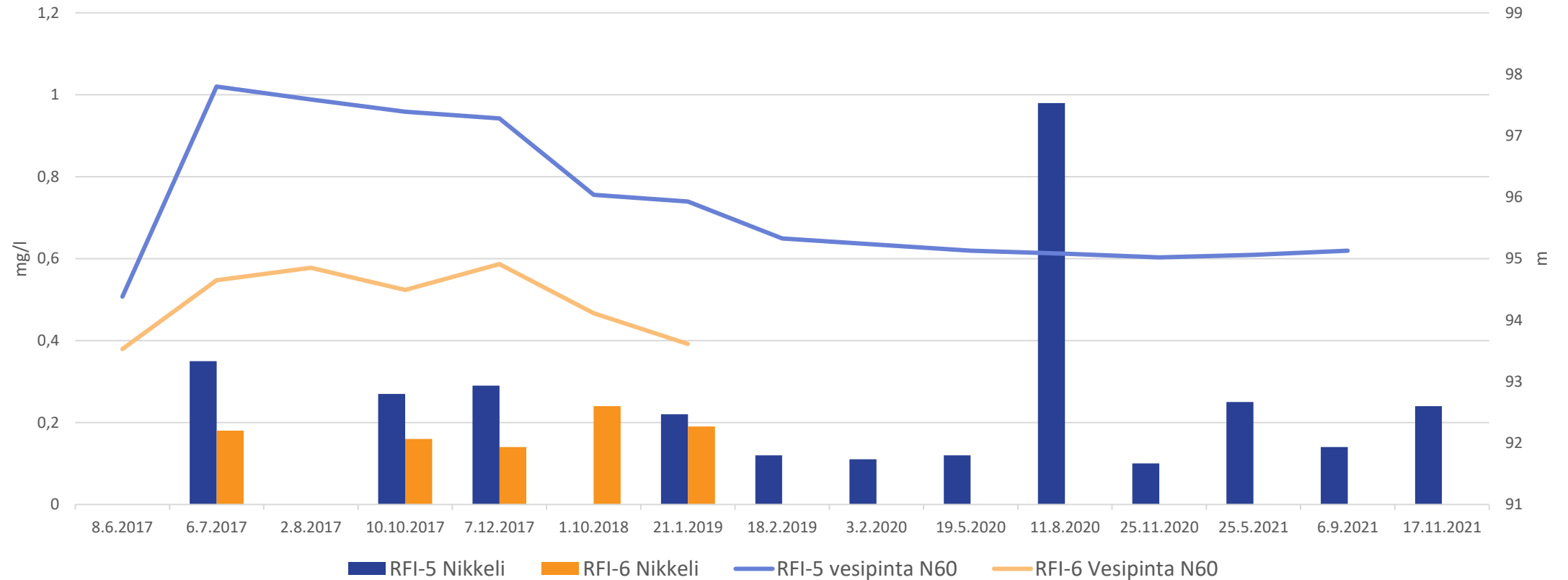
Rikastushiekka-alue 1

Rikastushiekka-alue 1:n sisäinen vesi, RFI-3 ja RFI-4



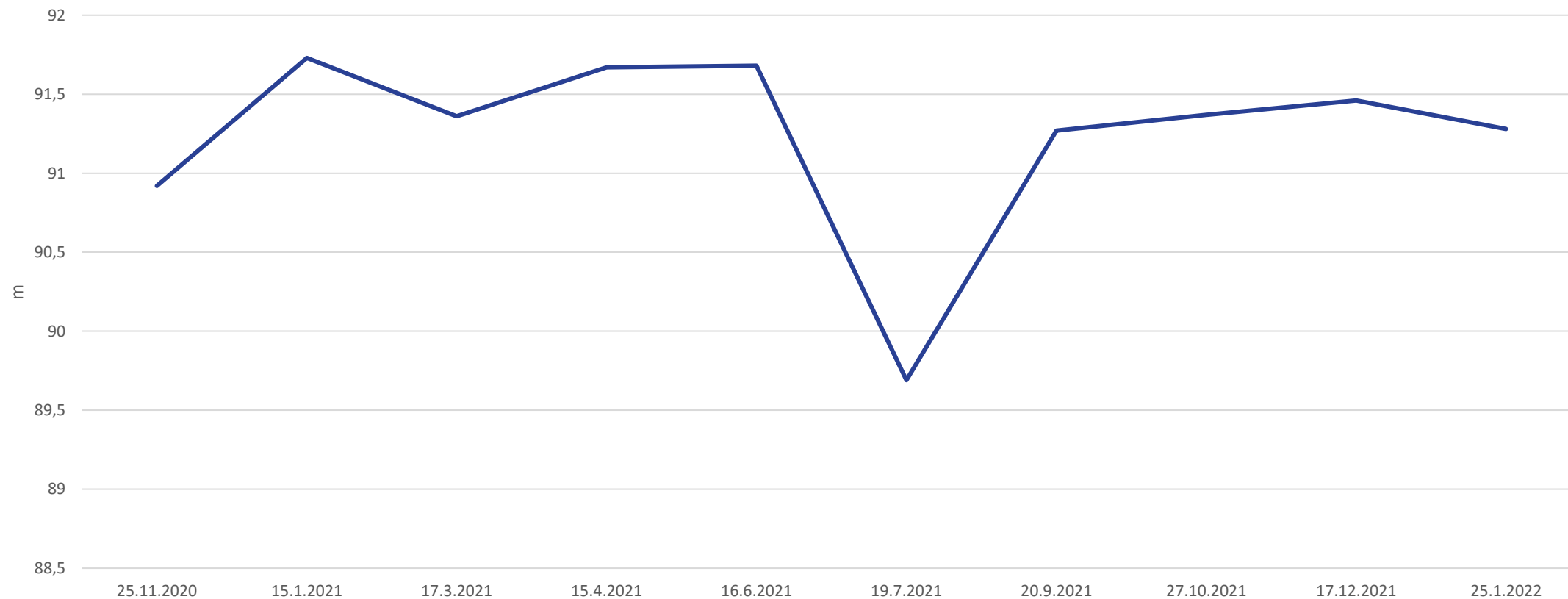
Rikastushiekka-alue 2

Rikastushiekka-alue 2:n sisäinen vesi, RFI-5 ja RFI-6



Vanha alue

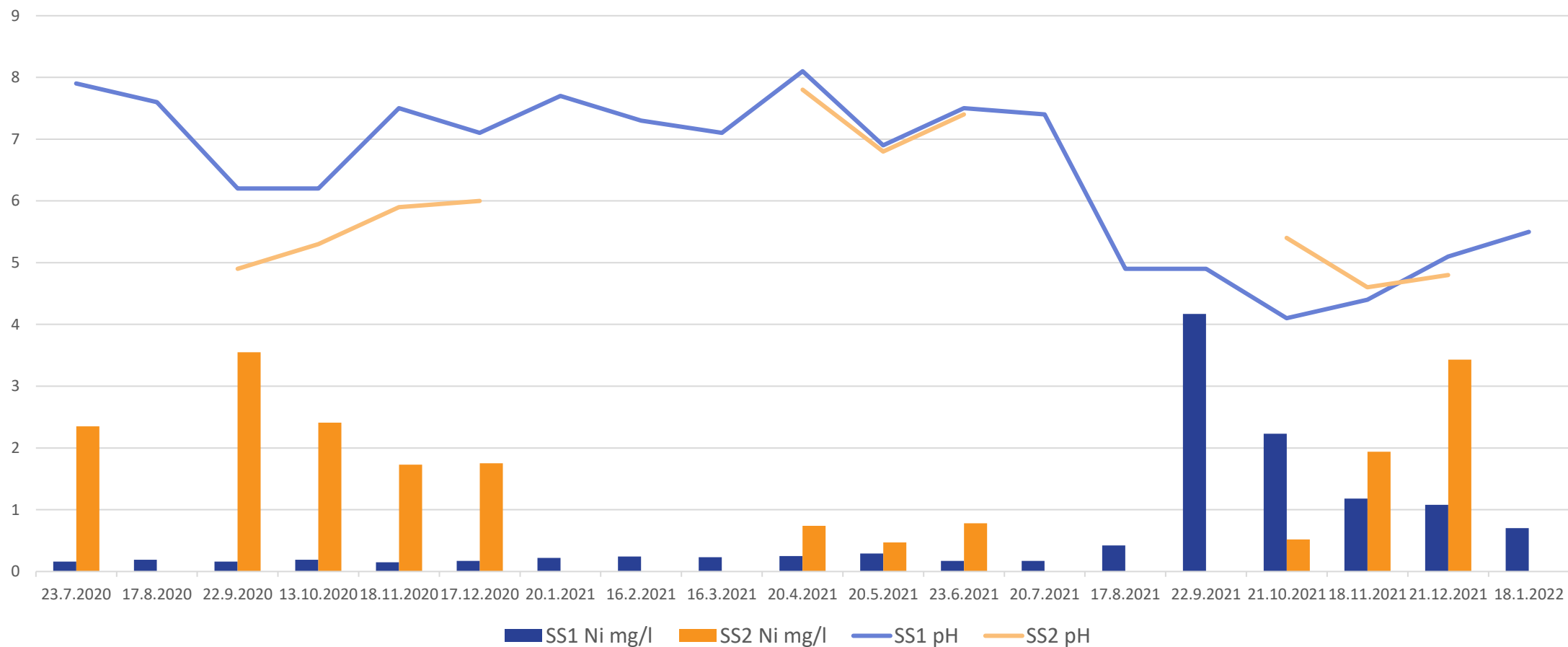
Vanhan alueen sisäinen vedenpinta, RFI-18



Sivukivialueiden suotovesien tarkkailupisteet

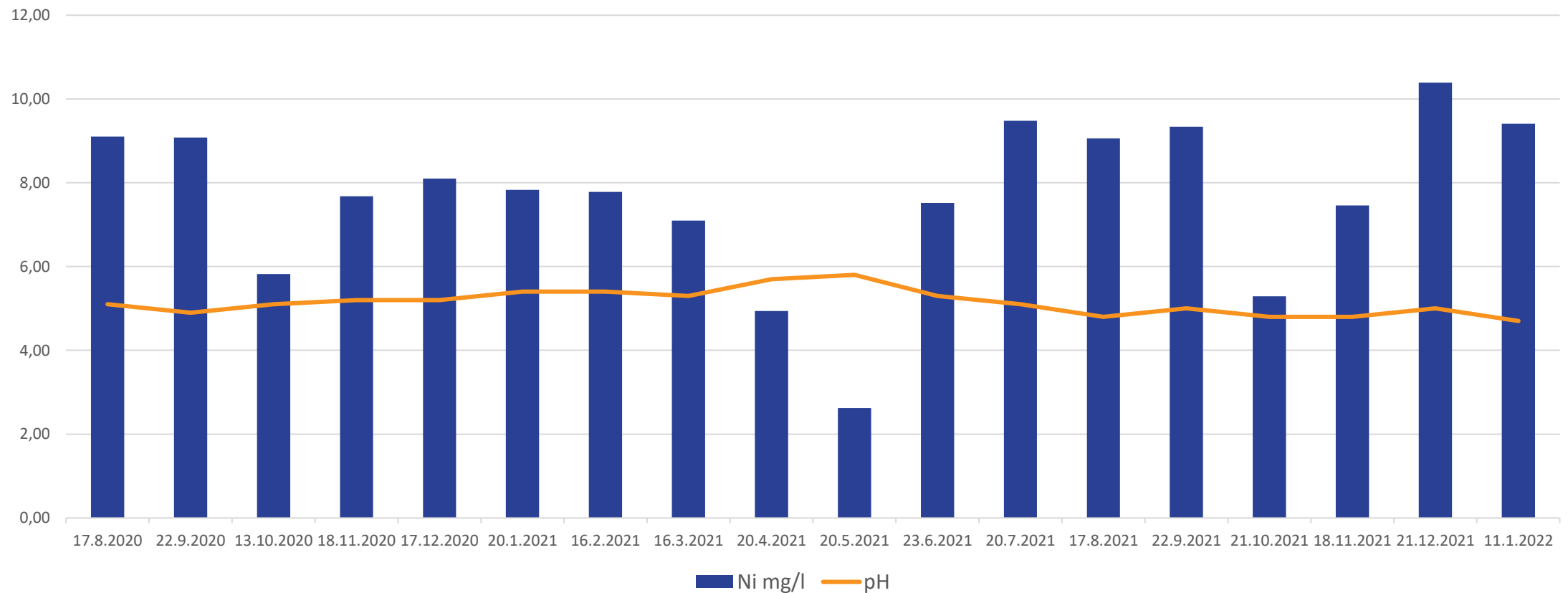


Serpentiniittialueen suotovesitarkkailu

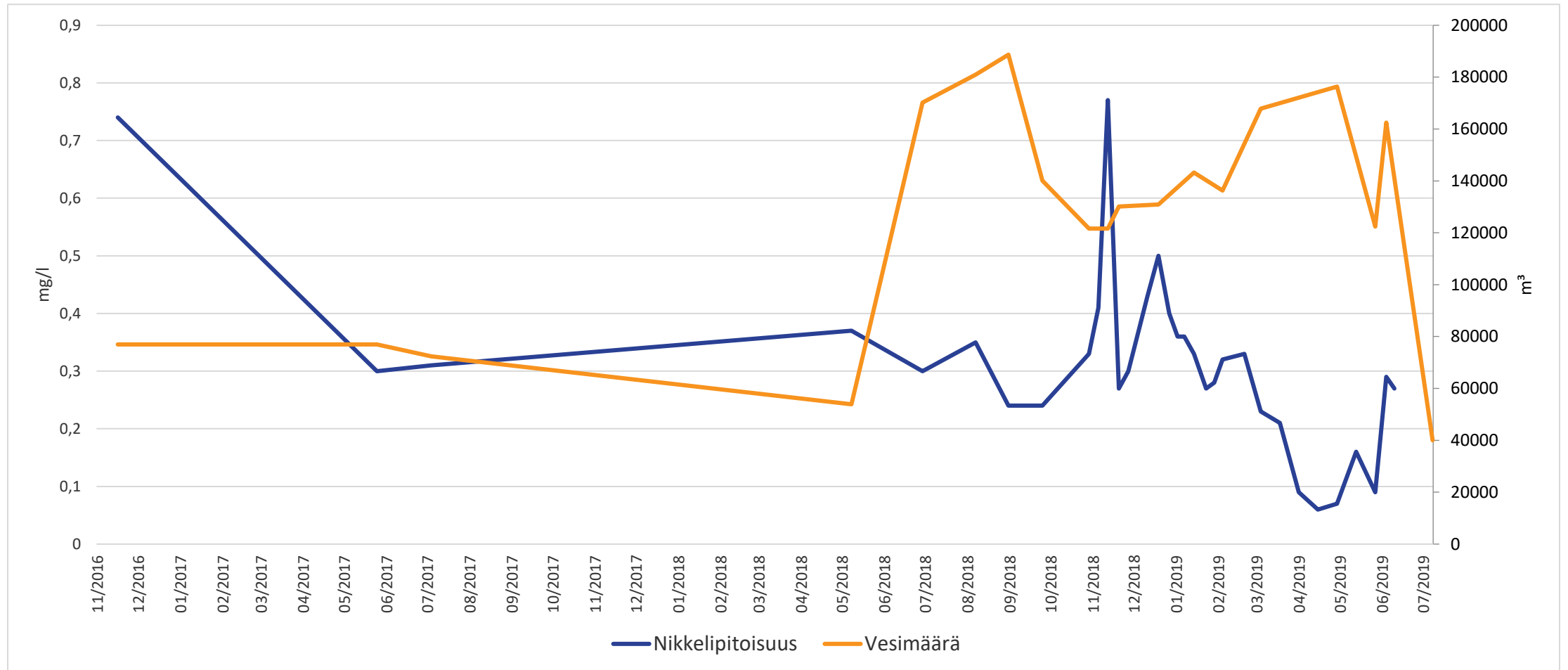


Kiillegneissialueen suotovesitarkkailu

Kiillegneissialueen suotovesitarkkailu, KS4



Selkeytysaltaan tarkkailutuloksia



Avolouhokseen juoksutetun veden nikkelpitoisuus ja virtaama

