

VESISTÖMALLINNUS
YVA-VAIHE

LIITE 7

Elementis Minerals B.V. Branch Finland
Kaivannaisjätteiden ja vesienhallinnan YVA-selostus

Nuasjärvi

Elementis Sotkamon purkuputken mallinnus,
virtauslaskenta jaksolle 2020–2024

18.8.2025

Asiakas: Elementis Minerals B.V. Branch Finland

Projektinumero: 101029198-001

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	2
2	Lähtötiedot ja laskentamalli	2
2.1	Kohdealue.....	2
2.2	Mallihila.....	5
3	Vuosien 2020–2024 mallinnus ja mittaukset	7
4	Skenaariolaskennat	12
4.1	Laskentaskenaariot ja skenaarioiden kuormitukset	12
4.2	Lasketut sulfaattipitoisuudet seurantapisteissä.....	13
4.3	Sulfaatin pitoisuuskartat skenaariolle S0, S1, S2 ja S3	19
4.4	Lasketut nikkeli- ja arseenipitoisuudet seurantapisteissä	26
5	Purkuputken aiheuttama pitoisuusnousu	29
6	Laskennan epävarmuuksista	31
7	Lähdeluettelo.....	32

AFRY Finland Oy
Ympäristöselvitykset
Elektroniikkatie 13
90590 OULU

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

1 Johdanto

Elementis Minerals B.V. Lahnaslammen kaivos- ja tehdasalue sijaitsee Nuasjärven eteläpuolella. Kaivos- ja tehdasalueen purkuvedet johdetaan tämän raportin laatimisajankohtana käsittelyn kautta Lahnasjokeen, joka laskee edelleen Nuasjärven Jormaslahteen.

Nuasjärveen kaivosalueelta päätyvä vesimäärä ja kuormitus on noussut marraskuusta 2020 lähtien johtuen siitä, että aiemmin kaivosvesien sijoitus- ja varastoaltaana käytetty Lahnaslammen louhosjärvi on täyttynyt, ja aiemmin louhosjärveen johdetut kaivosalueen purkuvedet (Punasuon kuivanapitovesi, sivukivialueelta tulevat käsitellyt suotovedet) ja louhosjärven ylivuotovedet on louhosjärven täyttymisen takia ohjattu (käsittelyn kautta) Lahnasjokeen.

Louhosjärven ja kaivosalueen vesien käsittely ja juoksutus Lahnasjokeen aloitettiin jaksottaisesti marraskuussa 2020, ja yhtäjaksoisesti vuodesta 2021 lähtien.

Keskeiset kaivosalueelta Lahnasjokea pitkin Nuasjärveen kulkeutuvat haitta-aineet ovat nikkeli (Ni) ja arseeni (As). Lisäksi purkuveden suolapitoisuus on järvivettä korkeampi, sillä vedessä on sulfaattia (SO₄) ja muita suolaioneja.

Lahnasjoen kuormituksen vähentämiseksi on mahdollista rakentaa purkuputki, jonka avulla kaivoksen purkuvesiä voidaan ohjata suoraan Nuasjärveen Lahnasjoen sijaan. Edelleen vesienkäsittelyyn voidaan lisätä sulfaatinpoisto, jolla järveen päätyvän sulfaatin määrää voidaan vähentää. Tässä raportissa tarkastellaan purkuputken sijainnin ja sulfaatinpoiston vaikutuksia Nuasjärven vedenlaatuun verrattuna purkujärjestelyjen nykytilaan vesistömallinnuksen avulla.

2 Lähtötiedot ja laskentamalli

Mallin lähtötiedot, malliasetukset ja mallin varmistus jaksolle 2015–2020 on esitetty tarkemmin aikaisemmassa mallinnusraportissa (AFRY Finland Oy 2022). Tässä työssä laskettiin malli jaksolle 10/2021–05/2023. Laskentaskenaarioita olivat toteutunut nykytila S0, sekä purkuputkiskenaariot S1, S2 ja S3.

2.1 Kohdealue

Nuasjärvi, tarkemmin Rehja-Nuasjärvi, on noin 25 km pitkä ja 5 km leveä järvi Kajaanin ja Vuokatin välissä Kainuussa. Järven pinta-ala on 96,4 km² ja keskisyvyys 8,5 m. Järvi jakautuu itäiseen (Nuasjärvi) ja läntiseen altaaseen (Rehja), joita erottaa kapea Rimpilänsalmi. Virtaama Rimpilänsalmessa

suuntautuu useimmiten idästä länteen. Mallilaskennan perusteella pintavirtaus oli 93 % ajasta ja 10 m syvyydstason virtaus 85 % ajasta idästä länteen. Järven itäinen allas jakautuu edelleen pääaltaaseen ja pienempään pohjoiseen altaaseen, joita erottaa alle 6 m tasolla oleva kannas. Pääaltaan itäpäässä järven syvyydet ovat noin 6–10 m. Pääaltaan keskiosa ja länsipää puolestaan muodostuvat matalahkosta keskiosasta (6–8 m taso) ja sitä ympäröivästä monimuotoisesta syvänealueesta, jossa on sekä laajempia että kapeampia syvänteitä. Enimmäissyvyydet ovat syvänteissä yli 30 m.

Järven valuma-alue on kooltaan 7475 km² ja keskimääräinen lähtövirtaama 88 m³/s (JärviWiki 2025). Näillä tiedoilla järven teoreettinen viipymä on 108 d, eli järven vesi vaihtuu yli kolme kertaa vuoden aikana. Suurin tulovirtaama on järven itäpäähän laskeva Tenetti, jonka osuus järven tulovirtaamasta on yli 90 %. Lähtövirtaama, Kajaaninjoki, sijaitsee järven länsipäässä (Kuva 1). Järvi on säännöstelty, lähtövirtaamaa säätelee Kajaanin Koivukosken voimalaitos.

Keskeiset kuormitukset

Elementisin Sotkamon kaivos- ja tehdasalue sijaitsee Nuasjärven eteläpuolella, noin järven itäisen altaan keskivaiheilla. Elementisin Sotkamon kaivos- ja tehdasalueen purkuvedet johdetaan Lahnasjokeen, joka laskee Nuasjärveen. Järveen päätyvä kuormitus on kasvanut vuodesta 2021 lähtien, johtuen Lahnaslammen kaivoksen louhosjärven täyttymisestä ja sen vesien purkamisesta puhdistuksen kautta Nuasjärveen. Käytännössä Lahnaslammen louhosjärven vedet on johdettu ensin Soidinsuon altaaseen, mistä ne on purettu edelleen Lahnasjokeen. Soidinsuonaltaan ylijuoksutusveden kuormitustarkkailun perusteella ylijuoksutuksen kuormitus on ollut vuosina 2022–2024 sulfaatin osalta keskimäärin 4690 tn/a (vaihteluväli 4462–4912 tn/a), nikkelin osalta 72 kg/a (vaihteluväli 33–143 kg/a) ja arseenin osalta 25 kg/a (vaihteluväli 15–44 kg/a).

Kaivos- ja tehdasalueelta kulkeutuu Nuasjärveen lisäksi valumavesiä ns. hajakuormituksena kahta reittiä. Lahnasjoki kerää vesiä koko kaivosalueelta ja laskee Nuasjärven Jormaslahteen. Papinpuro kerää vesiä kaivosalueen itäpuolelta ja laskee Jormasjokeen, joka laskee edelleen Jormaslahteen. Vuosien 2017–2019 mittauksista arvioituna noin 96 % Elementisin tehdas ja kaivosalueen nikkelpäästöistä kulkeutui Nuasjärveen Lahnasjoen kautta ja loput Papinpuroa pitkin (AFRY Finland Oy 2021).

Pisteen FM13 mittauksen perusteella arvioidut sulfaatin kokonaiskuormitus, Soidinsuon altaan juoksutuksen kuormitus ja näiden erotuksena saatu arvio hajakuormituksen määrästä on esitetty taulukossa 1.

*Taulukko 1: Lahnasjoen pisteelle FM13 arvioitu sulfaatin vuosikuormitus 2015–2024, Soidinsuon altaan juoksutus ja hajakuormitus eriteltynä. *) Vuoden 2021 hajakuormitusarvio on todennäköisesti liian suuri, sillä Soidinsuon juoksutus aloitettiin keskellä vuotta, ts. osa juoksutusvedestä on päätynyt hajakuormitukseen.*

SO4	FM13	Soidinsuo	Hajakuormitus	k.a. (4 vuoden liukuva)
vuosi	tn/a	tn/a	tn/a	tn/a
2015	983	0	983	
2016	1384	0	1384	
2017	1180	0	1180	
2018	1758	0	1758	1326
2019	1683	0	1683	1501
2020	801	0	801	1355
2021	7721	2723	*) 4998	2310
2022	6039	4695	1344	2206
2023	7660	4462	3198	2585
2024	7733	4912	2821	3090

Lahnasjoen pisteen FM13 perusteella laskettu hajakuormitus jaksolle 2021–2024 on taulukon 1 perusteella selvästi suurempi kuin jaksolle 2015–2020 samalle pisteelle laskettu hajakuormitus. Hajakuormitustasossa havaittu ero on mahdollisesti seurausta pisteiden FM14 ja FM13 väliseltä alueelta Lahnasjokeen päätyvästä hajakuormituksesta, joka näkyy pisteen FM13 mittauksissa, mutta ei muualla. Tämän vuoden 2015–2020 tasoon verrattuna ylimääräisen hajakuorman suuruus vaihteli vuosittain 0–2000 tn/a vuodessa välillä. Kuukausitasolla ns. ylimääräistä kuormitusta oli lähinnä toukokuussa.

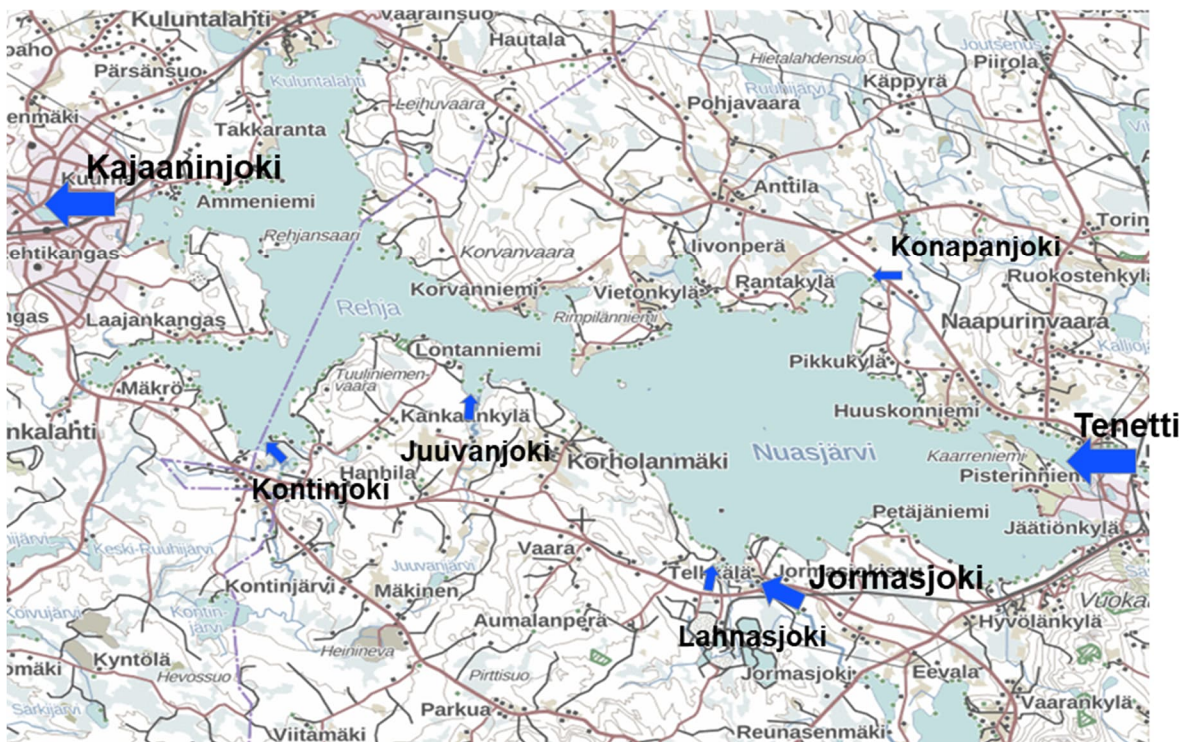
Nuasjärveen johdetaan kaivosvesiä myös Terrafame Oy:n kaivoksen purkuputkea pitkin. Putken suu sijaitsee järven itäpään altaassa noin 2,5 km Jormasjoen suulta koilliseen. Putki on otettu käyttöön syksyllä 2015. Putken purkuvesimäärät ovat luokkaa 0,1–0,2 % järven lähtövirtaamasta. Terrafame Oy:n sulfaattikuormitus on vaihdellut vuositasona vuosina 2020–2023 10 126–13 191 tn/a ja nikkelikuormitus 111–263 kg/a. Terrafame Oy:n purkuputken luparaja vuosittaiselle sulfaattikuormitukselle on 15 000 tn/a.

Tenetin kautta Nuasjärveen päätyvä nikkeli, arseeni ja sulfaattikuormitus on tässä mallinnuksessa tulopitoisuuksien ja Tenetin virtaaman perustella arvioitu olevan luokkaa 2500 kg/a, 700 kg/a ja 5500 tn/a (keskipitoisuudet nikkeli 0,9 µg/l, arseeni 0,25 µg/l, sulfaatti 2 mg/l, keskivirtaama 88 m³/s). Tenetin tuomien vesien pitoisuuksista ei ole suoria mittauksia.

2.2 Mallihila

Virtaus- ja vedenlaatulaskentaa varten Nuasjärvestä konstruointiin mallihila. Tässä laskennassa käytettiin tasavälistä neliöhilaa, jossa hilaruudun koko oli vaakasuunnassa 100 x 100 m. Syvyysuunnassa käytettiin ns. z-hilaa, jossa hilatasot ovat joka kohdassa samalla syvyydellä. Hila sopii hyvin tapauksiin, jossa vesi kerrostuu syvyysuunnassa joko lämpötila- tai suolapitoisuuseroista johtuen. Syvyysuunnassa hilakoppien koko oli 1 m, ja tasoja oli yhteensä 30 kappaletta.

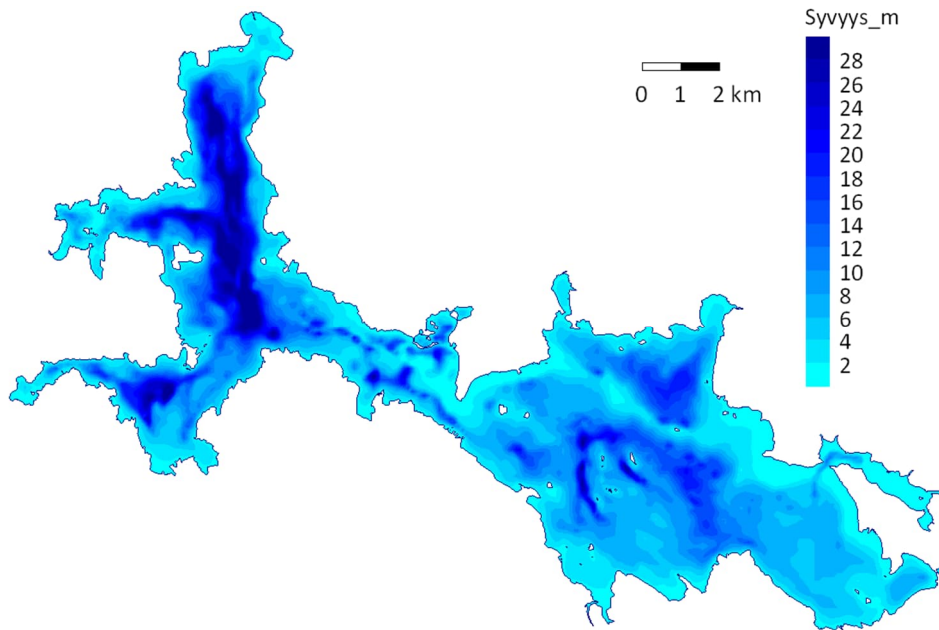
Mallihila ja lasketut syvyydet on esitetty kuvassa 2. Kuvassa 3 on lisäksi esitetty mallihilan osa Jormaslahden kohdalta, kuvassa näkyy myös keskeisten vedenlaadun seurantapisteidä sijainnit.



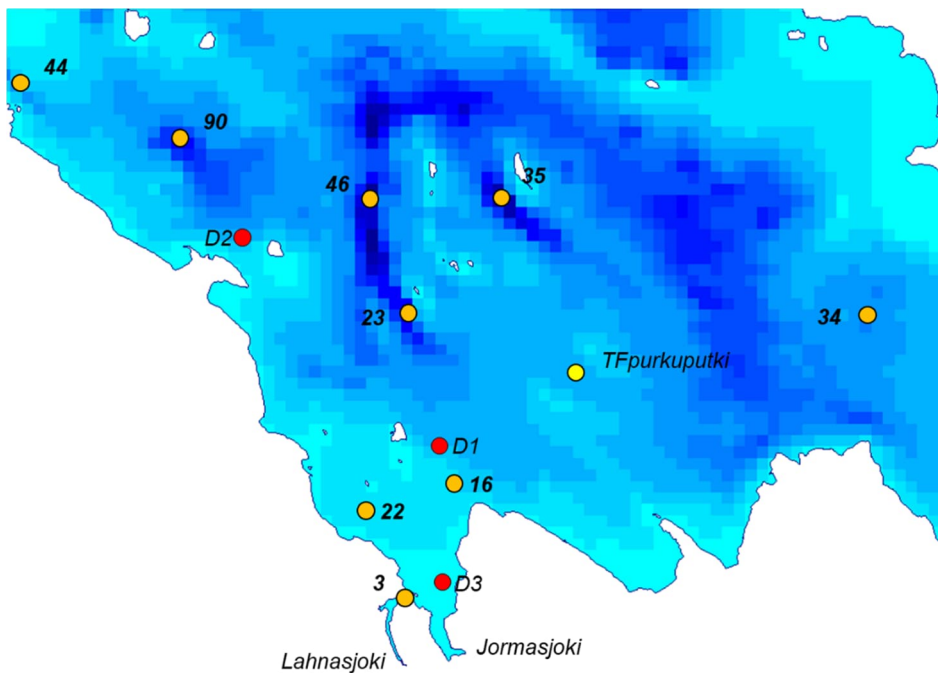
Kuva 1: Nuasjärvi, suurimmat järveen tulevat ja järvestä lähtevät virtaamat.

Suurin Nuasjärveen laskeva joki on Tenetti, jonka keskivirtaama on noin 90 m³/s. Lisäksi järveen laskevat Jormasjoki (4,4 m³/s), Konapanjoki (0,57 m³/s), Juuvanjoki (0,51 m³/s), Kontinjoki (1,5 m³/s) ja Lahnasjoki (0,45 m³/s). Näiden lisäksi järveen laskee vesiä lähivaluma-alueelta ja pienemmistä joista. Em. tiedot ovat vuosien 2015–2020 keskiarvoja.

Nuasjärvestä lähtevän Koivukosken keskimääräinen virtaama jaksolla 2010–2020 oli 96 m³/s. Jaksolla 2015–2020 vuodet 2015, 2017 ja 2020 olivat keskimääräistä runsasvetisempiä. Virtaamat olivat suurimmat jaksolla 2015–2020 vuonna 2015 ja pienimmät vuonna 2019.



Kuva 2: Nuasjärven mallihila ja syvyydet.

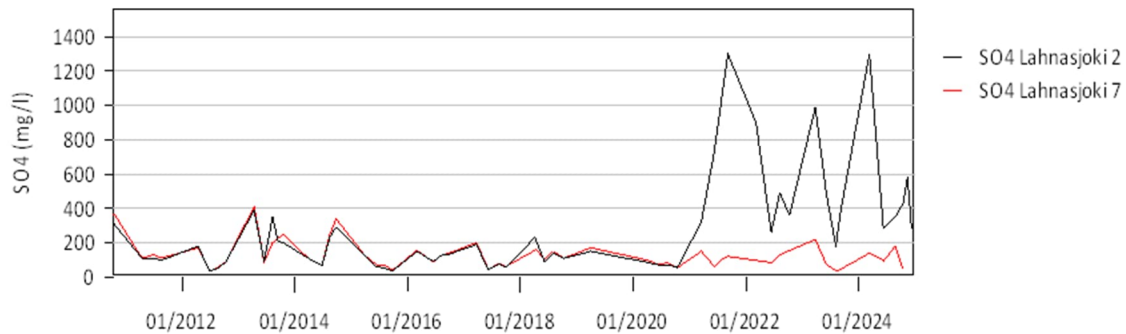


Kuva 3: Nuasjärven mallihila, itäisen altaan eteläpuoli. Kuvassa on esitetty vaihtoehtoiset Elementisin purkupaikat (D1, D2 ja D3) (punaiset pallot) ja vedenlaadun seurantapisteiden (oranssit pallot) sijainti, joista on esitetty mallituloksia. Piste 90 on vain tässä mallinnuksessa käytetty seurantapiste. TerraFame Oy:n purkupuutken paikka on merkitty keltaisella pallolla.

3 Vuosien 2020–2024 mallinnus ja mittaukset

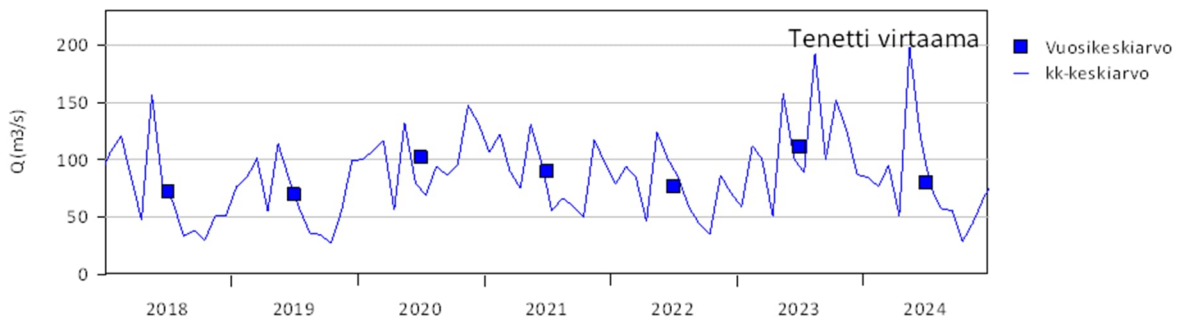
Laskentamallin toiminnan testaamiseksi mallilla laskettiin nykytilanne jaksolle 10/2020–06/2024. Tämän jälkeen mallin laskemia sulfaattipitoisuuksia verrattiin vesistöstä mitattuihin pitoisuuksiin.

Vuodesta 2021 alkaen Lahnasjokeen johdettu sulfaattikuormitus nousi juoksutusten aloittamisen jälkeen selvästi vuoden 2020 tasoon verrattuna. Samalla jaksolla Jormasjoen kuormitus laski (vuoteen 2020 verrattuna). Terrafamen purkuputken kuormitus vaihteli vuosina 2021–2023 10100–13200 tn/a, kun se vuonna 2020 oli noin 11800 tn/a tasolla. Kuvassa 4 on esitetty Lahnasjoen seurantapisteestä Lahnasjoki 2 (FM13) ja Lahnasjoki 7 (FM14) mitatut sulfaattipitoisuudet vuosilta 2018–2024. Näistä piste Lahnasjoki 2 on lähempänä jokisuuta kaivosalueen alapuolella.



Kuva 4: Lahnasjoen sulfaattipitoisuus, mittauspiste Lahnasjoki 2 (Hertta 2025).

Nuasjärveen johdetun kuormituksen laimentumiseen vaikuttaa keskeisesti läpivirtaama. Suurin tulovirtaama Nuasjärveen on Tenetti (osuus tulovirtaamasta yli 90 %), jonka keskimääräiset kuukausi- ja vuosivirtaamat jaksolta 2018–2024 on esitetty kuvassa 5. Tenetin keskivirtaama jaksolla 2018–2024 oli 85 m³/s. Vuonna 2020 ja 2023 virtaama oli keskiarvoa suurempi, vuonna 2021 lähellä keskiarvoa ja vuonna 2022 keskiarvoa pienempi.



Kuva 5: Tenetin keskimääräiset kuukausi- ja vuosivirtaamat (Hertta 2025).

Kuvassa 6 on esitetty laskettuja ja mitattuja sulfaattipitoisuuksia Nuasjärven valituissa seurantapisteissä. Pisteiden paikat on esitetty kuvassa 3.

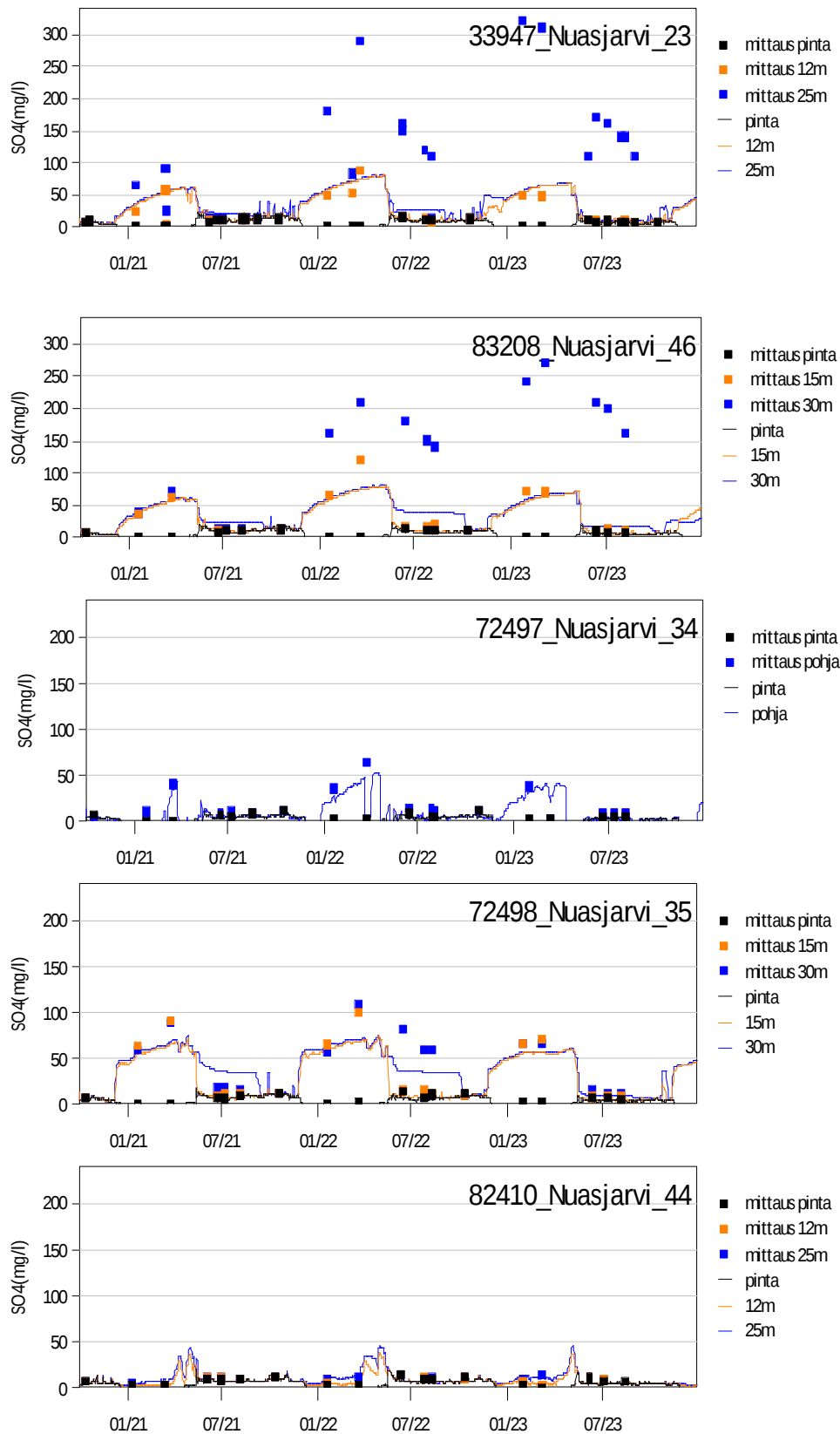
Mallilaskennassa pintakerros ja välikerros toistuvat hyvin mittauksia vastaavasti. Pisteitä 23 ja 46 lukuun ottamatta myös pohjakerroksen pitoisuudet toistuvat mallissa kohtuullisen hyvin mittauksia vastaavasti, joskin pisteessä 35 kesän 2021 pitoisuustaso on mallissa mittauksia suurempi.

Pisteiden 23 ja 46 pohjakerroksen pitoisuudet ovat vuosina 2021–2024 selvästi aikaisempaa korkeammalla tasolla. Tämän johtunee todennäköisesti siitä, että Lahnasjoesta on talvella kulkeutunut suolapitoista vettä pohjaa pitkin pisteen 23 kautta pisteen 46 syvänteeseen. Arvio perustuu siihen, että Lahnasjoen sulfaattipitoisuudet ovat mittauksissa olleet vuosien 2022–2024 talvina noin 1000 mg/l tasolla tai sitä suurempia (kuva 4), kun muut sulfaattikuormitukset ovat pysyneet lähellä aikaisempaa kuormitustasoa.

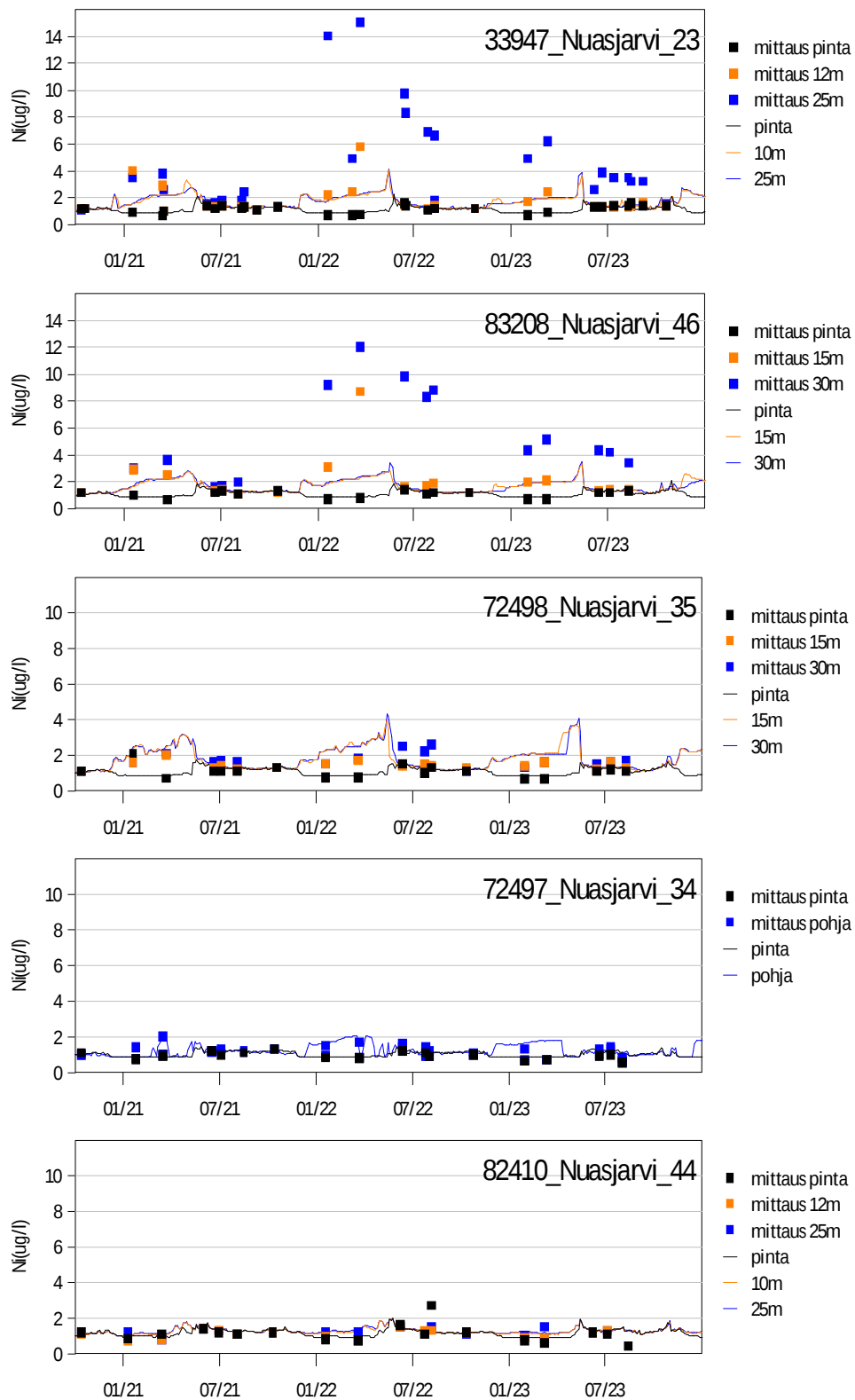
Malli ei ole selvästikään onnistunut laskemaan Lahnasjoesta lähtevää pohjan myötäistä kulkeutumista tarkasti, vaan pitoisuus on matkalla sekoittunut liikaa ympäröivään järviveteen, minkä takia pohjan pitoisuustaso pisteissä 23 ja 46 ei ole mallissa mittauksia vastaavalla tasolla. Sekoittumisen lisäksi on mahdollista, että kuormitus on ollut laskennassa käytettyä kuormitusta suurempi. Todennäköisempi vaihtoehto on liiallinen sekoittuminen.

Jaksolle lasketut nikkelpitoisuudet (liukoinen pitoisuus) verrattuna mittauksiin on esitetty kuvassa 7. Nikkelpitoisuudet käyttäytyvät sulfaattipitoisuuksien tyypisesti, toisin sanoen pisteiden 23 ja 46 pohjan pitoisuudet nousevat mittausten perusteella korkeiksi, eikä mallilaskenta toista näitä oikein. Muissa pisteissä ja syvyyskerroksissa pitoisuustasot vastaavat mittauksia kohtalaisesti.

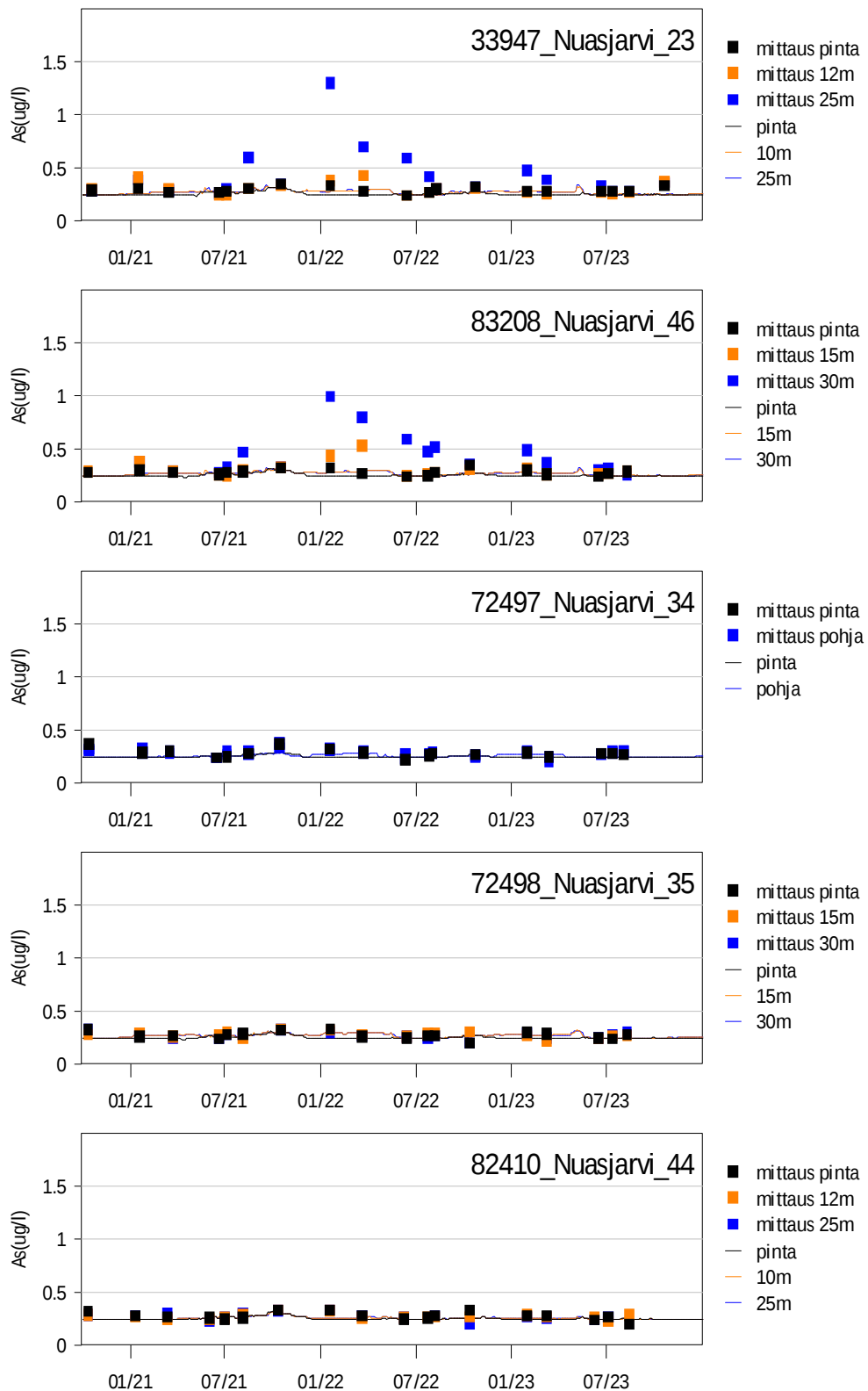
Lasketut arseenipitoisuudet (liukoinen pitoisuus) verrattuna mittauksiin on esitetty kuvassa 8. Myös arseenin pitoisuudet nousevat pisteiden 23 ja 46 pohjakerroksessa mittausten perusteella korkeiksi, eikä mallilaskenta toista näitä oikein. Arseenin pitoisuustaso pysyy muissa pisteissä tyypillisesti alle 0,5 µg/l, ja pitoisuuksien vaihtelu jää pieneksi em. pisteitä lukuun ottamatta.



Kuva 6: Laskettu ja mitattu sulfaattipitoisuus pisteissä 23, 46, 34, 35 ja 44. Huomaa eri asteikot pisteillä 23 ja 46.



Kuva 7: Laskettu ja mitattu nikkelpitoisuus pisteissä 23, 46, 34, 35 ja 44. Huomaa eri asteikko pisteillä 23 ja 46.



Kuva 8: Laskettu ja mitattu arseenipitoisuus pisteissä 23, 46, 34, 35 ja 44.

4 Skenaariolaskennat

4.1 Laskentaskenaariot ja skenaarioiden kuormitukset

Mallin laskentajaksona käytettiin aikaväliä 06/2021–05/2023. Mallin alussa on laskettu lisäksi 8 kuukautta mallin alustamiseen (jakso 10/2020–05/2021).

Skenaarioissa laskettiin sulfaatin leviämistä kolmesta suunnitellusta purkuputken paikasta. Purkuputken kuormituksena on käytetty skenaarioissa S1–S3 hankevaihtoehdon VE1 kuormitustasoa (3035 tn/a) eli hankevaihtoehdoista VE1 ja VE2 suurempaa. Pisteiden paikat on esitetty kuvassa 3. Tässä on esitetty tulokset seuraavista skenaarioista:

- S0 nykytilanne (mittausten mukainen kuormitus)
- S1 purkuputki paikka D1, SO₄ kuormitus 3035 tn/a
- S2 purkuputki paikka D2, SO₄ kuormitus 3035 tn/a
- S3 purkuputki paikka D3, SO₄ kuormitus 3035 tn/a

Mallissa käytetyt purkuputken kuukausikuormitukset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2: Elementisin suunnitellun purkuputken kuukausittaiset kuormitukset skenaarioilla S1, S2 ja S3.

Kuukausi	Juoksutus	Ni (liukoinen)		As (liukoinen)		SO ₄	
	m ³ /kk	ug/l	kg/kk	ug/l	kg/kk	mg/l	tn/kk
Tammi	112756	12.0	1.348	44.3	4.99	1223	137.9
Helmi	102314	12.2	1.250	39.1	4.00	1217	124.5
Maalis	189735	30.7	5.819	58.0	11.01	1440	273.3
Huhti	329816	15.3	5.042	57.6	18.99	1399	461.4
Touko	372911	6.0	2.246	53.6	20.00	1346	501.8
Kesä	186940	8.6	1.607	58.9	11.01	1450	271.0
Heinä	189586	10.0	1.892	58.0	11.01	1411	267.5
Elo	175456	10.4	1.824	51.2	8.99	1361	238.8
Syys	164697	7.9	1.306	54.6	9.00	1317	217.0
Loka	169812	8.9	1.519	52.9	8.99	1342	227.9
Marras	117396	12.0	1.410	42.7	5.01	1259	147.8
Joulu	124930	18.4	2.303	48.1	6.01	1330	166.2
k.a.		12.7	2.30	51.6	9.9	1340	252.9
YHT / a	2236000		27.6		119.0		3035

Jos skenaarion S1 mukaisen kuormituksen oletetaan sekoittuvan täysin järven itäaltaasta lähtevään virtaamaan (Tenetti+Jormasjoki+Konapanjoki+Lahnasjoki, keskimäärin 93 m³/s) vuositasolla, saadaan järvestä lähtevän veden

sulfaattipitoisuuden nousu jakamalla vuosikuormitus vuosittaisella lähtövirtaamalla. Laskun lopputuloksena saadaan järvestä lähtevän veden sulfaattipitoisuuden keskimääräiselle nousulle arvo 1 mg/l. Toisaalta, jos kuormitus kohdistuu vuodessa noin 2 km² laajuiselle syvänealueelle, jonka tilavuus on 10 milj.m³, nousisi tämän alueen pitoisuus skenaarion S1 kuormituksella noin 300 mg/l.

Skenaariossa S0 Lahnasjoen kuormitus asetettiin mittauspisteessä Lahnasjoki 2 (FM13) mitattujen pitoisuuksien ja virtaamien mukaiseksi.

Skenaarioissa S1–S3 Lahnasjoen sulfaattipitoisuutena käytettiin skenaarioissa S1–S3 juoksutusvesien purkupaikan yläpuolelta Lahnasjoen mittauspisteeltä Lahnasjoki 7 (FM14) laskenta-ajankohdan mukaista mitattua sulfaattipitoisuutta. Tämä vastasi hyvin pisteen Lahnasjoki 2 (FM13) pitoisuuksia jaksolla 2015–2019. Kuormituksen määrä on Lahnasjoen keskivirtaamalla 0,39 m³/s ja Lahnasjoen pisteen 7 keskipitoisuuksilla (SO₄ 110 mg/l) sulfaatin osalta keskimäärin 1350 tn/a. Muiden Nuasjärveen laskevien jokien sulfaattipitoisuus asetettiin arvoon 2 mg/l. Kaikissa skenaariossa (S0–S3) Terrafame Oy:n purkuputken kuormitus on huomioitu luparajan mukaisena.

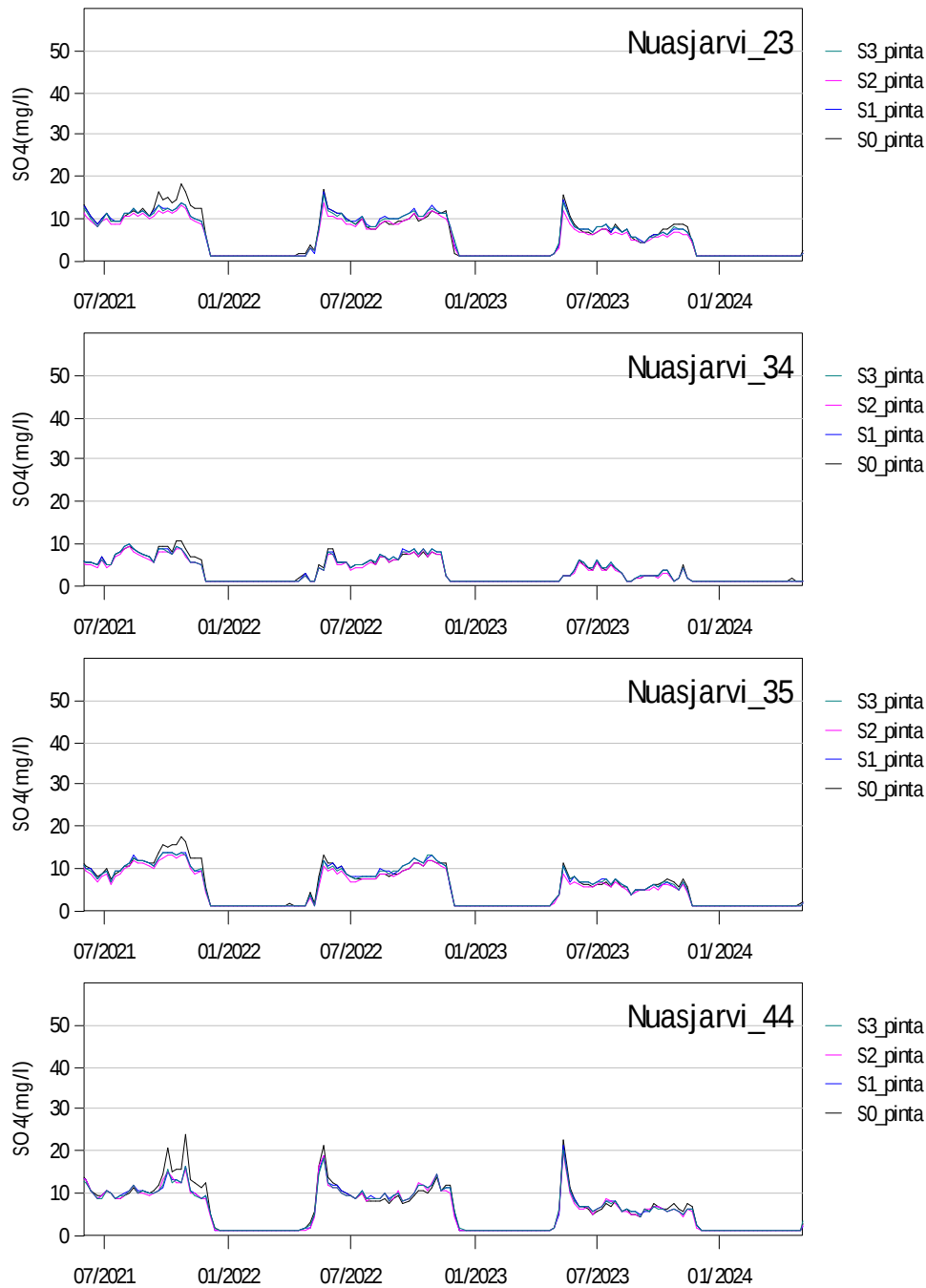
Elementisin suunnitellun purkuputken kuormitus on laskettu arvioidun purkuvesimäärän ja purkuveden pitoisuuksien avulla, ja sijoitettu malliin ainekuormituksena, ts. malli ei ota huomioon purkuvesimäärää. Laskentatapa voi aiheuttaa lievän yliarvion mallin laskemiin pitoisuuksiin.

Mallin vaaka- ja syvyyssuuntaisesta erottelutarkkuudesta johtuen purkuvesi sekoittuu mallissa heti purkupisteessä järviveteen noin 1:15–1:20 suhteessa. Käytännössä tämän tason sekoittuminen vastaa tilannetta, jossa purkuputken päässä on jonkinlainen purkuveden ja järviveden sekoittumista tehostava rakenne, ts. diffuusori.

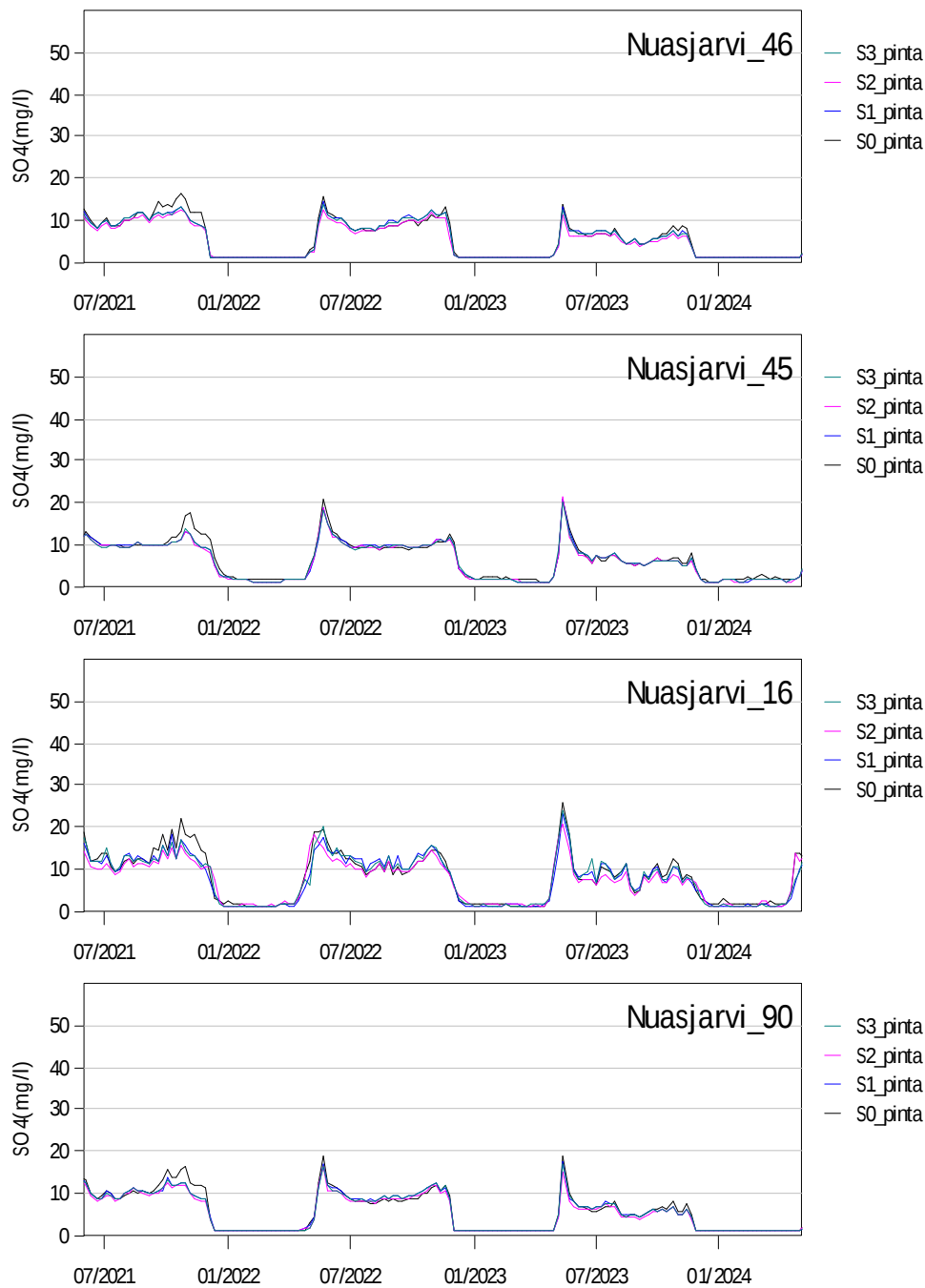
4.2 Lasketut sulfaattipitoisuudet seurantapisteissä

Kuvissa 9–12 on esitetty skenaarioiden S0, S1, S2 ja S3 sulfaattipitoisuuden aikasarjat valituista pisteistä pinta- ja pohjakerroksessa. Pitoisuudet on selvyyden vuoksi piirretty kuviin viikkokeskiarvoina.

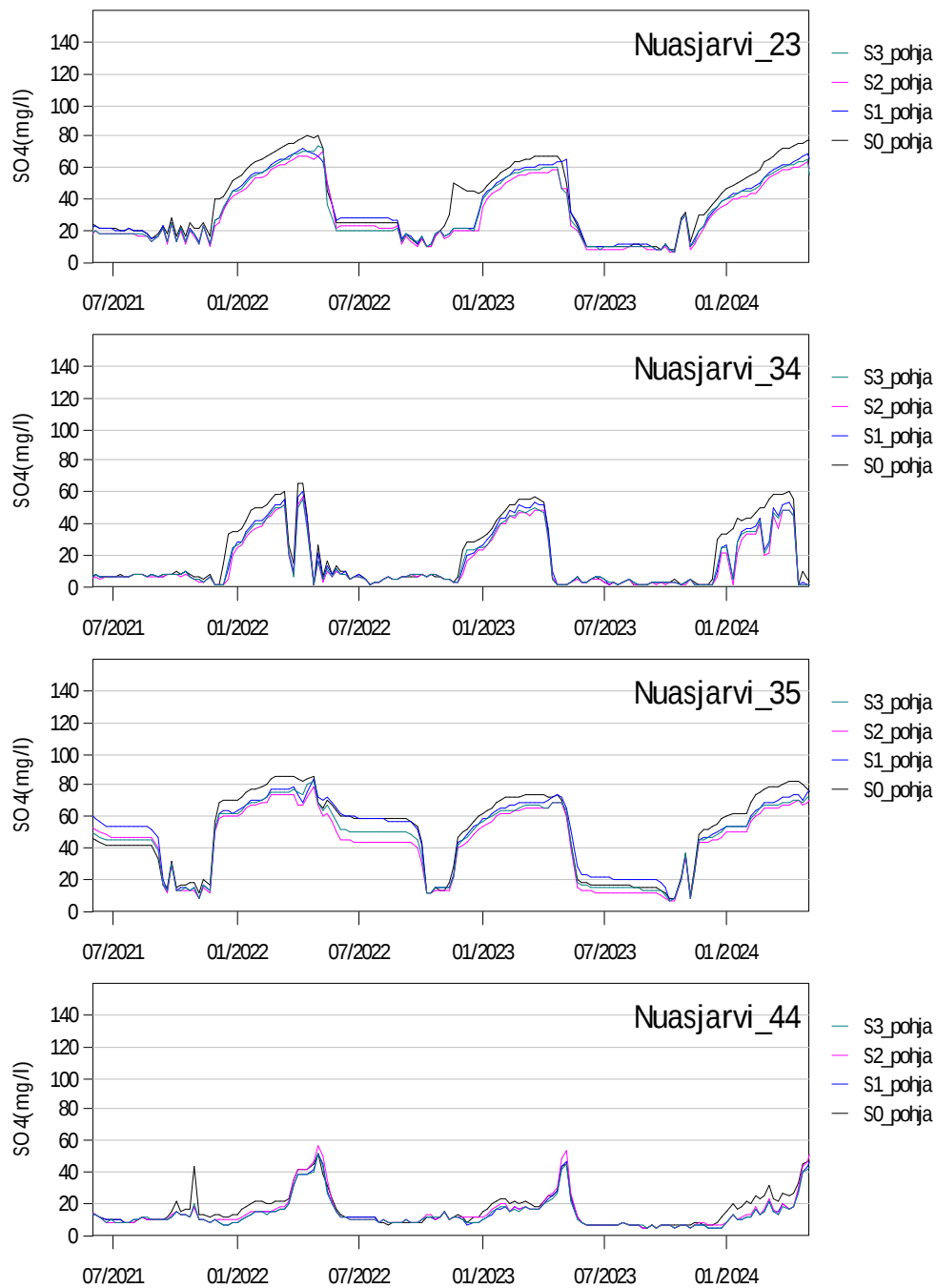
Purkuputken kuormitus sekoittuu kesällä koko järven syvyyteen, mutta talvella kuormitus nostaa lähinnä pohjakerroksen pitoisuuksia. Se millä alueella pohjakerroksen pitoisuus talvella nousee, riippuu purkupisteen sijainnista. Kesällä purkupisteen sijainnilla ei ole yhtä selvää vaikutusta pitoisuustasojen nousuun kuin talvella.



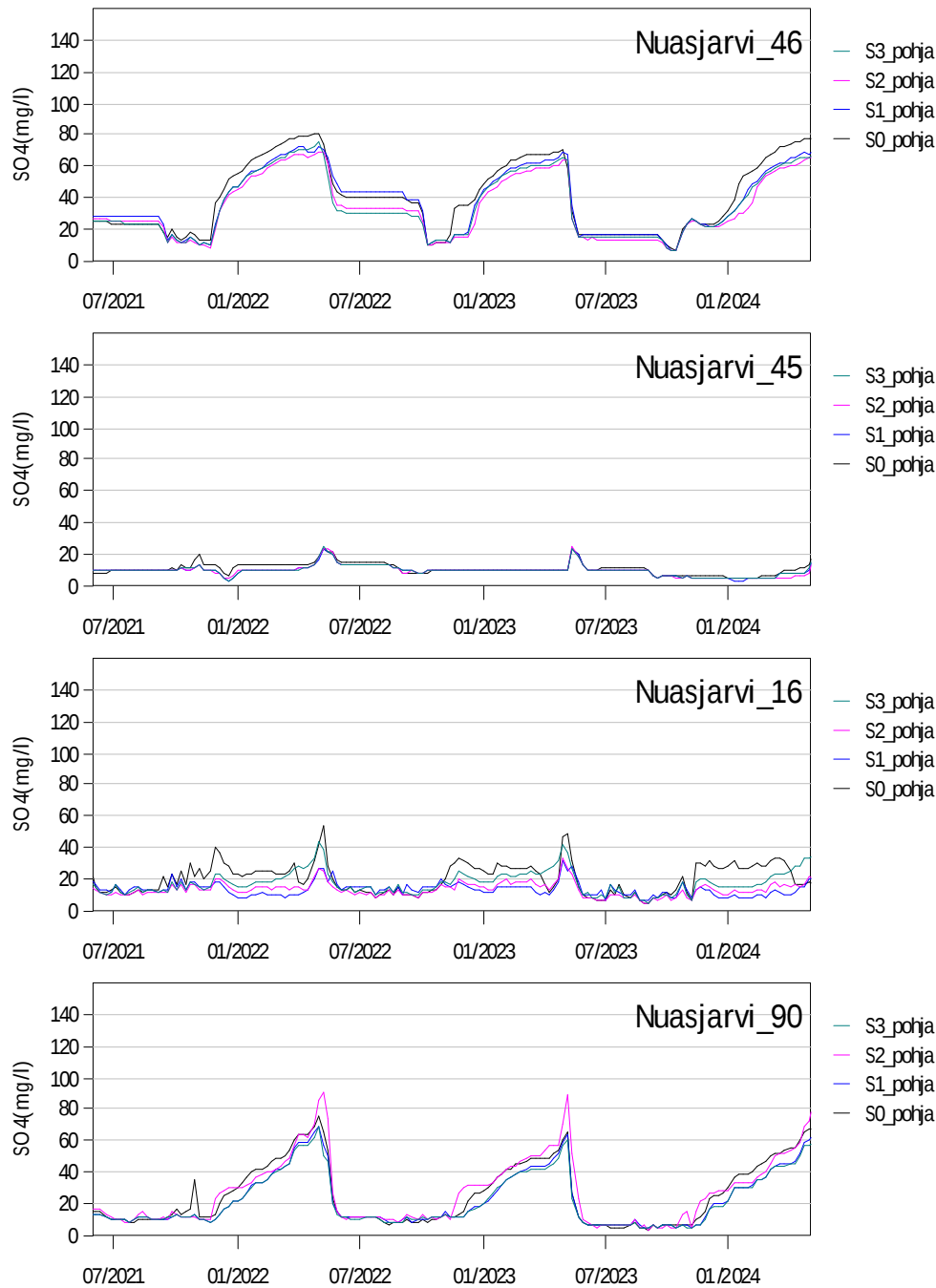
Kuva 9: Pintakerroksen pitoisuudet seurantapisteissä eri skenaarioilla.



Kuva 10: Pintakerroksen pitoisuudet seurantapisteissä eri skenaarioilla.



Kuva 11: Pohjan sulfaattipitoisuudet valituissa pisteissä eri skenaarioilla.



Kuva 12: Pohjan sulfaattipitoisuudet valituissa pisteissä eri skenaarioilla.

Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty em. skenaarioiden keski- ja maksimipitoisuudet pinta- ja pohjakerroksessa koko laskentajaksolta. Maksimipitoisuus on laskettu vuorokauden keskipitoisuuksista, ts. taulukossa esitetty maksimipitoisuus on laskentajakson suurin pitoisuuden vuorokausikeskiarvo. Tämä siksi, että

kuormitukseen liittyvät lähtötiedot, ts. purkuputkien kuormitukset, jokien tulopitoisuudet ja virtaamat ovat mallissa vuorokausiarvoina.

Taulukko 3: Pitoisuuskeskiarvot ja -maksimit seurantapisteiden pintakerroksessa jakson 10/2020-05/2024 ajalta eri skenaariolla.

Pintakerros	keskiarvo				maksimi			
Skenaario	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Piste	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Nuasjarvi_23	6.0	6.0	5.5	5.9	21.9	21.1	16.1	19.8
Nuasjarvi_34	3.6	3.6	3.4	3.6	13.2	11.7	10.8	11.4
Nuasjarvi_35	5.7	5.5	5.2	5.5	19.1	16.3	15.0	17.0
Nuasjarvi_44	6.3	6.0	5.9	6.0	38.2	26.9	26.9	25.4
Nuasjarvi_46	5.7	5.6	5.2	5.5	23.7	21.1	20.4	20.6
Nuasjarvi_45	6.7	6.4	6.3	6.4	25.3	24.5	24.7	22.3
Nuasjarvi_16	8.2	7.7	7.3	7.8	36.5	31.8	30.4	34.8
Nuasjarvi_22	8.2	7.5	7.2	7.9	63.7	48.6	44.9	46.9
Nuasjarvi_90	5.8	5.7	5.4	5.6	28.1	26.0	26.4	24.4
pisteiden k.a.	6.3	6.0	5.7	6.1	30.2	25.3	23.6	24.8

Taulukko 4: Pitoisuuskeskiarvot ja -maksimit seurantapisteiden pohjakerroksessa jakson 10/2020-05/2024 ajalta eri skenaariolla.

Pohjakerros	keskiarvo				maksimi			
Skenaario	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Piste	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Nuasjarvi_23	38.7	34.2	31.3	32.3	80.5	72.4	71.9	76.1
Nuasjarvi_34	20.1	16.6	14.8	15.8	67.3	61.0	57.9	55.5
Nuasjarvi_35	50.9	48.6	43.3	45.3	87.3	86.6	83.1	85.2
Nuasjarvi_44	16.6	13.7	14.6	13.6	60.7	55.3	60.3	53.9
Nuasjarvi_46	41.0	37.4	33.8	34.6	81.0	73.5	71.0	76.8
Nuasjarvi_45	11.0	9.9	9.9	9.9	27.3	27.1	31.8	28.7
Nuasjarvi_16	20.7	12.8	12.9	17.1	61.9	37.5	36.2	45.3
Nuasjarvi_22	20.1	12.2	12.7	15.8	90.7	56.2	57.7	60.0
Nuasjarvi_90	26.1	22.1	26.9	21.6	75.6	69.1	101.5	68.6
pisteiden k.a.	27.4	23.2	21.7	23.0	69.6	58.7	58.7	60.2

Skenaariolla S0 pintakerroksessa koko laskentajakson pitoisuuksien keskiarvot jäivät alle 10 mg/l tasolle. Pitoisuustaso on suurin Jormaslahdella, johtuen pääasiassa Lahnasjoesta tulevasta kuormituksesta.

Skenaariossa S0 pohjakerroksen keskimääräiset pitoisuudet ovat suurimmat pisteessä 35, johon kohdistuu kuormitusta sekä Elementisin kaivos- ja tehdasalueelta että Terrafame Oy:n purkuputkesta. Tässä pisteessä keskimääräinen pitoisuus nousee 50 mg/l tasolle. Lisäksi pisteissä 23 ja 46 on noin 40 mg/l tason pitoisuuksia, muissa pisteissä pitoisuudet jäivät näitä pisteitä alhaisemmalle tasolle.

Skenaarioilla S1, S2 ja S3 keskipitoisuudet ovat enimmäkseen S0 skenaariota alhaisempia, paitsi skenaariolla S2 pisteessä 90. Skenaarioilla S1–S3 pintakerroksen keskimääräinen sulfaattipitoisuus laskee noin 0–1 mg/l. Pohjalla pitoisuus laskee noin 1–8 mg/l skenaarioon S0 verrattuna (pois lukien pisteen 90 pohjakerros, jossa pitoisuus nousee hieman skenaarioon S0 verrattuna).

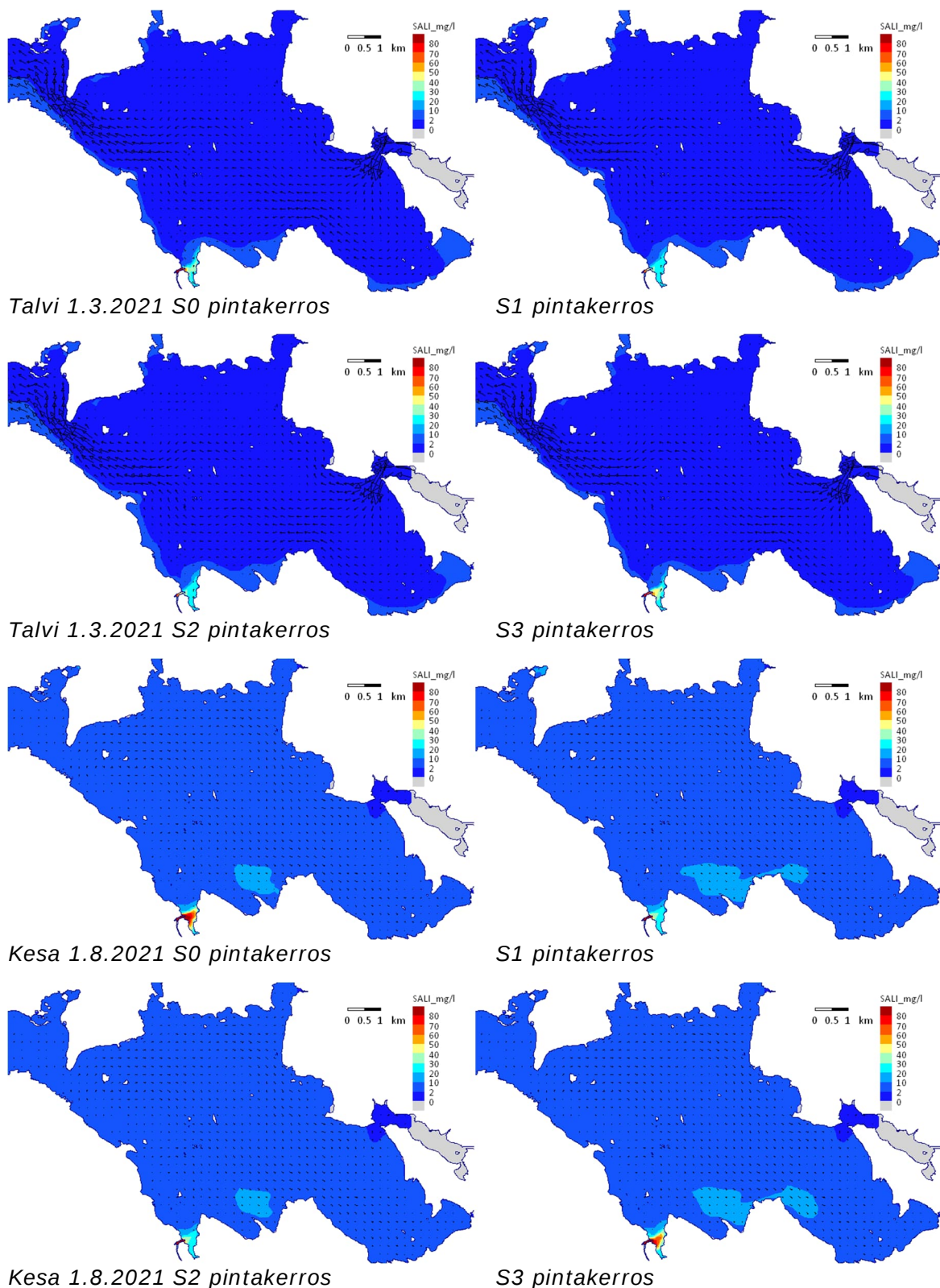
Kerrostumiskäyttäytyminen ei aikasarjakuvien perusteella muutu millään skenaariolla, joskin purkuputken käyttöönotto vähentää sulfaattipitoisuutta ja siten kerrostumisen voimakkuutta pisteissä 23, 35 ja 46.

4.3 Sulfaatin pitoisuuskartat skenaariolle S0, S1, S2 ja S3

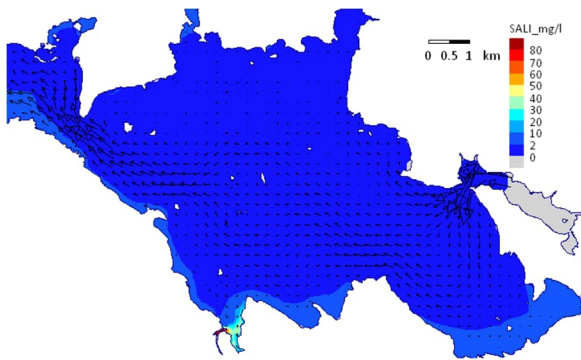
Kuvissa 13 ja 14 on esitetty pintakerroksen pitoisuudet eri ajankohdilta skenaariolla S0, S1, S2 ja S3. Pintakerroksen pitoisuustasot jäävät talvella Jormaslahden pohjukkaa lukuun ottamatta enimmäkseen alle 10 mg/l tason. Kesällä Lahnasjoen kuormitus voi ajoittain kulkeutua rannan suuntaisesti, jolloin pitoisuustaso nousee yli 10 mg/l tason myös Jormaslahden alueen ulkopuolella.

Kuvissa 15–18 on esitetty lasketut sulfaattipitoisuudet karttapohjalla vuosien 2021 ja 2022 talvilta 7–8 m syvyystasolta ja 12–13 m syvyystasolta. Kuormitus jakautuu kaikista purkupaikoista pääosin järven eteläpuoliselle alueelle. Purkupaikoista D1 ja D3 kuormitus päättyy jossakin määrin enemmän pisteiden 23–35–46 syvännealueelle, kun taas purkupaikasta D2 kuormitus kulkeutuu muita purkupaikkoja enemmän pisteen 90 syvänteeseen.

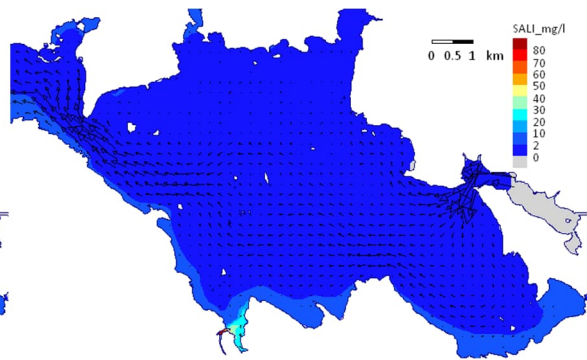
Kesällä sulfaattipitoisuudet vastaavat 12–13 m:n syvyystasolla pitkälti pintakerrosta Terrafame Oy:n purkuputken lähialuetta (seurantapiste 35) lukuun ottamatta. Aikasarjakuvissa näkyvät kesäaikaiset korkeat pohjan pitoisuudet rajoittuvat siis tätä syvyystasoa syvempiin kerroksiin.



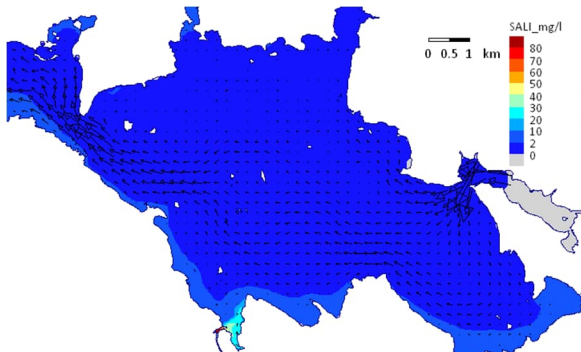
Kuva 13: Pintakerroksen sulfaattipitoisuudet skenaariolla S0, S1, S2 ja S3 1.3.2021 ja 1.8.2021.



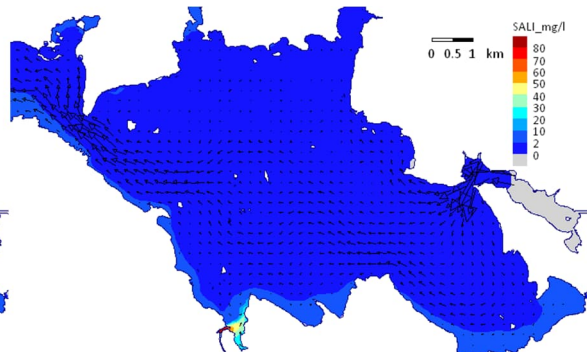
Talvi 1.3.2022 S0 pintakerros



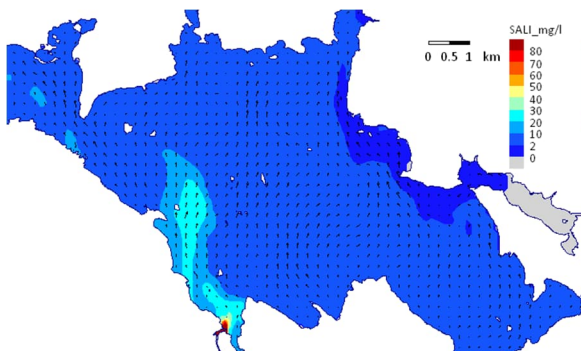
S1 pintakerros



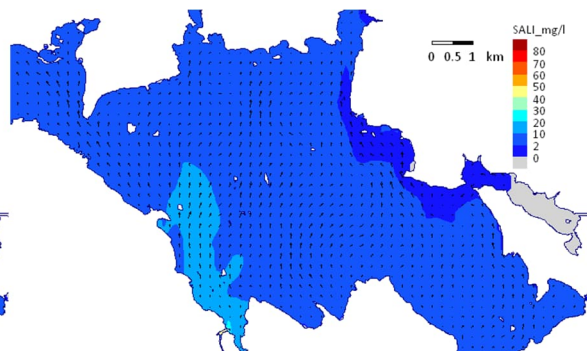
Talvi 1.3.2022 S2 pintakerros



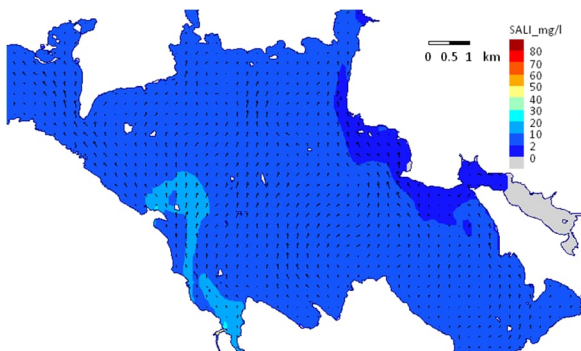
S3 pintakerros



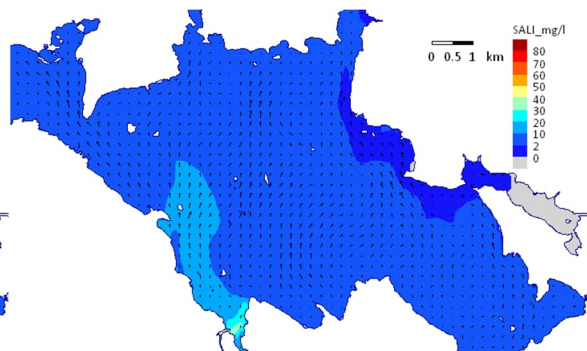
Kesa 1.8.2022 S0 pintakerros



S1 pintakerros

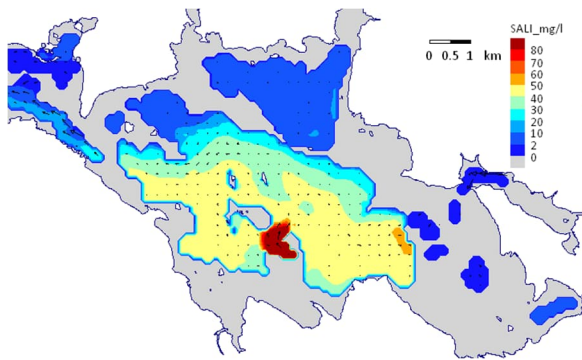


Kesa 1.8.2022 S2 pintakerros

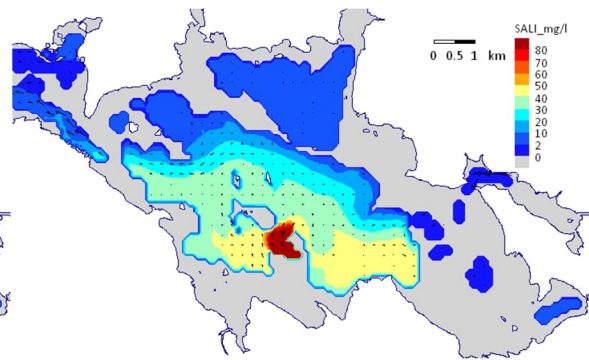


S3 pintakerros

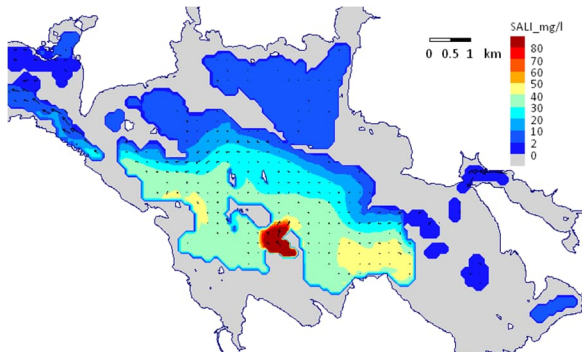
Kuva 14: Pintakerroksen sulfaattipitoisuudet skenaariolla S0, S1, S2 ja S3 1.3.2022 ja 1.8.2022.



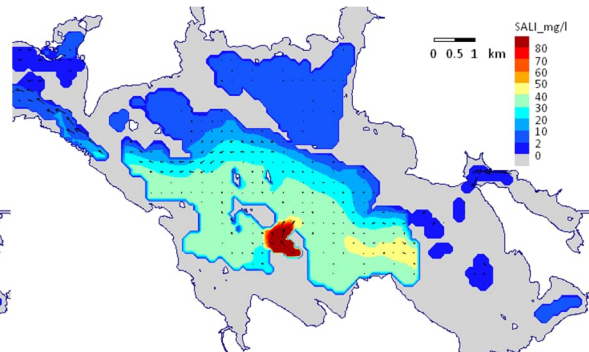
Talvi 1.3.2021 S0 7-8 m kerros



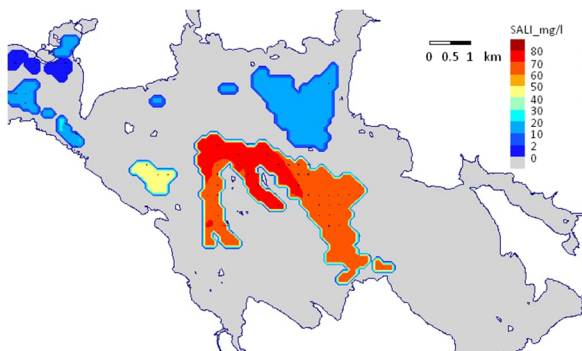
S1 7-8 m kerros



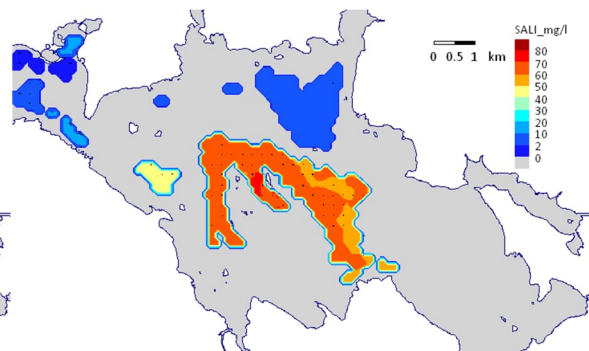
Talvi 1.3.2021 S2 7-8 m kerros



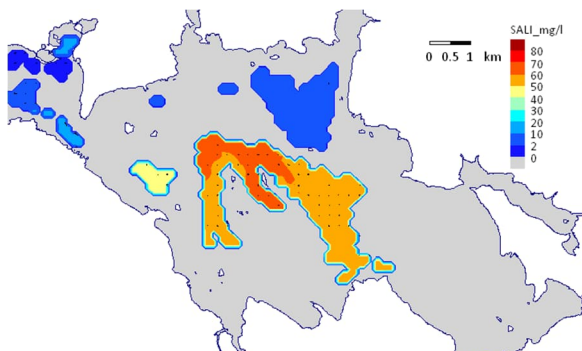
S3 7-8 m kerros



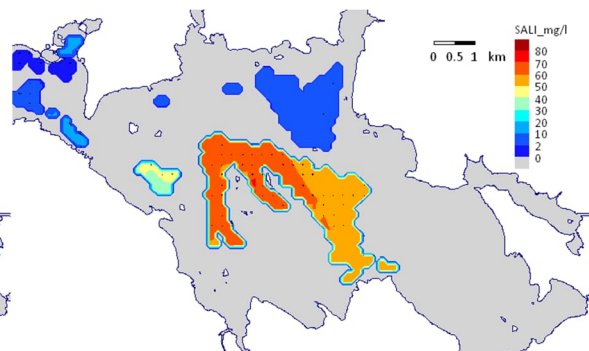
Talvi 1.3.2021 S0 12-13 m kerros



S1 12-13 m kerros

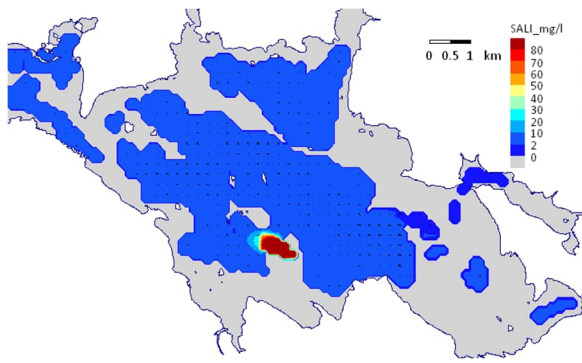


Talvi 1.3.2021 S2 12-13 m kerros

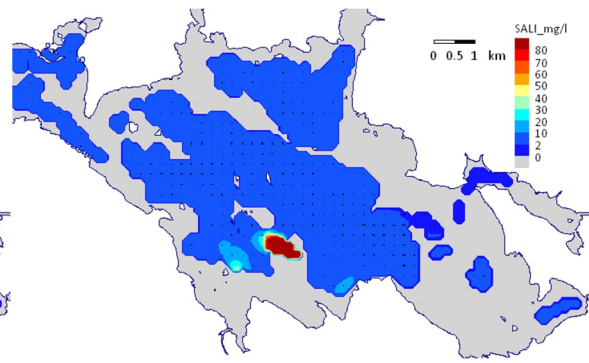


S3 12-13 m kerros

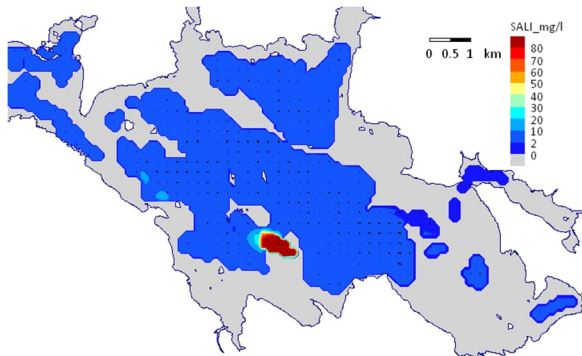
Kuva 15: Sulfaattipitoisuudet talvella 1.3.2021, 7-8 m ja 12-13 m kerrokset.



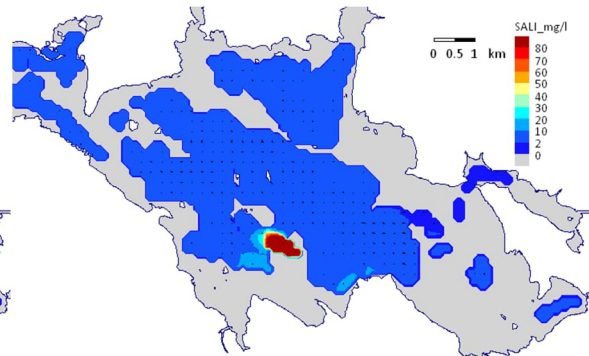
Kesa 1.8.2021 S0 7-8 m kerros



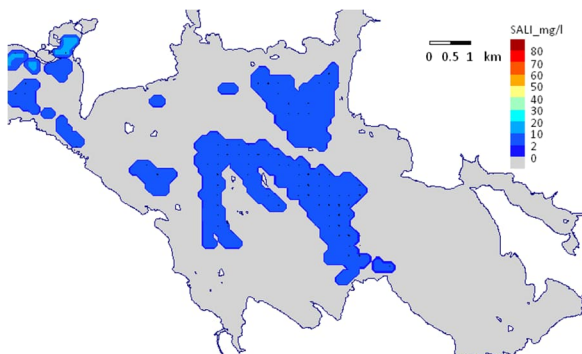
S1 7-8 m kerros



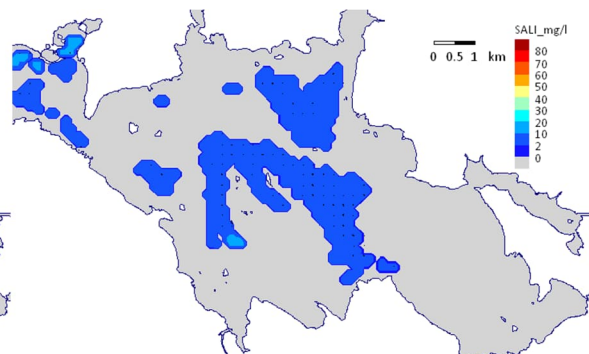
Kesa 1.8.2021 S2 7-8 m kerros



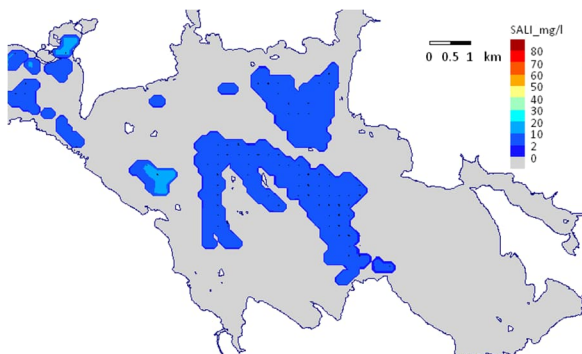
S3 7-8 m kerros



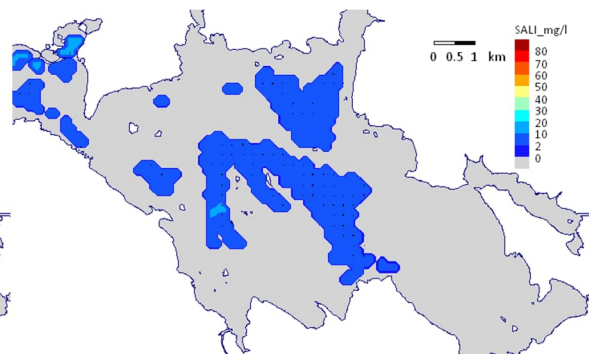
Kesa 1.8.2021 S0 12-13 m kerros



S1 12-13 m kerros

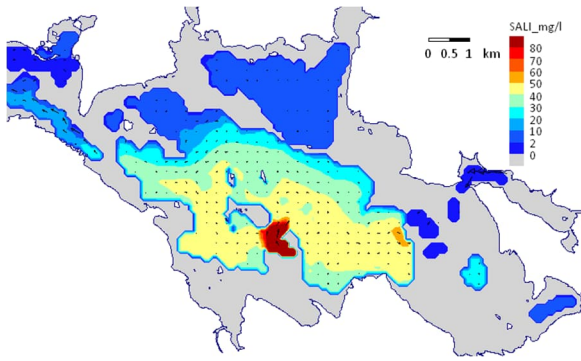


Kesa 1.8.2021 S2 12-13 m kerros

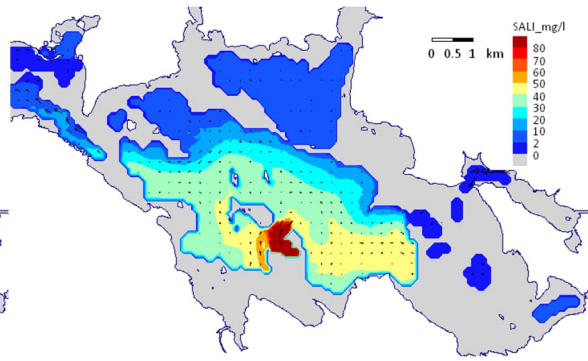


S3 12-13 m kerros

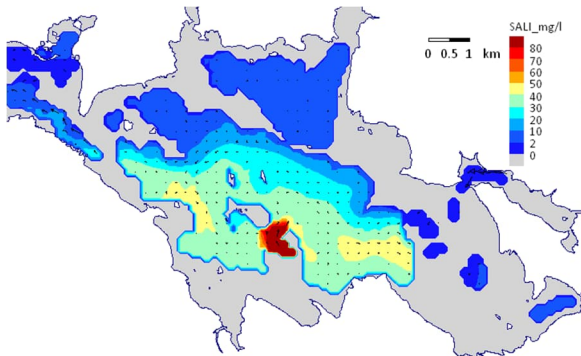
Kuva 16: Sulfaattipitoisuudet kesällä 1.8.2021, 7-8 m ja 12-13 m kerrokset.



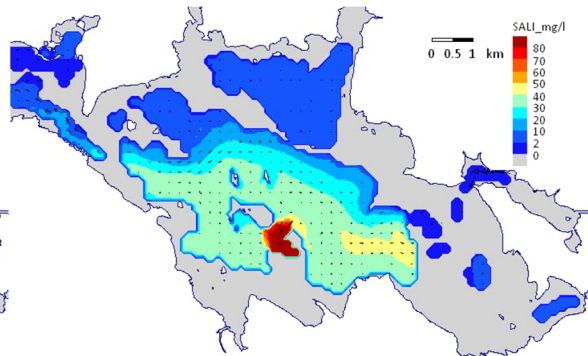
Talvi 1.3.2022 S0 7-8 m kerros



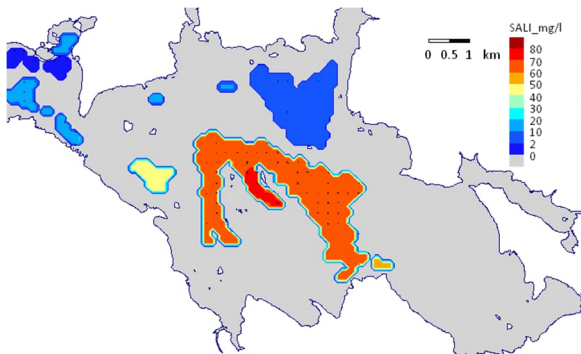
S1 7-8 m kerros



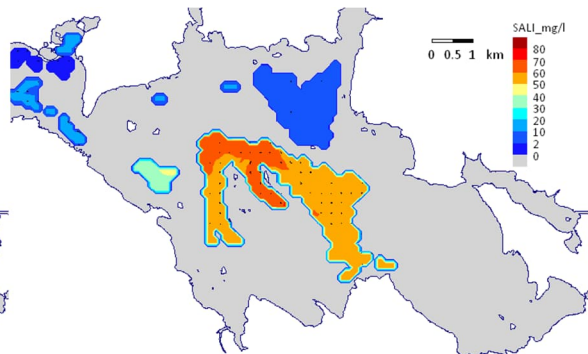
Talvi 1.3.2022 S2 7-8 m kerros



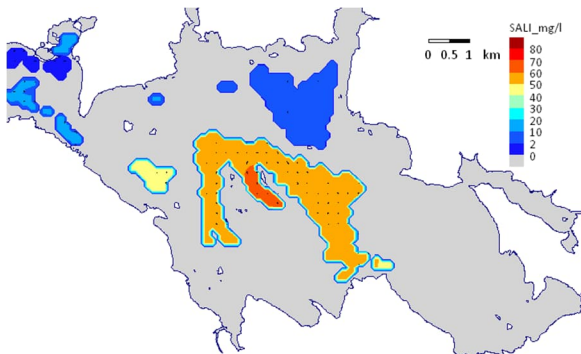
S3 7-8 m kerros



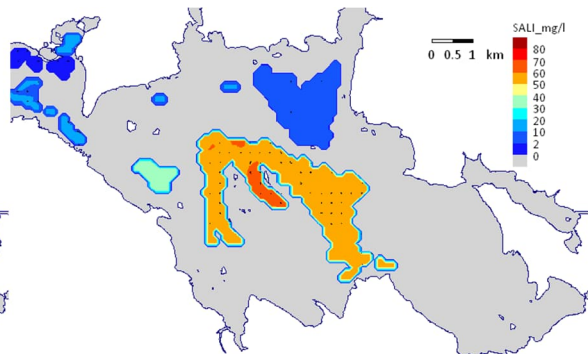
Talvi 1.3.2022 S0 12-13 m kerros



S1 12-13 m kerros

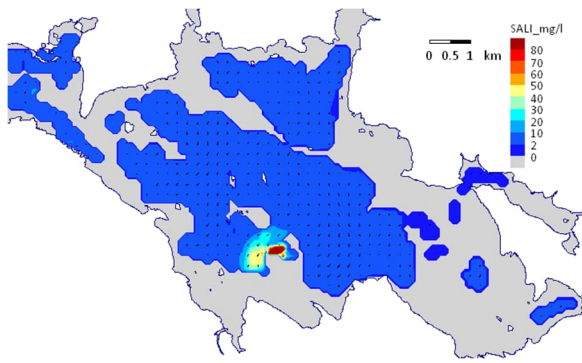


Talvi 1.3.2022 S2 12-13 m kerros

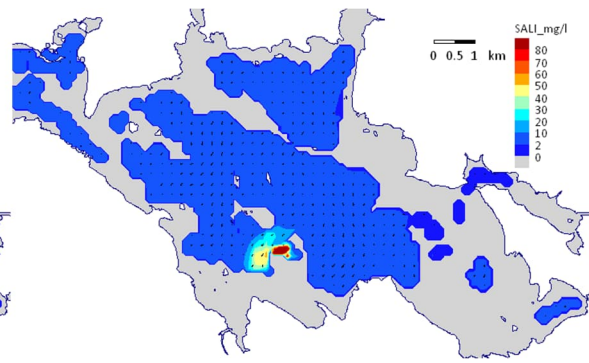


S3 12-13 m kerros

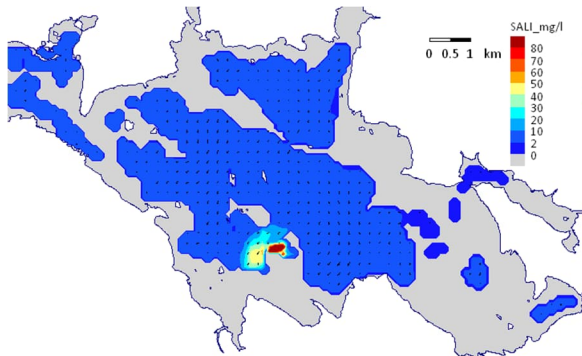
Kuva 17: Sulfaattipitoisuudet talvella 1.3.2022, 7-8 m ja 12-13 m kerrokset.



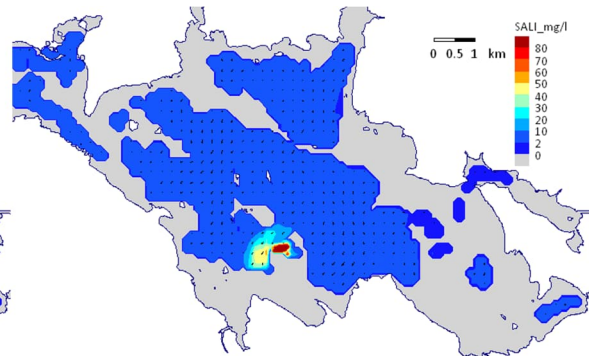
Kesä 1.8.2022 S0 7-8 m kerros



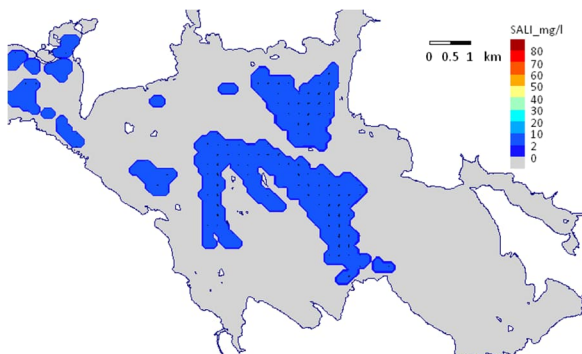
S1 7-8 m kerros



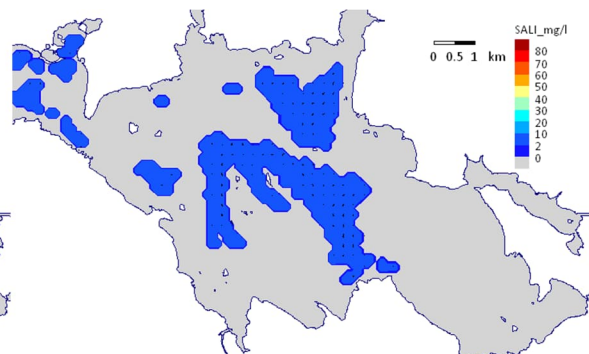
Kesä 1.8.2022 S2 7-8 m kerros



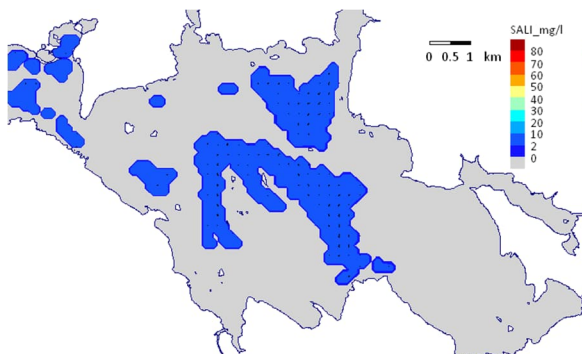
S3 7-8 m kerros



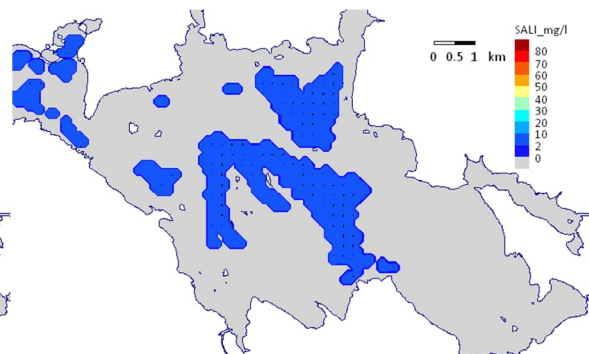
Kesä 1.8.2022 S0 12-13 m kerros



S1 12-13 m kerros



Kesä 1.8.2022 S2 12-13 m kerros



S3 12-13 m kerros

Kuva 18: Sulfaattipitoisuudet kesällä 1.8.2022, 7-8 m ja 12-13 m kerrokset.

4.4 Lasketut nikkeli- ja arseenipitoisuudet seurantapisteissä

Suunniteltujen purkuputkivaihtoehtojen aiheuttamia nikkeli- ja arseenipitoisuuksien muutoksia Nuasjärvellä arvioitiin vedenlaatulaskennan avulla. Molemmat aineet on tässä arvioitu täysin liukoisiksi ja neutraalisti käyttäytyviksi, ts. ne eivät poistu vedestä tai reagoi muiden aineiden kanssa. Laskennat on tehty liukoisille ainepitoisuuksille.

Malliin sijoitettiin Lahnasjoen, Jormasjoen, Elementisin suunnitellun purkuputken ja Terrafame Oy:n purkuputken kuormitukset.

Lahnasjoen nikkelpitoisuutena käytettiin skenaariossa S0 pisteestä FM13 (Lahnasjoki 2) mitattuja pitoisuuksia käytetyiltä laskentavuosilta.

Skenaarioissa S1, S2 ja S3 käytettiin Lahnasjoesta tulevalle nikkelille ja arseenille paremman tiedon puuttuessa vakiopitoisuutta, joka laskettiin pisteen FM13 vuosien 2015–2019 keskipitoisuuksista (kokonaispitoisuus). Mittauksista lasketut pitoisuudet olivat nikkelille 16,2 ja $\mu\text{g/l}$ ja arseenille 1,88 $\mu\text{g/l}$. Pitoisuustaso kuvastaa Lahnasjoen pitoisuutta juoksutustauon aikana eli käytännössä hajakuormituksen määrää.

Malliin tarvitaan nikkelin ja arseenin liukoisien osuuden pitoisuus. Vuosina 2022–2024 Lahnasjoen pisteessä FM13 oli mitattu sekä nikkelin kokonaispitoisuuksia että liukoisia pitoisuuksia (31 mittausta). Näiden mukaan nikkelin liukoinen pitoisuus oli 0,92 kertaa nikkelin kokonaispitoisuus. Arseenille oli vastaavia mittauksia 3 kpl. Koska mittauksia oli vähän, käytettiin tässä em. kolmen mittauksen suurinta liukoisien ja kokonaispitoisuuden suhdetta, joka oli 0,71.

Lahnasjoen kokonaispitoisuudet muunnettiin liukoisiksi pitoisuuksiksi kertomalla 2015–2019 kokonaispitoisuuksien keskiarvoja em. kertoimilla, jolloin Lahnasjoen liukoisien nikkelin pitoisuudeksi saatiin 15,0 $\mu\text{g/l}$, ja liukoisien arseenin pitoisuudeksi 1,33 $\mu\text{g/l}$. Nämä keskiarvot ovat ajoittain suuremmat kuin pisteestä FM13 mitatut pitoisuudet.

Taulukoihin 5 ja 6 on koottu laskettujen nikkelpitoisuuksien keskiarvot ja maksimiarvot eri seurantapisteistä jaksolta 12/2021–11/2023. Maksimipitoisuus on laskettu vuorokauden keskipitoisuuksista, ts. taulukossa esitetty maksimipitoisuus on laskentajakson suurin pitoisuuden vuorokausikeskiarvo. Kyseinen laskentajakso on erilainen kuin sulfaatille käytetty jakso. Tämä siksi, että vuoden 2023–2024 talvella Lahnasjoen virtaama oli selvästi keskimääräistä suurempi (koska Lahnasjoelle käytettiin tässä laskennassa vakiopitoisuuksia, olisi kuormitus 2023–2024 talvella ollut tässä käytetyillä kuormitusasetuksilla selvästi suurempi kuin toteutunut kuormitus).

Taulukko 5: Nikkelipitoisuuden keskiarvot ja maksimiavot pintakerroksessa eri seurantapisteissä jakson 12/2020-11/2023 ajalta.

Pintakerros	keskiarvo				maksimi			
Skenaario	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Piste	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nuasjarvi 23	1.17	1.13	1.13	1.13	2.96	2.73	2.70	2.89
Nuasjarvi 34	1.05	1.02	1.02	1.02	1.64	1.63	1.62	1.62
Nuasjarvi 35	1.12	1.09	1.09	1.09	2.53	2.63	2.49	2.47
Nuasjarvi 44	1.19	1.15	1.15	1.15	2.18	2.11	2.06	2.08
Nuasjarvi 46	1.14	1.11	1.10	1.11	3.39	3.60	3.64	3.37
Nuasjarvi 45	1.21	1.17	1.17	1.17	1.93	1.86	1.84	1.85
Nuasjarvi 16	1.41	1.42	1.39	1.33	5.22	5.91	6.11	5.07
Nuasjarvi 22	1.51	1.46	1.47	1.42	8.75	9.24	9.40	9.08
Nuasjarvi 90	1.16	1.12	1.12	1.12	2.46	2.29	2.33	2.30
pisteiden k.a.	1.23	1.19	1.19	1.18	3.57	3.71	3.73	3.55

Taulukko 6: Nikkelipitoisuuden keskiarvot ja maksimiavot pohjakerroksessa eri seurantapisteissä jakson 10/2020-05/2024 ajalta.

Pohjakerros	keskiarvo				maksimi			
Skenaario	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Piste	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nuasjarvi 23	1.72	1.59	1.53	1.59	4.22	3.50	4.04	3.66
Nuasjarvi 34	1.26	1.21	1.18	1.21	2.10	1.91	1.87	1.93
Nuasjarvi 35	1.81	1.67	1.62	1.66	4.39	3.97	3.91	3.79
Nuasjarvi 44	1.30	1.24	1.24	1.24	2.16	2.10	2.14	2.12
Nuasjarvi 46	1.69	1.57	1.51	1.56	3.80	3.01	3.03	3.38
Nuasjarvi 45	1.24	1.18	1.19	1.18	1.94	1.87	1.83	1.85
Nuasjarvi 16	2.46	2.23	2.39	2.10	7.02	7.49	7.58	6.96
Nuasjarvi 22	2.27	2.00	2.21	2.08	7.20	7.59	8.13	7.34
Nuasjarvi 90	1.46	1.39	1.40	1.37	2.22	2.22	2.14	2.20
pisteiden k.a.	1.72	1.59	1.61	1.58	4.10	3.93	4.06	3.88

Eri skenaarioiden nikkelpitoisuudet poikkeavat toisistaan vain vähän. Tämä johtuu siitä, että purkuputken kuormituksen vaikutus nikkelpitoisuuksiin on pieni ja seurantapisteille laskettu nikkelpitoisuus on peräisin enimmäkseen muista lähteistä kuin Elementisin purkuputkesta.

Skenaarioilla S1–S3 Jormaslahden pisteissä enimmäispitoisuudet nousevat suuremmiksi kuin skenaariolla S0. Tämä johtunee pääasiassa Lahnasjoen kuormituksesta, joka vaihtelee mittauksen mukaan skenaariolla S0, mutta on vakio skenaarioilla S1–S3. Tästä johtuen skenaarioiden S1–S3 tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia, mutta vertailu skenaarioon S0 ei välttämättä ole järkevää johtuen Lahnasjoen erilaisesta kuormituksesta.

Taulukko 7: Arseenipitoisuuden keskiarvot ja maksimiavot pintakerroksessa eri seurantapisteissä jakson 12/2020–11/2023 ajalta.

Pintakerros	keskiarvo				maksimi			
Skenaario	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Piste	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nuasjarvi 23	0.260	0.284	0.270	0.284	0.325	0.423	0.353	0.457
Nuasjarvi 34	0.256	0.269	0.262	0.270	0.308	0.329	0.303	0.328
Nuasjarvi 35	0.258	0.278	0.267	0.279	0.316	0.431	0.319	0.428
Nuasjarvi 44	0.260	0.287	0.284	0.288	0.337	0.449	0.705	0.406
Nuasjarvi 46	0.259	0.281	0.269	0.281	0.316	0.400	0.327	0.407
Nuasjarvi 45	0.256	0.287	0.287	0.287	0.297	0.403	0.421	0.383
Nuasjarvi 16	0.266	0.296	0.274	0.315	0.377	0.623	0.347	0.731
Nuasjarvi 22	0.272	0.299	0.277	0.327	0.549	0.623	0.363	0.754
Nuasjarvi 90	0.260	0.283	0.276	0.284	0.345	0.437	0.413	0.434
pisteiden k.a.	0.261	0.285	0.274	0.291	0.353	0.460	0.392	0.487

Taulukko 8: Arseenipitoisuuden keskiarvot ja maksimiavot pohjakerroksessa eri seurantapisteissä jakson 10/2020–05/2024 ajalta.

Pohjakerros	keskiarvo				maksimi			
Skenaario	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Piste	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nuasjarvi 23	0.276	0.386	0.297	0.344	0.375	1.403	0.960	0.718
Nuasjarvi 34	0.263	0.295	0.269	0.295	0.302	0.415	0.342	0.429
Nuasjarvi 35	0.275	0.375	0.287	0.360	0.326	0.893	0.409	0.761
Nuasjarvi 44	0.264	0.308	0.338	0.303	0.318	0.537	1.028	0.454
Nuasjarvi 46	0.274	0.364	0.295	0.343	0.334	1.175	0.826	0.645
Nuasjarvi 45	0.257	0.291	0.292	0.290	0.301	0.415	0.434	0.382
Nuasjarvi 16	0.292	0.340	0.298	0.493	0.578	0.710	0.425	1.121
Nuasjarvi 22	0.291	0.330	0.303	0.434	0.774	0.723	0.619	0.908
Nuasjarvi 90	0.269	0.343	0.644	0.318	0.334	0.655	1.893	0.477
pisteiden k.a.	0.274	0.336	0.297	0.358	0.414	0.784	0.630	0.677

Taulukoihin 7 ja 8 on koottu laskettujen arseenipitoisuuksien keskiarvot ja maksimiavot eri seurantapisteistä koko laskentajaksolta. Maksimipitoisuus on laskettu vuorokauden keskipitoisuuksista, ts. taulukossa esitetty maksimipitoisuus on laskentajakson suurin pitoisuuden vuorokausikeskiarvo.

Purkuputken arseenikuormitus vaikuttaa järven arseenipitoisuuksien jakautumiseen. Suurin keskiarvopitoisuus löytyy pisteestä S90, jossa pitoisuus nousee noin kaksinkertaiseksi kaikkien pisteiden keskiarvoon verrattuna, mutta jää kuitenkin alle 1 µg/l tason. Myös maksimipitoisuudet nousevat paikoitellen selvästi nykytilanteeseen verrattuna. Kuten nikkelille, myös arseenille Lahnasjoelle mallissa käytetty vakioipitoisuus ei välttämättä kuvaa hyvin Lahnasjoen kuormituksen vaihtelua ja määrää, mistä johtuen skenaarioiden S1–S3 tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia, mutta vertailu skenaarioon S0 ei välttämättä ole järkevää.

5 Purkuputken aiheuttama pitoisuusnousu

Mallilla arvioitiin pelkän Elementisin purkuputken aiheuttamat pitoisuusnousut eri pisteissä Nuasjärvässä. Tuloksista on alla esitetty laskentajakson pitoisuusnousujen keskiarvot ja maksimipitoisuusnousut. Taulukoissa 9 ja 10 on esitetty sulfaatin pitoisuusnousun arvot, taulukoissa 11 ja 12 nikkelin pitoisuusnousun arvot ja taulukoissa 13 ja 14 arseenin pitoisuusnousut valitussa aikasarjapisteissä pinnalla ja pohjakerroksessa.

Taulukko 9: Sulfaatin pitoisuusnousun keskiarvot ja -maksimit seurantapisteiden pintakerroksessa jakson 10/2020-05/2024 ajalta eri skenaariolla.

Pintakerros	keskiarvo			maksimi		
Skenaario	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Piste	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Nuasjarvi_23	0.7	0.4	0.7	4.6	1.9	3.8
Nuasjarvi_34	0.4	0.3	0.4	1.6	1.2	1.5
Nuasjarvi_35	0.6	0.3	0.6	2.4	1.3	2.1
Nuasjarvi_44	0.9	0.7	0.8	3.3	4.7	4.4
Nuasjarvi_46	0.7	0.4	0.7	3.2	1.6	3.0
Nuasjarvi_45	0.9	0.9	0.9	2.9	4.1	3.6
Nuasjarvi_16	1.4	0.4	0.9	11.3	1.5	5.1
Nuasjarvi_22	1.6	0.4	1.0	9.0	1.5	4.4
Nuasjarvi_90	0.7	0.6	0.7	4.0	3.6	3.8
pisteiden k.a.	0.9	0.5	0.8	4.7	2.4	3.5

Taulukko 10: Sulfaatin pitoisuusnousun keskiarvot ja -maksimit seurantapisteiden pohjakerroksessa jakson 10/2020-05/2024 ajalta eri skenaariolla.

Pintakerros	keskiarvo			maksimi		
Skenaario	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Piste	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Nuasjarvi_23	2.1	0.7	3.0	9.2	11.5	26.8
Nuasjarvi_34	1.1	0.3	1.2	4.2	1.2	3.8
Nuasjarvi_35	2.5	0.6	3.0	11.2	2.9	14.9
Nuasjarvi_44	1.2	2.1	1.4	4.6	18.8	6.8
Nuasjarvi_46	2.1	0.8	2.6	8.7	3.7	21.3
Nuasjarvi_45	1.0	1.1	1.1	2.9	4.5	3.7
Nuasjarvi_16	5.8	0.4	1.5	20.4	1.4	9.9
Nuasjarvi_22	3.9	0.4	1.2	14.1	1.5	8.1
Nuasjarvi_90	1.6	10.3	2.3	5.1	39.8	9.7
pisteiden k.a.	2.4	1.9	1.9	8.9	9.5	11.7

Taulukko 11: Nikkelin pitoisuusnousun keskiarvot ja -maksimit seurantapisteiden pintakerroksessa jakson 10/2020-05/2024 ajalta eri skenaariolla.

Pintakerros	keskiarvo			maksimi		
Skenaario	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Piste	µg/l	µg /l	µg /l	µg /l	µg /l	µg /l
Nuasjarvi_23	0.006	0.003	0.006	0.035	0.018	0.035
Nuasjarvi_34	0.003	0.002	0.003	0.018	0.008	0.017
Nuasjarvi_35	0.005	0.002	0.005	0.039	0.011	0.035
Nuasjarvi_44	0.007	0.006	0.007	0.036	0.082	0.043
Nuasjarvi_46	0.005	0.003	0.005	0.030	0.013	0.031
Nuasjarvi_45	0.009	0.009	0.009	0.034	0.049	0.038
Nuasjarvi_16	0.012	0.003	0.007	0.074	0.015	0.065
Nuasjarvi_22	0.014	0.003	0.008	0.070	0.013	0.054
Nuasjarvi_90	0.006	0.004	0.006	0.032	0.029	0.037
pisteiden k.a.	0.008	0.004	0.006	0.041	0.027	0.039

Taulukko 12: Nikkelin pitoisuusnousun keskiarvot ja -maksimit seurantapisteiden pohjakerroksessa jakson 10/2020-05/2024 ajalta eri skenaariolla.

Pintakerros	keskiarvo			maksimi		
Skenaario	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Piste	µg/l	µg /l	µg /l	µg /l	µg /l	µg /l
Nuasjarvi_23	0.021	0.007	0.030	0.109	0.149	0.258
Nuasjarvi_34	0.010	0.002	0.010	0.058	0.016	0.045
Nuasjarvi_35	0.027	0.005	0.031	0.140	0.047	0.171
Nuasjarvi_44	0.012	0.024	0.014	0.061	0.229	0.096
Nuasjarvi_46	0.022	0.007	0.028	0.114	0.119	0.186
Nuasjarvi_45	0.009	0.010	0.009	0.036	0.057	0.038
Nuasjarvi_16	0.065	0.003	0.011	0.277	0.032	0.083
Nuasjarvi_22	0.044	0.003	0.010	0.202	0.021	0.078
Nuasjarvi_90	0.016	0.124	0.025	0.070	0.507	0.151
pisteiden k.a.	0.025	0.021	0.019	0.119	0.131	0.123

Taulukko 13: Arseenin pitoisuusnousun keskiarvot ja -maksimit seurantapisteiden pintakerroksessa jakson 10/2020-05/2024 ajalta eri skenaariolla.

Pintakerros	keskiarvo			maksimi		
Skenaario	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Piste	µg/l	µg /l	µg /l	µg /l	µg /l	µg /l
Nuasjarvi 23	0.031	0.017	0.031	0.185	0.079	0.153
Nuasjarvi 34	0.018	0.010	0.018	0.071	0.048	0.072
Nuasjarvi 35	0.026	0.014	0.026	0.164	0.051	0.163
Nuasjarvi 44	0.035	0.030	0.033	0.131	0.438	0.177
Nuasjarvi 46	0.028	0.016	0.028	0.142	0.062	0.136
Nuasjarvi 45	0.037	0.037	0.037	0.115	0.167	0.143
Nuasjarvi 16	0.058	0.016	0.038	0.457	0.066	0.339
Nuasjarvi 22	0.068	0.017	0.039	0.441	0.067	0.311
Nuasjarvi 90	0.031	0.023	0.030	0.160	0.146	0.150
pisteiden k.a.	0.037	0.020	0.031	0.207	0.125	0.183

Taulukko 14: Arseenin pitoisuusnousun keskiarvot ja -maksimit seurantapisteiden pohjakerroksessa jakson 10/2020-05/2024 ajalta eri skenaariolla.

Pintakerros	keskiarvo			maksimi		
Skenaario	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Piste	µg/l	µg /l	µg /l	µg /l	µg /l	µg /l
Nuasjarvi 23	0.080	0.034	0.122	0.373	0.694	1.096
Nuasjarvi 34	0.039	0.013	0.039	0.153	0.081	0.139
Nuasjarvi 35	0.094	0.022	0.109	0.458	0.113	0.606
Nuasjarvi 44	0.047	0.083	0.052	0.182	0.769	0.268
Nuasjarvi 46	0.080	0.033	0.100	0.351	0.560	0.861
Nuasjarvi 45	0.041	0.043	0.041	0.113	0.179	0.149
Nuasjarvi 16	0.218	0.016	0.061	0.835	0.152	0.431
Nuasjarvi 22	0.149	0.017	0.049	0.578	0.093	0.441
Nuasjarvi 90	0.059	0.388	0.084	0.198	1.634	0.382
pisteiden k.a.	0.090	0.072	0.073	0.360	0.475	0.486

6 Laskennan epävarmuuksista

Laskettaessa mallilla Nuasjärven pitoisuuksia vuosille 2020–2024, mallilaskenta ei toistanut pohjakerroksen pitoisuuksia pisteissä 23 ja 46 vesistöistä tehtyjä mittauksia vastaavasti. Muissa seurantapisteissä pitoisuustasot ja pitoisuuksien vaihtelu vastasivat mittauksia hyvin. Em. pisteiden laskentatuloksen poikkeama mittauksista aiheutunee siitä, että malli ei laske Lahnasjoesta tulevaa, pohjan lähellä kulkeutuvaa, selvästi järvivettä suolaisemman purkuveden kulkeutumista oikein, vaan sekoittaa purkuveden järviveteen, jolloin pitoisuus laimenee liikaa. Muiden pisteiden mittausvertailun perusteella mallin voi kuitenkin arvioida toimivan kohtalaisen hyvin tapauksissa, joissa em. kaltaista pohjan läheistä suolaisen veden kulkeutumista ei pääse muodostumaan.

Tässä raportissa oli tarkoituksena arvioida purkuputken avulla Nuasjärveen laskettavan suolaisen purkuveden leviämistä Nuasjärvessä. Mallin voi arvioida toimivan tässä tarkoituksessa riittävällä tasolla oikein, kun oletetaan, että purkuvesi sekoittuu purkupaikalla riittävään tilavuuteen järvivettä, jolloin vuosien 2021–2023 tyyppistä pohjan läheisessä kerroksessa tapahtuvaa suolaisen veden kulkeutumista ei pääse muodostumaan. Riittävä purkuveden ja järviveden sekoittuminen voidaan varmistaa käyttämällä purkuputken päässä veden sekoittumista edistävää diffuusoria, tai varmistamalla purkuveden riittävä laimentuminen jollakin muulla tavalla.

Lahnasjoen kaivosalueen hajakuormitus, ts. muusta kuin Soidinsuon altaan juoksutuksesta Lahnasjokeen päätyvä kuormitus vaihtelee eri vuosina merkittävästi. Hajakuormitus nousee selvästi jaksolla 2021–2024 verrattuna jaksoon 2015–2019. Laskentaskenaariossa S1–S3 käytettiin 2015–2019 jaksolle arvioitua hajakuormitusta, mistä johtuen em. skenaarioille arvioitu Lahnasjoen Nuasjärveen kuljettaman hajakuormituksen määrä voi olla liian pieni.

Nikkelin pitoisuuksien osalta Elementisin purkuputken kuormitus vaikutti seurantapisteissä laskettuihin pitoisuuksiin vain vähän. Tämä johtui siitä, että purkuputken nikkelikuormitus oli suhteellisen pieni verrattuna järven muihin nikkelikuormituksiin ja taustapitoisuuteen. Arseenin kuormitus purkuputkesta oli suhteellisesti ottaen nikkelikuormitusta suurempi muihin järven kuormittajiin verrattuna, joten purkuputken sijoitus näkyi arseenipitoisuuksien jakautumiseen järvellä nikkelipitoisuuksia enemmän. Lahnasjoelle käytettiin skenaariolla S1, S2 ja S3 tarkemman arvion puuttuessa aikaisemmista mittauksista laskettuja vakioipitoisuuksia, mikä ei välttämättä kuvaa tulevaan tilannetta hyvin. Mikäli Lahnasjoen pitoisuudet jatkossa poikkeavat selvästi tässä käytetyistä pitoisuustasoista, poikkeavat myös Jormaslahden nikkeli- ja arseenipitoisuudet tässä esitetyistä.

7 Lähdeluettelo

AFRY Finland Oy 2021, Kuormitusarvio, Elementis Minerals B.V. Sotkamon kaivos

AFRY Finland Oy 2022, Rikastushiekka-altaan korottamisen vaikutus Nuasjärven vedenlaatuun, Vedenlaatumallinnus jaksolle 2015–2020, 19.1.2022, v3

Hertta 2025, Syke Hertta - tietokanta,
<https://www.syke.fi/fi/ymparistotieto/kartta-ja-tietopalvelut/avoimet-ymparistotietojarjestelmat>, tiedot haettu 03/2025

JärviWiki 2025, <https://www.jarviwiki.fi/wiki/Etusivu>, tiedot haettu 03/2025

Elementis 2020, Elementis Minerals B.V. Vesistöjen tarkkailuraportti 2020.

Terrafame Oy 2020, Terrafame kaivoksen tarkkailu vuonna 2019, osa III, vesipäästöjen tarkkailu.