

Välimaan hulevesien pilottirakenteen toimivuuden seuranta vuonna 2021

LOPPURAPORTTI



16.2.2022

OUKA.FI



16.2.2022

Sisältö

| | |
|-------------------------------------|---|
| Johdanto..... | 2 |
| Hankkeen toimenpiteet..... | 3 |
| Hankkeen keskeisimmät tulokset..... | 4 |
| Hankkeen viestintä..... | 4 |
| Johtopäätökset..... | 5 |

Liitteet

1. Välimaan hulevesirakenteen asemapiirros
2. Välimaan hulevesirakenteen pituus- ja poikkileikkaukset
3. Välimaan pilotin vesistö tarkkailu 2021, AFRY Finland Oy

16.2.2022

Johdanto

Välimaan kiertotalousalue on uusi kiertotaloustoimintaan keskittyvä yritysalue Kiimingissä, Oulussa. Oulun kaupunki on investoinut alueen kehittämiseen rakennuttamalla alueen ensimmäisten yritysten kanssa alueelle tarpeellisen infran. Alueen ensimmäinen yritys on aloittanut toimintansa syksyllä 2020 ja toinen aloittaa toiminta-alueensa rakentamisen vuoden 2022 aikana.

Välimaan kiertotalousalue toimi vuosien 2018–2020 aikana CircVol 6Aika-hankkeessa Oulun pilottikohteena. Hankkeen yhteydessä alueelle toteutettiin kiertotalousperiaatteiden mukaisesti rakennettu kasvatuskoealue nonfood-kasveille sekä suunniteltiin kiertotalousmateriaaleja hyödyntävä vesiensuojelurakenne alueen hulevesille (Kuva 1). Hulevesien pilottirakenteen Oulun kaupunki rakennutti omana työnään keväällä 2020. Rakenteen toimivuutta seurattiin muutaman kuukauden ajan 6Aika CircVol-hankkeessa, mutta sen pitkänajan toimivuudesta ei ole ollut tutkimustietoa.

Oulussa on suuri tarve uudentyyppisille hulevesien käsittelyratkaisuille. Pilottirakenteen avulla on tarkoitus testata kierrätysmateriaalien hyötykäyttökelpoisuutta hulevesien puhdistuksessa. Rakenteeseen ohjattavat vedet syntyvät Välimaan kiertotalousalueen toiminta-alueilla ja tiestöllä. Rakenteeseen kuuluu kaksi laskeutusallasta (ennen ja jälkeen suodattimen) sekä suodatinosa, joka on rakennettu koivubiohiilestä (16 m³) ja puuhakkeesta (170 m³). Suodatinosa on peitetty murskeella. Rakenne on mitoitettu 4,5 l/s virtaamalle. Rakenteen asemapiirros sekä pituus- ja poikkileikkauskuvat on esitetty liitteissä 1 ja 2.



Kuva 1. Kuvia vesiensuojelurakenteen rakentamisen ajalta (Oulun kaupunki 2020).

16.2.2022

Vesiensuojelun tehostamishjelman kautta rahoitetussa hankkeessa tavoitteena on ollut tuottaa tarkempaa tutkimustietoa puuhakkeesta ja biohiilestä rakennetun suodatinrakenteen toimivuudesta vesiensuojelutarkoituksessa. Vastaavanlaisia rakenteita ei ole Oulussa aiemmin pilotoitu. Rakenne on suunniteltu käsittelemään teollisen toiminnan hulevesiä ja suodattamaan niistä sekä ravinteita että mahdollisia metallipitoisuuksia. Pidemmän seurannan avulla saadaan tietoa suodatinmateriaalien talvenkestosta ja suodatinominaisuuksista. Tiiviin seurannan johdosta myös mahdollisesti havaittaviin ongelmiin on mahdollista reagoida nopeasti.

Hankkeen toimenpiteet

Vesiensuojelurakenteen toimivuutta erilaisissa sää- ja vesitilanteissa selvitettiin säännöllisesti toteutetun vesinäytteenoton kautta. Näytteenotto ja laboratoriopalvelut kilpailutettiin Oulun kaupungin dynaamisen puitesopimuksen kautta ja seurannan toteuttajaksi valittiin AFRY Finland Oy. Näytteenottaja kävi kuukausittain tarkastamassa rakenteen ja ottamassa vesinäytteet ennalta määräytyistä näytteenottopaikoista.

Näytteenotto suoritettiin vesienkäsittelypilotin osalta neljästä tutkimuspisteestä sekä kahdesta alapuolisesta näytepisteestä (Kuva 2). Näytteenottopisteet olivat seuraavat:

1. Rakenteeseen tuleva vesi NP1
2. Suodatinrakenne, puuhake NP2
3. Suodatinrakenne, puuhake + biohiili NP3
4. Rakenteesta lähtevä vesi NP4
5. Alapuolinen tutkimuspiste, rumpu NP5
6. Alapuolinen tutkimuspiste, lieteallas NP6



Kuva 2. Vesiensuojelurakenteen näytteenottopisteet (AFRY 2022, alkup. ilmakuva Sirviö et al. 2010)

16.2.2022

Näytteenottokierroksia hankkeen aikana oli yhteensä 9 kpl huhti-joulukuussa. Näytteistä analysoitiin keskeisiä vedenlaatuparametreja, ravinteiden ja raskasmetallien pitoisuuksia. Analysoitaviin suureisiin tehtiin kauden aikana muutoksia ja tarkennuksia mm. kenttähavaintojen pohjalta.

Rakenteeseen asennettiin loppukesästä jatkuvatoimiset anturit pH:n ja virtaaman seurantaan varten. Rakenteen seurantaan tukemaan toteutettiin lisäksi viipymääjan tutkimus suolapulssikokeella sekä biologisten reaktioiden selvitys.

Hankkeen keskeisimmät tulokset

Hankkeen tulokset ovat rohkaisevia. Puuhake-biohiilisuodatinrakenne on vuoden 2021 tarkkailutulosten perusteella toimiva passiivinen käsittely kiertotalousalueen hulevesille vähentäen vesistöön kohdistuvaa typpi-, fosfori ja metallikuormaa. Suurin etu saatiin ammoniumtypen ja nitraattitypen vähenemisellä. Poistumaa tapahtui huhti-marraskuussa ammoniumtyypellä keskimäärin 48 % ja nitraattityypellä keskimäärin 90 %. Touko-lokakuussa kokonaistypen poistumaa oli havaittavissa suodatinrakenteessa keskimäärin 29 %. Fosforin osalta poistumaa ei havaittu yhtä selkeästi, mutta pitoisuus jonkin verran aleni ainakin kesä-, elo- ja syyskuussa.

Typen poistumaa oli havaittavissa kesäkuukausina, mikä viittaa biologiseen prosessiin. Metallien poistuma rakenteessa perustuu todennäköisesti hiilen adsorptioon. Metallien osalta tuloksissa havaittiin melko suurta vaihtelua eri kuukausien välillä. Sinkin poistuma suodatinrakenteessa on ollut keskimäärin 73 %, kuparin noin 49 % ja nikkelin 31 %.

Kiintoainepitoisuudet pienenevät huhtikuun näytteenottokertaa lukuunottamatta merkittävästi rakenteeseen tulevan ja lähtevän veden näytepisteiden välillä.

Viipymääjan selvitys tehtiin suolapulssikokeella 13.9.2021. Kokeen aikana pilotilla mittakaivossa mitattu virtaama oli keskimäärin 2,85 l/s ja viipymäksi suodatinosassa arvioitiin 1 h 23 min. Tulos on suuntaa-antava. Kokeen perusteella vaikuttaisi, että suodatinrakenteessa tapahtuu jonkin verran kanavoitumista. Pitkä viipymäaika parantaa denitrifikaatiota eli nitraatin poistumista rakenteessa ja se voi parantaa myös metallien poistumista. Selvityksen perusteella jatkossa voisi olla kannattavaa tutkia tarkemmin veden viipymää suodatinrakenteessa ja tätä kautta selvittää myös kanavoitumista ehkäiseviä rakennemuutoksia.

Puuhake-biohiilisuodatinrakenteelle ei tulosten perusteella suositella vielä huoltotoimenpiteitä. Kirjallisuudessa varsinkin puuhakeosan toiminta-ajaksi on arvioitu jopa 10 vuotta. Biologiselle toiminnalle on eduksi, että materiaalia ei heti vaihdeta ja biofilmi pääsee kunnolla kehittymään.

Seurantareportti yksityiskohtaisine tuloksineen on esitetty liitteenä 3.

Hankkeen viestintä

Hankeesta on viestitty Oulun kaupungin ympäristöohjelman uutiskirjeessä kesäkuussa 2021 ja helmikuussa 2022. Hankkeen toimenpiteistä on kerrottu myös kaupungin nettisivujen uutiset-osiossa. Uutiskirjeistä on tehty lukuisia nostoja myös kaupungin some-kanaville.

16.2.2022

Hanketta on esitelty rahoittajan järjestämässä webinaarissa elokuussa 2021 ja HAMK:n järjestämässä yhteispalaverissa helmikuussa 2022. Oulun kaupungin materiaalihallinnan ohjausryhmä tutustui pilottirakenteeseen ja hankkeen toimenpiteisiin maastokäynnillä syyskuussa 2021.

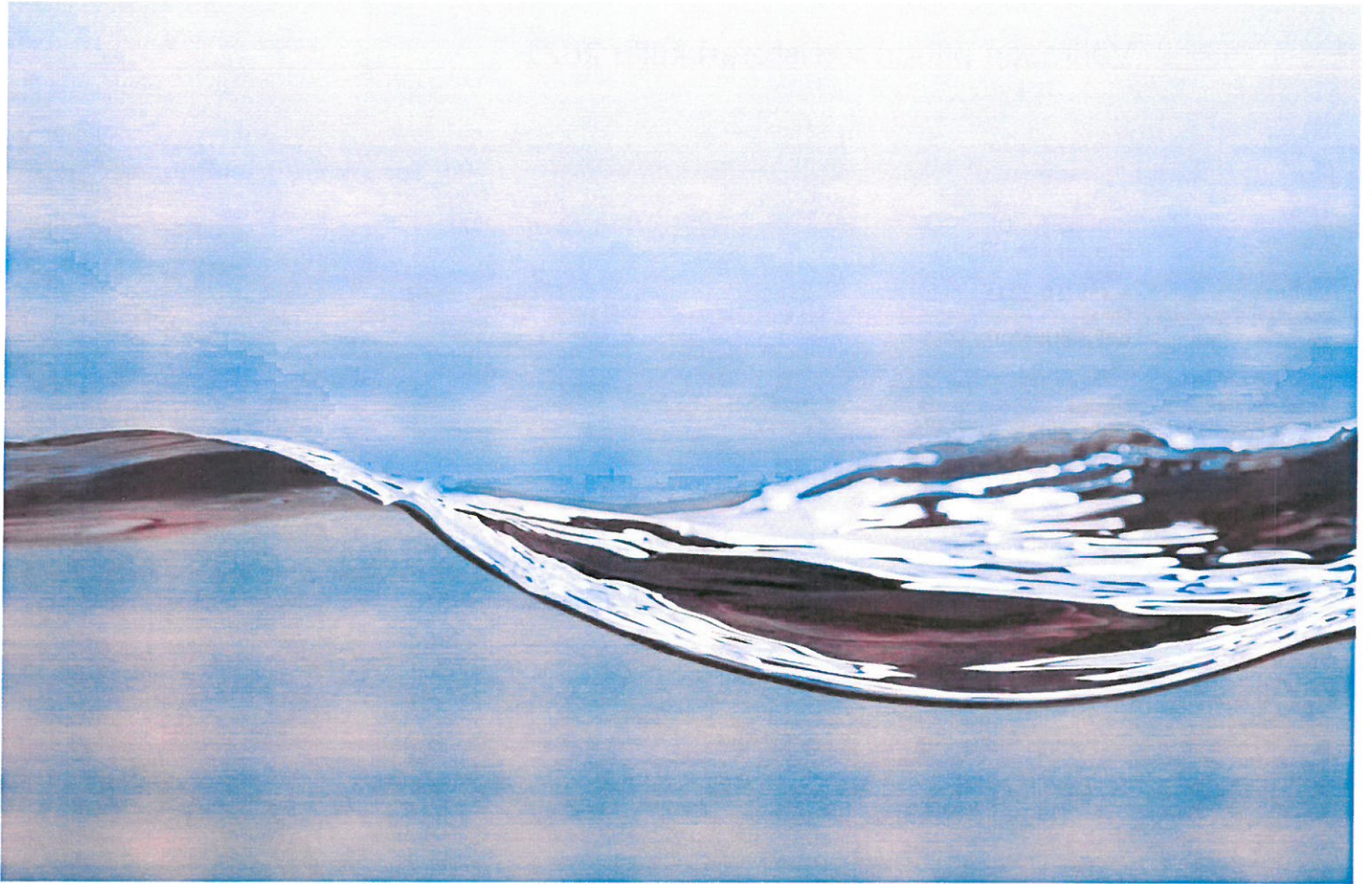
Johtopäätökset

Hankkeen kautta saadut seurantatulokset biosuodattimen toiminnasta vaikuttavat lupaavilta. Suodatinrakenteeseen pidätty kiintoainetta, ravinteita ja metalleja. Puuhaketta ja biohiiltä yhdistävät hulevesien käsittelyrakenteet voisivat edistää vesiensuojelua esimerkiksi maatalous- ja teollisuusvaltaisilla alueilla. Oulussa korkeita typpipitoisuuksia havaitaan esimerkiksi Kuivasjärven Kajonlahden valuma-alueella.

Välimaan hulevesirakenne laskeutusaltainen vie suhteellisen paljon tilaa, joten vastaavanlainen rakenne soveltuu tiivistä kaupunkirakennetta väljemmille alueille. Biohiiltä ja puuhaketta voidaan kuitenkin hyödyntää myös pienemmissä rakenteissa ja jopa maanalaisissa hulevesien käsittelyratkaisuissa. Rakenteita suunniteltaessa tulee kuitenkin mahdollistaa mahdollisimman pitkä veden viipymäaika suodatinrakenteessa, jotta biologisille reaktiolle jää aikaa.



Kuva 3. Välimaan hulevesien pilottirakenne (Kuva: S. Pietola, Oulun kaupunki 2021).



Oulun Kaupunki

Välimaan pilotti

101016664-001



AFRY
AF PÖYRY

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021
Sivu 1/17

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

Authors

Heli Harju, DI

Piia Juholin, TT

Phone

+358 10 3311

E-mail

heli.harju@afry.com

Date

17/02/2022

Project

101016664-001

Checked

Meeri Haataja, DI FM

Client

Oulun kaupunki Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

Välimaan pilotin vesistö tarkkailu 2021

Sisältö

| | | |
|-------|------------------------------------------------|----|
| 1 | JOHDANTO | 3 |
| 2 | ALUEEN KUVAUS | 3 |
| 3 | SÄÄOLOSUHTEET | 3 |
| 4 | PILOTTIRAKENTEEN TOIMINTAPERIAATE..... | 4 |
| 5 | TARKKAILUN NÄYTEPISTEET | 5 |
| 6 | NÄYTTEENOTTO 2021 | 6 |
| 7 | PINTAVESIEN LAATU 2021..... | 6 |
| 7.1 | pH..... | 6 |
| 7.2 | Ravinteet | 7 |
| 7.2.1 | Typpi..... | 7 |
| 7.2.2 | Fosfori | 9 |
| 7.3 | Sulfaatti | 10 |
| 7.4 | Metallit | 10 |
| 8 | MUUT SELVITYKSET 2021..... | 13 |
| 8.1 | Viipymääjan selvitys suodatinrakenteessa | 13 |
| 8.2 | Biologisten reaktioiden selvitys | 14 |
| 8.3 | Jatkuva virtaama- ja pH-mittaus | 15 |
| 9 | YHTEENVETO | 16 |
| 10 | JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET | 16 |
| 11 | LÄHTEET | 17 |

Liitteet

| | |
|-----------|--------------------------------------------------|
| Liite 1 | Näytteenottopisteiden kartta |
| Liite 2.1 | Vesistönäytteiden analyysitulokset 2021 |
| Liite 2.2 | Vesistönäytteiden analyysitulokset taulukko 2021 |
| Liite 3 | Biologisten reaktioiden selvitys -raportti 2021 |
| Liite 4 | Mittauskaivon mittaraportti 2021-2022 |

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

1 JOHDANTO

Biohiilisuodatinrakenne on rakennettu ja otettu käyttöön keväällä 2020. Projekti oli osa laajempaa CirVol-hanketta, joka on Oulun, Turun, Tampereen ja Helsingin yhteinen 6Aika-hanke, jonka tarkoituksena oli edistää kiertotalouden mukaista liiketoimintaa. Oulussa hankkeen osatoteuttajia olivat Oulun kaupunki ja Oulun Ammattikorkeakoulu, ja kohdealueeksi valikoitui Kiimingin Välimaalle rakentuva kiertotalousalue. (Sirviö et al., 2020) Vuonna 2020 loppuneella CircVol 6Aika-hankkeella pyrittiin edistämään kiertotalouden mukaista liiketoimintaa ja suurivolyymisten teollisten sivuvirtojen ja maamassojen hyödyntämistä maarakentamisessa.

AFRY Finland Oy toteutti pilottikohteessa vesistötarkkailua ja jatkuvatoimista mittausta mittauskaudella 2021. Tässä raportissa esitellään vesistötarkkailun tuloksia.

2 ALUEEN KUVAUS

Hulevesien pilottirakenne sijaitsee Välimaan kiertotalousalueella noin 6 km Kiimingistä pohjoiseen/koilliseen. Välimaan kiertotalousalue on yhteensä noin 150 hehtaarin kokoinen alue, jossa on toimintaedellytykset useammalle toimijalle. Alueen kehittämisen lähtökohtana ovat materiaalitehokkuus sekä uudet innovatiiviset ratkaisut ja tuotteet. Kiertotalousalueen rakentaminen on alkanut vuonna 2020.

Kiertotalousalue sijaitsee Jolosjoen valuma-alueella (3. jakovaiheen vesistöalue 60.013), joka kuuluu Kiiminkijoen päävesistöön (60). Jolosjoen valuma-alueen kokonaispinta-ala on noin 171 km². Jolosjoen vesi on humuspitoista ja sen rauta- sekä fosforipitoisuudet ovat suuria. Vedenlaatu vaihtelee välttävistä tyydyttävään. Maatalous on valuma-alueen suurin fosfori- ja typpikuormittaja. (Kiimingin kunta 2011)

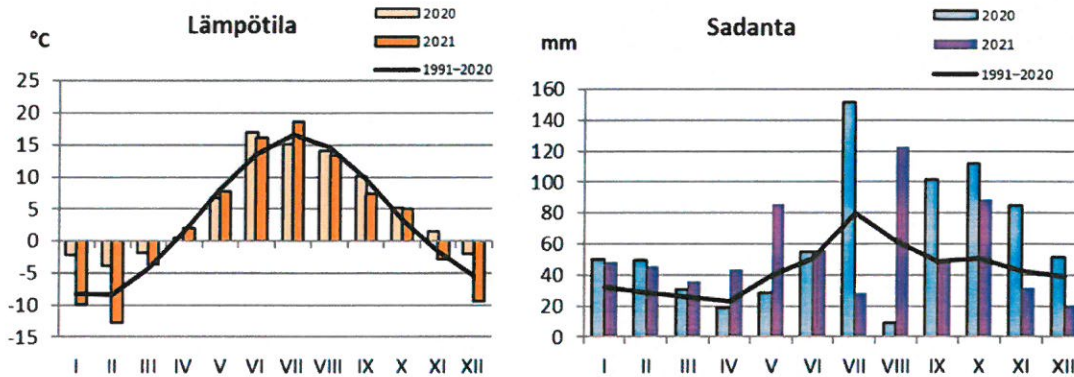
3 SÄÄOLOSUHTEET

Kiertotalousalueen lähin Ilmatieteenlaitoksen sääasema, jossa sadantaa ja lämpötilaa mitataan, sijaitsee Oulunsalon Pellonpäässä noin 35 km päässä.

Vuonna 2021 lämpötila oli pitkän aikavälin (1991–2020) keskiarvoon verrattuna suurilta osin melko tavallinen, joului- ja helmikuun olivat keskiarvoa kylmemmät ja kesä- ja heinäkuu keskiarvoa kuumemmat. Edellisvuoteen 2020 verrattuna vuosi 2021 oli selvästi talvikuukausien osalta kylmempi. (Kuva 1)

Sadanta oli vuonna 2021 pitkän aikavälin (1991–2020) keskiarvoa noin 25 % suurempi. Heinäkuu oli huomattavasti keskiarvoa kuivempi, mutta tammi-, helmi-, maaliskuu-, huhtikuu-, touko-, elo- ja lokakuut olivat keskiarvoa sateisemmat. (Kuva 1)

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021



Kuva 1. Kuukauden keskilämpötila ja sadantasumma vuonna 2021 Oulunsalon Pellonpään sääasemalla.

4 PILOTTIRAKENTEEN TOIMINTAPERIAATE



Kuva 2. Vesiensuojelurakenne ja vesinäytteiden ottopisteet. (Sirviö et al., 2020)

Välimaan pilotti koostuu kahdesta laskeutusaltaasta, joiden välissä on suodatinosa. Suodatinosan alussa on puuhakesuodatin #10-50 mm, joka suodattaa vettä ennen biohiilisuodatinta #10-30 mm. Suodatinosalta vesi johdetaan laskeutusaltaaseen ja sieltä ojien kautta ympäristöön.

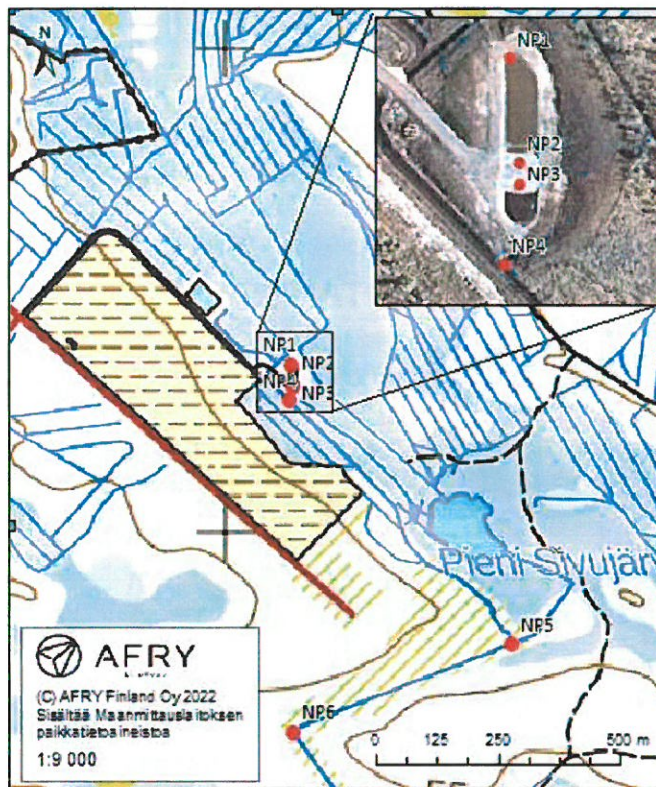
Samantyyppisiä bioreaktoreita on käytetty mm. kunnallisten jätevesien ja kaivosvesien käsittelyssä typen ja metallien poistamiseksi. Mikrobin kasvua bioreaktorissa on voitu

Välimaan pilotin vesistö tarkkailu 2021

nopeuttaa lisäämällä sinne mikrobeja esimerkiksi jätevedenpuhdistamon lietteenä, joka toimii myös hiilen lähteenä. Metallien poisto perustuu myös biohiileen adsorptioon.

5 TARKKAILUN NÄYTEPISTEET

Pilotilla on kuusi mittauspistettä. NP1 kuvaa ensimmäiseen laskeutusaltaaseen tulevaa vettä, NP2 on sijoitettu puuhakeosan alkuun, NP3 biohiilirakenteen loppuun ja NP4 mitataan toisesta laskeutusaltaasta lähtevän veden laatua. (Kuva 2) Purkuojassa on alajuoksulla vielä kaksi näytepistettä (NP5) ja (NP6) noin 600 m ja 1100 m laskeutusaltaasta. (Kuva 3)



Kuva 3. Vesinäytepisteet vuonna 2021.

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

6 NÄYTTEENOTTO 2021

Vuonna 2021 näytteenottokierroksia oli huhti-joulukuussa yhteensä 9. (Taulukko 1) Joulukuun näytteenottokierroksella ei NP1:stä saatu näytettä, koska se oli jäässä.

Taulukko 1. Näytteenottokierrokset vuonna 2021.

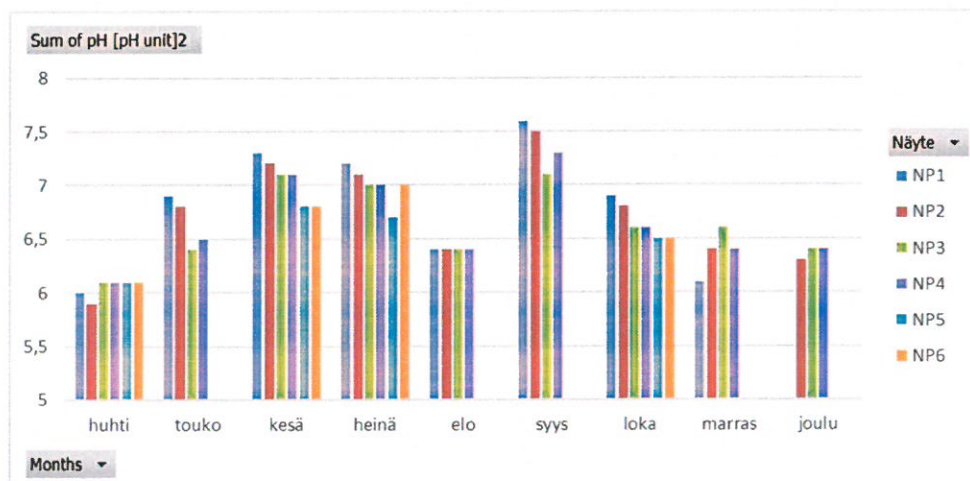
| NÄYTETUNNISTE | huhti | touko | kesä | heinä | elo | syys | loka | marras | joulu |
|---------------|-------|-------|------|-------|-----|------|------|--------|-------|
| NP1 | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| NP2 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| NP3 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| NP4 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| NP5 | X | | X | X | | | X | | |
| NP6 | X | | X | X | | | X | | |

7 PINTAVESIEN LAATU 2021

Vesistönäytteiden analyysitulokset vuodelle 2021 on esitetty alla keskeisten vedenlaatuparametrien osalta. Kaikki analyysitulokset on esitetty liitteessä 2.1 ja taulukkona liitteessä 2.2. Jos mittausulos oli alle määritysrajan, pitoisuutena kuvaajissa on käytetty määritysrajaa.

7.1 pH

PH-arvoissa oli mittauskaudella jonkin verran ajallista vaihtelua, pH-arvot vaihtelivat välillä 5,9 – 7,6. Talvikuukausina pH oli pääosin matalampi kuin kesäkuukausina, poikkeuksena elokuu. Myös näytepisteiden välillä oli eroja. Toukokuusta lokakuuhun pH oli pääosin matalampi suodatinrakenteen sisällä (NP3) ja jälkeen (NP4) verrattuna ennen suodatinrakennetta (NP1).



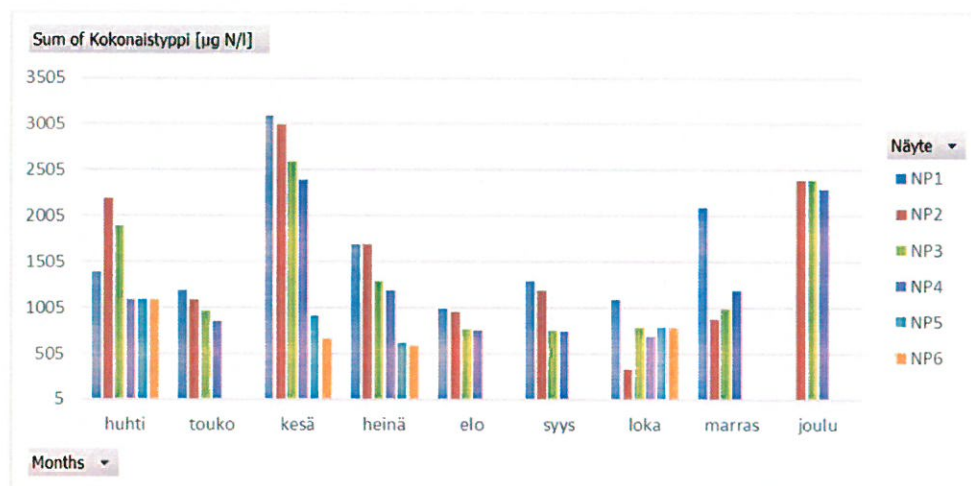
Kuva 4. Vesinäytteiden pH eri mittauspisteillä 2021.

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

7.2 Ravinteet

7.2.1 Typpi

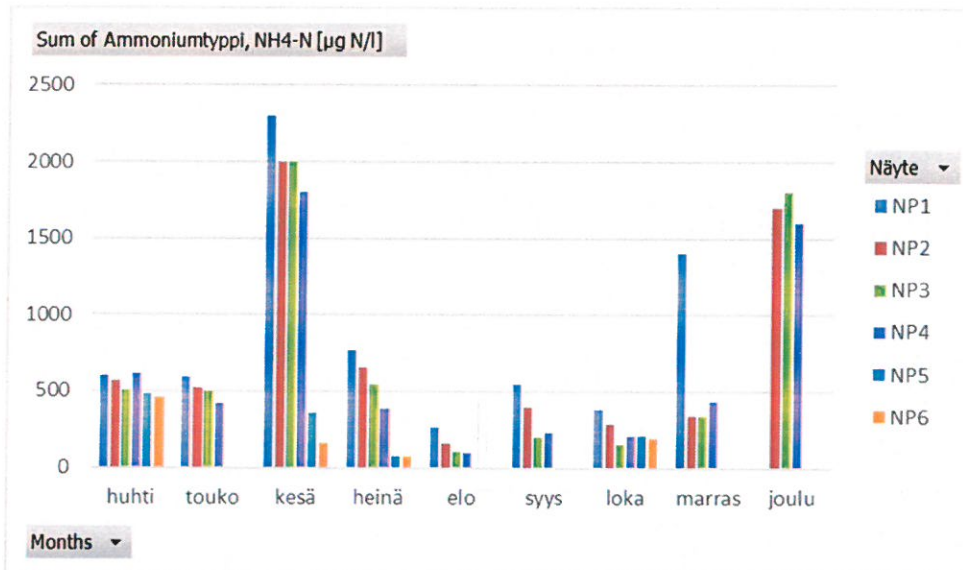
Mittauskauden kokonaistyyppipitoisuuksissa oli suurta vaihtelua näytepisteiden ja ajankohdan perusteella. Vedenlaatu vaihteli typen osalta vähäravinteisesta erittäin runsasravinteiseen. Ajanjaksolla toukokuusta syyskuuhun kokonaistyyppi oli alhaisempi suodatinrakenteen jälkeen (NP4) verrattuna ennen suodatinrakennetta (NP1), poistuma oli keskimäärin 29 %. (Kuva 5)



Kuva 5. Näytepisteiden kokonaistyyppipitoisuus 2021.

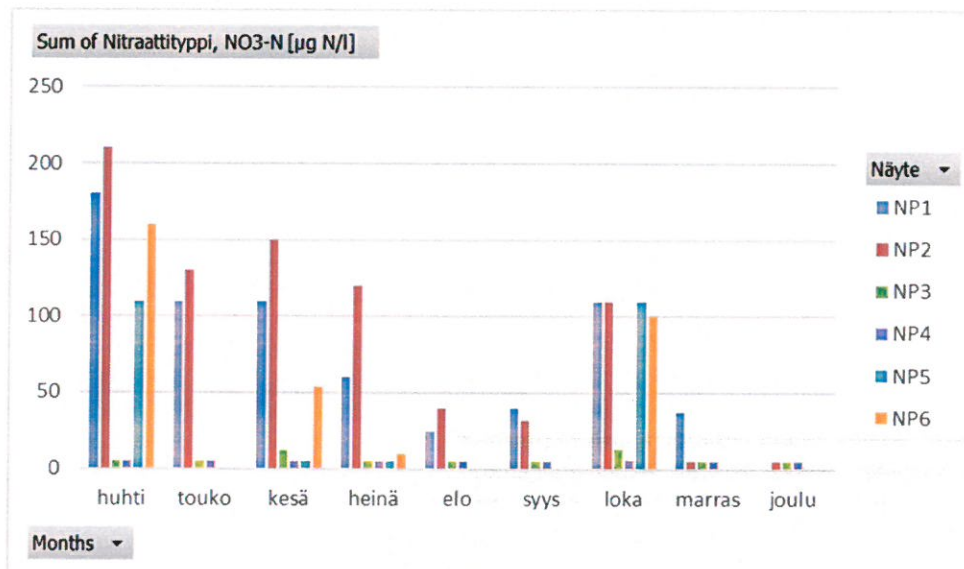
Ammoniumtypen pitoisuudessa oli havaittavissa samantyylistä vaihtelua kuin kokonaistyyppipitoisuuksissa. Pitoisuus oli kaikilla näyteenottokierroksilla alhaisempi suodatinrakenteen jälkeen. Ajanjaksolla toukokuusta marraskuuhun ammoniumtyypin poistuma suodatinrakenteessa oli keskimäärin 48 %, kun vertailtiin NP1 ja NP4 pitoisuuksia. Ammoniumtyypin osuus kokonaistyyppistä oli alhaisimmillaan elokuussa, jolloin näytepisteiden keskiarvo oli 18 %, ja korkeimmillaan joulukuussa, jolloin näytepisteiden keskiarvo oli 72 %. (Kuva 6)

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021



Kuva 6. Näytepisteiden ammoniumtyppipitoisuus 2021.

Nitraattitypen pitoisuus väheni kaikilla näytteenottokierroksilla suodatinrakenteen jälkeen (NP4) verrattuna näytteisiin ennen suodatinrakennetta (NP1), lukuun ottamatta joulukuun näytekierrosta, jolloin NP1:ltä ei saatu näytettä. Nitraattitypen poistuma suodatinrakenteessa oli ajanjaksolla toukokuusta syyskuuhun keskimäärin 90 %. (Kuva 7)

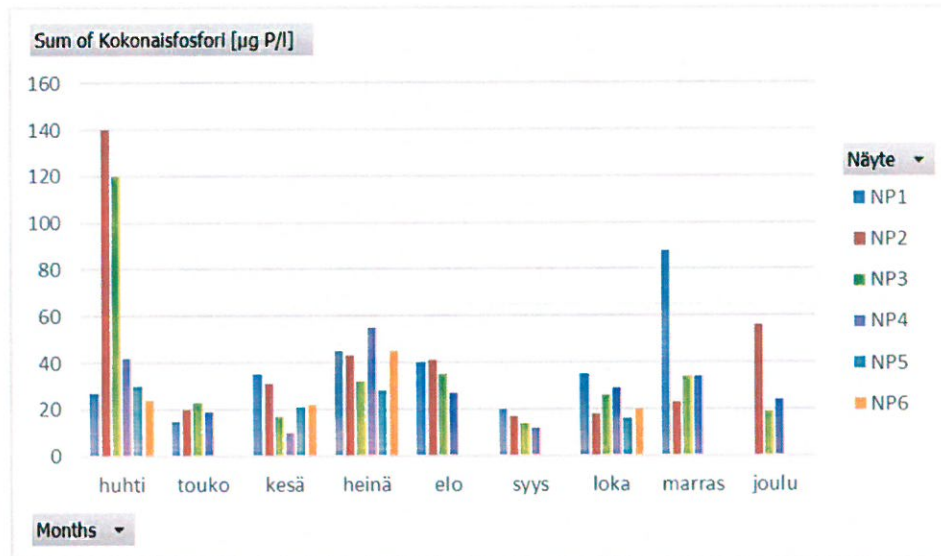


Kuva 7. Näytepisteiden nitraattityppipitoisuus 2021

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

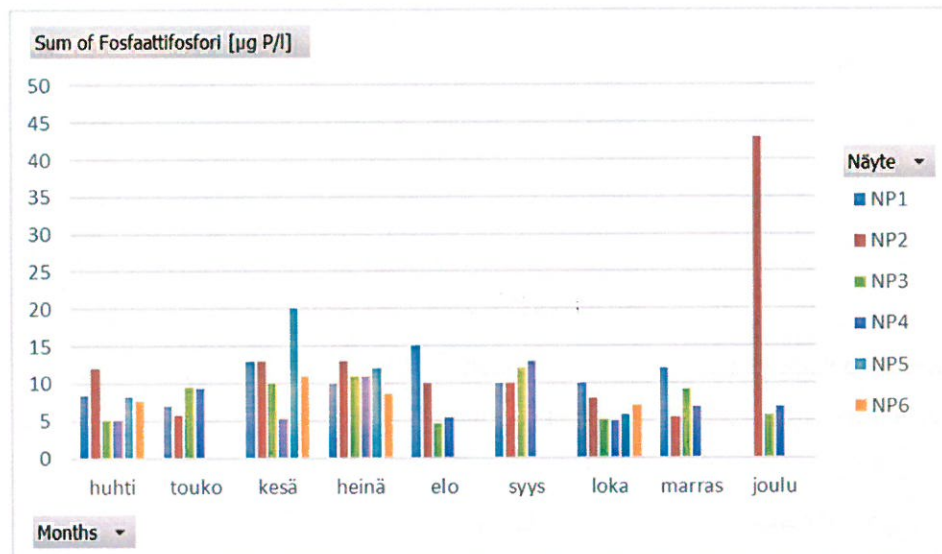
7.2.2 Fosfori

Kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat vähäravinteisesta erittäin runsasravinteiseen riippuen näytenpisteestä ja ajankohdasta. Kesäkuukausina kokonaisfosforipitoisuus oli hieman tasaisempaa ja huhti-, marras- ja joulukuussa oli yksittäisiä korkeampia arvoja. (Kuva 8)



Kuva 8. Vesinäytteiden kokonaisfosforipitoisuus eri mittauspisteillä 2021.

Fosfaattifosforin pitoisuuksissa ei ollut yhtä suurta vaihtelua, kuin kokonaisfosforin pitoisuuksissa. Joulukuussa NP2:lla havaittiin yksittäinen huomattavan korkea arvo, jolloin fosfaatin osuus oli kokonaisfosforista 77 %. (Kuva 9)

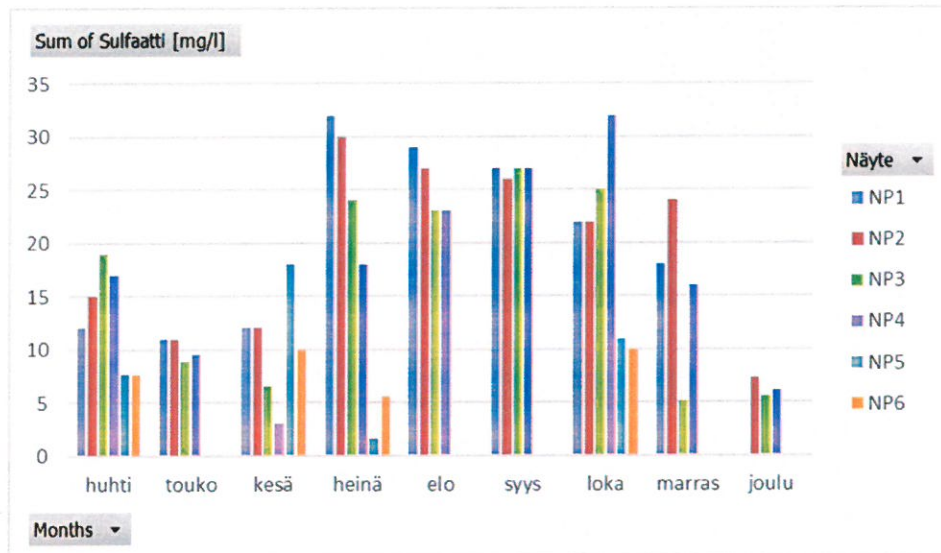


Kuva 9. Vesinäytteiden fosfaattifosforipitoisuus eri mittauspisteillä 2021.

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

7.3 Sulfaatti

Sulfaattipitoisuus oli mittauskaudella melko alhaista tasoa verrattuna talousveden sulfaattipitoisuuden raja-arvoon (alle 250 mg/l, STM 461/2000). Heinäkuusta marraskuuhun sulfaattipitoisuus oli korkeampi kuin huhtikuusta kesäkuuhun ja joulukuussa. (Kuva 10)



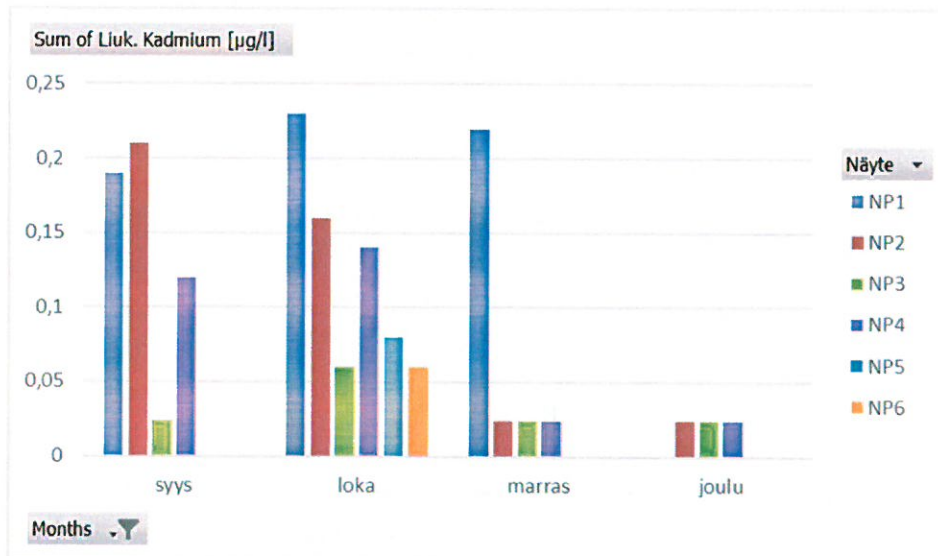
Kuva 10. Vesinäytteiden sulfaattipitoisuus eri mittauspisteillä 2021.

7.4 Metallit

Tässä kappaleessa on käsitelty keskeisiä metallipitoisuuksia. Kaikki metallien analyysitulokset on esitetty liitteessä 2. Syyskuusta alkaen vesinäyteanalyysipakettia laajennettiin lisäämällä joitain uusia metallipitoisuuksien analyysijä.

Kadmiumia mitattiin syyskuusta joulukuuhun. Liukoisen kadmiumin pitoisuus oli ympäristölaatumnormiin (MAC-EQS veden kovuusluokasta riippuen 0,45-1,5 µg/l) verrattuna alhainen. Joulukuussa liukoisen kadmiumin pitoisuus oli alle määrittäysrajan jokaisessa näytteessä. (Kuva 11)

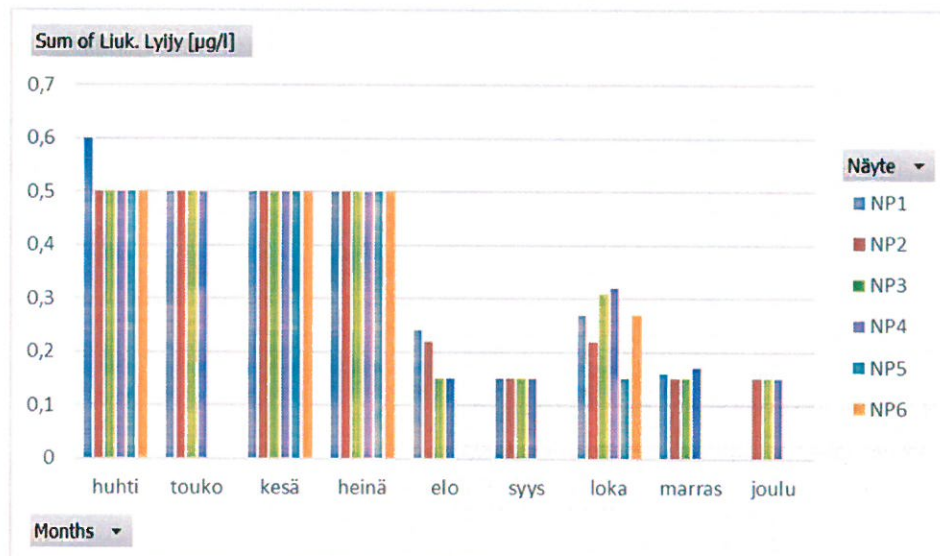
Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021



Kuva 11. Vesinäytteiden liukoisen kadmiumin pitoisuus eri mittauspisteillä 2021.

Liukoisen elohopean pitoisuus vesinäytteissä oli alle määritysrajan (<0,13 µg/l) jokaisella näytteenottokierroksella syys-joulukuussa. Ympäristölaatu normi yksittäisen näytteen ylärajalle on kuitenkin alhaisempi kuin tämä, joten tuloksesta ei voi sanoa ylittykö normi (MAC-EQS 0,07 µg/l).

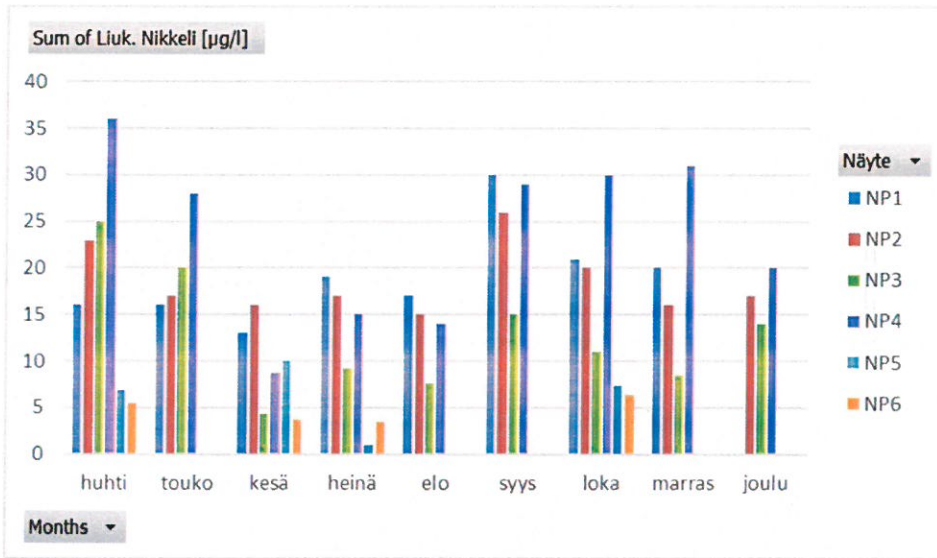
Liukoisen lyijyn pitoisuus oli alhainen jokaisella näytteenottokierroksella verrattuna ympäristölaatu normiin (MAC-EQS 14 µg/l). Se oli lähellä tai alle määritysrajan kaikilla näytteenottokierroksilla. (Kuva 12)



Kuva 12. Vesinäytteiden liukoisen lyijyn pitoisuus eri mittauspisteillä 2021.

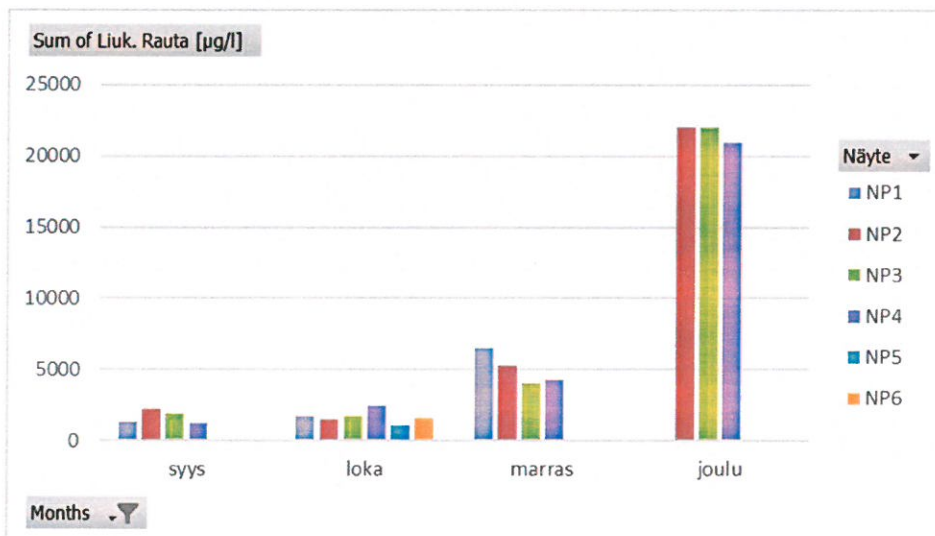
Välimaan pilotin vesistö tarkkailu 2021

Liuenneen nikkelin pitoisuus oli huhtikuussa näytepisteellä NP4 yli ympäristölaatu normin (MAC-EQS 34 µg/l). Viidellä näytteenottokierroksella yhdeksästä NP4 liukoinen nikkelpitoisuus oli näytteenottokierroksen suurin. Kesäkuukausina (kesä-, heinä- ja elokuu) kaikkien näytteiden pitoisuudet olivat alhaisempia kuin talvella. (Kuva 13)



Kuva 13. Vesinäytteiden liukaisen nikkelin pitoisuus eri mittauspisteillä 2021.

Liukaisen raudan pitoisuutta mitattiin syyskuusta joulukuuhun. Syys- ja lokakuussa pitoisuudet olivat tyypillistä tasoa suovaltaisille valuma-alueille. Joulukuussa pitoisuus oli huomattavasti korkeampi kaikilla kolmella näytepisteellä, noin 10-kertainen. (Kuva 14)



Kuva 14. Vesinäytteiden liukaisen raudan pitoisuus eri mittauspisteillä 2021.

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

8 MUUT SELVITYKSET 2021

8.1 Viipymääjan selvitys suodatinrakenteessa

Pilotilla tehtiin viipymämittaus 13.9.2021 suolapulssikokeella. Kokeen aikana pilotilla mittakaivossa mitattu virtaama oli keskimäärin 2,85 l/s ja viipymäksi suodatinosassa arvioitiin 1 h 23 min.

Koe suoritettiin liuottamalla 2 kg hienojakoista natriumkloridia 15 litraan ensimmäisen laskeutusaltaan vettä ja kaatamalla sitten liuos kerralla ensimmäiseen laskeutusaltaaseen noin 1 metrin etäisyydelle suodatinrakenteen vesirajasta 1. tarkastuskaivon kohdalla.

Sähkönjohtavuus mitattiin neljästä mittauspisteestä ottamalla varrellisella näytteenottimella 500 ml vesinäyte noin 20 cm syvyydeltä ja mittaamalla sitten näytteestä YSI-mittarilla sähkönjohtavuus. Mitta-anturi huuhdottiin jokaisen mittauksen jälkeen. Sähkönjohtavuuden mittauspisteet olivat:

- 1) 1. laskeutusallas, noin 0,5 metrin päästä suodatinrakenteen vesirajasta, tarkastuskaivon kohdalta (ennen suodatinrakennetta)
- 2) 1. tarkastuskaivo, keskeltä kaivoa (suodatinrakenteen sisällä)
- 3) 2. tarkastuskaivo, keskeltä kaivoa (suodatinrakenteen sisällä)
- 4) 2. laskeutusallas, noin 0,5 metrin päästä suodatinrakenteen vesirajasta, tarkastuskaivon kohdalta (suodatinrakenteen jälkeen)



Kuva 15. Näkymä 1. laskeutusaltaan suuntaan suodatinrakenteen päältä 13.9.2021. Kuvassa myös 1. tarkastuskaivo.

Sähkönjohtavuus mitattiin ennen suolaliuoksen lisäystä kaikista neljästä mittapisteestä taustapitoisuuden selvittämiseksi. Mittaus toistettiin välittömästi suolan lisäyksen jälkeen ja sen jälkeen noin 20 min välein, kunnes viimeisen mittapisteen (4) sähkönjohtavuus palasi alkutilanteen tasolle. Tähän meni 1 h 23 min. Tulokset on esitetty taulukossa alla (Taulukko 2).



Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

Taulukko 2. Sähkönjohtavuus [mS/m] mittapisteillä suolapulssikokeen aikana, kenttämittaus. Jokaisen mittapisteen suurin arvo merkitty turkoosilla värillä.

| Aika | Sähkönjohtavuus mS/m | | | | Huomiot |
|-------|----------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------------|
| | mittapiste 1 | mittapiste 2 | mittapiste 3 | mittapiste 4 | |
| 10:15 | 42,1 | 42,3 | 39,2 | 39,9 | alkutilanne ennen suolan lisäystä |
| 10:32 | 190 | 40,8 | 39,6 | 39,7 | välittömästi suolan lisäyksen jälkeen |
| 10:52 | 43,9 | 52,3 | 40 | 40,3 | |
| 11:14 | 43,7 | 46 | 39,9 | 40,2 | |
| 11:31 | 42,8 | 45,9 | 40 | 40,2 | |
| 11:55 | 42 | 42,8 | 41,4 | 39,9 | |

Mittapisteellä 1 ja 2, eli ennen suodatinrakennetta ja sen alkuosassa sijaitsevassa tarkastuskaivossa, sähkönjohtavuus kohosi selkeästi hetkellisesti ja lähti sitten nopeasti laskemaan kohti alkutilanteen sähkönjohtavuutta. Mittapisteellä 3 (2. tarkastuskaivo) kohoaminen oli hyvin hidasta ja korkein arvo saavutettiin vasta kokeen lopussa klo 11:55. Mittapisteellä 4, suodatinrakenteen jälkeen, korkein arvo saavutettiin jo klo 10:52, jonka jälkeen arvo palautui hitaasti lähtötasolle.

Tuloksiin aiheuttaa epävarmuutta useampi seikka. Suodatinrakenteessa voi tapahtua kanavoitumista, jolloin suolaliuos ei jakaudu tasaisesti rakenteeseen eikä myöskään kulje tasaista nopeutta rakenteen läpi joka kohdassa. Tähän voi vaikuttaa myös se, että suolaliuos kaadettiin yhteen kohtaan noin 2 metrin levyiselle alueelle ja suodatinrakenteen leveys on noin 12 metriä. Kenttämittauksissa on aina epävarmuutta, johon vaikuttavat esimerkiksi näytteenotto, säätila, mittarin kalibrointi ja käsittely. Yksittäisen kokeen tuloksiin on siksi suhtauduttava suuntaa antavina.

8.2 Biologisten reaktioiden selvitys

Suodatinrakenteessa mahdollisesti tapahtuvia biologisia reaktioita selvitettiin tarkkailutulosten ja kirjallisuuden perusteella lokakuussa 2021. Selvityksen raportti on tämän raportin liitteenä 3.

Raportissa todettiin, että kirjallisuuden perusteella suodatinrakenteessa on olosuhteiden puolesta mahdollista, että siinä tapahtuu denitrifikaatio- ja sulfaatinpelkistäjäbakteerien toimintaa ja pH on ollut osittain bakteerien toiminnalle suotuisalla alueella. Kesäkuukausina veden lämpötila on ollut riittävä bakteerien toiminnalle.

Nitrifikaatio-denitrifikaatio-reaktiota voitaisiin todennäköisesti tehostaa nostamalla veden happipitoisuutta. Hapettamiseen on saatavilla erilaisia ilmastimia. Ilmastimissa vettä pumpataan ja samalla veteen sekoittuu ilmaa. Ilmastin tulisi sijoittaa ennen laskeutusallasta omaan altaaseen, josta vesi menee ylivuotona laskeutusaltaaseen, jossa kiintoaine pääsee laskeutumaan. Ilmastusta voidaan tehdä myös esimerkiksi

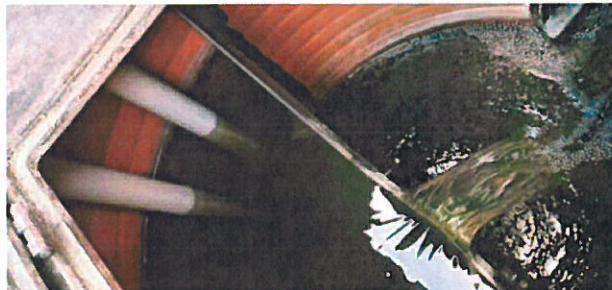
Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

ilmastusportaalla, joka ei tarvitse sähköä, mutta se vaatii puolestaan toimiakseen korkoeroa.

Ilmastuksen tehokkuus on rajallinen varsinkin kylmillä vesillä, koska nitrifikaatio tarvitsee denitrifikaatiota korkeamman lämpötilan. Sen vuoksi ilmastuksen hyöty voi olla osan vuodesta rajallinen.

8.3 Jatkuva virtaama- ja pH-mittaus

Vuoden 2021 syyskuussa asennettiin olemassa olevaan mittakaivoon jatkuvatoimiset mittalaitteet, jotka mittaavat pH:ta ja virtaamaa (Kuva 16). Kaivossa on V-pato, jonka ylipuolista pinnankorkeutta mittaamalla tarkkaillaan virtausnopeutta. Mittausaseman raportti on tämän raportin liitteenä 4.



Kuva 16. Jatkuvatoimiset mittalaitteet asennettuna mittakaivoon.

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

9 YHTEENVETO

Samantyyppisiä suodatinrakenteita on käytetty mm. kunnallisten jätevesien ja kaivosvesien käsittelyssä typen ja metallien poistamiseksi. Rakenteen toiminta perustuu hiilen adsorptioon ja biologisiin reaktioihin.

Vesistötarkkailua toteutettiin vuonna 2021 huhtikuusta joulukuuhun kuudessa eri näytteenotopisteessä. Virtaamaa ja pH:ta alettiin mitata jatkuvatoimisesti syyskuusta 2021 alkaen.

Vesistötarkkailutuloksissa 2021 vuodenaikojen välillä oli eroa pH:ta ja ravinnepitoisuuksia tarkastellessa. Talvikuukausina pH oli pääosin matalampi kuin kesäkuukausina. Sulan maan aikaan (touko-lokakuu) pH pääosin laski suodatinrakenteen jälkeen verrattuna ennen suodatinrakennetta. Touko-lokakuussa kokonaistypen poistumaa oli havaittavissa suodatinrakenteessa keskimäärin 29 %. Poistumaa tapahtui huhti-marraskuussa ammonium- ja nitraattityypellä keskimäärin 48 % ja 90 %. Fosforin osalta poistumaa ei havaittu yhtä selkeästi, mutta pitoisuus jonkin verran aleni ainakin kesä-, elo- ja syyskuussa.

Sulfaattipitoisuus oli mittauskaudella melko alhaista tasoa ja siinä havaittiin jonkin verran poistumaa suodatinrakenteessa kesäkuusta elokuuhun. Keskimääräisissä sulfaattipitoisuuksissa oli eroa sulanmaanajan ja talven välillä.

Metalleista tarkemmin tarkasteltiin kadmiumia, elohopeaa, lyijyä, nikkeliä ja rautaa. Liukoisten kadmiumin ja lyijyn pitoisuudet olivat ympäristölaatumerkeihin verrattuna alhaisia. Liukoisen elohopean pitoisuus oli alle määritysrajan joka näytteenottokierroksella, mutta määritysraja oli korkeampi kuin ympäristölaatumerki. Liukoisen nikkelin osalta ympäristölaatumerki ylittyi yhdessä näytteessä huhtikuussa. Raudan pitoisuus oli suovaltaisille valuma-alueille tyypillinen, mutta pitoisuus nousi joulukuussa verrattuna syys-marraskuun näytteenottokierroksiin.

Liukoisen kadmiumin pitoisuus laski syys-, loka- ja marraskuussa näytepisteiden 1 ja 3 välillä. Liukoisen nikkelin osalta oli poistumaa kesäkuusta marraskuuhun, kun vertaillaan näytteenottokierrosten näytepisteitä 1 ja 3. Muiden metallien osalta ei ole havaittavissa selkeää poistumaa vuoden 2021 analyysitiedoilla.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Puuhake-biohiilisuodatinrakenteen on vuoden 2021 tarkkailutulosten perusteella toimiva passiivinen käsittely kiertotalousalueen hulevesille vähentäen vesistöön kohdistuvaa typpi-, fosfori ja metallikuormaa. Suurin etu saatiin ammoniumtypen ja nitraattityypen vähenemisellä. Typen poistumaa oli havaittavissa kesäkuukausina, mikä viittaa biologiseen prosessiin. Liukoisen kadmiumin ja liukoisen nikkelin poistumaa havaittiin sulanvedenaikana. Metallien poistuma rakenteessa perustuu todennäköisesti hiilen adsorptioon. Vuonna 2021 kiertotalousalueesta vain osa on ollut aktiivisessa käytössä.

Näyteotanta metallianalyyseiden osalta oli 2021 melko suppea (4 näytettä), joten vesistötarkkailun jatkaminen sulanmaan aikana 2022 voisi tarkentaa tuloksia. Pitemmästä seurannasta voisi olla myös hyötyä rakenteen elinkaaren toimintatehon arvioinnissa.

Välimaan pilotin vesistötarkkailu 2021

Nitrifikaatio-denitrifikaatio-reaktiota voitaisiin mahdollisesti tehostaa kesäaikana nostamalla veden happipitoisuutta. Veden hapettamiseen on saatavilla erilaisia ilmastimia. Varsinkin talviaikana ja loppukevällä reaktion rajoittavana tekijänä toimii lämpötila, jolloin ilmastamisella ei todennäköisesti ole vaikutusta.

Viipymääjan selvityskokeen perusteella vaikuttaisi, että suodatinrakenteessa tapahtuu jonkin verran kanavoitumista. Pitkä viipymäaika parantaa denitrifikaatiota eli nitraatin poistumista rakenteessa ja se voi parantaa myös metallien poistumista. Syksyllä 2021 tehdyn yksittäisen suolapulssikokeen tulokset ovat kenttämittauksien takia alttiita koejärjestelyiden ja olosuhteiden aiheuttamille epävarmuuksille ja siksi niihin tulisi suhtautua suuntaa antavina. Viipymäaika voisi olla hyödyllistä tutkia lisää perehtymällä suodatinrakenteen mitoitukseen ja mahdollisten lisäkokeiden avulla. Myös kanavoitumista ehkäisevien rakennemuutosten selvittäminen voisi olla hyödyllistä.

Puuhake-biohiilisuodatinrakenteelle ei vielä suositella huoltotoimenpiteitä. Kirjallisuudessa varsinkin puuhakeosan toiminta-ajaksi on arvioitu jopa 10 vuotta. Biologiselle toiminnalle on eduksi, että materiaalia ei heti vaihdeta ja biofilmi pääsee kunnolla kehittymään.

11 LÄHTEET

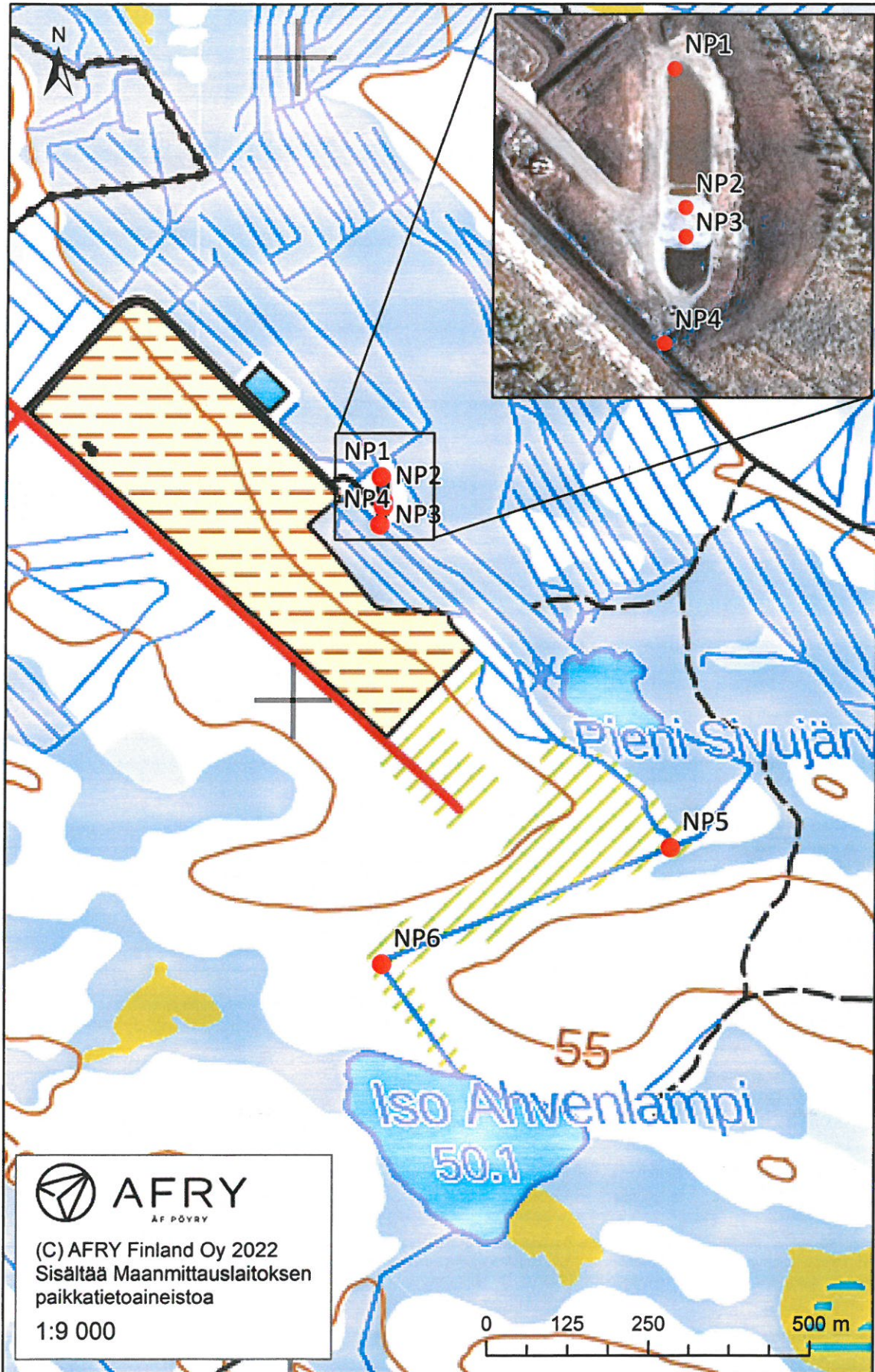
AFRY 2021, Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

Kiimingin kunta. (2011). KESKEISET TAAJAMA-ALUEET KIIMINKI OSAYLEISKAAVA 2030.

SGS 2021, Välimaan pilotin vesistönäytteiden analyysitulokset 2021

Sirviö et al. (2020). Välimaan sivutuotteita hyödyntävän vesiensuojelurakenteen suunnittelu, rakentaminen ja seuranta 8.12.2020.

Oulun kaupunki, Välimaan kiertotalousalueen pilotti
Näytepisteiden sijainti 2021



ASIAKAS

Nimi **PÖYRY FINLAND OY**
Yhteyshenkilö **Heli Harju**
Osoite **PL 532
00026 BASWARE**

NÄYTE

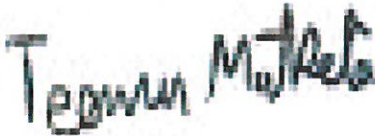
SGS Refno **KE21-01707 R0**
Raportointi pvm **23.04.2021**
Saapumis pvm **09.04.2021**
Aloitus pvm **09.04.2021**
Valmistumis pvm **23.04.2021**

Projekti **--**
Asiakkaan viite **Välimaan pilotti tarkkailu2021 101016664**
Näytteiden lkm **7**

KOMMENTIT

Näytteenotto: PT

ALLEKIRJOITUKSET



Teemu Mäkelä
Avustava kemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- * Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
 - DL Määritysraja
 - Ei analysoitu
- Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyessä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yritys on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisuudessaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|----------|---------|----|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 | NP5 |
| | | | Näytteenottopvm | 08.04.2021 | 08.04.2021 | 08.04.2021 | 08.04.2021 | 08.04.2021 |

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|-------------------|-------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Lumenpaksuus * | m | - | - | - | - | - | - |
| Pilvisuus * | ei yksikköä | - | - | - | - | - | - |
| Ilman lämpötilä * | °C | -51 | - | - | - | - | - |
| Tuulen nopeus * | m/s | 1 | - | - | - | - | - |

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|--------------|------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Lämpötilä * | °C | 0.1 | 1.2 | 0.6 | 0.8 | 1.4 | 1.0 |
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 7.5 | 7.2 | 7.1 | 7.4 | 6.1 |
| Alkusyvyys * | m | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|----------|------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| pH | pH-yksikkö | 2 | 6.0 | 5.9 | 6.1 | 6.1 | 6.1 |

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|-----------------|---------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 11.0 | 11.3 | 12.5 | 13.3 | 6.3 |

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|----------|---------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Sameus | FNU | 0.2 | 6.4 | 8.0 | 6.4 | 19 | 5.7 |

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|------------------------------------|---------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 3.9 | 39 | 15 | 12 | 8.8 |

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|----------------|---------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 1400 | 2200 | 1900 | 1100 | 1100 |

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|-----------------------------------|---------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 770 | 730 | 650 | 800 | 620 |
| Ammoniumtyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 600 | 570 | 510 | 620 | 480 |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|------------------------------------|---------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 810 | 940 | <23 | <23 | 480 |
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 180 | 210 | <5.0 | <5.0 | 110 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|-----------------|---------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 27 | 140 | 120 | 42 | 30 |

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|------------------|---------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 8.4 | 12 | 5.1 | 5.1 | 8.2 |

| Näyttenumero | KE21-01707.001 | KE21-01707.002 | KE21-01707.003 | KE21-01707.004 | KE21-01707.005 |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 | NP5 |
| Näytteenottopvm | 08.04.2021 | 08.04.2021 | 08.04.2021 | 08.04.2021 | 08.04.2021 |

| Analyyssi | Yksikkö | DL | | | | | |
|-----------|---------|----|--|--|--|--|--|
|-----------|---------|----|--|--|--|--|--|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.24 | 0.22 | 0.26 | 0.27 | 0.20 |
|--------------|--------|------|------|------|------|------|------|
|--------------|--------|------|------|------|------|------|------|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 12 | 15 | 19 | 17 | 7.7 |
|-----------|------|-----|----|----|----|----|-----|
|-----------|------|-----|----|----|----|----|-----|

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.80 | 0.78 | 0.82 | 0.85 | 0.68 |
|---------------|--------|------|------|------|------|------|------|
|---------------|--------|------|------|------|------|------|------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Arseeni | µg/l | 0.4 | <0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | <0.4 |
|----------|------|-----|------|------|------|------|------|
| Koboltti | µg/l | 0.2 | 5.2 | 6.9 | 7.3 | 7.4 | 2.5 |
| Kromi | µg/l | 0.3 | 1.3 | 1.1 | 0.9 | 0.9 | 1.2 |
| Kupari | µg/l | 1 | 7.8 | 5.1 | 1.2 | 2.2 | 2.8 |
| Nikkeli | µg/l | 1 | 16 | 23 | 25 | 36 | 6.8 |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | 0.6 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 56 | 110 | 52 | 25 | 28 |
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | 1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | 1.1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
|----------|------|-----|------|-----|------|------|------|
| Arseeni | µg/l | 0.5 | <0.5 | 1.0 | 0.7 | 0.8 | <0.5 |
| Koboltti | µg/l | 0.3 | 5.4 | 8.9 | 7.9 | 7.9 | 2.7 |
| Kromi | µg/l | 1 | 1.6 | 4.6 | 1.5 | 2.0 | 1.7 |
| Kupari | µg/l | 1 | 8.8 | 28 | 4.7 | 6.8 | 3.6 |
| Lyijy | µg/l | 0.6 | 0.7 | 2.0 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| Nikkeli | µg/l | 3 | 16 | 30 | 27 | 38 | 7.2 |
| Sinkki | µg/l | 15 | 55 | 150 | 60 | 27 | 25 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 4834 | 5892 | 7298 | 8505 | 3075 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|------|------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 4444 | 5364 | 6991 | 8441 | 2901 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|------|------|

| Näyttenumero | KE21-01707.006 | KE21-01707.007 |
|-----------------|----------------|----------------|
| Näytteen nimi | NP6 | NP havainnot |
| Näytteenottopvm | 08.04.2021 | |

| Analyyssi | Yksikkö | DL | | | | | |
|-----------|---------|----|--|--|--|--|--|
|-----------|---------|----|--|--|--|--|--|

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| | | |
|---------------|-------------------|----------------|
| Näyttenumero | KE21-01707.006 | KE21-01707.007 |
| Näytteen nimi | NP6 08.04.2021 | NP havainnot |

| | | |
|-----------|---------|----|
| Analyyssi | Yksikkö | DL |
|-----------|---------|----|

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat (continued)

| | | | | |
|-------------------|-------------|-----|---|-----|
| Lumenpaksuus * | m | - | - | 0.1 |
| Pilvisuus * | ei yksikköä | - | - | 1 |
| Ilman lämpötila * | °C | -51 | - | 1.0 |
| Tuulen nopeus * | m/s | 1 | - | 2 |

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| | | | | |
|--------------|------------|-----|-----|---|
| Lämpötila * | °C | 0.1 | 1.5 | - |
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 6.1 | - |
| Alkusyvyys * | m | - | 0.2 | - |

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| | | | | |
|----|------------|---|-----|---|
| pH | pH-yksikkö | 2 | 6.1 | - |
|----|------------|---|-----|---|

Sähköjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| | | | | |
|----------------|------|-----|-----|---|
| Sähköjohtavuus | mS/m | 0.5 | 6.1 | - |
|----------------|------|-----|-----|---|

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| | | | | |
|--------|-----|-----|-----|---|
| Sameus | FNU | 0.2 | 6.4 | - |
|--------|-----|-----|-----|---|

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| | | | | |
|------------------------------------|------|---|-----|---|
| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 6.6 | - |
|------------------------------------|------|---|-----|---|

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| | | | | |
|----------------|--------|----|------|---|
| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 1100 | - |
|----------------|--------|----|------|---|

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| | | | | |
|-----------------------------------|--------|-----|-----|---|
| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 590 | - |
| Ammoniumtyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 460 | - |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| | | | | |
|------------------------------------|--------|----|-----|---|
| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 690 | - |
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 160 | - |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | | | |
|-----------------|--------|---|----|---|
| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 24 | - |
|-----------------|--------|---|----|---|

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | |
|---------------|-------------------|----------------|
| Näyttenumero | KE21-01707.006 | KE21-01707.007 |
| Näytteen nimi | NP6 08.04.2021 | NP havainnot |

| | | | | |
|----------|---------|----|--|--|
| Analyysi | Yksikkö | DL | | |
|----------|---------|----|--|--|

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2 (continued)

| | | | | |
|------------------|--------|---|-----|---|
| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 7.7 | - |
|------------------|--------|---|-----|---|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| | | | | |
|--------------|--------|------|------|---|
| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.21 | - |
|--------------|--------|------|------|---|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| | | | | |
|-----------|------|-----|-----|---|
| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 7.6 | - |
|-----------|------|-----|-----|---|

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| | | | | |
|---------------|--------|------|------|---|
| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.70 | - |
|---------------|--------|------|------|---|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| | | | | |
|----------|------|-----|------|---|
| Arseeni | µg/l | 0.4 | <0.4 | - |
| Koboltti | µg/l | 0.2 | 2.2 | - |
| Kromi | µg/l | 0.3 | 1.2 | - |
| Kupari | µg/l | 1 | 2.5 | - |
| Nikkeli | µg/l | 1 | 5.5 | - |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | <0.5 | - |
| Sinkki | µg/l | 5 | 19 | - |
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | - |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| | | | | |
|----------|------|-----|------|---|
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | - |
| Arseeni | µg/l | 0.5 | <0.5 | - |
| Koboltti | µg/l | 0.3 | 2.3 | - |
| Kromi | µg/l | 1 | 1.6 | - |
| Kupari | µg/l | 1 | 3.1 | - |
| Lyijy | µg/l | 0.6 | <0.6 | - |
| Nikkeli | µg/l | 3 | 5.9 | - |
| Sinkki | µg/l | 15 | 19 | - |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| | | | | |
|---------|------|-----|------|---|
| Rikki * | µg/l | 100 | 2948 | - |
|---------|------|-----|------|---|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| | | | | |
|---------|------|-----|------|---|
| Rikki * | µg/l | 100 | 2929 | - |
|---------|------|-----|------|---|

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
Yhteyshenkilö Heli Harju
Osoite PL 532
00026 BASWARE

NÄYTE

SGS Refno KE21-02391 R0
Raportointi pvm 24.05.2021
Saapumis pvm 06.05.2021
Aloitus pvm 06.05.2021
Valmistumis pvm 24.05.2021

Projekti --
Asiakkaan viite Välimaan pilotti tarkkailu 2021
Näytteiden lkm 4

KOMMENTIT

Näytteenotto: PT

Näytteen 2391.3 asiditeetti määritettiin vanhentuneesta näytteestä ja tämä ulos on siksi vain SUUNTAA ANTAVA.

ALLEKIRJOITUKSET



Teemu Mäkelä
Avustava kemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
- DL Määrittäjä
- Ei analysoitu

Laboratorio toimittaa analyysien mittauserävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisenaan kuin yritys on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisuutena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

| Näyttenumero | KE21-02391.001 | KE21-02391.002 | KE21-02391.003 | KE21-02391.004 |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 |
| Näytteenottopvm | 05.05.2021 | 05.05.2021 | 05.05.2021 | 05.05.2021 |

| Analyyssi | Yksikkö | DL | | | | |
|-----------|---------|----|--|--|--|--|
|-----------|---------|----|--|--|--|--|

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| pH | pH-yksikkö | 2 | 6.9 | 6.8 | 6.4 | 6.5 |
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 10.1 | 9.8 | 9.0 | 9.1 |
|-----------------|------|-----|------|-----|-----|-----|
|-----------------|------|-----|------|-----|-----|-----|

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| Sameus | FNU | 0.2 | 8.3 | 7.0 | 18 | 19 |
|--------|-----|-----|-----|-----|----|----|
|--------|-----|-----|-----|-----|----|----|

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| Kiintoaine, lasikutusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 8.1 | 3.5 | 7.9 | 5.1 |
|-----------------------------------|------|---|-----|-----|-----|-----|
|-----------------------------------|------|---|-----|-----|-----|-----|

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 1200 | 1100 | 970 | 860 |
|----------------|--------|----|------|------|-----|-----|
|----------------|--------|----|------|------|-----|-----|

Ammonium/Ammoniumtyyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 760 | 670 | 640 | 540 |
|------------------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ammoniumtyyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 590 | 520 | 500 | 420 |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 500 | 550 | <23 | <23 |
|------------------------------------|--------|----|-----|-----|------|------|
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 110 | 130 | <5.0 | <5.0 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 15 | 20 | 23 | 19 |
|-----------------|--------|---|----|----|----|----|
|-----------------|--------|---|----|----|----|----|

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 7.0 | 5.8 | 9.5 | 9.3 |
|------------------|--------|---|-----|-----|-----|-----|
|------------------|--------|---|-----|-----|-----|-----|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.41 | 0.40 | 0.43 | 0.37 |
|--------------|--------|------|------|------|------|------|
|--------------|--------|------|------|------|------|------|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 11 | 11 | 8.9 | 9.5 |
|-----------|------|-----|----|----|-----|-----|
|-----------|------|-----|----|----|-----|-----|

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-02391.001 | KE21-02391.002 | KE21-02391.003 | KE21-02391.004 |
|----------|---------|----|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 |
| | | | Näytteenottopvm | 05.05.2021 | 05.05.2021 | 05.05.2021 | 05.05.2021 |

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.35 | 0.37 | 0.65 | 0.56 |
|---------------|--------|------|------|------|------|------|
|---------------|--------|------|------|------|------|------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 3961 | 4031 | 3417 | 3923 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|------|

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 4253 | 4208 | 3654 | 4415 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|------|

Liukoiset metallit jätevesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Arseeni * | µg/l | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |
|------------|------|-----|------|------|------|------|
| Koboltti * | µg/l | 0.2 | 4.5 | 2.1 | 5.5 | 5.7 |
| Kromi * | µg/l | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.2 |
| Kupari * | µg/l | 1 | 5.6 | 6.1 | 3.9 | 4.5 |
| Nikkeli * | µg/l | 1 | 16 | 17 | 20 | 28 |
| Lyijy * | µg/l | 0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Sinkki * | µg/l | 5 | 49 | 48 | 9.5 | 20 |
| Antimoni * | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |

Metallien kokonaispitoisuudet jätevesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
|------------|------|-----|------|------|------|------|
| Arseeni | µg/l | 0.5 | <0.5 | <0.5 | 0.6 | 0.7 |
| Koboltti * | µg/l | 0.3 | 4.9 | 2.1 | 5.9 | 6.3 |
| Kromi * | µg/l | 1 | 2.3 | 1.6 | 1.7 | 2.1 |
| Kupari | µg/l | 1 | 7.1 | 7.2 | 8.0 | 9.6 |
| Lyijy | µg/l | 0.6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| Nikkeli * | µg/l | 3 | 17 | 17 | 21 | 31 |
| Sinkki * | µg/l | 15 | 49 | 46 | <15 | 16 |

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Lämpötila * | °C | 0.1 | 7.1 | 6.9 | 7.3 | 6.6 |
|--------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 6.8 | 6.6 | 6.4 | 3.5 |
| Alkusyvyys * | m | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Jäänpaksuus * | m | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|-------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Lumenpaksuus * | m | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Näkösyyvyys * | m | - | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Pilvisyys * | ei yksikköä | - | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Ilman lämpötila * | °C | -51 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Tuulen nopeus * | m/s | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 |

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
Yhteyshenkilö Heli Harju
Osoite PL 532
00026 BASWARE

NÄYTE

SGS Refno KE21-03612 R0
Raportointi pvm 09.07.2021
Saapumis pvm 16.06.2021
Aloituspvm 16.06.2021
Valmistumis pvm 09.07.2021

Projekti --
Asiakkaan viite **Välimaan pilotti tarkkailu 2021**
Näytteiden lkm 7

KOMMENTIT

Näytteenotto: PT

ALLEKIRJOITUKSET



Tytti Tuutti
Kemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- * Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
- DL Määritysraja
- Ei analysoitu

Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvyksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, vääräntäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisuutena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-03612.001 | KE21-03612.002 | KE21-03612.003 | KE21-03612.004 | KE21-03612.005 |
|-----------------|---------|----|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 | NP5 |
| Näytteenottopvm | | | 15.06.2021 | 15.06.2021 | 15.06.2021 | 15.06.2021 | 15.06.2021 | 15.06.2021 |

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| pH | pH-yksikkö | 2 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.1 | 6.8 |
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 21.4 | 21.1 | 20.9 | 20.8 | 10.9 |
|-----------------|------|-----|------|------|------|------|------|
|-----------------|------|-----|------|------|------|------|------|

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| Sameus | FNU | 0.2 | 16 | 14 | 8.7 | 5.3 | 13 |
|--------|-----|-----|----|----|-----|-----|----|
|--------|-----|-----|----|----|-----|-----|----|

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 7.3 | 7.3 | 5.2 | 4.9 | 15 |
|------------------------------------|------|---|-----|-----|-----|-----|----|
|------------------------------------|------|---|-----|-----|-----|-----|----|

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 3100 | 3000 | 2600 | 2400 | 920 |
|----------------|--------|----|------|------|------|------|-----|
|----------------|--------|----|------|------|------|------|-----|

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 3000 | 2500 | 2500 | 2300 | 460 |
|-----------------------------------|--------|-----|------|------|------|------|-----|
| Ammoniumtyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 2300 | 2000 | 2000 | 1800 | 360 |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 470 | 680 | 51 | <23 | <23 |
|------------------------------------|--------|----|-----|-----|----|------|-----|
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 110 | 150 | 12 | <5.0 | 5.1 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 35 | 31 | 17 | 10 | 21 |
|-----------------|--------|---|----|----|----|----|----|
|-----------------|--------|---|----|----|----|----|----|

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 13 | 13 | 10 | 5.2 | 20 |
|------------------|--------|---|----|----|----|-----|----|
|------------------|--------|---|----|----|----|-----|----|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.49 | 0.50 | 0.59 | 1.5 | 1.5 |
|--------------|--------|------|------|------|------|-----|-----|
|--------------|--------|------|------|------|------|-----|-----|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 12 | 12 | 6.6 | 3.0 | 18 |
|-----------|------|-----|----|----|-----|-----|----|
|-----------|------|-----|----|----|-----|-----|----|

| Näyttenumero | KE21-03612.001 | KE21-03612.002 | KE21-03612.003 | KE21-03612.004 | KE21-03612.005 |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 | NP5 |
| Näytteenottopvm | 15.06.2021 | 15.06.2021 | 15.06.2021 | 15.06.2021 | 15.06.2021 |

| Analyyssi | Yksikkö | DL | | | | | |
|-----------|---------|----|--|--|--|--|--|
|-----------|---------|----|--|--|--|--|--|

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.29 | 0.34 | 0.51 | 0.48 | 0.39 |
|---------------|--------|------|------|------|------|------|------|
|---------------|--------|------|------|------|------|------|------|

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Lämpötila * | °C | 0.1 | 14.0 | 14.0 | 16.0 | 15.7 | 13.7 |
|--------------|------------|-----|------|------|------|------|------|
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 7.1 | 7.2 | 7.1 | 7.2 | 8.3 |
| Alkusyvyys * | m | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Jäänpaksuus * | m | - | - | - | - | - | - |
|-------------------|-------------|-----|---|---|---|---|---|
| Näkösyvyys * | m | - | - | - | - | - | - |
| Pilvisyys * | ei yksikköä | - | - | - | - | - | - |
| Ilman lämpötila * | °C | -51 | - | - | - | - | - |
| Tuulen nopeus * | m/s | 1 | - | - | - | - | - |

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 4641 | 4366 | 2078 | 1608 | 5800 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|------|------|

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 4459 | 4539 | 1965 | 1920 | 5665 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|------|------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Arseeni | µg/l | 0.4 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.5 |
|------------|------|-----|------|------|------|------|------|
| Koboltti | µg/l | 0.2 | 3.9 | 2.4 | 1.0 | 1.3 | 3.2 |
| Kromi | µg/l | 0.3 | 1.8 | 1.8 | 1.6 | 1.6 | 2.8 |
| Kupari | µg/l | 1 | 2.8 | 3.6 | <1.0 | <1.0 | 3.1 |
| Nikkeli | µg/l | 1 | 13 | 16 | 4.4 | 8.8 | 10 |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 17 | 26 | <5.0 | 5.1 | 21 |
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
| Mangaani * | µg/l | 3 | 220 | 88 | 87 | 120 | 130 |

Metallien kokonaispitoisuudet jätevesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
|------------|------|-----|------|------|------|------|------|
| Arseeni | µg/l | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.6 |
| Koboltti * | µg/l | 0.3 | 4.2 | 2.8 | 1.1 | 1.3 | 3.6 |
| Kromi * | µg/l | 1 | 2.7 | 2.7 | 2.1 | 2.0 | 5.3 |
| Kupari | µg/l | 1 | 3.4 | 4.5 | 1.0 | 1.1 | 3.7 |
| Lyijy | µg/l | 0.6 | 0.7 | 0.9 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| Mangaani * | µg/l | 3 | 240 | 100 | 89 | 120 | 160 |
| Nikkeli * | µg/l | 3 | 13 | 17 | 4.4 | 8.5 | 11 |
| Sinkki * | µg/l | 15 | 16 | 26 | <15 | <15 | 20 |

Öljyhiilivedyt C10-C40 vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN ISO 9377-2

| Öljyhiilivedyt >C10-C21 | mg/l | 0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 |
|-------------------------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Öljyhiilivedyt >C21-C40 | mg/l | 0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 | <0.025 |
| Öljyhiilivedyt >C10-C40 | mg/l | 0.05 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 |

| | | |
|-----------------|----------------|----------------|
| Näyttenumero | KE21-03612.006 | KE21-03612.007 |
| Näytteen nimi | NP6 | Havainnot |
| Näytteenottopvm | 15.06.2021 | |

| | | | | |
|-----------|---------|----|--|--|
| Analyyssi | Yksikkö | DL | | |
|-----------|---------|----|--|--|

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| | | | | |
|----|------------|---|-----|---|
| pH | pH-yksikkö | 2 | 6.8 | - |
|----|------------|---|-----|---|

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| | | | | |
|-----------------|------|-----|-----|---|
| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 8.5 | - |
|-----------------|------|-----|-----|---|

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| | | | | |
|--------|-----|-----|----|---|
| Sameus | FNU | 0.2 | 10 | - |
|--------|-----|-----|----|---|

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| | | | | |
|------------------------------------|------|---|-----|---|
| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 6.2 | - |
|------------------------------------|------|---|-----|---|

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| | | | | |
|----------------|--------|----|-----|---|
| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 670 | - |
|----------------|--------|----|-----|---|

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| | | | | |
|-----------------------------------|--------|-----|-----|---|
| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 210 | - |
| Ammoniumtyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 160 | - |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| | | | | |
|------------------------------------|--------|----|-----|---|
| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 240 | - |
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 54 | - |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | | | |
|-----------------|--------|---|----|---|
| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 22 | - |
|-----------------|--------|---|----|---|

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | | | |
|------------------|--------|---|----|---|
| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 11 | - |
|------------------|--------|---|----|---|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| | | | | |
|--------------|--------|------|-----|---|
| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 1.3 | - |
|--------------|--------|------|-----|---|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| | | | | |
|-----------|------|-----|----|---|
| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 10 | - |
|-----------|------|-----|----|---|

| | | |
|-----------------|----------------|----------------|
| Näyttenumero | KE21-03612.006 | KE21-03612.007 |
| Näytteen nimi | NP6 | Havainnot |
| Näytteenottopvm | 15.06.2021 | |

| | | | | |
|-----------|---------|----|--|--|
| Analyyssi | Yksikkö | DL | | |
|-----------|---------|----|--|--|

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| | | | | |
|---------------|--------|------|------|---|
| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.24 | - |
|---------------|--------|------|------|---|

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| | | | | |
|--------------|------------|-----|------|---|
| Lämpötila * | °C | 0.1 | 12.8 | - |
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 7.0 | - |
| Alkusyvyys * | m | - | 0.2 | - |

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| | | | | |
|-------------------|-------------|-----|---|------|
| Jäänpaksuus * | m | - | - | 0.0 |
| Näkösyvyys * | m | - | - | 0.0 |
| Pilvisyys * | ei yksikköä | - | - | 7 |
| Ilman lämpötila * | °C | -51 | - | 11.0 |
| Tuulen nopeus * | m/s | 1 | - | 15 |

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| | | | | |
|---------|------|-----|------|---|
| Rikki * | µg/l | 100 | 3507 | - |
|---------|------|-----|------|---|

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| | | | | |
|---------|------|-----|------|---|
| Rikki * | µg/l | 100 | 3303 | - |
|---------|------|-----|------|---|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| | | | | |
|------------|------|-----|------|---|
| Arseeni | µg/l | 0.4 | <0.4 | - |
| Koboltti | µg/l | 0.2 | 1.4 | - |
| Kromi | µg/l | 0.3 | 2.1 | - |
| Kupari | µg/l | 1 | 1.1 | - |
| Nikkeli | µg/l | 1 | 3.7 | - |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | <0.5 | - |
| Sinkki | µg/l | 5 | 10 | - |
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | - |
| Mangaani * | µg/l | 3 | 110 | - |

Metallien kokonaispitoisuudet jätevesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| | | | | |
|------------|------|-----|------|---|
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | - |
| Arseeni | µg/l | 0.5 | <0.5 | - |
| Koboltti * | µg/l | 0.3 | 1.6 | - |
| Kromi * | µg/l | 1 | 3.5 | - |
| Kupari | µg/l | 1 | 1.5 | - |
| Lyijy | µg/l | 0.6 | <0.6 | - |
| Mangaani * | µg/l | 3 | 130 | - |
| Nikkeli * | µg/l | 3 | 4.3 | - |
| Sinkki * | µg/l | 15 | <15 | - |

Öljyhiilivedyt C10-C40 vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN ISO 9377-2

| | | |
|---------------|-------------------|----------------|
| Näytenumero | KE21-03612.006 | KE21-03612.007 |
| Näytteen nimi | NP6 15.06.2021 | Havainnot |

Analyyysi

Yksikkö DL

Öljyhiilivedyt C10-C40 vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN ISO 9377-2 (continued)

| | | | | |
|-------------------------|------|-------|--------|---|
| Öljyhiilivedyt >C10-C21 | mg/l | 0.025 | <0.025 | - |
| Öljyhiilivedyt >C21-C40 | mg/l | 0.025 | <0.025 | - |
| Öljyhiilivedyt >C10-C40 | mg/l | 0.05 | <0.050 | - |

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
Yhteyshenkilö Heli Harju
Osoite PL 532
00026 BASWARE

Projekti --
Asiakkaan viite Välimaan pilotti tarkkailu 2021
Näytteiden lkm 6

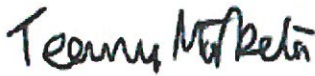
NÄYTE

SGS Refno KE21-04552 R0
Raportointi pvm 09.08.2021
Saapumis pvm 20.07.2021
Aloitus pvm 20.07.2021
Valmistumis pvm 09.08.2021

KOMMENTIT

Näytteenotto: A.Eskelinen

ALLEKIRJOITUKSET



Teemu Mäkelä
Laboratoriokemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
 - DL Määritysraja
 - Ei analysoitu
- Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvyksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin hallijan tulee huomioda, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisuutena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-04552.001 | KE21-04552.002 | KE21-04552.003 | KE21-04552.004 | KE21-04552.005 |
|--------------|---------|----|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 | NP5 |
| Näytteenotto | | | Rakenteeseen tuleva vesi | Suodatinrakenne, puuhake | Suodatinrakenne, puuhake+biohiili | Rakenteesta lähtevä vesi | Alapuolinen tutkimuspiste, ru | |
| | | | 19.07.2021 | 19.07.2021 | 19.07.2021 | 19.07.2021 | 19.07.2021 | 19.07.2021 |

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| | | | | | | | |
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| pH | pH-yksikkö | 2 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 7.0 | 6.7 |
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| | | | | | | | |
|-----------------|------|-----|------|------|------|------|-----|
| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 17.5 | 17.2 | 16.3 | 15.4 | 6.7 |
|-----------------|------|-----|------|------|------|------|-----|

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| | | | | | | | |
|--------|-----|-----|----|----|----|----|-----|
| Sameus | FNU | 0.2 | 33 | 25 | 24 | 22 | 9.7 |
|--------|-----|-----|----|----|----|----|-----|

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| | | | | | | | |
|------------------------------------|------|---|-----|-----|-----|-----|----|
| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 9.7 | 7.6 | 5.7 | 6.4 | 10 |
|------------------------------------|------|---|-----|-----|-----|-----|----|

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| | | | | | | | |
|----------------|--------|----|------|------|------|------|-----|
| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 1700 | 1700 | 1300 | 1200 | 630 |
|----------------|--------|----|------|------|------|------|-----|

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| | | | | | | | |
|----------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| Ammonium, NH4 | µg/l | 6.5 | 990 | 860 | 710 | 510 | 94 |
| Ammoniumtyppi, NH4-N | µg N/l | 5 | 770 | 660 | 550 | 390 | 73 |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| | | | | | | | |
|-----------------------|--------|----|-----|-----|------|------|------|
| Nitraatti, NO3 | µg/l | 23 | 260 | 520 | <23 | <23 | <23 |
| Nitraattityppi, NO3-N | µg N/l | 5 | 60 | 120 | <5.0 | <5.0 | <5.0 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | | | | | | |
|-----------------|--------|---|----|----|----|----|----|
| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 45 | 43 | 32 | 55 | 28 |
|-----------------|--------|---|----|----|----|----|----|

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | | | | | | |
|------------------|--------|---|----|----|----|----|----|
| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 10 | 13 | 11 | 11 | 12 |
|------------------|--------|---|----|----|----|----|----|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| | | | | | | | |
|--------------|--------|------|------|------|------|------|------|
| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.56 | 0.56 | 0.63 | 0.67 | 0.51 |
|--------------|--------|------|------|------|------|------|------|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| | | | | | | | |
|-----------|------|-----|----|----|----|----|-----|
| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 32 | 30 | 24 | 18 | 1.6 |
|-----------|------|-----|----|----|----|----|-----|

| Näyttenumero | KE21-04552.001 | KE21-04552.002 | KE21-04552.003 | KE21-04552.004 | KE21-04552.005 |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 Rakenteesta | NP5 Alapuolinen |
| Näytteenottopvm | Rakenteeseen tuleva vesi 19.07.2021 | Suodatinrakenne, puuhake 19.07.2021 | Suodatinrakenne, puuhake+biohiili 19.07.2021 | lähtävä vesi 19.07.2021 | tutkimuspiste, ru mpu 19.07.2021 |

| Analyyssi | Yksikkö | DL | | | | | |
|-----------|---------|----|--|--|--|--|--|
|-----------|---------|----|--|--|--|--|--|

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.35 | 0.30 | 0.42 | 0.50 | 0.94 |
|---------------|--------|------|------|------|------|------|------|
|---------------|--------|------|------|------|------|------|------|

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Lämpötila * | °C | 0.1 | 16.4 | 17.4 | 17.2 | 18.6 | 10.8 |
|-------------|------------|-----|------|------|------|------|------|
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 7.5 | 7.6 | 7.4 | 7.1 | 7.5 |

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|------------|------|-----|-------|------|------|------|-----|
| Arseeni * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Koboltti * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Kromi * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Kupari * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Nikkeli * | µg/l | 10 | 20 | 18 | <10 | 17 | <10 |
| Lyijy * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Sinkki * | µg/l | 10 | 44 | 40 | <10 | 11 | <10 |
| Antimoni * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Rikki * | µg/l | 100 | 10180 | 9744 | 7917 | 6540 | 730 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
|------------|------|-----|------|------|------|------|-----|
| Arseeni * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Koboltti * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Kromi * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Kupari * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Nikkeli * | µg/l | 10 | 25 | 22 | 11 | 18 | <10 |
| Lyijy * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Sinkki * | µg/l | 10 | 47 | 43 | <10 | <10 | <10 |
| Antimoni * | µg/l | 10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Rikki * | µg/l | 100 | 7977 | 7838 | 6778 | 5581 | 574 |

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| | µg/l | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | <0.4 |
|----------|------|-----|------|------|------|------|------|
| Arseeni | µg/l | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | <0.4 |
| Koboltti | µg/l | 0.2 | 6.8 | 3.5 | 1.4 | 1.7 | 0.4 |
| Kromi | µg/l | 0.3 | 1.5 | 1.5 | 1.3 | 1.4 | 2.1 |
| Kupari | µg/l | 1 | 2.9 | 3.2 | 3.3 | 1.6 | <1.0 |
| Nikkeli | µg/l | 1 | 19 | 17 | 9.2 | 15 | <1.0 |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 40 | 37 | 7.6 | 7.1 | 5.4 |
| Antimoni | µg/l | 1 | 1.1 | 1.2 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
|----------|------|-----|------|------|------|------|------|
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
| Arseeni | µg/l | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.8 | 0.9 | <0.5 |
| Koboltti | µg/l | 0.3 | 7.2 | 4.1 | 1.8 | 1.9 | 0.5 |
| Kromi | µg/l | 1 | 2.5 | 2.2 | 2.2 | 2.1 | 3.1 |
| Kupari | µg/l | 1 | 3.7 | 4.3 | 2.3 | 2.7 | <1.0 |
| Lyijy | µg/l | 0.6 | 0.8 | 0.8 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| Nikkeli | µg/l | 3 | 20 | 19 | 11 | 16 | <3.0 |
| Sinkki | µg/l | 15 | 37 | 35 | <15 | <15 | <15 |

Näyttenumero KE21-04552.006
 Näytteen nimi NP6 Alapuolinen
 Näytteenottopvm tutkimuspiste,
 Iiteallas
 19.07.2021

Analyyssi Yksikkö DL

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| | | | |
|----|------------|---|-----|
| pH | pH-yksikkö | 2 | 7.0 |
|----|------------|---|-----|

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| | | | |
|-----------------|------|-----|-----|
| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 8.8 |
|-----------------|------|-----|-----|

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| | | | |
|--------|-----|-----|----|
| Sameus | FNU | 0.2 | 32 |
|--------|-----|-----|----|

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| | | | |
|------------------------------------|------|---|----|
| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 10 |
|------------------------------------|------|---|----|

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| | | | |
|----------------|--------|----|-----|
| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 590 |
|----------------|--------|----|-----|

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| | | | |
|-----------------------------------|--------|-----|-----|
| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 100 |
| Ammoniumtyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 79 |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| | | | |
|------------------------------------|--------|----|----|
| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 46 |
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 10 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | | |
|-----------------|--------|---|----|
| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 45 |
|-----------------|--------|---|----|

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | | |
|------------------|--------|---|-----|
| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 8.5 |
|------------------|--------|---|-----|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| | | | |
|--------------|--------|------|------|
| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.46 |
|--------------|--------|------|------|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| | |
|-----------------|--------------------------------------------|
| Näyttenumero | KE21-04552.006 |
| Näytteen nimi | NP6 Alapuolinen |
| Näytteenottopvm | tutkimuspiste, lieteallas 19.07.2021 |

| | | |
|----------|---------|----|
| Analyysi | Yksikkö | DL |
|----------|---------|----|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en (continued)

| | | | |
|-----------|------|-----|-----|
| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 5.6 |
|-----------|------|-----|-----|

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| | | | |
|---------------|--------|------|------|
| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.25 |
|---------------|--------|------|------|

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| | | | |
|-------------|------------|-----|------|
| Lämpötila * | °C | 0.1 | 14.4 |
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 8.5 |

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| | | | |
|------------|------|-----|------|
| Arseeni * | µg/l | 10 | <10 |
| Koboltti * | µg/l | 10 | <10 |
| Kromi * | µg/l | 10 | <10 |
| Kupari * | µg/l | 10 | <10 |
| Nikkeli * | µg/l | 10 | <10 |
| Lyijy * | µg/l | 10 | <10 |
| Sinkki * | µg/l | 10 | <10 |
| Antimoni * | µg/l | 10 | <10 |
| Rikki * | µg/l | 100 | 4277 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| | | | |
|------------|------|-----|------|
| Arseeni * | µg/l | 10 | <10 |
| Koboltti * | µg/l | 10 | <10 |
| Kromi * | µg/l | 10 | <10 |
| Kupari * | µg/l | 10 | <10 |
| Nikkeli * | µg/l | 10 | <10 |
| Lyijy * | µg/l | 10 | <10 |
| Sinkki * | µg/l | 10 | <10 |
| Antimoni * | µg/l | 10 | <10 |
| Rikki * | µg/l | 100 | 3474 |

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| | | | |
|----------|------|-----|------|
| Arseeni | µg/l | 0.4 | 0.4 |
| Koboltti | µg/l | 0.2 | 0.8 |
| Kromi | µg/l | 0.3 | 2.0 |
| Kupari | µg/l | 1 | 1.1 |
| Nikkeli | µg/l | 1 | 3.5 |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | <0.5 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 8.2 |
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| | | | |
|----------|------|-----|------|
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 |
| Arseeni | µg/l | 0.5 | 0.6 |
| Koboltti | µg/l | 0.3 | 1.1 |
| Kromi | µg/l | 1 | 3.4 |

| | |
|-----------------|-------------------------------------------|
| Näyttenumero | KE21-04552.006 |
| Näytteen nimi | NP6 Alapuolinen |
| Näytteenottopvm | tutkimuspiste, Iiteallas 19.07.2021 |

Analyyssi

Yksikkö DL

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2 (continued)

| | | | |
|---------|------|-----|------|
| Kupari | µg/l | 1 | 1.8 |
| Lyijy | µg/l | 0.6 | <0.6 |
| Nikkeli | µg/l | 3 | 4.5 |
| Sinkki | µg/l | 15 | <15 |

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
Yhteyshenkilö Heli Harju
Osoite PL 532
00026 BASWARE

NÄYTE

SGS Refno KE21-05192 R1
Raportointi pvm 22.09.2021
Saapumis pvm 18.08.2021
Aloitus pvm 18.08.2021
Valmistumis pvm 22.09.2021

Projekti --
Asiakkaan viite **Välimaan pilotti tarkkailu 2021**
Näytteiden lkm 4

KOMMENTIT

Näytteenotto: PT 17.8-21

Analyyysiraportti KE21-05192 R1 korvaa analyysiaportin KE21-05192 R0: raudan ja alumiinin tulokset (liukoinen ja kokonaispitoisuus) lisätty

ALLEKIRJOITUKSET



Ilmari Heiskanen
Laboratoriokemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- * Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
- DL Määrittäysraja
- Ei analysoitu

Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisuutena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 |
|----------|---------|----|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 |

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|--------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 6.3 | 6.6 | 6.6 | 6.6 |
| Lämpötila * | °C | 0.1 | 15.3 | 16.3 | 15.0 | 16.1 |
| Alkusyvyys * | m | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|---------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| pH | pH-yksikkö | 2 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |

Sähköjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|
| Sähköjohtavuus | mS/m | 0.5 | 14.5 | 14.0 | 14.0 | 13.9 |

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|---------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| Sameus | FNU | 0.2 | 23 | 20 | 20 | 24 |

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|------------------------------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 10 | 11 | 6.6 | 7.9 |

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|----------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 1000 | 960 | 770 | 760 |

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|-----------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 330 | 200 | 140 | 130 |
| Ammoniumtyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 260 | 160 | 110 | 100 |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|------------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 25 | 40 | <5.0 | <5.0 |
| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 110 | 180 | <23 | <23 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|-----------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 40 | 41 | 35 | 27 |

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|------------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 15 | 10 | 4.7 | 5.5 |

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Yksikkö | DL | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 | |
|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|
| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.36 | 0.36 | 0.45 | 0.46 |

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-05192.001 | KE21-05192.002 | KE21-05192.003 | KE21-05192.004 |
|----------|---------|----|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 |

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 29 | 27 | 23 | 23 |
|-----------|------|-----|----|----|----|----|
|-----------|------|-----|----|----|----|----|

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.39 | 0.35 | 0.48 | 0.47 |
|---------------|--------|------|------|------|------|------|
|---------------|--------|------|------|------|------|------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 9440 | 8678 | 8126 | 7695 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|------|

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 9752 | 8905 | 8264 | 8066 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|------|

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Ilman lämpötila * | °C | -51 | 16.0 | 16.0 | 16.0 | 16.0 |
|-------------------|-------------|-----|------|------|------|------|
| Tuulen nopeus * | m/s | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Näkösyyvyys * | m | - | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Pilvisuus * | ei yksikköä | - | 4 | 4 | 4 | 4 |

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Alumiini | µg/l | 10 | 260 | 260 | 230 | 240 |
|----------|------|------|------|------|-------|-------|
| Rauta * | µg/l | 10 | 2000 | 2000 | 2200 | 2200 |
| Arseeni | µg/l | 0.1 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| Koboltti | µg/l | 0.15 | 5.3 | 3.1 | 1.0 | 1.2 |
| Kromi | µg/l | 0.2 | 1.7 | 1.7 | 1.6 | 1.5 |
| Kupari | µg/l | 1 | 3.3 | 2.9 | 1.3 | 1.4 |
| Nikkeli | µg/l | 0.6 | 17 | 15 | 7.6 | 14 |
| Lyijy | µg/l | 0.15 | 0.24 | 0.22 | <0.15 | <0.15 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 30 | 27 | 10 | 6.5 |
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Alumiini | µg/l | 50 | 600 | 500 | 390 | 410 |
|----------|------|-----|------|------|------|------|
| Rauta | µg/l | 50 | 5800 | 5500 | 4600 | 5000 |
| Arseeni | µg/l | 0.5 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.8 |
| Koboltti | µg/l | 0.3 | 6.3 | 3.6 | 1.1 | 1.3 |
| Kromi | µg/l | 1 | 5.7 | 5.7 | 4.8 | 2.7 |
| Kupari | µg/l | 1 | 4.2 | 4.1 | 2.1 | 2.4 |
| Nikkeli | µg/l | 3 | 19 | 17 | 8.4 | 16 |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | 0.6 | 0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 35 | 30 | 8.8 | 7.3 |
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
Yhteyshenkilö Heli Harju
Osoite PL 532
00026 BASWARE

NÄYTE

SGS Refno KE21-05919 R0
Raportointi pvm 13.10.2021
Saapumis pvm 14.09.2021
Aloitus pvm 14.09.2021
Valmistumis pvm 09.10.2021

Projekti --
Asiakkaan viite 101016664, Välimaan pilotti tarkkailu
Näytteiden lkm 4

KOMMENTIT

101016664, Välimaan pilotti tarkkailu 2021
Näytteenotto: PT

ALLEKIRJOITUKSET



Marika Luhtanen
Laboratoriopäällikkö

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- * Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
 - DL Määrittäjä
 - Ei analysoitu
- Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisuutena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

| Näyttenumero | KE21-05919.001 | KE21-05919.002 | KE21-05919.003 | KE21-05919.004 |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 |
| Näytteenottopvm | 13.09.2021 | 13.09.2021 | 13.09.2021 | 13.09.2021 |

| Analyysi | Yksikkö | DL | | | | |
|----------|---------|----|--|--|--|--|
|----------|---------|----|--|--|--|--|

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| pH | pH-yksikkö | 2 | 7.6 | 7.5 | 7.1 | 7.3 |
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 22.2 | 17.6 | 16.8 | 17.3 |
|-----------------|------|-----|------|------|------|------|
|-----------------|------|-----|------|------|------|------|

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| Sameus | FNU | 0.2 | 24 | 22 | 17 | 14 |
|--------|-----|-----|----|----|----|----|
|--------|-----|-----|----|----|----|----|

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 13 | 9.3 | 9.7 | 8.7 |
|------------------------------------|------|---|----|-----|-----|-----|
|------------------------------------|------|---|----|-----|-----|-----|

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 1300 | 1200 | 760 | 750 |
|----------------|--------|----|------|------|-----|-----|
|----------------|--------|----|------|------|-----|-----|

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 710 | 520 | 260 | 300 |
|-----------------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ammoniumtyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 550 | 400 | 200 | 230 |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 180 | 140 | <23 | <23 |
|------------------------------------|--------|----|-----|-----|------|------|
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 40 | 32 | <5.0 | <5.0 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 20 | 17 | 14 | 12 |
|-----------------|--------|---|----|----|----|----|
|-----------------|--------|---|----|----|----|----|

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 10 | 10 | 12 | 13 |
|------------------|--------|---|----|----|----|----|
|------------------|--------|---|----|----|----|----|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.66 | 0.65 | 0.55 | 0.58 |
|--------------|--------|------|------|------|------|------|
|--------------|--------|------|------|------|------|------|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 27 | 26 | 27 | 27 |
|-----------|------|-----|----|----|----|----|
|-----------|------|-----|----|----|----|----|

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-05919.001 | KE21-05919.002 | KE21-05919.003 | KE21-05919.004 |
|----------|---------|----|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 |
| | | | Näytteenottopvm | 13.09.2021 | 13.09.2021 | 13.09.2021 | 13.09.2021 |

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.46 | 0.32 | 0.47 | 0.51 |
|---------------|--------|------|------|------|------|------|
|---------------|--------|------|------|------|------|------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 10940 | 10210 | 10820 | 11260 |
|---------|------|-----|-------|-------|-------|-------|
|---------|------|-----|-------|-------|-------|-------|

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 11640 | 9572 | 9264 | 9099 |
|---------|------|-----|-------|------|------|------|
|---------|------|-----|-------|------|------|------|

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Lämpötila * | °C | 0.1 | 9.0 | 9.2 | 9.8 | 10.0 |
|--------------|------------|-----|-----|-----|-----|------|
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 6.5 | 7.0 | 6.7 | 6.9 |
| Alkusyvyys * | m | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

Elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

| Elohopea | µg/l | 0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 |
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|

Liukoinen elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

| Elohopea suodatetusta näytteestä | µg/l | 0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 |
|----------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|----------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Arseeni | µg/l | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.6 |
|-------------|------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Kadmium | µg/l | 0.024 | 0.19 | 0.21 | <0.024 | 0.12 |
| Koboltti | µg/l | 0.15 | 8.7 | 5.0 | 1.8 | 3.7 |
| Kromi | µg/l | 0.2 | 0.98 | 1.0 | 0.84 | 0.85 |
| Kupari | µg/l | 1 | 4.0 | 4.8 | <1.0 | 1.8 |
| Nikkeli | µg/l | 0.6 | 30 | 26 | 15 | 29 |
| Lyijy | µg/l | 0.15 | <0.15 | <0.15 | <0.15 | <0.15 |
| Vanadiini * | µg/l | 0.1 | 0.7 | 0.8 | 0.6 | 0.4 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 49 | 41 | 10 | 24 |
| Antimoni | µg/l | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Alumiini | µg/l | 10 | 180 | 230 | 150 | 160 |
| Rauta * | µg/l | 10 | 1300 | 2200 | 1900 | 1200 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Alumiini | µg/l | 50 | 730 | 670 | 440 | 580 |
|----------|------|-----|------|------|------|------|
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
| Arseeni | µg/l | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| Kadmium | µg/l | 0.1 | 0.3 | 0.3 | <0.1 | 0.2 |
| Koboltti | µg/l | 0.3 | 9.7 | 5.6 | 1.9 | 3.9 |
| Kromi | µg/l | 1 | 1.8 | 2.1 | 1.4 | 1.5 |
| Kupari | µg/l | 1 | 7.1 | 7.9 | 2.9 | 6.5 |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Nikkeli | µg/l | 3 | 35 | 30 | 17 | 31 |

| Näyttenumero | KE21-05919.001 | KE21-05919.002 | KE21-05919.003 | KE21-05919.004 |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 |
| Näytteenottopvm | 13.09.2021 | 13.09.2021 | 13.09.2021 | 13.09.2021 |

Analyysi

Yksikkö DL

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2 (continued)

| | µg/l | 50 | 7100 | 6600 | 6100 | 4900 |
|-----------|------|-----|------|------|------|------|
| Rauta | µg/l | 5 | 60 | 47 | 11 | 26 |
| Sinkki | µg/l | 0.5 | 1.9 | 2.0 | 1.5 | 1.4 |
| Vanadiini | | | | | | |

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
Yhteyshenkilö Heli Harju
Osoite PL 532
00026 BASWARE

NÄYTE

SGS Refno KE21-06578 R0
Raportointi pvm 17.11.2021
Saapumis pvm 08.10.2021
Aloitus pvm 08.10.2021
Valmistumis pvm 16.11.2021

Projekti --
Asiakkaan viite **Välimaan pilotti tarkkailu 2021**
Näytteiden lkm 6

KOMMENTIT

Näytteenotto: PT 7.10.2021

ALLEKIRJOITUKSET



Ilmari Heiskanen
Laboratoriokemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- * Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
 - DL Määrittäjä
 - Ei analysoitu
- Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syyteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 |
|----------------------|---------|----|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 | NP5 |
| Näytteenotto- pvm | | | Rakenteeseen tuleva vesi | Suodatinrakenne, puuhake | Suodatinrakenne, puuhake+biohiili | Rakenteesta lähtävä vesi | Alapuolinen tutkimuspiste, | |
| | | | 07.10.2021 | 07.10.2021 | 07.10.2021 | 07.10.2021 | 07.10.2021 | 07.10.2021 |

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 | |
|--------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Lämpötila * | °C | 0.1 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 9.2 | 8.6 |
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 6.7 | 6.3 | 6.1 | 6.3 | 6.1 |
| Alkusyvyys * | m | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 | |
|-------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|
| Jäänpaksuus * | m | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Lumenpaksuus * | m | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Näkösyyvyys * | m | - | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Pilvisyys * | ei yksikköä | - | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Ilman lämpötila * | °C | -51 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 |
| Tuulen nopeus * | m/s | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 | |
|---------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| pH | pH-yksikkö | 2 | 6.9 | 6.8 | 6.6 | 6.6 | 6.5 |

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 | |
|-----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 12.7 | 12.6 | 13.4 | 14.9 | 7.3 |

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 | |
|---------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Sameus | FNU | 0.2 | 14 | 12 | 11 | 11 | 8.3 |

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 | |
|------------------------------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 12 | 10 | 6.6 | 6.5 | 8.3 |

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 | |
|----------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 1100 | 340 | 790 | 690 | 800 |

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 | |
|-----------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 490 | 370 | 190 | 270 | 270 |
| Ammoniumtyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 380 | 290 | 150 | 210 | 210 |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 | |
|------------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 490 | 480 | 56 | 27 | 490 |
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 110 | 110 | 13 | 6.2 | 110 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 | |
|-----------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 35 | 18 | 26 | 29 | 16 |

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 |
|----------------------|---------|----|-------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 | NP5 |
| Näytteenotto- pvm | | | Rakenteeseen tuleva vesi 07.10.2021 | Suodatinrakenne, puuhake 07.10.2021 | Suodatinrakenne, puuhake+biohiili 07.10.2021 | Rakenteesta lähtävä vesi 07.10.2021 | Alapuolinen tutkimuspiste, rumpu 07.10.2021 | |

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2 (continued)

| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 10 | 8.0 | 5.1 | 4.9 | 5.8 |
|------------------|--------|---|----|-----|-----|-----|-----|
|------------------|--------|---|----|-----|-----|-----|-----|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.46 | 0.44 | 0.43 | 0.41 | 0.31 |
|--------------|--------|------|------|------|------|------|------|
|--------------|--------|------|------|------|------|------|------|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 22 | 22 | 25 | 32 | 11 |
|-----------|------|-----|----|----|----|----|----|
|-----------|------|-----|----|----|----|----|----|

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.26 | 0.32 | 0.46 | 0.39 | 0.47 |
|---------------|--------|------|------|------|------|------|------|
|---------------|--------|------|------|------|------|------|------|

Liukoinen elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

| Elohopea suodatetusta näytteestä | µg/l | 0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 |
|----------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|----------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 7093 | 7123 | 8406 | 10960 | 3579 |
|---------|------|-----|------|------|------|-------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|-------|------|

Elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

| Elohopea | µg/l | 0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 |
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 7516 | 7497 | 8406 | 10960 | 3579 |
|---------|------|-----|------|------|------|-------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|-------|------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Arseeni | µg/l | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.3 |
|-------------|------|-------|------|------|-------|------|-------|
| Kadmium | µg/l | 0.024 | 0.23 | 0.16 | 0.060 | 0.14 | 0.080 |
| Koboltti | µg/l | 0.15 | 4.9 | 2.6 | 1.9 | 5.1 | 2.4 |
| Kromi | µg/l | 0.2 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 1.4 | 1.5 |
| Kupari | µg/l | 1 | 5.2 | 3.7 | 1.5 | 2.9 | 2.1 |
| Nikkeli | µg/l | 0.6 | 21 | 20 | 11 | 30 | 7.4 |
| Lyijy | µg/l | 0.15 | 0.27 | 0.22 | 0.31 | 0.32 | 0.15 |
| Vanadiini * | µg/l | 0.1 | 0.9 | 1.1 | 0.8 | 0.9 | 0.7 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 49 | 55 | 22 | 36 | 32 |
| Antimoni | µg/l | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.1 |
| Alumiini | µg/l | 10 | 320 | 300 | 290 | 400 | 290 |
| Rauta * | µg/l | 10 | 1700 | 1500 | 1700 | 2500 | 1100 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 |
|--------------|---------|----|---------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 | NP5 |
| Näytteenotto | | | Näytteenotto | Rakenteeseen tuleva vesi | Suodatinrakenne, puuhake | Suodatinrakenne, puuhake+biohiili | Rakenteesta lähtevä vesi | Alapuolinen tutkimuspiste, rumpu |
| | | | | 07.10.2021 | 07.10.2021 | 07.10.2021 | 07.10.2021 | 07.10.2021 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2 (continued)

| Metalli | Yksikkö | DL | KE21-06578.001 | KE21-06578.002 | KE21-06578.003 | KE21-06578.004 | KE21-06578.005 |
|-----------|---------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Alumiini | µg/l | 50 | 750 | 750 | 550 | 630 | 540 |
| Antimoni | µg/l | 1 | 1.5 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
| Arseeni | µg/l | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | <0.5 |
| Kadmium | µg/l | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| Koboltti | µg/l | 0.3 | 5.8 | 2.8 | 2.0 | 5.5 | 2.8 |
| Kromi | µg/l | 1 | 2.8 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.5 |
| Kupari | µg/l | 1 | 7.3 | 7.0 | 5.1 | 7.2 | 7.3 |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | 0.8 | 0.8 | <0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Nikkeli | µg/l | 3 | 24 | 22 | 13 | 33 | 8.5 |
| Rauta | µg/l | 50 | 5300 | 5100 | 4500 | 4400 | 3900 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 52 | 45 | 24 | 33 | 22 |
| Vanadiini | µg/l | 0.5 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.5 | 2.5 |

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-06578.006 |
|--------------|---------|----|---------------|-------------------------------------------|
| | | | Näytteen nimi | NP6 Alapuolinen tutkimuspiste, lieteallas |
| Näytteenotto | | | Näytteenotto | 07.10.2021 |
| | | | | |

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Mittaus | Yksikkö | DL | Arvo |
|--------------|------------|-----|------|
| Lämpötila * | °C | 0.1 | 8.6 |
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 6.3 |
| Alkuvyvyys * | m | - | 0.2 |

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Mittaus | Yksikkö | DL | Arvo |
|-------------------|-------------|-----|------|
| Jäänpaksuus * | m | - | 0.0 |
| Lumenpaksuus * | m | - | 0.0 |
| Näkösyvyys * | m | - | 0.3 |
| Pilvisyys * | ei yksikköä | - | 8 |
| Ilman lämpötila * | °C | -51 | 11.0 |
| Tuulen nopeus * | m/s | 1 | 5 |

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| Mittaus | Yksikkö | DL | Arvo |
|---------|------------|----|------|
| pH | pH-yksikkö | 2 | 6.5 |

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| Mittaus | Yksikkö | DL | Arvo |
|-----------------|---------|-----|------|
| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 7.2 |

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| Mittaus | Yksikkö | DL | Arvo |
|---------|---------|-----|------|
| Sameus | FNU | 0.2 | 8.6 |

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| Mittaus | Yksikkö | DL | Arvo |
|------------------------------------|---------|----|------|
| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 6.4 |

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| | |
|-----------------|-------------------------------------------|
| Näyttenumero | KE21-06578.006 |
| Näytteen nimi | NP6 Alapuolinen |
| Näytteenottopvm | tutkimuspiste, Iiteallas 07.10.2021 |

| | | |
|----------|---------|----|
| Analyysi | Yksikkö | DL |
|----------|---------|----|

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441 (continued)

| | | | |
|----------------|--------|----|-----|
| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 800 |
|----------------|--------|----|-----|

Ammonium/Ammoniumtyyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| | | | |
|------------------------------------|--------|-----|-----|
| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 240 |
| Ammoniumtyyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 190 |

Nitraatti/Nitraattityyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| | | | |
|-------------------------------------|--------|----|-----|
| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 450 |
| Nitraattityyppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 100 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | | |
|-----------------|--------|---|----|
| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 20 |
|-----------------|--------|---|----|

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | | |
|------------------|--------|---|-----|
| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 7.0 |
|------------------|--------|---|-----|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| | | | |
|--------------|--------|------|------|
| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.32 |
|--------------|--------|------|------|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| | | | |
|-----------|------|-----|----|
| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 10 |
|-----------|------|-----|----|

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| | | | |
|---------------|--------|------|------|
| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 0.47 |
|---------------|--------|------|------|

Liukoinen elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

| | | | |
|----------------------------------|------|------|-------|
| Elohopea suodatetusta näytteestä | µg/l | 0.13 | <0.13 |
|----------------------------------|------|------|-------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| | | | |
|---------|------|-----|------|
| Rikki * | µg/l | 100 | 3522 |
|---------|------|-----|------|

Elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

| | |
|-----------------|--------------------------------------------|
| Näyttenumero | KE21-06578.006 |
| Näytteen nimi | NP6 Alapuolinen |
| Näytteenottopvm | tutkimuspiste, lieteallas 07.10.2021 |

| | | |
|-----------|---------|----|
| Analyyssi | Yksikkö | DL |
|-----------|---------|----|

Elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007 (continued)

| | | | |
|----------|------|------|-------|
| Elohopea | µg/l | 0.13 | <0.13 |
|----------|------|------|-------|

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| | | | |
|---------|------|-----|------|
| Rikki * | µg/l | 100 | 3522 |
|---------|------|-----|------|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| | | | |
|-------------|------|-------|-------|
| Arseeni | µg/l | 0.1 | 0.4 |
| Kadmium | µg/l | 0.024 | 0.060 |
| Koboltti | µg/l | 0.15 | 2.1 |
| Kromi | µg/l | 0.2 | 1.6 |
| Kupari | µg/l | 1 | 2.0 |
| Nikkeli | µg/l | 0.6 | 6.3 |
| Lyijy | µg/l | 0.15 | 0.27 |
| Vanadiini * | µg/l | 0.1 | 1.1 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 20 |
| Antimoni | µg/l | 0.1 | 0.1 |
| Alumiini | µg/l | 10 | 300 |
| Rauta * | µg/l | 10 | 1600 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| | | | |
|-----------|------|-----|------|
| Alumiini | µg/l | 50 | 530 |
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 |
| Arseeni | µg/l | 0.5 | <0.5 |
| Kadmium | µg/l | 0.1 | <0.1 |
| Koboltti | µg/l | 0.3 | 2.3 |
| Kromi | µg/l | 1 | 2.6 |
| Kupari | µg/l | 1 | 5.5 |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | 0.7 |
| Nikkeli | µg/l | 3 | 7.1 |
| Rauta | µg/l | 50 | 4100 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 20 |
| Vanadiini | µg/l | 0.5 | 2.4 |

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
Yhteyshenkilö Heli Harju
Osoite PL 532
00026 BASWARE

NÄYTE

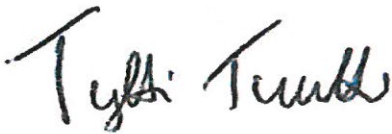
SGS Refno KE21-07521 R0
Raportointi pvm 30.11.2021
Saapumis pvm 11.11.2021
Aloituspvm 11.11.2021
Valmistumispvm 30.11.2021

Projekti --
Asiakkaan viite Välimaan pilotti tarkkailu 2021
Näytteiden lkm 4

KOMMENTIT

Näytteenotto: PT 10.11.2021

ALLEKIRJOITUKSET



Tytti Tuutti
Kemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- * Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
 - DL Määritysraja
 - Ei analysoitu
- Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

| Näyttenumero | KE21-07521.001 | KE21-07521.002 | KE21-07521.003 | KE21-07521.004 |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 |
| Näytteenottopvm | Rakenteeseen tuleva vesi 10.11.2021 | Suodatinrakenne, puuhake 10.11.2021 | Suodatinrakenne, puuhake+biohiili 10.11.2021 | Rakenteesta lähtevä vesi 10.11.2021 |

| Analyysi | Yksikkö | DL | | | | | |
|----------|---------|----|--|--|--|--|--|
|----------|---------|----|--|--|--|--|--|

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| | | | | | | |
|--------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Lämpötila * | °C | 0.1 | 2.4 | 2.0 | 3.7 | 1.5 |
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 5.8 | 6.1 | 6.1 | 6.1 |
| Alkusyvyys * | m | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| | | | | | | |
|-------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Jäänpaksuus * | m | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Lumenpaksuus * | m | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Näkösyvyys * | m | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Pilvisyys * | ei yksikköä | - | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Ilman lämpötila * | °C | -51 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Tuulen nopeus * | m/s | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 |

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| | | | | | | |
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|
| pH | pH-yksikkö | 2 | 6.1 | 6.4 | 6.6 | 6.4 |
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| | | | | | | |
|-----------------|------|-----|------|------|------|------|
| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 14.1 | 14.1 | 11.8 | 14.3 |
|-----------------|------|-----|------|------|------|------|

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|----|----|----|----|
| Sameus | FNU | 0.2 | 25 | 14 | 33 | 12 |
|--------|-----|-----|----|----|----|----|

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| | | | | | | |
|------------------------------------|------|---|----|-----|-----|-----|
| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 28 | 4.7 | 3.8 | 3.4 |
|------------------------------------|------|---|----|-----|-----|-----|

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| | | | | | | |
|----------------|--------|----|------|-----|------|------|
| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 2100 | 880 | 1000 | 1200 |
|----------------|--------|----|------|-----|------|------|

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|-----|------|-----|-----|-----|
| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 1800 | 440 | 430 | 570 |
| Ammoniumtyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 1400 | 340 | 340 | 440 |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| | | | | | | |
|------------------------------------|--------|----|-----|------|------|------|
| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | 160 | <23 | <23 | <23 |
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | 37 | <5.0 | <5.0 | <5.0 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| | | | | | | |
|-----------------|--------|---|----|----|----|----|
| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 88 | 23 | 34 | 34 |
|-----------------|--------|---|----|----|----|----|

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-07521.001 | KE21-07521.002 | KE21-07521.003 | KE21-07521.004 |
|-----------------|---------|----|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 |
| Näytteenottopvm | | | Rakenteeseen tuleva vesi | Suodatinrakenne, puuhake | Suodatinrakenne, puuhake+biohiili | Rakenteesta lähtevä vesi | |
| | | | 10.11.2021 | 10.11.2021 | 10.11.2021 | 10.11.2021 | |

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2 (continued)

| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 12 | 5.4 | 9.2 | 6.9 |
|------------------|--------|---|----|-----|-----|-----|
| | | | | | | |

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 0.64 | 0.41 | 0.68 | 0.60 |
|--------------|--------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | |

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 18 | 24 | 5.1 | 16 |
|-----------|------|-----|----|----|-----|----|
| | | | | | | |

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 1.9 | 0.63 | 0.78 | 0.80 |
|---------------|--------|------|-----|------|------|------|
| | | | | | | |

Liukoinen elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

| Elohopea suodatetusta näytteestä | µg/l | 0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 |
|----------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | | |

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 6846 | 9167 | 2736 | 6383 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|
| | | | | | | |

Elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

| Elohopea | µg/l | 0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 |
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | | |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 7013 | 9702 | 2873 | 6482 |
|---------|------|-----|------|------|------|------|
| | | | | | | |

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Arseeni | µg/l | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
|-------------|------|-------|------|--------|--------|--------|
| Kadmium | µg/l | 0.024 | 0.22 | <0.024 | <0.024 | <0.024 |
| Koboltti | µg/l | 0.15 | 7.2 | 4.6 | 2.2 | 5.1 |
| Kromi | µg/l | 0.2 | 2.1 | 1.6 | 2.1 | 2.4 |
| Kupari | µg/l | 1 | 2.4 | 1.5 | 1.5 | 2.6 |
| Nikkeli | µg/l | 0.6 | 20 | 16 | 8.5 | 31 |
| Lyijy | µg/l | 0.15 | 0.16 | <0.15 | <0.15 | 0.17 |
| Vanadiini * | µg/l | 0.1 | 1.8 | 1.5 | 2.6 | 2.6 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 50 | <5.0 | 6.5 | 14 |
| Antimoni | µg/l | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Alumiini | µg/l | 10 | 510 | 490 | 670 | 770 |
| Rauta * | µg/l | 10 | 6500 | 5300 | 4000 | 4300 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Näyttenumero | KE21-07521.001 | KE21-07521.002 | KE21-07521.003 | KE21-07521.004 |
|-----------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|
| Näytteen nimi | NP1 | NP2 | NP3 | NP4 Rakenteesta |
| Näytteenottopvm | Rakenteeseen tuleva vesi 10.11.2021 | Suodatinrakenne, puuhake 10.11.2021 | Suodatinrakenne, puuhake+biohiili 10.11.2021 | lähtävä vesi 10.11.2021 |

Analyyysi Yksikkö DL

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2 (continued)

| Metalli | Yksikkö | DL | KE21-07521.001 | KE21-07521.002 | KE21-07521.003 | KE21-07521.004 |
|-----------|---------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Alumiini | µg/l | 50 | 1000 | 560 | 810 | 920 |
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
| Arseeni | µg/l | 0.5 | 0.6 | <0.5 | 0.6 | 0.6 |
| Kadmium | µg/l | 0.1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | 0.1 |
| Koboltti | µg/l | 0.3 | 7.4 | 4.7 | 2.3 | 5.2 |
| Kromi | µg/l | 1 | 3.3 | 2.2 | 2.8 | 3.2 |
| Kupari | µg/l | 1 | 6.9 | 2.5 | 3.6 | 6.2 |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Nikkeli | µg/l | 3 | 22 | 15 | 8.9 | 30 |
| Rauta | µg/l | 50 | 14000 | 6000 | 5000 | 5600 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 45 | <5.0 | 7.3 | 16 |
| Vanadiini | µg/l | 0.5 | 5.7 | 1.9 | 3.3 | 3.3 |

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
Yhteyshenkilö Heli Harju
Osoite PL 532
00026 BASWARE

Projekti - -
Asiakkaan viite Väliimaan pilotti tarkkailu 2021
Näytteiden lkm 3

NÄYTE

SGS Refno KE21-08267 R0
Raportointi pvm 31.12.2021
Saapumis pvm 15.12.2021
Aloitus pvm 15.12.2021
Valmistumis pvm 31.12.2021

KOMMENTIT

Näytteenotto: PT 14.12.2021

ALLEKIRJOITUKSET



Mia Karjalainen
Laboratoriokemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- * Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
- DL Määrittäjä
- Ei analysoitu

Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyinä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yritys on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syyteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisuutena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

| Näyttenumero Näytteen nimi Näytteenottopvm | KE21-08267.001 NP2 Suodatinrakenne, puuhake 14.12.2021 | KE21-08267.002 NP3 Suodatinrakenne, puuhake+biohiili 14.12.2021 | KE21-08267.003 NP4 Rakenteesta lähtevä vesi 14.12.2021 |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

Analyysi Yksikkö DL

Kenttämittaukset vedestä Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|--------------|------------|-----|----------------|----------------|----------------|
| Alkusyvyys * | m | - | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| Lämpötila * | °C | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.8 |
| pH * | pH-yksikkö | 0.1 | 6.3 | 6.2 | 6.3 |

Havaintopaikan kenttähavainnot Menetelmä: Asiakkaan ilmoittamat

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|-------------------|-------------|-----|----------------|----------------|----------------|
| Ilman lämpötila * | °C | -51 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Tuulen nopeus * | m/s | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Pilvisuus * | ei yksikköä | - | 8 | 8 | 8 |
| Lumenpaksuus * | m | - | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Jäänpaksuus * | m | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|----------|------------|----|----------------|----------------|----------------|
| pH | pH-yksikkö | 2 | 6.3 | 6.4 | 6.4 |

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|-----------------|---------|-----|----------------|----------------|----------------|
| Sähkönjohtavuus | mS/m | 0.5 | 20.8 | 20.0 | 19.9 |

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|----------|---------|-----|----------------|----------------|----------------|
| Sameus | FNU | 0.2 | 22 | 24 | 12 |

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|------------------------------------|---------|----|----------------|----------------|----------------|
| Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C | mg/l | 1 | 12 | 13 | 5.6 |

Kokonaistyyppi vedestä, CFA Menetelmä: ISO 29441

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|----------------|---------|----|----------------|----------------|----------------|
| Kokonaistyyppi | µg N/l | 25 | 2400 | 2400 | 2300 |

Ammonium/Ammoniumtyppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 11732

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|-----------------------------------|---------|-----|----------------|----------------|----------------|
| Ammonium, NH ₄ | µg/l | 6.5 | 2200 | 2300 | 2100 |
| Ammoniumtyppi, NH ₄ -N | µg N/l | 5 | 1700 | 1800 | 1600 |

Nitraatti/Nitraattityppi vedestä, CFA Menetelmä: SFS-EN ISO 13395

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|------------------------------------|---------|----|----------------|----------------|----------------|
| Nitraattityppi, NO ₃ -N | µg N/l | 5 | <5.0 | <5.0 | <5.0 |
| Nitraatti, NO ₃ | µg/l | 23 | <23 | <23 | <23 |

Kokonaisfosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Analyysi | Yksikkö | DL | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|-----------------|---------|----|----------------|----------------|----------------|
| Kokonaisfosfori | µg P/l | 5 | 56 | 19 | 24 |

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2

| Analyysi | Yksikkö | DL | Näyttenumero | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|-----------------|---------|----|--------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| | | | Näytteen nimi | NP2 | NP3 | NP4 Rakenteesta |
| Näytteenottopvm | | | Suodatinrakenne, puuhake | Suodatinrakenne, puuhake+biohiili | lähtevä vesi | 14.12.2021 |
| | | | 14.12.2021 | 14.12.2021 | | |

Fosfaattifosfori vedestä, CFA Menetelmä: ISO 15681-2 (continued)

| Fosfaattifosfori | µg P/l | 3 | 43 | 5.7 | 6.8 |
|------------------|--------|---|----|-----|-----|
|------------------|--------|---|----|-----|-----|

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Alkaliteetti | mmol/l | 0.02 | 1.7 | 1.9 | 1.8 |
|--------------|--------|------|-----|-----|-----|
|--------------|--------|------|-----|-----|-----|

Anionit vedestä, IC Menetelmä: SFS-EN ISO 10304-1:en

| Sulfaatti | mg/l | 0.3 | 7.3 | 5.6 | 6.1 |
|-----------|------|-----|-----|-----|-----|
|-----------|------|-----|-----|-----|-----|

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

| Asiditeetti * | mmol/l | 0.02 | 2.3 | 2.6 | 2.3 |
|---------------|--------|------|-----|-----|-----|
|---------------|--------|------|-----|-----|-----|

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 3623 | 2722 | 2709 |
|---------|------|-----|------|------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Arseeni | µg/l | 0.5 | 0.8 | 0.6 | 0.6 |
|-----------|------|-----|-------|-------|-------|
| Kadmium | µg/l | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Koboltti | µg/l | 0.3 | 11 | 11 | 10 |
| Kromi | µg/l | 1 | 3.3 | 3.3 | 3.2 |
| Kupari | µg/l | 1 | 5.8 | 3.0 | 1.7 |
| Nikkeli | µg/l | 3 | 19 | 16 | 23 |
| Lyijy | µg/l | 0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Antimoni | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
| Sinkki | µg/l | 5 | <5.0 | <5.0 | <5.0 |
| Vanadiini | µg/l | 0.5 | 4.7 | 3.7 | 3.8 |
| Rauta | µg/l | 50 | 28000 | 24000 | 24000 |
| Alumiini | µg/l | 50 | 840 | 820 | 800 |

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

| Rikki * | µg/l | 100 | 3239 | 2488 | 2460 |
|---------|------|-----|------|------|------|
|---------|------|-----|------|------|------|

Elohopea pohjavesinäytteestä Menetelmä: EPA 7473

| Elohopea | µg/l | 0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 |
|----------|------|------|-------|-------|-------|
|----------|------|------|-------|-------|-------|

Liukoinen Elohopea pohjavesinäytteestä Menetelmä: EPA 7473

| Elohopea | µg/l | 0.13 | <0.13 | <0.13 | <0.13 |
|----------|------|------|-------|-------|-------|
|----------|------|------|-------|-------|-------|

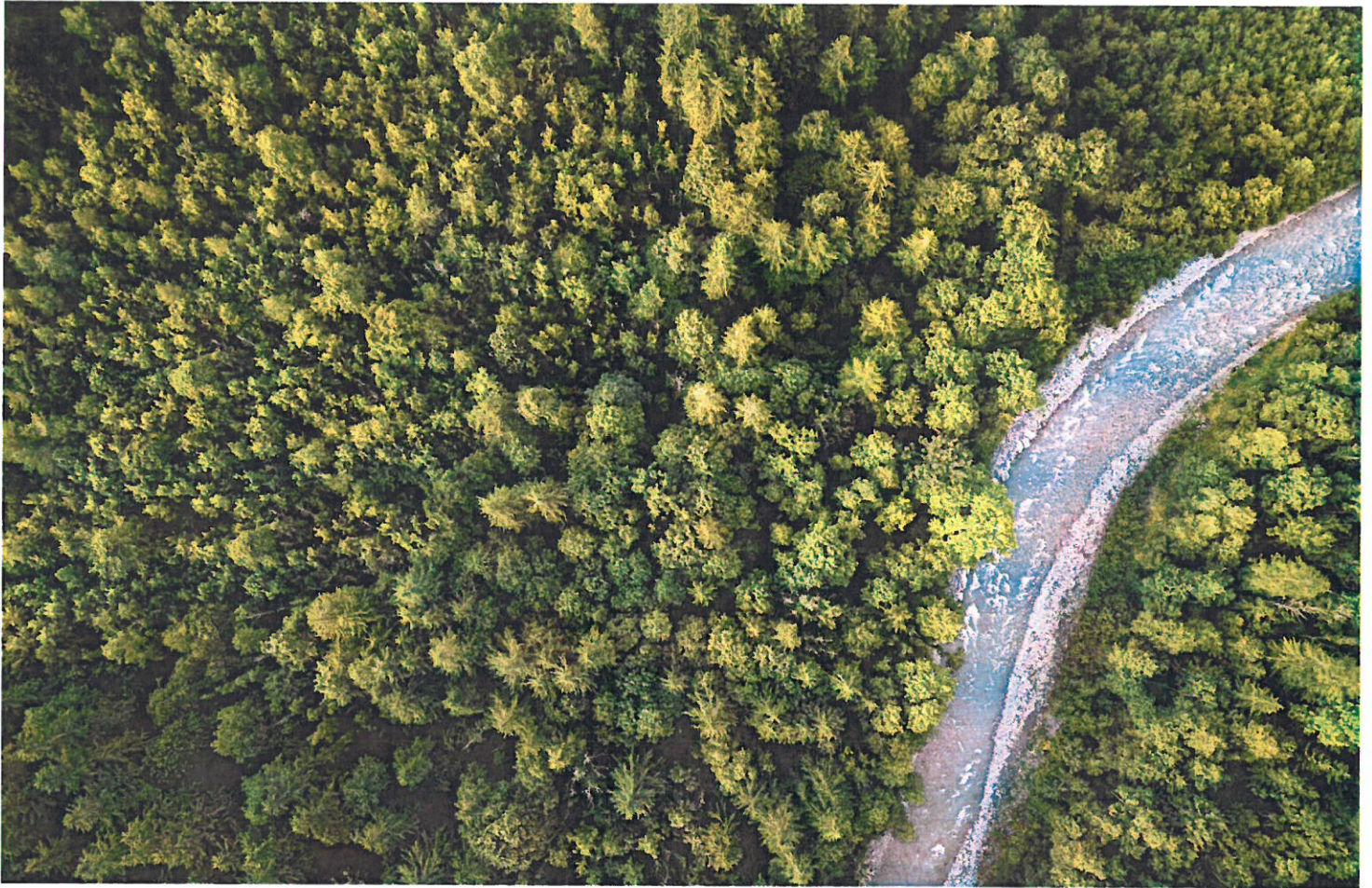
Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

| Näyttenumero | KE21-08267.001 | KE21-08267.002 | KE21-08267.003 |
|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|
| Näytteen nimi | NP2 | NP3 | NP4 Rakenteesta |
| Näytteenottopvm | Suodatinrakenne, puuhake 14.12.2021 | Suodatinrakenne, puuhake+biohiili 14.12.2021 | lähtevä vesi 14.12.2021 |

Analyysi Yksikkö DL

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2 (continued)

| | | | | | |
|-------------|------|-------|--------|--------|--------|
| Arseeni | µg/l | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Kadmium | µg/l | 0.024 | <0.024 | <0.024 | <0.024 |
| Koboltti | µg/l | 0.15 | 9.6 | 9.5 | 8.5 |
| Kromi | µg/l | 0.2 | 2.0 | 2.2 | 2.2 |
| Kupari | µg/l | 1 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
| Nikkeli | µg/l | 0.6 | 17 | 14 | 20 |
| Lyijy | µg/l | 0.15 | <0.15 | <0.15 | <0.15 |
| Vanadiini * | µg/l | 0.1 | 3.0 | 2.8 | 2.9 |
| Sinkki | µg/l | 5 | 7.5 | <5.0 | <5.0 |
| Antimoni | µg/l | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Alumiini | µg/l | 10 | 440 | 540 | 530 |
| Rauta * | µg/l | 10 | 22000 | 22000 | 21000 |



Oulun Kaupunki

Välimaan pilotti

101016664-001



AFRY
Ä F P Ö Y R Y

Biologisten reaktioiden selvitys
Sivu 1/20

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

Author
Juholin, Piia
Phone
+358 10 334 9543
Mobile
+358 50 358 9514
E-mail
piia.juholin@afry.com

Date
27/10/2021
Project
101016664-001

Checked
Harju, Heli 27.10.2021

Client
Oulun kaupunki Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys



Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

Sisältö

| | | |
|-----|-------------------------------|----|
| 1 | Taustaa | 3 |
| 2 | Bioreaktori..... | 3 |
| 3 | Biologiset reaktiot..... | 4 |
| 3.1 | Typen poisto..... | 4 |
| 3.2 | Sulfaatin pelkistyminen | 5 |
| 4 | Mittaukset | 8 |
| 4.1 | Veden lämpötila | 8 |
| 4.2 | Viipymä | 8 |
| 4.3 | pH..... | 10 |
| 4.4 | Alkaliteetti..... | 11 |
| 4.5 | Nitraattityppi | 11 |
| 4.6 | Ammoniumtyppi..... | 12 |
| 4.7 | Kokonaistyyppi | 14 |
| 4.8 | Sulfaatti | 15 |
| 4.9 | Metallit | 16 |
| 5 | Yhteenveto | 19 |
| 6 | Lähteet | 20 |

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

1 Taustaa

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää, onko Välimaan pilotin suodatinrakenteessa biologista toimintaa. Suodatinosan biologista toimintaa on arvioitu kirjallisuuden ja mm. vesinäytteiden analysoitujen typen-, metallien-, ja sulfaatin poistumien avulla.

Biohiilisuodatinrakenne on rakennettu ja otettu käyttöön keväällä 2020. Projekti on osa laajempaa CirVol-hanketta, joka on Oulun, Turun, Tampereen ja Helsingin yhteinen 6Aika-hanke, jonka tarkoituksena on edistää kiertotalouden mukaista liiketoimintaa. Oulussa hankkeen osatoteuttajia ovat Oulun kaupunki ja Oulun Ammattikorkeakoulu, ja kohdealueeksi valikoitui Kiimingin Välimaalle rakentuva kiertotalousalue. (Sirviö et al., 2020)

AFRY Finland Oy on toteuttanut pilottikohteessa vesistötarkkailua ja jatkuvatoimista mittausta mittauskaudella 2021. Tämä raportti on osa projektiin liittyvää lisätarkastelua.

2 Bioreaktori

Välimaan pilotti koostuu kahdesta laskeutusaltaasta, joiden välissä on suodatinosa. Suodatinosan alussa on puuhakesuodatin #10-50 mm, joka suodattaa vettä ennen biohiilisuodatinta #10-30 mm. Suodatinosalta vesi johdetaan laskeutusaltaaseen ja sieltä ojien kautta ympäristöön.

Pilotilla on neljä mittauspistettä. NP1 pisteestä otetaan näyte ensimmäiseen laskeutusaltaaseen tulevasta vedestä, NP2 mittauspiste on sijoitettu puuhakeosan alkuun, NP3 biohiilirakenteen loppuun ja NP4 pisteestä mitataan toisesta laskeutusaltaasta lähtevän veden laatua.



Kuva 1. Vesiensuojelurakenne ja vesinäytteiden ottopisteet. (Sirviö et al., 2020)

Saman tyyppisiä bioreaktoreita on käytetty mm. kunnallisten jätevesien ja kaivosvesien käsittelyssä typen ja metallien poistamiseksi. Mikrobin kasvua bioreaktorissa on voitu nopeuttaa lisäämällä sinne mikrobeja esimerkiksi jätevedenpuhdistamon lietteenä, joka toimii myös hiilen lähteenä. Mikrobilisäys voi olla tarpeellinen, jotta biologiset prosessit käynnistyvät tehokkaasti ja bioreaktoriin saadaan mikrobeja, joita ei vedessä luonnostaan ole. Biologista toimintaa kehittyy suodattimeen myös ilman bakteerien lisääystä, mutta kasvu voi olla hidasta.



Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

Bioreaktoreissa bakteerit käyttävät puuhakkeen sisältämää orgaanista ainetta ravintona, samoin bakteerit saavat muita ravinteita ja hivenaineita puuhakkeesta. Bioreaktoreiden on havaittu toimivan jopa 10-15 vuotta. Bioreaktoreissa muodostuu hapettomat olosuhteet, jolloin denitrifikaatio ja sulfaatin pelkistyminen ovat mahdollisia. Biologista toimintaa on mahdollista olla sekä puuhakkeessa, että biohiilessä. (Postila, ym., 2021) (Aqua Mobilis AB, 2021)

3 Biologiset reaktiot

3.1 Typen poisto

Nitrifikaatio

Biologisen typen poiston ensimmäinen vaihe on prosessi, jossa autotrofiset mikrobit hapellisissa olosuhteissa hapettavat ammoniumia (NH_4^+) nitriitiksi (NO_2^-) ja edelleen nitraatiksi (NO_3^-) (nitrifikaatio). (Kemira, 2020) Nitrifikaationopeus riippuu huomattavan paljon lämpötilasta; ammoniumin hapettumisnopeus $+5\text{ }^\circ\text{C}$ lämpötilassa on 2-3 kertaa hitaampi kuin $+15\text{ }^\circ\text{C}$.



Nitrifikaatio edellyttää suhteellisen korkeaa happipitoisuutta ($\geq 2\text{ mgO}_2/\text{l}$). Lisäksi nitrifikaatioreaktio kuluttaa veden bikarbonaattia; jos alkaliniteetti on alhainen tai ammonium-typen pitoisuus korkea, nitrifikaation ylläpitämiseksi on veteen syötettävä myös kalkkia tai jotain muuta emästä. Veden alkalointiin käytetään yleensä emästä, joka reagoi veden hiilihapon kanssa muodostaen bikarbonaattia, jolloin veden pH ja alkaliteetti nousevat. Veden kokonaishiilidioksidipitoisuus koostuu hiilihaposta, bikarbonaatista ja karbonaatista, joiden osuudet riippuvat veden pH:sta. Hiilidioksidia voidaan joutua lisäämään veteen, mikäli vedessä ei ole tarpeeksi hiilidioksidia alkaliteetin (bikarbonaattipitoisuuden) nostamiseksi tavoitetasolle.

Välimaan pilotin suodatinrakenteessa ei ole arvioitu juurikaan tapahtuvan nitrifikaatiota, koska olosuhteet suodatinrakenteessa on arvioitu olevan anaerobiset. Rakenteeseen virtaavan veden sisältämän hapen on arvioitu kuluvan nopeasti rakenteen hapettomissa olosuhteissa.

Denitrifikaatio

Nitrifikaatiossa mikrobit hapettavat ammoniumtypen nitraatiksi mutta se ei vähennä kokonaistypen määrää. Typenpoisto toteutuu vasta kun nitraattityppi pelkistetään typpikaasuksi (N_2), joka vapautuu ilmakehään (denitrifikaatio). (Kemira, 2020) Biologinen typen pelkistys tapahtuu hapettomassa ympäristössä mutta vaatii orgaanista hiiltä tyypeä pelkistävien bakteerien energialähteeksi.

Denitrifikaationopeus ei ole samalla lailla lämpötilariippuvainen kuin nitrifikaatio; jos nitrifikaatio saadaan tapahtumaan, denitrifikaatio tapahtuu, edellyttäen että käytettävissä on riittävästi orgaanista hiiltä.

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

Useimmin prosessiin joudutaan lisäämään jotakin ulkopuolista hiililähdettä riittävän denitrifikaatioasteen savuttamiseksi. Lisäksi denitrifikaatiovaihe lisää veden alkaliniteettia.

Välimaan pilotin suodatinrakenteessa on oletettavasti hapettomat ja pimeät olosuhteet, minkä puolesta denitrifikaatio on mahdollinen. Alla olevassa taulukossa on esitetty denitrifikaation optimiolosuhteet ja pilotilla havaittu tilanne. Pilotille tulevan veden pH on ollut denitrifikaatiolle optimialueella tai hieman sen alle. Käsiteltävän veden lämpötila vaihtelee vuodenajan mukaan, mikä vaikuttaa denitrifikaationopeuteen. Veden lämpötila on ollut korkeimmillaan loppukesällä, jolloin denitrifioivien bakteerien toiminta pitäisi olla korkeimmillaan.

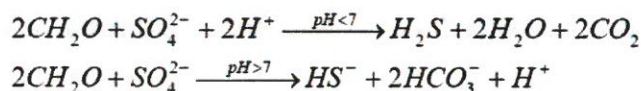
Taulukko 3-1. Denitrifikaation optimiolosuhteiden ja pilotin olosuhteiden vertailu.

| | Optimiolosuhteet | Olosuhteet pilotilla |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| pH | 7-8 | 6,3-7,5 |
| Lämpötila | 5-30 °C. Denitrifikaatio kaksinkertaistuu, kun lämpötila nousee 4 °C. Denitrifikaatiota on havaittu tapahtuvan jopa +4 °C. | 1,2-16,4 °C |
| Hiilen lähde | Mm. erilaiset hiilen lähteet kuten metanoli tai veden sisältämä hiili | Biohake |

3.2 Sulfaatin pelkistyminen

Sulfaatinpelkistäjät (SRB, sulphate reducing bacteria) ovat hapettomissa olosuhteissa toimivia mikrobeja sisältävä mikrobiryhmä. Erityyppisiä sulfaatinpelkistäjiä voidaan eristää mm. todella kylmistä, että lämpimistä vesiympäristöistä, pohjasedimenteistä ja esityyppisistä kosteikoista. Lämpötilan lasku vähentää bakteerien aktiivisuutta. Kasvuun tarvitsemansa energian sulfaatinpelkistäjäbakteerit saavat hapettamalla orgaanisia yhdisteitä. (Vestola & Mroueh, 2008)

Sulfaatinpelkistys voidaan esittää yksinkertaistettuna seuraavasti:



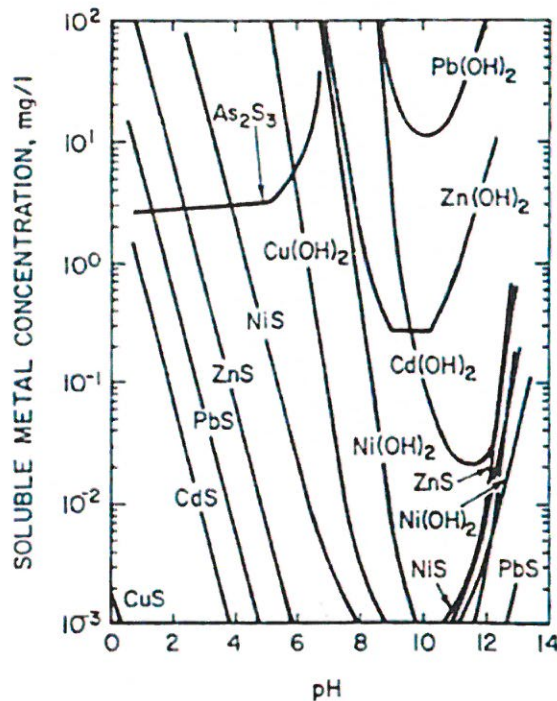
Myös molekulaarinen vety voi luovuttaa elektroneja



Reaktiossa muodostuu rikkivetyä (H₂S), joka sitoutuu useimpien liukoisten raskasmetalli-ionien ja erityisesti raudan kanssa muodostaen liukenemattoman sakan.

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

Metallien saostuminen riippuu veden pH:sta, metallisulfidien liukoisuudesta ja reaktioihin osallistuvien reagenssien pitoisuuksista. pH:n vaikutus metallien liukoisuuteen on esitetty kuvassa 2. (Vestola & Mroueh, 2008)



Kuva 2. Metallisulfidien ja -oksidien liukoisuuden riippuvuus pH:sta. (Vestola & Mroueh, 2008)

Välimaan pilotilla sulfaatinpelkistäjäbakteerien toiminnan kannalta bioreaktoriin tulevan veden pH on ollut alueella 6,3-7,5. Tällä pH-alueella on mahdollisesti tapahtunut sulfaatin pelkistystä, mutta pH-alueella on voinut olla myös kilpailevaa metanogeenisten bakteerien toimintaa. Lämpötila on vaihdellut vuodenajan mukaan, mikä vaikuttaa bakteerien toimintaan. Inhibiittoreita, kuten korkeita metallipitoisuuksia ei ole havaittu.

Kirjallisuuden perustella sulfaatinpelkistys voi olla mahdollista pilotilla, varsinkin jos pH olisi nykyistä hieman korkeampi. Pilotilla kaivon kantta avatessa on havaittu vähäistä rikin hajua, mikä voi viitata, että suodatinrakenteessa tapahtuu jonkin asteista sulfaatin pelkistystä.

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

Taulukko 3-2. Sulfaatinpelkistykseen optimiolosuhteiden ja pilotin olosuhteiden vertailu.

| | Optimiolosuhteet | Olosuhteet pilotilla |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| pH | pH 7,0-7,8, selviytyvät 5,0-9,0 (Vestola & Mroueh, 2008) | 6,3-7,5 |
| Lämpötila | Mesofiiliset 28-45 °C, termofiiliset 54-70 °C, psykoofiiliset alle 10 °C (Vestola & Mroueh, 2008) | 1,2-16,4 °C |
| Redox-potentiaali | alle -100 mV (Vestola & Mroueh, 2008) | Ei mittausta, pelkistävät olosuhteet on arvioitu saavutettavan |
| Elektronin- ja hiilenlähde | Mm. laktaatti, vetykaasu, pyruvaatti, primaariset alkoholit, sukkiinaatti, bentsoaatti, malaatti (Vestola & Mroueh, 2008) | Puuhake |
| Ravinteet | Typpi, fosfori, hivenaineet (Vestola & Mroueh, 2008) | Typpi, fosfori, hivenaineita tulevassa vedessä |
| Inhibiittorit | Mm. korkeat rikkivedyn, sulfidi-ionien (yli 500 mg/l) metallien pitoisuudet (Vestola & Mroueh, 2008) | Ei |
| Kilpailevat prosessit | pH-alueella 6-7 metanogeenit ovat hallitseva mikrobiryhmä. pH:n ollessa 8,3-8,6 sulfaatinpelkistäjät dominoivat mikrobikasvustoa (Vestola & Mroueh, 2008) | pH on ollut enemmän metanogeenisellä alueella. |



Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

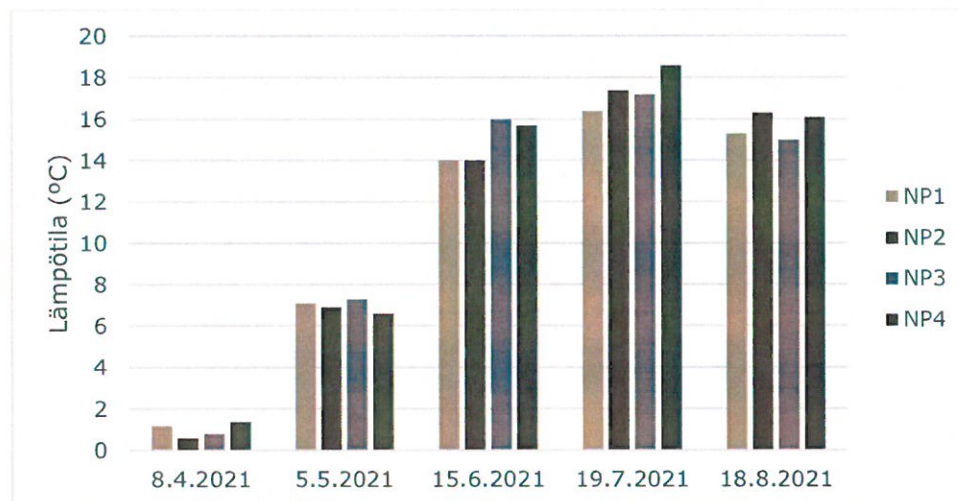
4 Mittaukset

Alla on esitetty biologiseen toimintaan liittyvien parametrien vertailu vuoden 2021 tuloksista. Mittaustuloksia oli saatavissa huhtikuu-elokuu väliseltä ajalta. Vertailussa tarkasteltiin mittauspisteiden NP1-NP4 tuloksia, koska niistä voitiin havaita suodatinrakenteen toimivuutta. Tuloksia verrattiin myös vuoden 2020 tuloksiin jos tietoja oli saatavilla.

Jos mittaustulos oli alle määritysrajan, pitoisuuden arvioitiin olevan puolet määritysrajasta.

4.1 Veden lämpötila

Veden lämpötilaa on tarkkailtu eri mittauspisteillä. Korkeimmillaan lämpötila on ollut heinäkuussa, jolloin tulevan veden lämpötila oli 16,4 °C. Erityisesti kesäkuukausina veden lämpötila nousi pilotilla. Veden lämpötila vaikuttaa mm. biologisiin prosesseihin, kemiallisten reaktioiden nopeuteen, kuten hydroksidisaotukseen mutta myös adsorptioon.



Kuva 3. Näytepisteiden lämpötila mittauskaudella 2021.

4.2 Viipymä

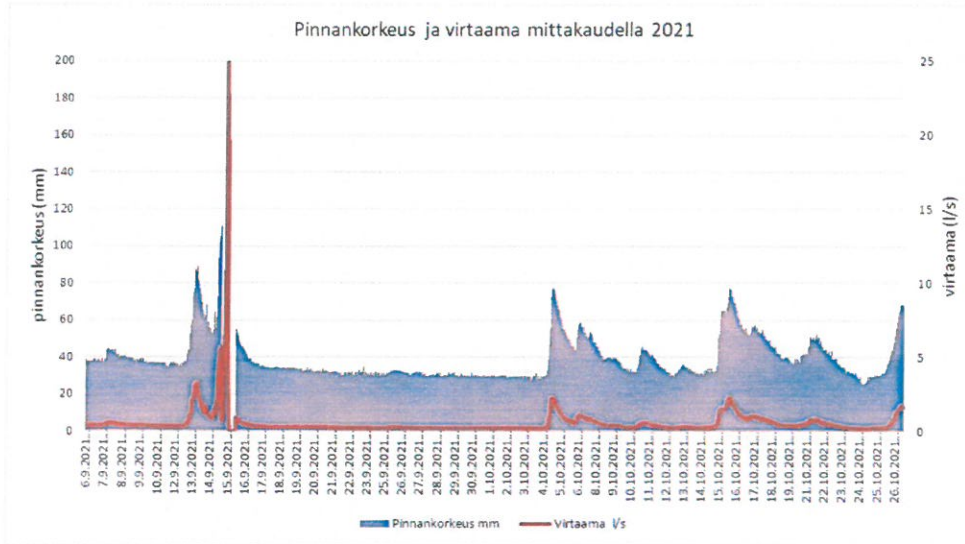
Biologiset prosessit ovat suhteellisen hitaita, minkä vuoksi lyhyt viipymä heikentää prosessin tehokkuutta. Varsinkin kylmien vesien aikaan tarvittava viipymä kasvaa. Sama pätee myös biohiilen toimintaan. Tämä voi muodostua ongelmaksi esimerkiksi keväällä lumien sulamisen aikaan, kun vedet ovat kylmiä ja virtaamat suuria.

Välimaan pilotille valitun biohiilen ravinteiden poistoon vaadittu viipymä on kesäaikana muutamia tunteja ja tarvittava viipymä kasvaa lämpötilan laskiessa. Biohiilen talviaikainen toiminta on haastavaa. (FCG Koivisto/Ruonaniemi, 2020)

Pilotilla on tehty viipymämittaus 13.9.2021 suolapulssikokeella. Kokeen aikana pilotilla havaittu virtaama oli keskimäärin 2,9 l/s, jolloin viipymä suodatinosassa oli 1 h 23 min. On oletettavaa, että korkeilla virtaamilla biologisten prosessien ja biohiilen tarvitsema

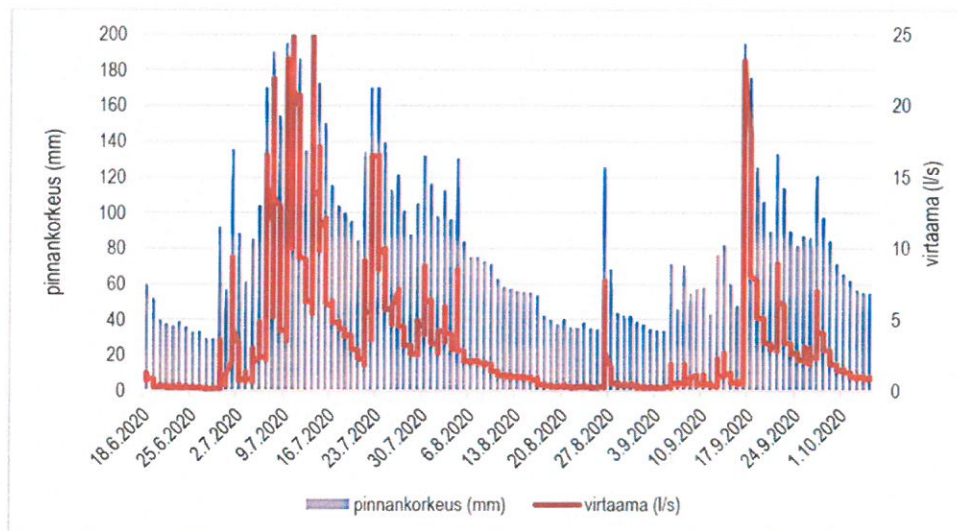
Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

viipymäaika jää suodatinosassa liian lyhyeksi. Vuonna 2021 virtaamamittaukset aloitettiin syyskuun alussa.



Kuva 4. Mittakaivon virtaama ja pinnankorkeus mittakaudella 2021.

Vuonna 2020 tehtyjen virtaamamittausten mukaan virtaama on ollut matala elokuun ja syyskuun alkupuolen aikana. Korkeita virtaamia on havaittu heinäkuussa ja syyskuun loppupuolella.

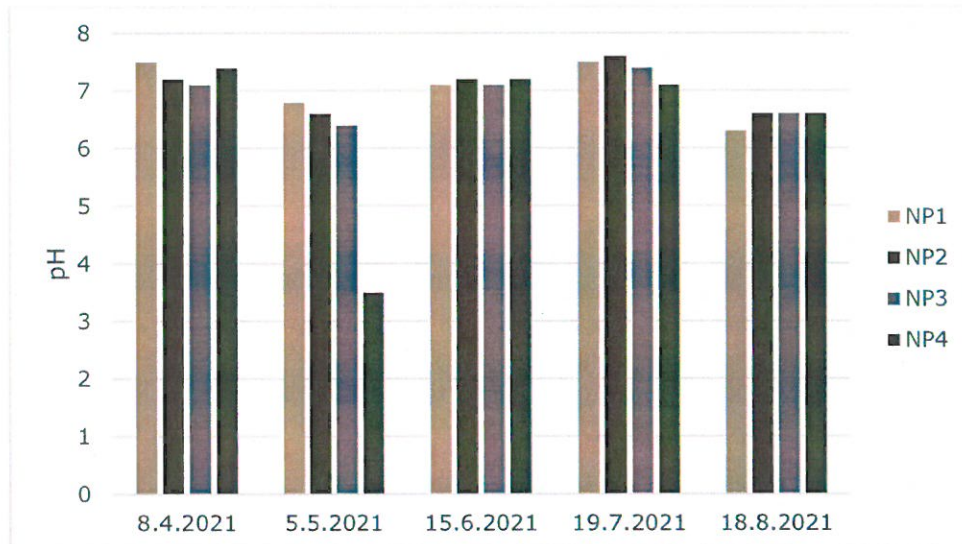


Kuva 5. Mittakaivon virtaama ja pinnankorkeus mittakaudella 2020. (Sirviö et al., 2020)

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

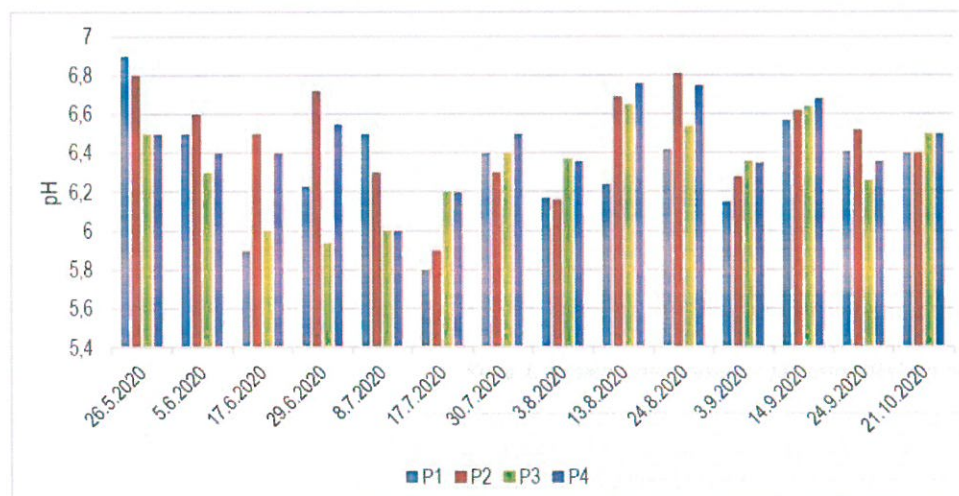
4.3 pH

Vuoden 2021 mittaustulosten perusteella pH ei muuttunut merkittävästi pilotilla eri mittauspisteissä. pH oli vaihdellut 6,3-7,6 välillä. Poikkeuksena toukokuun mittaustuloksissa pH:n havaittiin laskevan suodatinrakenteen jälkeisessä altaassa 6,4:stä 3,5:een.



Kuva 6. Vesinäytteiden pH eri mittauspisteillä 2021.

Vuonna 2020 veden pH on vaihdellut 5,8-6,9 välillä. Verrattuna vuoden 2020 mittaustuloksiin veden pH on noussut. (Sirviö et al., 2020)



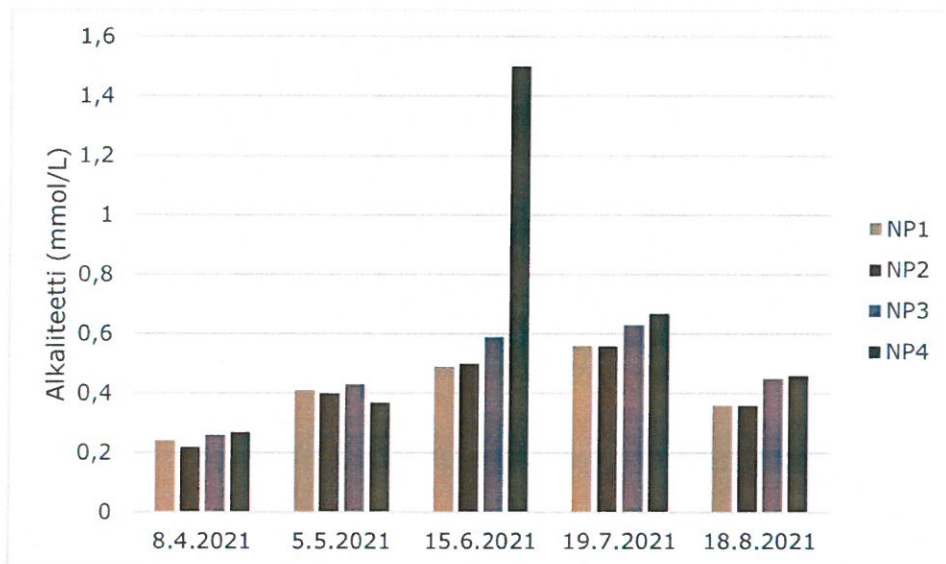
Kuva 7. Vesinäytteiden pH eri mittauspisteillä 2020. (Sirviö et al., 2020)

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

4.4 Alkaliteetti

Vuonna 2021 alkaliteetin havaittiin jokaisella tarkkailukerralla nousevan hieman mittauspisteiden P2 ja P3 välissä (reduktio keskimäärin -16 %). Vuonna 2020 alkaliteettia ei ollut tarkkailtu.

Alkaliteetin nousu voi mahdollisesti viitata denitrifikaatioon, jolloin veden alkaliteetti lisääntyy.



Kuva 8. Näytepisteiden alkaliteetti 2021.

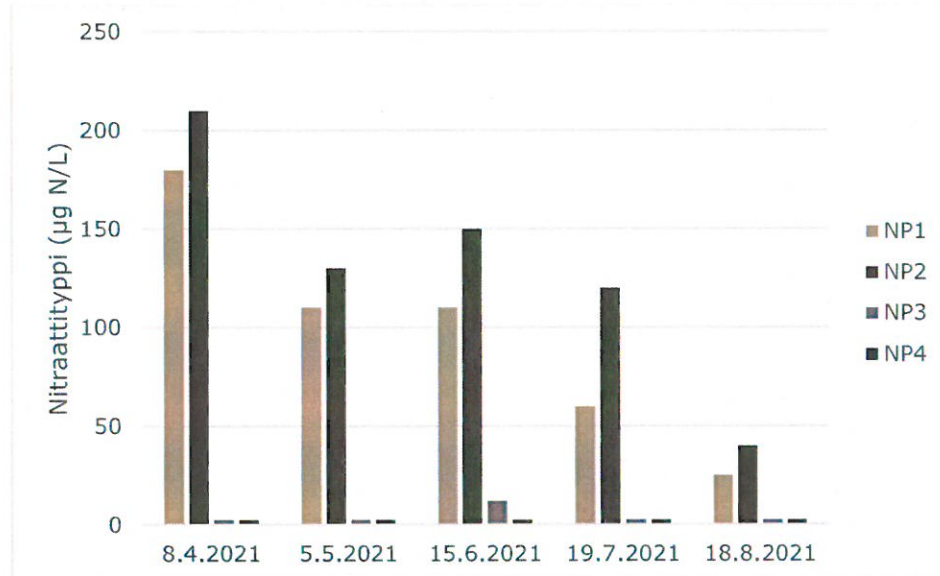
4.5 Nitraattityppi

Nitratityypin ($\text{NO}_3\text{-N}$) pitoisuuden havaittiin nousevan suodatinrakennetta edeltävässä altaassa, kun reduktio oli keskimäärin noin -46 %. Nitratipitoisuuden nousua voi selittää mm. ammoniumin ja nitriitin hapettuminen nitraatiksi.

Vastaavasti nitratityypin pitoisuus pieneni suodatinrakenteessa tehokkaasti, keskimäärin 96 %, jokaisella mittauskerralla vuonna 2021. Nitraatin väheneminen voi viitata denitrifikaatioon. Tulosten perusteella ei tosin voida sanoa, johtuuko nitraatin poistuminen biologisesta toiminnasta, vai typpiyhdisteen sitoutumisesta biohiileen. Denitrifikaation pitäisi tehostua kesäkuukausina, kun vedet ovat lämpimiä, mutta tuloksissa ei havaita selkeää eroa loppupitoisuudessa eri kuukausina.

Nitratipitoisuutta ei ollut raportoitu v. 2020 raportissa.

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys



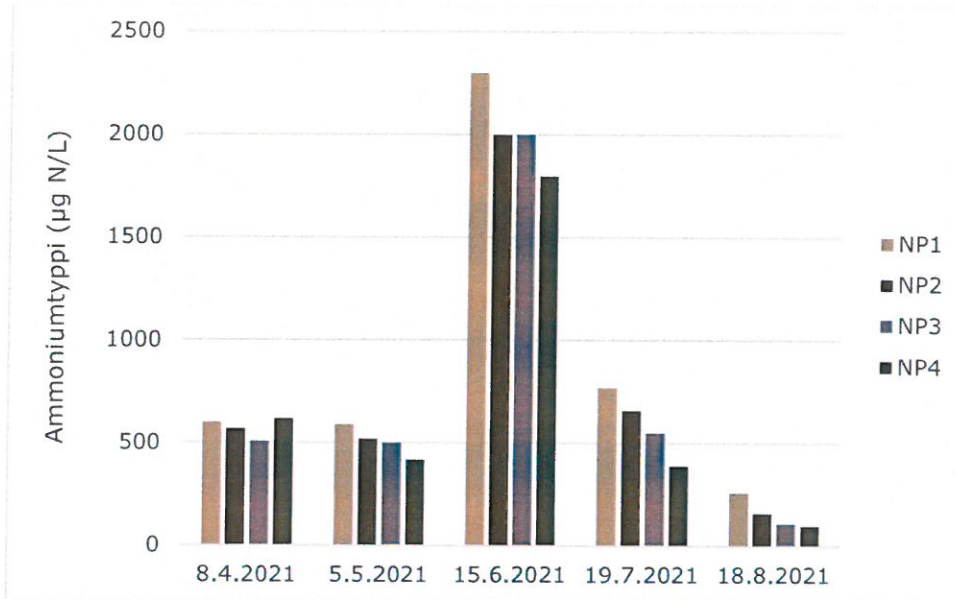
Kuva 9. Näytepisteiden nitraattipitoisuus 2021.

4.6 Ammoniumtyppi

Ammoniumtyypin havaittiin vähenevän suodatinrakenteessa ja vesienkäsittelyrakenteen koko matkalla miltei jokaisella mittauskerralla. Suodatinrakenteessa ammoniumtyypin pitoisuus pieneni keskimäärin 12 % kun pisteiden P1 ja P4 välillä poistuma oli keskimäärin 32 %. Suurin muutos ammoniumpitoisuudessa tapahtui suodatinrakennetta ympäröivissä laskeutusaltaissa. Tämän selittää mahdollinen ammoniumin hapettuminen hapellisissa olosuhteissa nitriitiksi ja nitraatiksi.

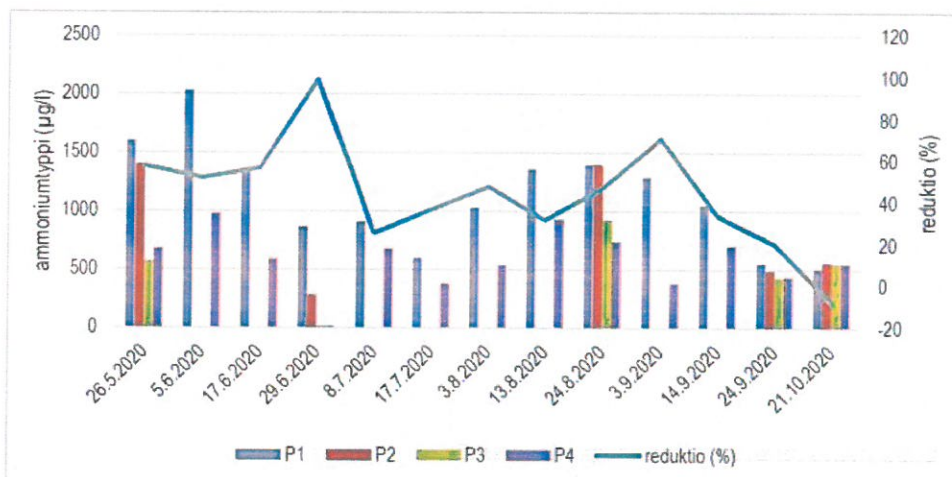
Ammoniumin vähäinen muuttuminen suodatinrakenteessa voitane selittää hapettomilla olosuhteilla. Denitrifikaatiossa ammoniumpitoisuus ei muutu, koska ammoniumin pitäisi ensin olla hapettuneessa muodossa. Ammoniumin poistuma voi johtua sen sitoutumisesta suodatinrakenteeseen.

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys



Kuva 10. Näytepisteiden ammoniumpitoisuus 2021.

Vuoden 2020 ammoniumin mittaustulokset on esitetty alla. Silloin on havaittu, että erityisesti rakenteen puuhake-biohiili -suodattimen kohdalla ammoniumtyyppipitoisuus on laskenut. (Sirviö et al., 2020) Tulosten havaitaan olevan saman suuntaisia vuoden 2021 tulosten kanssa.



Kuva 11. Näytepisteiden ammoniumpitoisuus 2020 (Sirviö et al., 2020).

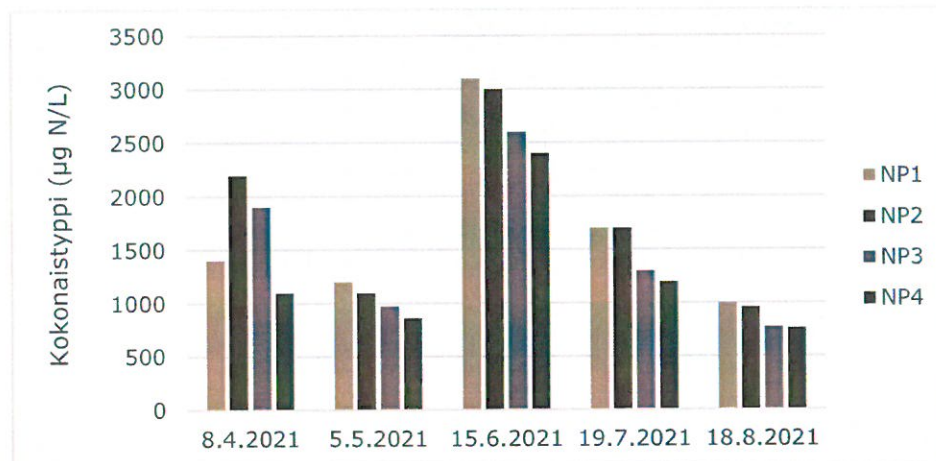


Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

4.7 Kokonaistyyppi

Kokonaistypen havaittiin pienenevän jokaisella mittauskerralla suodatinrakenteessa ja vesienkäsittelyrakenteen kaikissa osissa. Suodatinrakenteessa NP2 ja NP3 pisteiden välillä kokonaistyyppi laski keskimäärin 16 % ja pilotilla NP1 ja NP4 välillä keskimäärin 25 %. Kokonaistypen pitoisuuden vähenemistä suodatinrakenteessa selittää suurimmaksi osaksi nitraattipitoisuuden väheneminen. Kokonaistyyppipitoisuuden perusteella keskimäärin 40 % (vaihtelu 17-77%) kokonaistypestä on ollut ammoniumina.

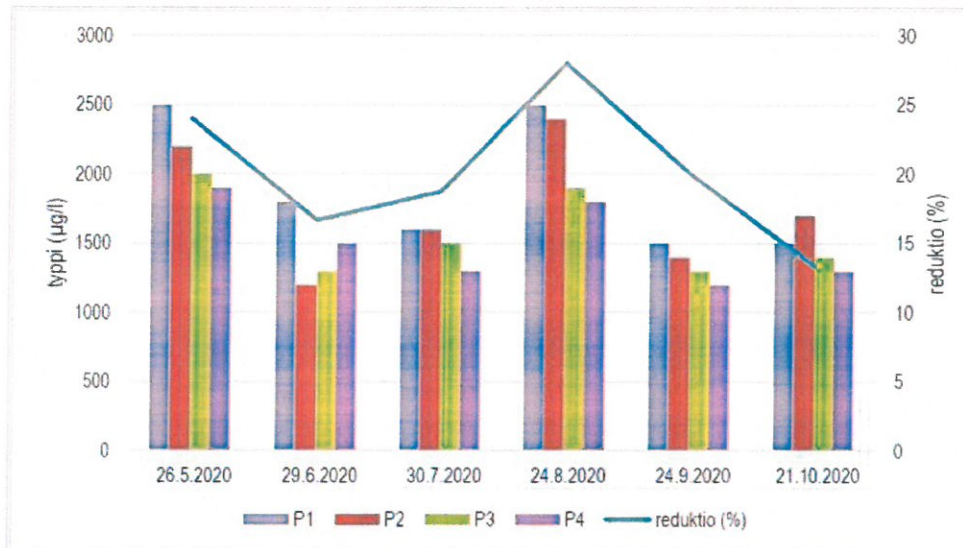
Typen poistotehokkuuden parantamista voisi testata lisäämällä ammoniumin hapetusta ennen suodatusrakennetta, jolloin ammonium muuttuisi välivaiheiden kautta nitraatiksi. Nitraatti on erottunut suodatinrakenteessa tehokkaasti mahdollisesti denitrifikaatiolla tai adsorptiolla, joka pienentää lähtevän veden kokonaistyyppipitoisuutta. Vastaavaa ei ole havaittu ammoniumilla.



Kuva 12. Näytepisteiden kokonaistyyppipitoisuus 2021.

Kokonaistypen poistuma vuonna 2021 on ollut saman tyyppinen verrattuna vuoden 2020 tuloksiin, jolloin typen reduktio on ollut keskimäärin 20 %. (Sirviö et al., 2020)

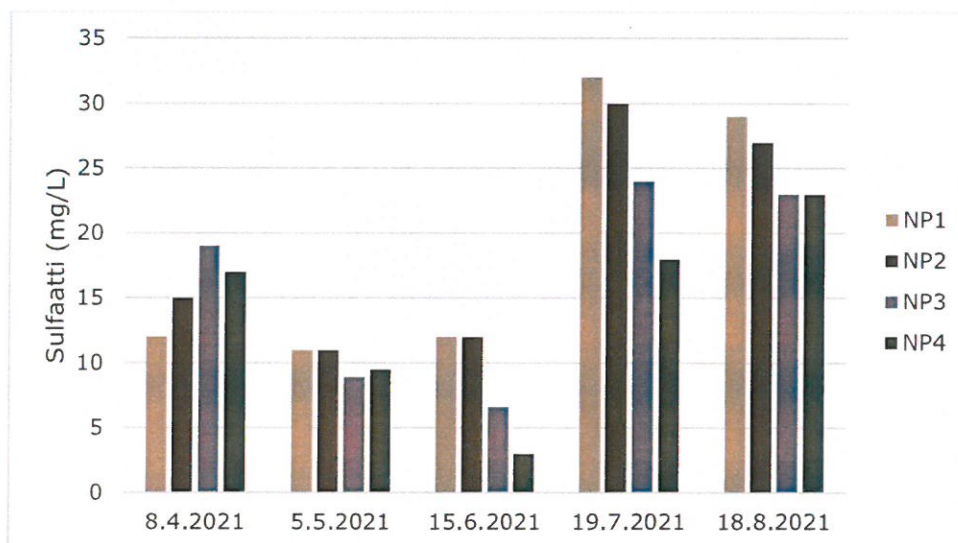
Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys



Kuva 13. Näytepisteiden kokonaistyyppipitoisuus 2020 (Sirviö et al., 2020).

4.8 Sulfaatti

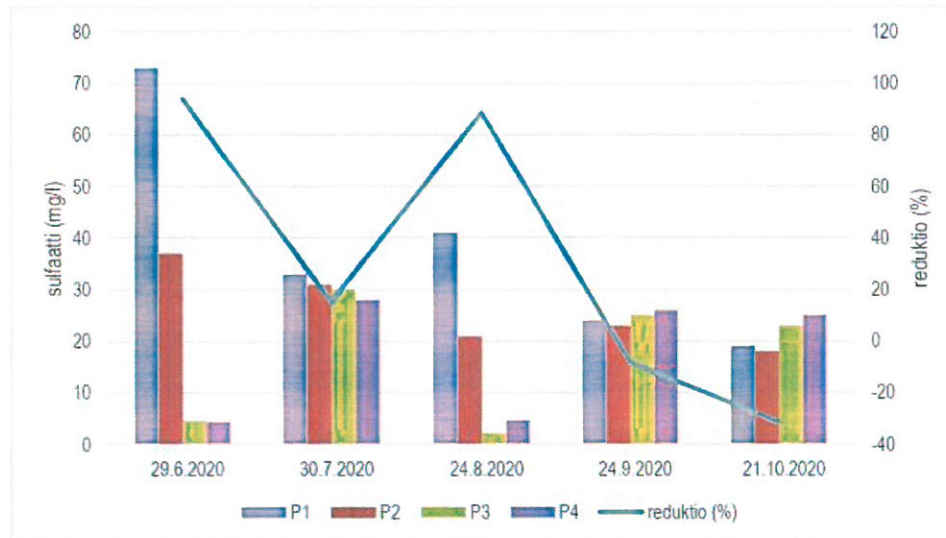
Sulfaattipitoisuus on pienentynyt noin 25 % pisteiden NP2 ja NP3 välillä, pois lukien huhtikuun mittauskerta, jolloin sulfaattipitoisuus kasvoi suodatinrakeessa. Parhaiten sulfaatti poistui kesä- ja heinäkuussa. Sulfaattipitoisuuden väheneminen voi johtua sulfaatinpelkistäjäbakteerien toiminnasta tai sitoutumisesta suodatinrakenteeseen.



Kuva 14. Näytepisteiden sulfaattipitoisuus 2021.

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

Vuonna 2020 sulfaattipitoisuuden oli havaittu pienenevän noin kolmanneksella. Syksyllä sulfaatin reduktion havaittiin olevan alkukesää huonompi. (Sirviö et al., 2020)



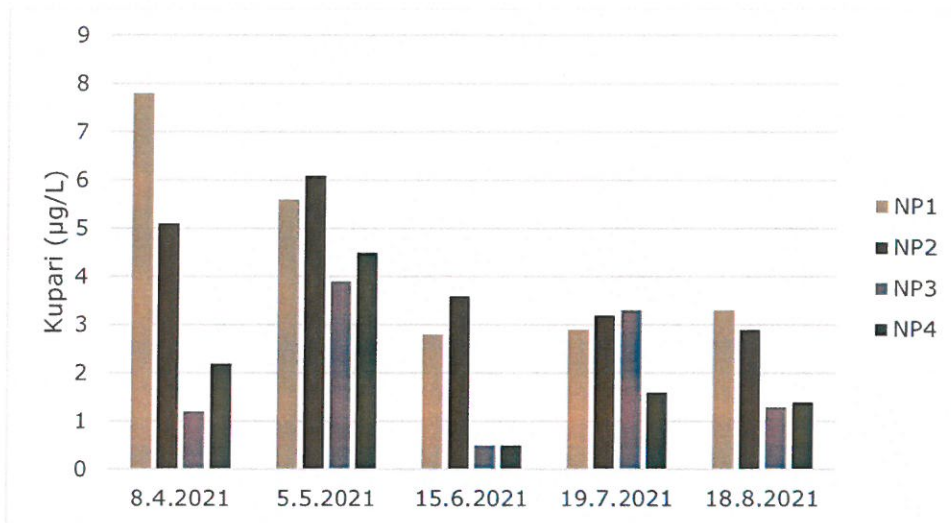
Kuva 15. Näytepisteiden sulfaattipitoisuus 2020 (Sirviö et al., 2020).

4.9 Metallit

Alla on esitetty muutamien metallien poistotehokkuuksia suodatinrakenteessa. Tuloksista havaitaan, että metallien liukoiset pitoisuudet ovat pääosin laskeneet pisteiden NP2 ja NP3 välillä. Metallipitoisuuksien laskeminen voi johtua sulfaatin pelkistyksestä, metallien saostumisesta hydroksideina tai adsorptiosta adsorptiomateriaalin pinnalle. Moniarvoiset metallit kiinnittyvät erilaisin sidoksien biohiilimateriaaliin.

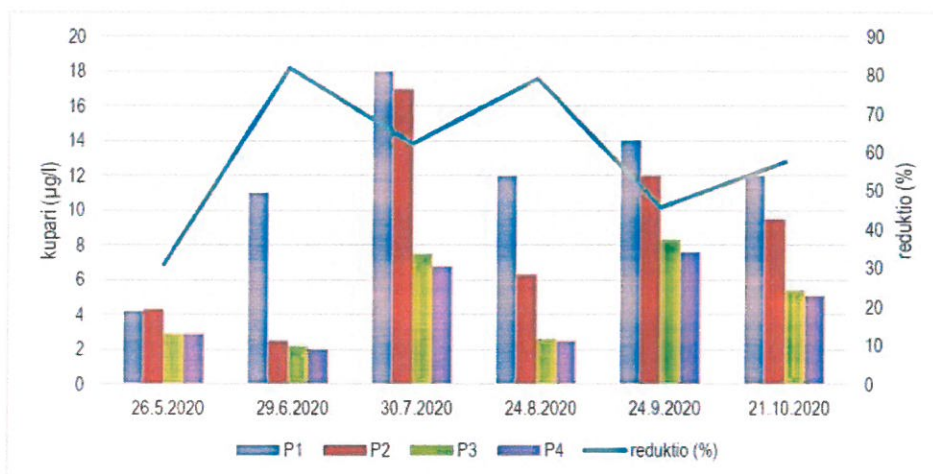
Kuparin poistuma pisteiden NP2 ja NP3 välillä on ollut keskimäärin noin 49 %. Heinäkuun mittauskerralla kuparin pitoisuus nousi suodatinrakenteessa.

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys



Kuva 16. Näytepisteiden kuparipitoisuus 2021.

Vuoden 2020 tulokset on esitetty alla ja niiden tulokset ovat saman suuntaiset. (Sirviö et al., 2020)

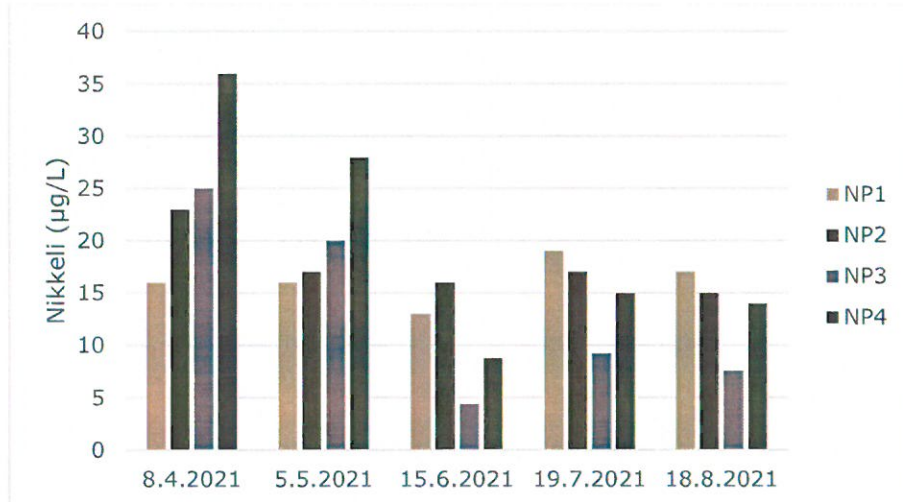


Kuva 17. Näytepisteiden kuparipitoisuus 2020 (Sirviö et al., 2020).

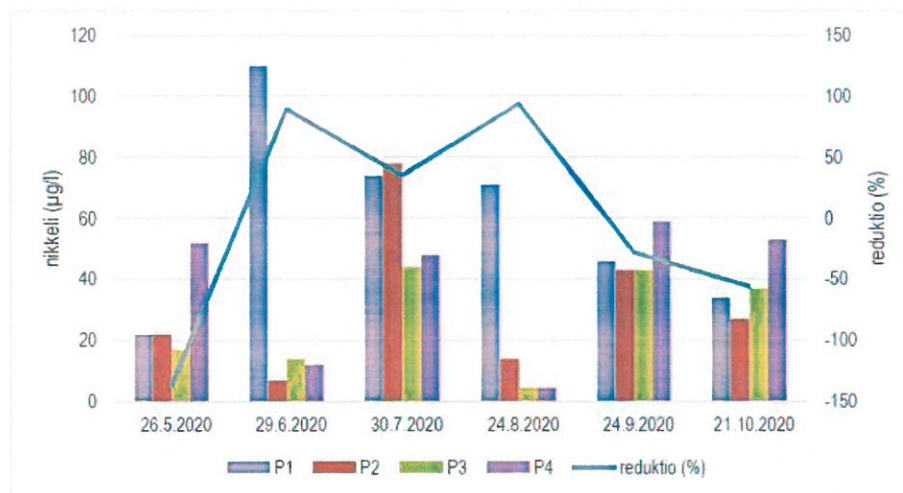
Nikkelin poistuma on ollut suodatinrakenteessa pisteiden NP2 ja NP3 välillä keskimäärin 31 %. Huhti- ja toukokuun mittauskerroilla nikkelin määrä lisääntyi suodatinrakenteessa. Myös vuonna 2020 nikkelin erotustehokkuus suodatinrakenteessa on vaihdellut eri kuukausina. (Sirviö et al., 2020)



Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys



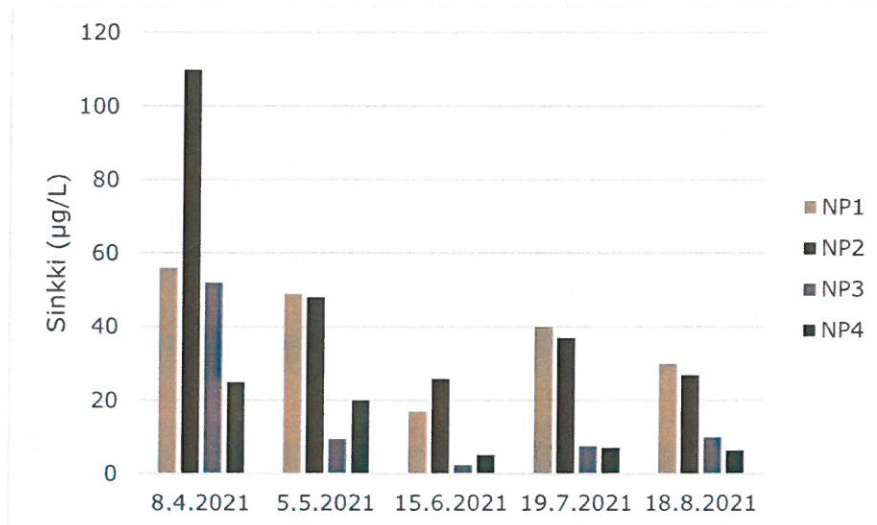
Kuva 18. Näytepisteiden nikkelpitoisuus 2021.



Kuva 19. Näytepisteiden nikkelpitoisuus 2020 (Sirviö et al., 2020).

Sinkki on poistunut suodatinrakenteessa tehokkaasti. Sinkin poistuma on ollut suodatinrakenteessa NP2 ja NP3 välillä keskimäärin 73 %. Sinkin pitoisuus pieneni jokaisella mittauskerralla.

Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys



Kuva 20. Näytepisteiden sinkkipitoisuus 2021.

5 Yhteenveto

Saman tyyppisiä puuhaketta ja biohiiltä sisältäviä suodatinrakenteita on käytetty bioreaktoreina mm. asumisjäteveden ja kaivosvesien käsittelyyn. Kirjallisuuden perusteella suodatinrakenteessa on olosuhteiden puolesta mahdollista, että siinä tapahtuu denitrifikaatio- ja sulfaatinpelkistäjäbakteerien toimintaa. pH on ollut osittain bakteerien toiminnalle suotuisalla alueella. Lämpötila on vaihdellut vuodenajan mukaan, mutta varsinkin kesäkuukausina veden lämpötila on ollut riittävä bakteerien toiminnalle. Orgaanista ainetta ja ravinteita bakteerit saavat puuhakkeesta.

Tuloksista on haastavaa arvioida, mikä on biologisen toiminnan osuus ja mikä adsorption vaikutuksen osuus haitta-aineiden poistumassa. Denitrifikaatioon voisi viitata nitraatin tehokas poistuminen suodatinosassa. Myös alkaliteetin vähäinen kasvu ja ammoniumin vähäinen muutos voivat viitata tähän.

Sulfaatin pelkistyksestä ei ole yhtä selviä merkkejä. Vähäinen rikin haju tarkastuskaivoa avattaessa on voinut olla merkki vähäisestä sulfaatin pelkistäjäbakteerien toiminnasta. Myös sulfaatti- ja metallipitoisuudet ovat vähentyneet suodatinrakenteessa. Toisaalta suodatinosa on tehokas sitomaan metalleja vedestä esimerkiksi adsorboimalla metalleja hakkeen ja erityisesti biohiilen pinnalle. Myös hydroksidisäostumistä voi tapahtua suodatinosassa.

Jos typenpoistoa halutaan kehittää, rakenteeseen tulevaa vettä voisi hapettaa nykyistä tehokkaammin, jolloin suurempi osa kokonaistypestä olisi nitraattimuodossa ja se olisi mahdollista poistaa vedestä muuttamalla nitraattityppi typpikaasuksi denitrifikaatiolla. Ainakin kesäkuukausina veden lämpötilan pitäisi olla riittävä nitrifikaatiolle. Toisaalta tehostettu hapetus saattaa vaikuttaa suodatinosassa tapahtuvaan denitrifikaatioon, jolloin denitrifioivien olosuhteiden saavuttaminen voi hidastua.



Välimaan pilotin biologisten reaktioiden selvitys

Veden pH:n nostaminen tasolle 7,0-7,8 voi edistää sulfaatinpelkistäjäbakteerien toimintaa.

Jos bakteerien toimintaa halutaan selvittää pidemmälle, jatkotoimenpiteinä vedestä voisi mitata redox-potentiaalia, jonka perusteella nähdään, ovatko olosuhteet hapettavat vai pelkistävät. Mittaamalla vedestä liukoisen hapen pitoisuus saataisiin selville, ovatko olosuhteet hapettomat. Orgaanisen aineen määrää ja mahdollisesti bakteerien toimintaa voi määrittää biologisen hapenkulutuksen (BOD) perusteella. Lisäksi vedestä ja suodatinmateriaalista otetuista näytteistä on mahdollista analysoida siinä kasvavia bakteereja sekvensointianalyysillä.

6 Lähteet

Aqua Mobilis AB. (2021). *Nitrem*. Noudettu osoitteesta <https://nitrem.eu/nitrem/>

FCG Koivisto/Ruonaniemi. (2020). Välimaan kiertotalousalue Kiertotalousmateriaalin valinta suodatinrakenteeseen 16.9.2020.

Kemira. (2020). About water treatment.

Postila, H.;Heiderscheidt, E.;Korhonen, A.;Lehosmaa, k.;Nilivaara, R.;Ronkanen, A.;. . . Wäli, P. (2021). Passiiviset hybridipuhdistusratkaisut arktisten valumavesien typen ja raskasmetallien puhdistamiseen. Suomen Ympäristökeskuksen raportteja I 2021.

Sirviö et al. (2020). Välimaan sivutuotteita hyödyntävän vesiensuojelurakenteen suunnittelu, rakentaminen ja seuranta 8.12.2020.

Vestola & Mroueh. (2008). Sulfaatinpelkistykseen hyödyntäminen happamien kaivosvesien käsittelyssä. VTT.

AFRY on osa AFRY Groupia, joka on maailmanlaajuinen teknologian ja palvelujen yritys.