

Vastaanottaja
HaKaKo ohjausryhmä

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
3/2024

HaKaKo - Happamien sulfaattimaiden kansallinen koetoimintahanke

Yhteenvetoraportti

HaKaKo - Happamien sulfaattimaiden kansallinen koetoimintahanke

Yhteenvedoraportti

Projekti **Happamien sulfaattimaiden kansallinen koetoimintahanke**
Projekti nro **1510073385**
Vastaanottaja **HaKaKo ohjausryhmä**
Asiakirjatyyppi **Raportti**
Versio **1.0**
Päivämäärä **1.3.2024**
Laatija **Merja Autiola, Emmi Ilonen, Sari Suvanto, Akseli Toikka, Sanna Vienonen, Minna Lehtonen**
Tarkastaja **Marjo Koivulahti, Kimmo Järvinen, Pyy Potila**
Hyväksyjä **Ohjausryhmä**

Sisältö

1.	Johdanto	2
2.	Vedenlaadun ajalliset muutokset kuivatuskohteessa	3
2.1	Vedenlaadun vertailuparametrit	3
2.2	Vesinäytteiden alkaliteetti sekä Al ja pH tulokset Helsinki, Malminkenttä	4
2.3	Vesinäytteiden alkaliteetti, Al ja pH tulokset sekä ruoppausmassan hapettuminen Turku, Lauttaranta	6
2.3.1	Happaman sulfaattimaan hapettuminen	7
2.4	Vesinäytteiden alkaliteetti sekä Al ja pH tulokset Pohjois-Pori	8
2.5	Johtopäätökset havaituista vedenlaadun ajallisista muutoksista	10
2.6	Happamien sulfaattimaiden sekaläjitys, Espoo Kulmakorpi	11
2.6.1	Kuormatiedot läjitetyistä massoista	12
2.6.2	Tarkkailupisteet	12
2.6.3	Tarkastellut parametrit	12
2.6.4	Tarkastelumenetelmä	12
2.6.5	Takapellon tulokset	13
2.6.6	Kaikkien tarkkailupisteiden vedenlaadun ja happamien sulfaattimaiden läjitysmäärien ajallinen ja laadullinen tarkastelu	14
2.6.7	Johtopäätökset	15
3.	Talviolosuhteet happamilla sulfaattimailla	15
3.1	Tutkitut näytteet	16
3.2	Tutkimustulokset, tutkimusosa A	16
3.3	Johtopäätökset	19
4.	Passiiviset neutralointijärjestelmät	20
4.1	Kalkkisuotopato	21
4.1.1	UPACMIC	21
4.1.2	Kokemuksia hallintatoimien suunnittelusta, toteutuksesta ja toimivuudesta	23
4.2	Kaivantovesien käsittely neutralointikaivossa	26
4.3	Kosteikko - kalkkisuotopato -yhdistelmä	28
4.4	Kemikaaliasema	29
4.5	Johtopäätökset vesienkäsittely	30
5.	Maankäytön suunnittelu kunnissa	30
6.	Tuhkat kalkin korvaajina neutraloinnissa	34
6.1	Tutkimustulokset	34
6.2	Johtopäätökset	36
7.	Vaikuttavuuden arvioinnin työkalun kehitystyö	37
8.	Johtopäätökset	38
	Lähteet ja kirjallisuus	40

Liitteet:

Liite 1	Vedenlaadun ajalliset muutokset kuivatuskohteessa, tarkkailuraportti
Liite 2	Talviolosuhteet happamilla sulfaattimailla sekä tuhkat kalkin korvaajina neutraloinnissa, testausraportti
Liite 3	Esimerkkejä happaman sulfaattimaan suotovesien käsittelystä kalkkisuotopato, kosteikon suunnitelmapiirustus, kemikaaliaseman tasokuva
Liite 4	Maankäytön asiantuntijoiden aamukahvivilaisuuden esitysaineisto
Liite 5	Maankäytön asiantuntijoiden kyselyn kysymykset
Liite 6	Ohje Vaikutusten arviointi -työkalun käyttöön
Liite 7	HaKaKo webinaarin esitysaineistot

1. Johdanto

HaKaKo-hankkeen tavoitteena on ollut kerätä käytännön havaintoja, selvittää varteenotettavia ratkaisuja erilaisista hallintatoimenpiteistä sekä auttaa havainnoimaan tietotarpeita, jota happamilla sulfaattimailla rakentamiseen edelleen liittyy. Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin on yleispätevä ohjeistus, jonka pohjalta voidaan suunnitella kohdekohtaisia rakenteita ja toimintatapoja, mutta käytännön kokemuksia ja seurantatietoja on edelleen vähän käytettävissä. HaKaKo-hanke käynnistyi syksyllä 2022 ja päättyi alkuvuonna 13.2.2024 pidettyyn hanketta ja ajankohtaisia aiheita esittelevään webinaariin. Webinaarin esitysaineisto on liitteenä 7.

Yhteenvetoraportissa esitellään hankkeen keskeiset tulokset eri osatehtävistä, joita olivat:

- veden laadun muutosten seuranta HaSu-mailla sijoittuvilla rakennushankkeilla, neljä kohdetta
- selvitys lämpötilan vaikutuksesta hapettumisreaktioiden nopeuteen
- selvitys lentotuhkan käyttömahdollisuus neutraloinnissa kalkin sijasta
- maankäytön suunnittelijoille kohdennettu esittelyaineisto HaSujen huomioimisesta kaavoituksessa
- vesienkäsittelyn mahdollisuuden HaSu-mailla sijoittuvissa rakennushankkeissa
- vaikuttavuuden arvioinnin työkalun jatkokehitystyö

Työn ovat rahoittaneet Espoon, Helsingin, Porin, Turun ja Vaasan kaupungit sekä Väylävirasto ja UPM. Rahoittajien lisäksi ohjausryhmään pyydettiin asiantuntijajäseniä Geologian tutkimuskeskuksesta, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksesta ja Suomen ympäristökeskuksesta.

Ohjausryhmän jäsenet:

Espoon kaupunki:	Mira Heiskanen ja Matti Kaurila
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus:	Eeva Nuotio, Krister Dalhem ja Anna Bonde
Helsingin kaupunki:	Mikko Suominen, Kalle Rantala, Virpi Nikulainen, Anni Korhonen, Jari-Pekka Pääkkönen, Tiina Lepistö, Saija Rautakorpi ja Heli Lehtinen
Porin kaupunki:	Taina Koivisto, Aleks Siirtola ja Marjatta Halme
Turun kaupunki:	Anne Savola ja Mari Ahlroos
UPM:	Riikka Silmu ja Katja Viitikko
Vaasan kaupunki:	Esa Hirvijärvi ja Vesa Siirilä
Väylävirasto:	Timo Tirkkonen ja Veli-Matti Uotinen
GTK:	Jaakko Auri
SYKE:	Jussi Reinikainen

Ramboll Finlandilta työhön ovat osallistuneet ohjausryhmän jäsenten; Marjo Koivulahti, Kimmo Järvinen, Merja Autiola ja Sari Suvanto lisäksi Emmi Ilonen, Akseli Toikka, Sanna Vienonen, Pyry Potila, Minna Lehtonen ja Suvi Pekkarinen.

2. Vedenlaadun ajalliset muutokset kuivatuskohteessa

Hankkeen aikana seurattiin Helsingin Malminkentän, Turun Lauttarannan ja Pohjois-Porin alueen hulevesien laatua 12/2022-12/2023 aikana sekä koottiin erillinen raportti Espoon kaupungin Kulmakorven maanlajitysalueen pitkäaikaisen hulevesiseurannan tuloksista. Kohteet poikkesivat toisistaan monin eri tavoin, mutta yhteistä niille oli tarkkailukohteen sijainti happamaksi sulfaattimaaksi luokituttavalla alueella ja Espoon Kulmakorvessa merkittävä happaman sulfaattimaan läjitys muun maa-aineksen ohessa Suomen mittakaavassa varsin suurille läjitysalueille.

Suunnitelman mukaan Helsingin, Turun ja Porin kohteista kerättiin aineistoa huleveden laadun ja maa-aineksen hapettumisen muutoksista. Tavoitteena oli saada tietoa missä parametreissa ja millä nopeudella kuivatustoimet tai läjityksen vaikutukset näkyvät vesien laadussa ja toisaalta mitkä ovat jälkiseuraukset, jos hallintatoimia ei ole tehty.

Kaikkiin kolmeen vedenlaadun seurantaan laadittiin seurantaohjelma, jonka mukaan vesinäytteitä kerättäisiin noin kuukausittain. Turun Lauttarannan kohteesta seurattiin myös ruoppausmassan kuivumissyvyyden kehittymistä ja happamoitumisen etenemistä maaperänäytteistä neljä kertaa vuoden aikana 7-11/2023. Espoon Kulmakorven raportointi perustui alueen olemassa olevaan tarkkailuohjelmaan ja tarkkailutuloksiin vuosivälillä 2008-2022.

Helsingin Malminkentän, Turun Lauttarannan ja Pohjois-Porin alueen seurantatuloksista on koottu oma erillinen raportti, joka esitetään liitteessä 1. Espoon Kulmakorven tarkastelun keskeiset tulokset esitetään tämän raportin kappaleessa 2.5.

Happamilla sulfaattimailla on hapettuessaan happamoittava vaikutus suoto- ja valumavesiin, mitä indikoi hapan pH-arvo. Veden puskurikapasiteetin eli alkaliteetin muutos voidaan havaita jo ennen pH-arvon romahtamista.

2.1 Vedenlaadun vertailuparametrit

Yleisesti vesinäytteistä tutkittavia parametreja pH-arvon lisäksi ovat veden sisältämien haitallisten raskasmetallien (VNa PIMA-metallit) pitoisuudet, joista mm. sinkin ja nikkelin pitoisuudet voivat olla korkeita happamilla sulfaattimailla erityisesti runsaiden valuntojen aikaan. Maaperän yleisimpiin alkuaineisiin lukeutuvan alumiinin tiedetään aiheuttaneen toksisia pulsseja vesistöihin, jolloin alumiinin pitoisuudet ovat myös veden laadussa huomioitava tekijä. Suomen ympäristökeskus on ehdottanut alumiinin lisäämistä Valtioneuvoston asetukseen (1022/2006) vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista. Happamien sulfaattimaiden vaikutuksia suotovesiin voidaan arvioida seuraavien parametrien perusteella (YM 3/2022):

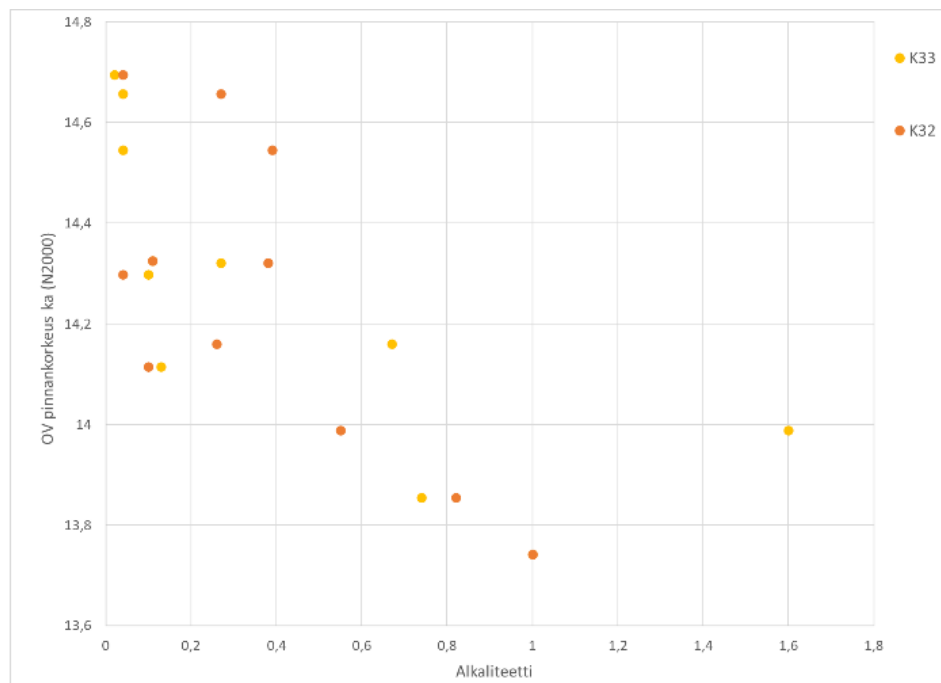
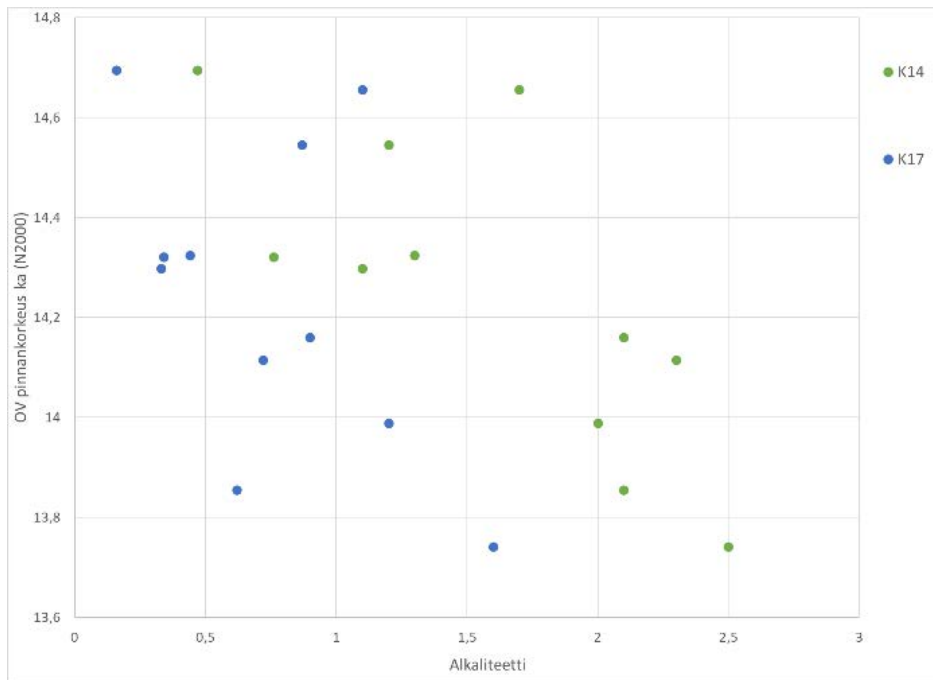
- **Alkaliteetti** eli puskurikyky: Alkaliteetti mittaa veden kykyä vastustaa pH-tason muutosta siihen happoa lisättäessä. Tyypillisesti puskurikyvyn putoaminen lähelle 0,05-0,1 mmol/l tarkoittaa, että veden alttius happamoitumiselle on suuri.
- **Asiditeetti**: Asiditeetti kuvaa vesistön puskurikykyä emäksen lisäystä vastaan, eli toisin sanoen neutraloitavissa olevan happamuuden määrää.
- **pH**: Veden happamuus näytteenottohetkellä. Happamat sulfaattimaat aiheuttavat hapettuessaan suotovesien happamoitumista. Happaman valunnan seurauksena suoto- ja valumavesien pH voi laskea jopa alle 4.
- **Sähköjohtavuus**: Kun happaman sulfaattimaan kanssa kontaktissa olevan veden pH laskee, liuottaa se ympäröivästä maaperästä metalleja ja sulfaattia, joka nostaa veden sähköjohtavuutta. Myös suolat kuten kloridi nostavat veden sähköjohtavuutta.

- **Kiintoaines:** Hankealueelta mahdollisesti kulkeutuvan samentuman tunnistaminen kokonaismetallipitoisuuksien tulkintaa varten.
- **Metallien liukoiset pitoisuudet:** (happamoitumisen myötä veteen liuenneiden metallien pitoisuudet esim. Al, As, Fe, Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb ja Zn) ·
- **Raudan (Fe), alumiinin (Al) ja mangaanin (Mn) kokonaispitoisuudet:** Happamissa olosuhteissa hapen läsnä ollessa sakkaa muodostavien metallien kokonaispitoisuudet.
- **Sulfaattipitoisuus (SO₄²⁻) ja rikin (S) kokonaispitoisuus:** Indikoivat veden happamoitumisen olevan seurausta happamista sulfaattimaista, eikä esimerkiksi metsämaan tai turvealueiden luontaisesta happamuudesta.
- **Kemiallinen hapenkulutus (CODMn):** kertoo happamuuden laadusta

Seuraavissa kappaleissa esitetään Helsingin Malminkentän, Turun Lauttarannan ja Pohjois-Porin vedenlaadun seurannan alkaliteetin, alumiinin ja pH-arvon mittaustulokset. Tarkkailutulokset kokonaisuudessaan esitetään liitteessä 1.

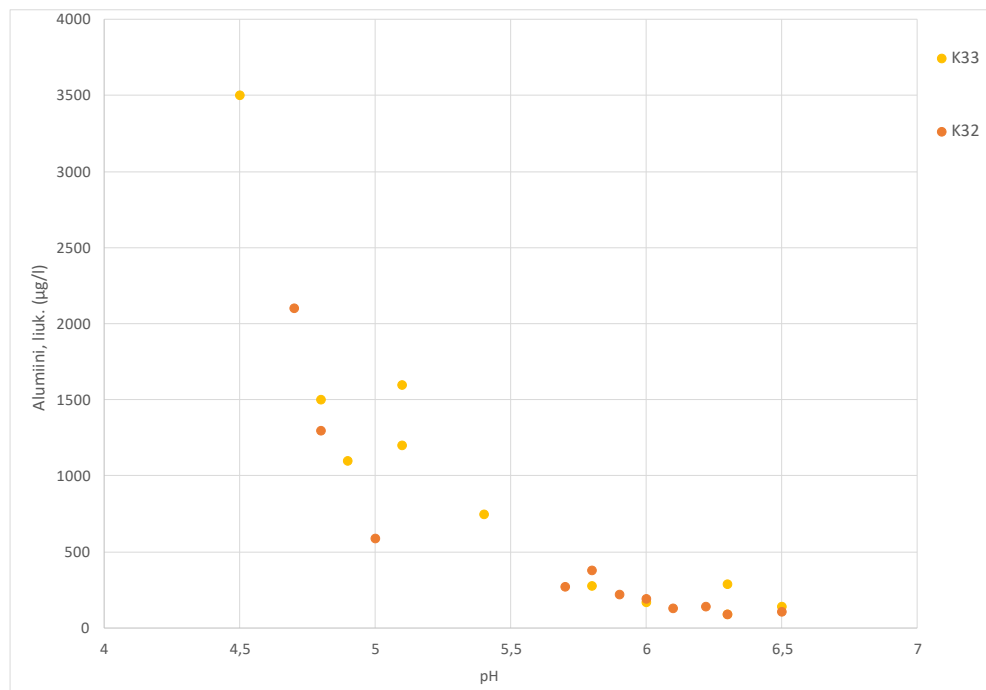
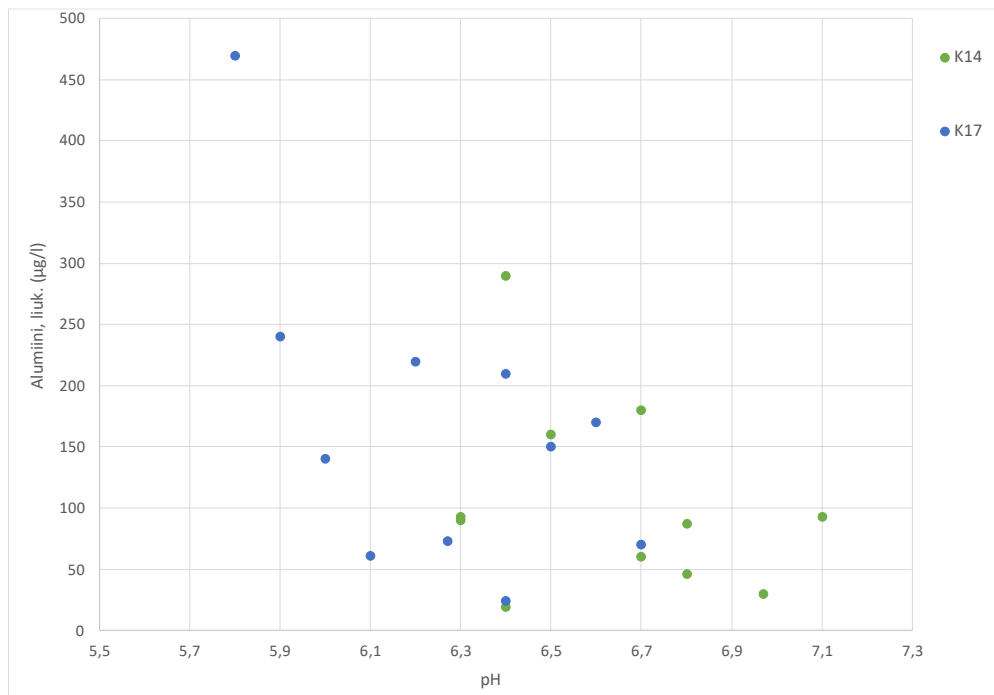
2.2 Vesinäytteiden alkaliteetti sekä Al ja pH tulokset Helsinki, Malminkenttä

Malminkentällä happamien sulfaattimaiden vaikutukset havaitaan, kun orsivedenpinta nousee. Erityisesti näytteenottoaivoissa KK32 ja K33 alkaliteetin arvot ovat matalia, kun orsiveden pinta on korkeimmillaan. Tuloksia on havainnollistettu kuvaparissa 1.



Kuvapari 1. Malminkentän vesinäytteissä orsivedenpinnan muutosten vaikutus alkaliteettiin. Alkaliteetin yksikkö mmol/l

Alumiinin liukoisuuteen veden pH-arvolla on suuri vaikutus. Näytteenotokaivoissa K32 ja K33 alumiinin liukoisuus on runsaampaa kuin kaivoissa K14 ja K17, joiden pH-arvo on korkeampi. Tilannetta on havainnollistettu kuvaparissa 2. Kuvasta on havaittavissa, että pH-arvon laskiessa tasolle 5,5 liukoisen alumiinin pitoisuudet nousevat > 500 µg/l.



Kuvapari 2. Malminkentän vesinäytteen liukoisen alumiinin pitoisuus ja pH.

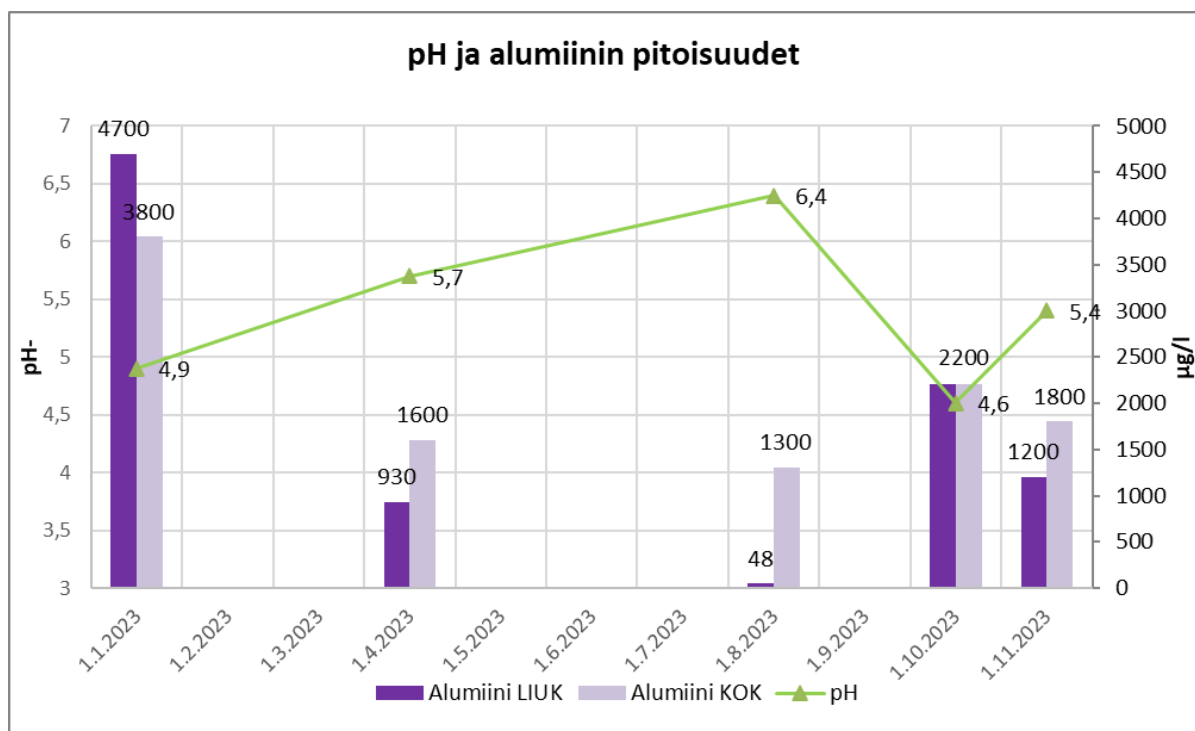
2.3 Vesinäytteen alkaliteetti, Al ja pH tulokset sekä ruoppausmassan hapettuminen Turku, Lauttaranta

Seurannan aikana veden määrä tutkitussa laskeutusaltaassa, tarkkailukaivossa sekä seurantaan tarkoitetuissa läjitysaltaiden välisessä ojastossa oli erittäin pieni. Ojastot olivat kuivia koko seurantajakson ajan. Ruoppausmassasta ei erottunut seuranta-aikana enää vettä. Vähäinen

vesimäärä läjitysaltaassa vaikuttaa näytteistä analysoituihin pitoisuuksiin ja on syytä huomioida tulosten tulkinnessa.

Lauttarannan alueella maa-aineksessa on luontaisesti meriympäristöön liittyviä korkeita kloridipitoisuuksia, jotka näkyvät myös suotovesissä. Sulfaattipitoisuus nousi selvästi marraskuussa, kun tarkkailukaivossa todettiin enemmän vettä. Sulfaattipitoisuus indikoi happamien sulfaattimaiden aiheuttamaa happamuuden huuhtoutumista kuivan kauden jälkeen.

Turun Lauttarannassa veden pH-arvo oli koko seurannan ajan hapan, jolloin alkaliteetin arvo oli erittäin pieni (<0,04 mmol/l). Alumiinin liukoisten ja kokonaispitoisuuksien vaihtelu pH-arvon mukaan on esitetty kuvassa 3. Kuvasta on nähtävissä, että happamimmassa vesinäytteessä (pH=4,6) alumiini on täysin liukoisessa muodossaan.



Kuva 3. Turun Lauttarannan vesinäytteiden alumiinin liukoiset ja kokonaispitoisuudet sekä pH.

2.3.1 Happaman sulfaattimaan hapettuminen

Happaman sulfaattimaan hapettumista voi seurata pH-mittauksilla. Taulukossa 1 esitettyjen tulosten perusteella Lauttarannan ruoppausmassan pH-arvo oli matalimmillaan molemmissa tutkituissa läjityskannoissa kuivan kesän jälkeen elokuussa, joka on tutkimuksen perusteella otollisin aika selvittää kuivumis-/hapettumissyvyyden ns. maksimitaso. Syyssateet huuhtovat happamuutta massan pinnalta, jolloin pH-arvot nousevat hieman syksyn aikana. Huomionarvoista on, että ruoppausmassan läjittämisen jälkeen ensimmäisenä vuonna pH-muutokset ulottuvat käytännössä vain massan pintaosaan n. 10-30 cm kerrokseen. Rikkipitoisuudella vaikuttaisi olevan merkitystä pH-tason laskuun.

pH-arvon muutosta indikoivat myös ruoppausmassan sähkönjohtavuus- ja redox-potentiaalitulokset, jotka ovat taulukon 1 perusteella korkeampia pintakerroksen näytteissä. Viimeisellä näytteenotokerralla määritettiin myös ruoppausmassan hapontuottopotentiaali, jossa kerrosten väliset erot näkyvät selkeästi. Hapontuottopotentiaalin perusteella voidaan arvioida

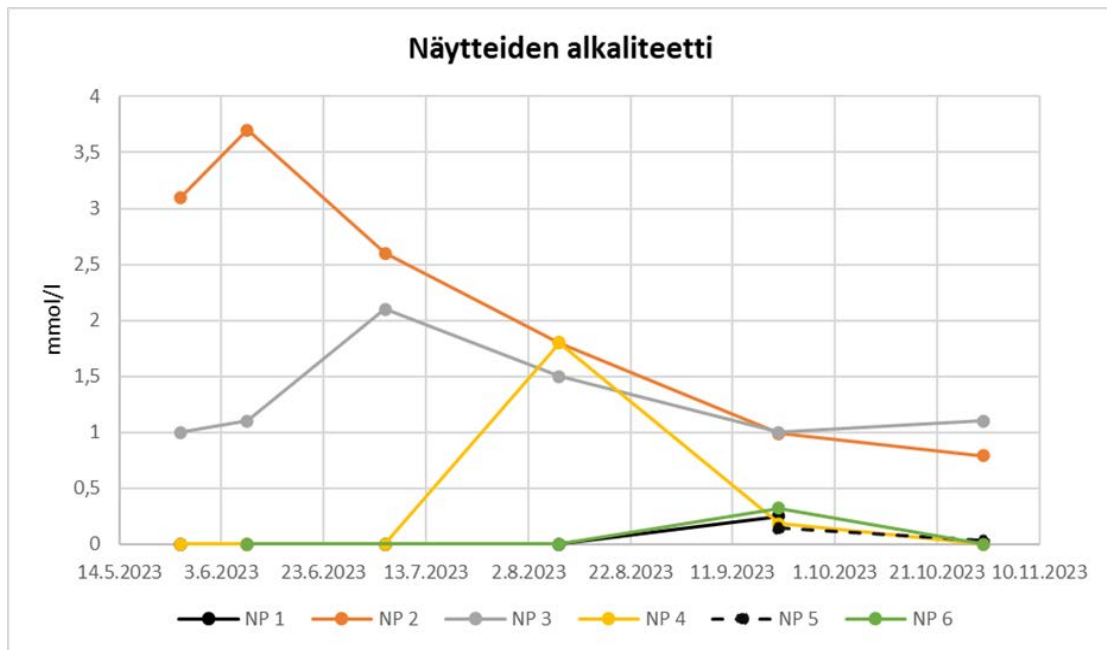
hapettuneen massan vaikutusta valumavesiin YM 2/2022 esitettyjen raja-arvojen mukaisesti. Hapontuottopotentiaalia voidaan hyödyntää mm. kappaleessa 7 kuvatussa Vaikuttavuuden työkalun arvioinneissa.

Taulukko 1. Lauttarannan ruoppausmassanäytteiden tutkimustulokset läjityskennoissa 1 ja 3.

Näytepiste	Syvyys (m)	PVM	Kuiva-aine (%)	Kokonaisriikki (mg/kg)	Sähkönjohtavuus (mS/m)	Redox (mV)	Hapontuotto-potentiaali (mmol H ⁺ /kg)	pH
A (Läjitys-kkenno 1)	0 - 0,1	5.7.2023	63 %	1 200	180	270		6,1
	0,1 - 0,3		54 %	2 300	140	220		7,3
	0,3 - 0,5		51 %	2 700	130	210		7,8
	0 - 0,1	29.8.2023	75 %	3 000	110	210		4,9
	0,1 - 0,3		58 %	1 600	120	150		6,9
	0,3 - 0,5		55 %	<500	120	97		7,8
	0 - 0,1	3.10.2023	69 %	1 800	170	370		5,9
	0,1 - 0,3		64 %	2 100	150	240		7
	0,3 - 0,5		53 %	1 900	160	220		7,6
	0 - 0,1	9.11.2023	60 %	2 100	81	280	26	5,6
	0,1 - 0,3		55 %	2 300	72	250	7,5	7,5
	0,3 - 0,5		51 %	3 900	85	260	2,5	7,2
B (Läjitys-kkenno 3)	0 - 0,1	5.7.2023	64 %	3 000	170	320		5,1
	0,1 - 0,3		50 %	3 400	120	190		7,9
	0,3 - 0,5		49 %	4 200	130	220		8,1
	0 - 0,1	29.8.2023	71 %	6 000	250	250		4
	0,1 - 0,3		57 %	4 300	240	240		5
	0,3 - 0,5		57 %	4 000	110	220		6,5
	0 - 0,1	3.10.2023	47 %	5 300	230	250		5,9
	0,1 - 0,3		42 %	7 100	220	220		7,3
	0,3 - 0,5		39 %	7 500	200	230		7,7
	0 - 0,1	9.11.2023	44 %	4 800	96	280	50	5
	0,1 - 0,3		39 %	7 500	78	250	<0,5	7,4
	0,3 - 0,5		41 %	7 100	80	260	<0,5	7,3

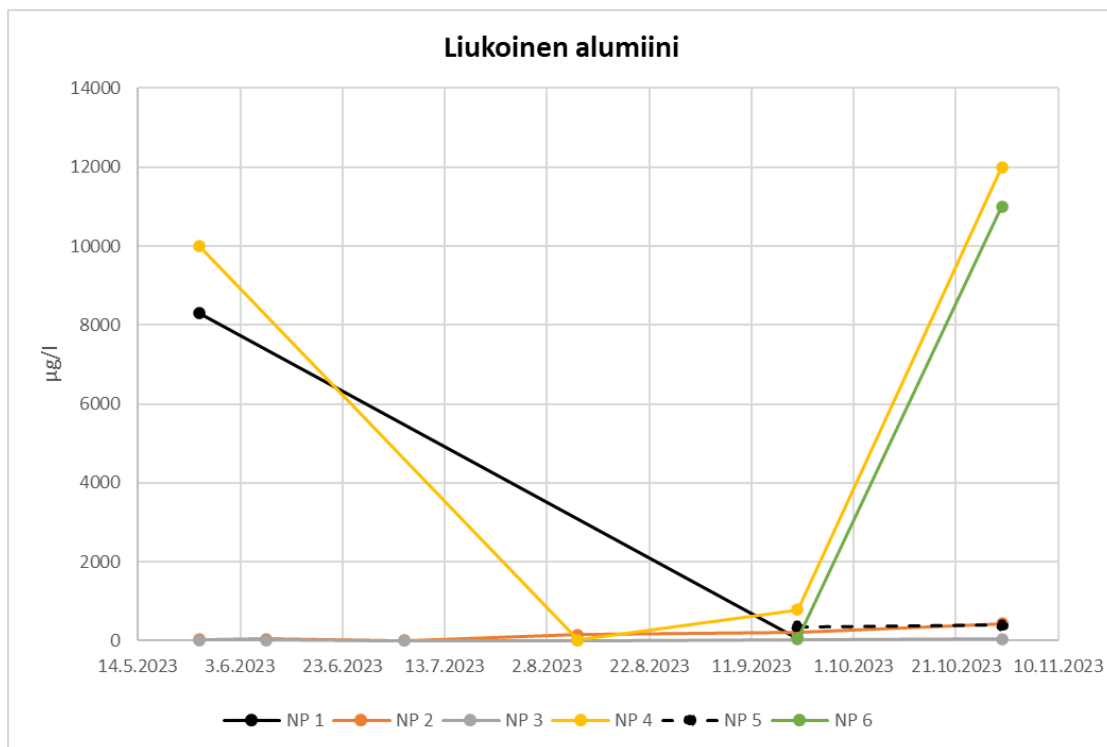
2.4 Vesinäytteiden alkaliteetti sekä Al ja pH tulokset Pohjois-Pori

Pohjois-Porin vesinäytteissä pH-arvoiltaan neutraalien vesinäytteiden NP 2 ja NP 3 alkaliteetti eli puskurikapasiteetti heikkenee syksyllä, vaikka pH-arvon suhteen muutos on alle yhden pH-yksikön. Tutkimustulokset on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Pohjois-Porin vesinäytteiden alkaliteetti.

Pohjois-Porin vesinäytteissä happamia pH-arvoja todettiin näytepisteissä 1, 4 ja 6. Ko. näytepisteistä otetuissa vesinäytteissä myös alumiinin liukoiset pitoisuudet ovat korkeita (>8 mg/l). Tulokset on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Pohjois-Porin vesinäytteiden liukoisen alumiinin pitoisuudet.

2.5 Johtopäätökset havaituista vedenlaadun ajallisista muutoksista

Happamien sulfaattimaiden suotovesissä veden ominaisuudet vaihtelevat kausittain, jopa vuorokausitasolla, lämpö- ja sadeolojen vaikutuksesta. Ympäristön ja vesistön tilan kartoittamiseksi vaaditaan säännöllistä ja riittävän tiheää (vähintään kuukausittaista) vedenlaadun seuranta. Keväällä sulamisvesien aiheuttaman runsaamman valunnan vaikutus näkyi happamuuden ja metallien huuhtoutumisena. Vastaava ilmiö oli havaittavissa myös syysateiden vaikutuksesta.

Seuratuissa kohteissa kuivan kesän aikana vesien tila pH-arvon ja metallien liukoisuuden suhteen pysyi samana tai parani. Rakennetuilla kohteilla on syytä huomioida myös erilaisten toimien kuten betonirakenteiden valamisen ja sitä kautta emäksisyyden huuhtoutumisen hetkellinen vaikutus rakentamisen aikana, erityisesti kuivalla kaudella, veden laatuun. Myös alueella tehtyjen kalkitsemis- ja muiden neutralointitoimien vaikutukset voivat näkyä analyysituloksissa.

Veden tilan muutos havaittiin seuraavissa parametreissä. Pitoisuudet/arvot vaihtelivat kohteittain:

- Alkaliteetti
- pH
- Sulfaatti
- Alumiini, rauta ja mangaani (liukoiset pitoisuudet)
- Koboltti, nikkeli ja sinkki (liukoiset pitoisuudet)

Veden tilaa on suositeltavaa seurata jatkuvatoimisilla mittareilla, joiden tarkkuus on riittävä ilmiöiden toteamiseen pH-arvon, sähkönjohtavuuden ja sameuden havainnointiin. Jatkuvatoimiset mittarit helpottavat seuranta ja mahdollistavat mm. näytteenoton kohdentamista oikea-aikaisesti ja jo tunnetussa kohteessa vähentävät varsinaista näytteenoton tarvetta, kun korrelaatio pH:n ja eri pitoisuuksien välille saadaan selville. Luontainen vuodenaikaisvaihtelu ja alueen luontaisten ominaisuuksien ymmärtäminen on selkeämpää ajallisesti kattavan seurannan avulla.

Hapettumisen etenemistä eli aktiivisen HaSu-kerroksen paksuutta tulee mitata riittävän tiheällä näyteväkillä noin 0,1-0,2 m. Yli 0,5 m paksuisissa näytteissä aktiivisen kerroksen havaitseminen ei ole mahdollista, koska aktiivinen ja potentiaalinen hapan sulfaattimaa sekoittuu. pH-arvon ero voi olla jo 0,5 m kerroksessa erittäin suuri (Lauttarannan ruoppausmassassa 5,1→8,1 eli 3-pH-yksikköä) ja hapettunut sekä selkeästi hapanta sulfaattimaata indikoiva maakerros jää havaitsematta. pH-arvon lisäksi maa-aineksen happamuustilan muutoksia kuvaavia parametrejä ovat redox-potentiaali ja sähkönjohtavuus. Riskin arvioimiseksi voidaan määrittää myös hapontuottopotentiaali.

Ruoppausmassasta erottuvan veden määrä riippuu maalajista. Savi pidättää vettä mieluusti. Siltti puolestaan luovuttaa erityisesti ruoppauksen aikana massaansa siirtyneen lisäveden savea paremmin ja siltin kuivuminen on nopeampaa ja happamoittavat vaikutukset tästä syystä mahdollisesti rajumpia ja havaittavissa muutamien vuosien kuluessa ruoppausmassan maalle läjittämisestä. Ruoppausmassan laatua ja sen luokittumista happamaksi sulfaattimaaksi on syytä tarkastella jo ruoppaushankkeen vesilupahakemuksen yhteydessä. Vesilupa vaaditaan jo yli 500 m³ ruoppaushankkeilta. Maalle läjitettäessä happamoittaviin vaikutuksiin tulee varautua jo ennalta ja valita kohteeseen soveltuvat riskinhallintamenetelmät.

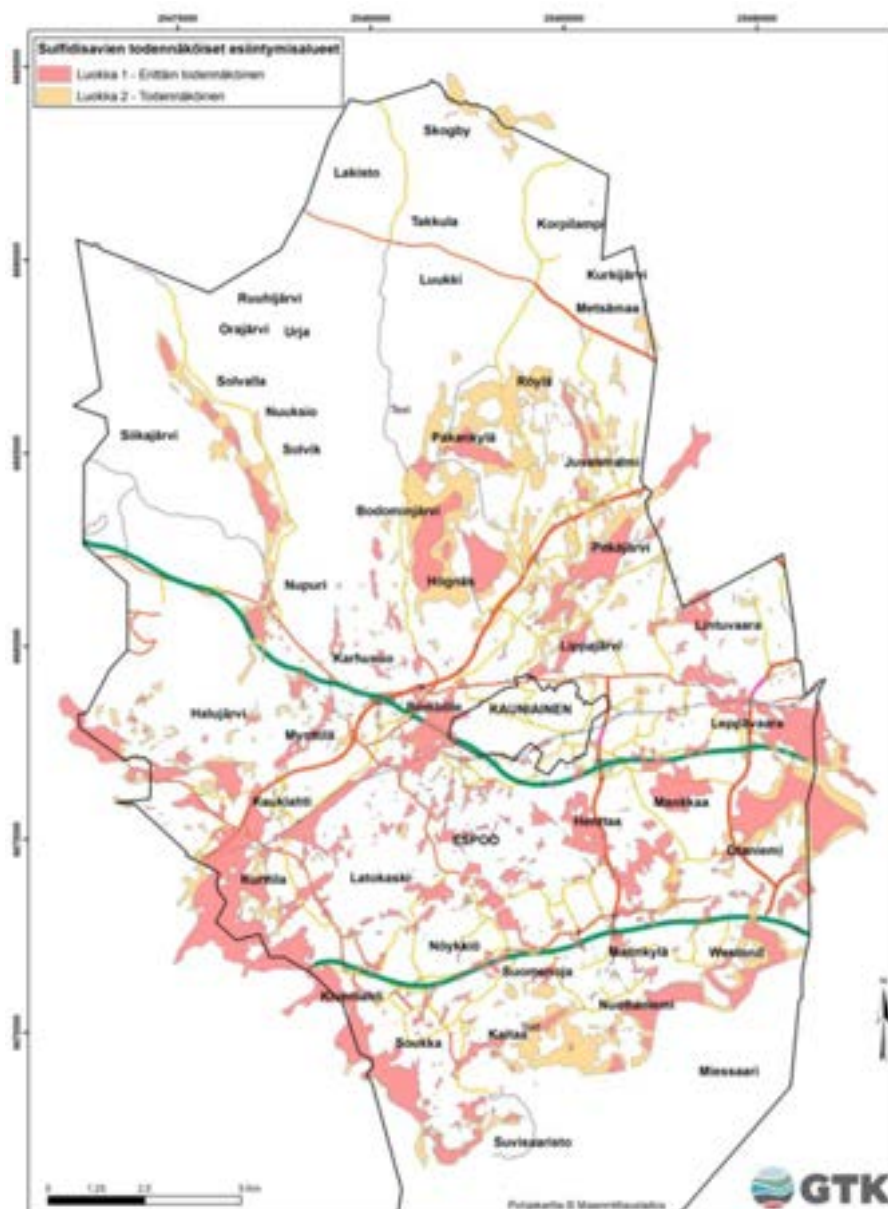
Mahdollista ympäristön tilan muutosta tulee tarkkailla riittävän pitkään. Hapettumisreaktion nopeus ja eteneminen vaihtelee sade- ja lämpöolojen mukaan, jonka lisäksi veden ja sen mukana haitallisten ympäristövaikutusten liikkumisnopeus maaperässä vaihtelee, josta syystä vaikutukset voivat näkyä vasta vuosien päästä toteutetuista rakennustoimista ja niiden aiheuttamasta maaperän kuivumisesta. Esimerkiksi ruoppausmassan hapettumisen seurauksena pH muutoksia on

havaittavissa ensimmäisinä vuosina vasta rakenteen pintaosassa, ei koko materiaalmäärässä, jolloin vaikutukset jäävät ensimmäisinä vuosina vielä vähäisiksi.

2.6 Happamien sulfaattimaiden sekaläjitys, Espoo Kulmakorpi

Työssä (Toikka ym. 2024) selvitettiin Espoon kaupungin Kulmakorven kolmen maanläjitysalueen läjityshistorian ja hulevesitarkkailutulosten (2008-2022) avulla happamien sulfaattimaiden sekaläjityksen vaikutusta hulevesien laatuun.

Espoon kaupunki on teettänyt laajoja taustaselvityksiä happamien sulfaattimaiden esiintymisestä kaupungin alueella mm. GTK:n toimesta (Saresma M. ym 2020). Tarkasteluissa on hyödynnetty kaupungin rakennushankkeista kerättyä kairausaineistoa sekä näiden ja geologisten ominaispiirteiden mukaan laadittuja mallinnuksia. GTK:n mallinnus tarkensi aikaisempaa käsitystä riskialueista huomattavasti. Erittäin todennäköisen riskin alueet keskittyvät pääosin Espoon eteläosiin.



Kuva 6 GTK:n selvityksessä mallinnetut sulfidisavien todennäköiset esiintymisalueet Espoossa.

2.6.1 Kuormatiedot läjitetyistä massoista

Läjitykseen päätyvistä maa-aineksista kerätään systemaattisesti kuormatietoja. Edellä kuvattujen Espoon kaupungin teettämien selvitysten perusteella arvioitiin maanläjitykseen päätyvän maa-aineksen luokittuvan HaSu-maaksi kuormataulukoissa 2008-2022 esiintyvien termien mukaan seuraavasti:

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| • liejusavi ja lieju | 100 % hasu-maata |
| • savi, märkä maa, kantamaton | 50 % hasu-maata |
| • kitkamaa, kantava, louhe, pintamaa | 0 % hasu-maata |

2.6.2 Tarkkailupisteet

Alueen tarkkailupisteistä valittiin kolme edustavaa pistettä tarkasteluun; KMS (Kalliosuon vedet), KMP (Kalliosuon jatkeen vedet), TMS (Takapellon vedet). Kaikki tarkasteltavat pisteet ovat ns. kuormituspisteitä, joiden pitoisuudet ovat muita tarkkailupisteitä korkeampia ja toiminnan vaikutukset näkyvät näissä selvimmin. Pohjavesivaikutusten tarkastelu on tehty aiemmin, eikä tulosten perusteella happamoittavia vaikutuksia ole ollut havaittavissa. Mahdolliset vaikutukset pohjavesiin jätettiin näin ollen tarkastelun ulkopuolelle.

2.6.3 Tarkastellut parametrit

Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien muutoksien seuraamiseksi tarkkailupisteistä oli saatavilla koko tarkasteluajalta pH, sähkönjohtavuus ja sulfaattiarvot. Lisäksi osalta vuosia on olemassa alkaliteetin, kiintoaineksen, sekä metallien kokonaispitoisuuksien tuloksia. Saatavilla olevista tuloksista keskityttiin tarkastelemaan seuraavia parametrejä: **pH, sähkönjohtavuus, sulfaatti, alkaliteetti, raudan kokonaispitoisuus, sekä alumiinin kokonaispitoisuus.**

Vedenlaadun parametrien vertailu läjitettyjen happamien sulfaattimaiden arvioituun määrään alueittain tehtiin vaiheittain seuraavasti:

1. Läjitettyjen massojen luokittelu kolmeen luokkaan: liejut, savet, kitkamaat.
2. Kirjallisuuteen pohjautuvat arviot happamien sulfaattimaiden määrästä eri luokissa (liejut 100%, savet 50%, kitkamaat 0%)
3. Happamien sulfaattimaiden läjitetyn kokonaismäärän laskenta eri alueilla kuukausittain vuosina 2008-2022.
4. Happamien sulfaattimaiden kuukausittaisen suhteellisen osuuden laskeminen vuosina 2008-2022
5. Vedentarkkailutulosten sijoittaminen samalle aikajanelle läjitystulosten kanssa kuukauden tarkkuudella.
6. Vedenlaadun parametrien, sekä läjitettyjen happamien sulfaattimaiden ajallisen suhteen vertailu hajontakaavioilla.
7. Vedenlaadun parametrien laadullinen tarkastelu.

2.6.4 Tarkastelumenetelmä

Vedenlaadun parametrien, sekä happamien sulfaattimaiden läjitysmäärän suhdetta tarkasteltiin työssä hajontakaavioilla ja laskemalla muuttujien välille selityskerroin R^2 . Selityskerroin on luku 0 ja 1 välillä, joka antaa kuvan muuttujien välisestä riippuvuussuhteesta. Mitä pienempi R^2 , sitä suurempaa on hajonta tulosten välisessä suhteessa.

Pintavesien tarkastelluille parametreille ei ole määritetty yksiselitteisiä vertailuarvoja. Tarkasteltavien parametrien tuloksia verrattiin julkaisussa Tenhola, M. & T. Tarvainen (2008) esitettyihin purovesien pitoisuuksiin koko Suomessa sekä Uudellamaalla. Alkaliteettituloksia verrattiin Helsingin kaupungin purovesien laatuun (Tarvanen, 2006). Purovesien laatuun vertailu on perusteltua sillä tarkasteltujen kuormitusasteiden vedet laskevat metsäisiä puroja ja ojia pitkin Mankinjokeen ja Loojärveen.

2.6.5 Takapellon tulokset

Esimerkkinä tehdystä tarkastelusta esitetään tässä raportissa Takapellon läjitysalue. Alueen täyttäminen on aloitettu vuonna 2012 ja täyttötöyt jatkuvat yhä. Tarkasteluajanjaksolla 2013-2022 alueelle oli läjitetty n. 9,7 milj. irto m³ maa-aineksia, joista edellä esitetyn rajauserusteen mukaan hasumaaksi luokitettavaa on arviolta 3,3 milj. irto m³ eli noin 34 % läjitetystä maa-aineksesta.

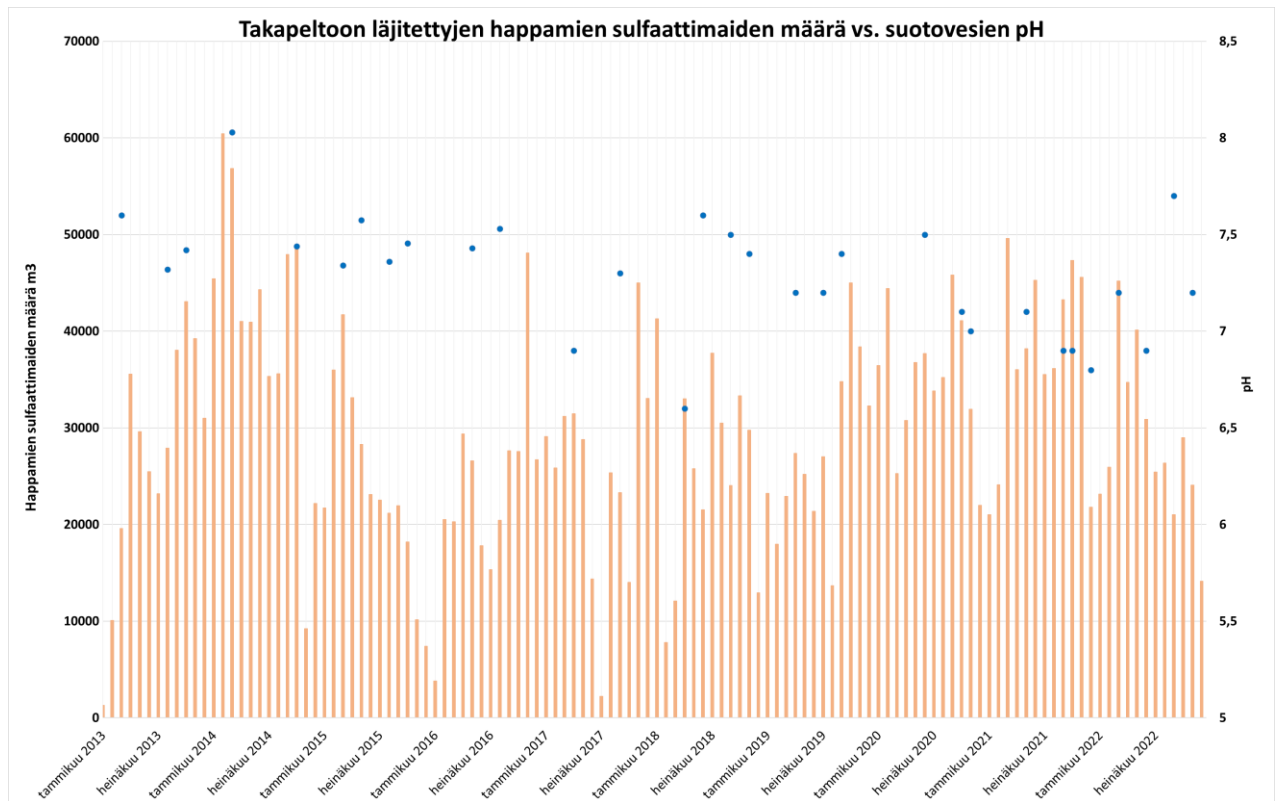
Tarkkailupisteen TMS tulosten mukaan (taulukko 2) alueelta poistuvan huleveden laadusta voidaan seurantatietojen perusteella todeta seuraavaa:

- pH korkeahko
- Alkaliteetti korkeahko
- Sulfaattipitoisuudet korkeahkoja
- Sähköjohtavuus korkeahkoja

Korkea pH ja alkaliteetti viittaavat siihen, että happamoitumista alueelle läjitetyistä hasumaista ei ole havaittavissa. Korkeat sulfaattipitoisuudet ja sähköjohtavuus ovat kahta muuta tarkastelussa ollutta läjitysalueita korkeampia ja vertailuarvoja reilusti korkeampia. Tämä on kuitenkin tyypillistä maanlajitysalueille, eikä ilman pH:n ja alkaliteetin alenemista viittaa happamoitumiseen.

Taulukko 2 Takapellon vedenlaadun tarkkailupisteen TMS vedenlaadun parametrien tunnusluvut vuosilta 2018-2022, sekä vastaavat vertailuarvot.

	TMS				Vertailuarvot		
	n	min	max	med	min	max	med
pH (mediaani)	34	6,6	8,0	7,3	4,5	7,6	6,5
sähkönjohtavuus mS/m	34	10,4	150,0	99,0	1,3	101	5,2
alkaliteetti mmol/l	13	1,1	8,8	5,1 (ka)	0,12	5,56	1,3 (ka)
sulfaatti mg/l	33	5,5	140,0	72,0	0,05	263	3,8
Alumiini Al µg/l	8	8,0	467,0	27,0	4,51	4460	85,6
Rauta Fe µg/l	18	6,0	401,0	49,7	20	16700	760



Kuva 7 Takapeltoon läjitettyjen happamien sulfaattimaiden määrä (m³) vuosina 2013-2022 ja vesien tarkkailupisteestä TMS mitatut veden pH tulokset.

2.6.6 Kaikkien tarkkailupisteiden vedenlaadun ja happamien sulfaattimaiden läjitysmäärien ajallinen ja laadullinen tarkastelu

Espoon Kulmakorven tarkastelussa happamien sulfaattimaiden läjitysmäärien ja tarkasteltujen vesien pH arvojen välillä ei havaittu juurikaan ajallista riippuvuutta. pH oli selvästi neutraali, eikä merkkejä happamien sulfaattimaiden happamoittavasta vaikutuksesta havaittu. pH-arvot olivat käytettyihin vertailuarvoihin verrattuna varsin korkeita. Myöskään alkaliteettituloksissa ei havaittu juurikaan ajallista riippuvuutta, ja tulosten hajonta oli suurta. Ajallisen vertailun luotettavuutta vähensi alkaliteettitulosten vähäinen määrä. Korkea alkaliteetti kertoo vesien hyvästä puskuriyvyydestä. Usein happaman laskeuman päästessä vesistöön, alkaliteetin laskeminen lähelle nollaa on ensimmäinen merkki happamoitumisesta, kaikki mitatut alkaliteettitulokset olivat kuitenkin yli 1 mmol/l.

Sähkönjohtavuus ja sulfaatti osoittivat kaikissa tarkkailupisteissä lievää laskevaa trendiä happamien sulfaattimaiden läjitysmäärän kasvaessa. Hajonta oli kaikissa tarkkailupisteissä kuitenkin hyvin suurta. On luonnollista, että alueilla, joilla suoritetaan laajamittaista maanmuokkausta ja läjitystä, vesi pääsee liuottamaan maa- ja kallioperään sitoutuneita mineraaleja normaalia enemmän. Muun muassa kloridi ja sulfaattipitoisuuksien on todettu kohoavan hulevesissä rakentamisen aikana (Chen, 2009).

Alumiinin ja raudan kokonaispitoisuudet osoittivat pääosin kasvavaa trendiä happamien sulfaattimaiden läjitysmäärän kasvaessa. Alumiinin selitysaste oli korkea, mutta tulosten määrä oli liian pieni luotettavan tulkinnan esittämiseen. Rauta ja alumiini alkavat liueta maaperästä herkästi pH:n laskiessa ja voivat näin toimia indikaattoreina happamien sulfaattimaiden aiheuttamasta veden happamoitumisesta. Metallien kokonaispitoisuudet kertovat vedessä liunneena, sekä

kiintoainekseen sitoutuneena olevan metallin määrän ($\mu\text{g/l}$). Kokonaispitoisuudet kasvavat usein kiintoaineksen lisääntyessä. Jos vesinäytteiden kiintoaineksen määrä pysyy samana, voidaan olettaa, että muutokset kokonaispitoisuuksissa johtuvat muutoksista liuenneiden metallien määrässä.

pH:n laskiessa happamalle tasolle lähelle neljää, alumiinin ja raudan kokonaispitoisuudet nousevat useisiin tuhansiin mikrogrammoihin litrassa. Kaikki todetut alumiinin ja raudan kokonaispitoisuudet olivat alle $1000 \mu\text{g/l}$. Koska samoissa näytteissä ei ole todettu happamia pH-lukemia, voidaan todettujen kokonaispitoisuuksien johtuvan pääosin kiintoainekseen sitoutuneista metalleista.

2.6.7 Johtopäätökset

Happamien sulfaattimaiden läjitysmäärillä havaittiin olevan vain heikkoa ajallista yhteyttä vesitarkkailun muuttujien kanssa. Vesituloksissa ei myöskään todettu merkkejä vesien happamoitumisesta tai puskurikyvyn heikkenemisestä. Kaikkien tarkasteltujen tarkkailupisteiden sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuudet olivat kuitenkin varsin korkeita. Koska vesien korkea sähkönjohtavuus ja siihen liuenneiden aineiden suuri määrä ovat tyyppillistä alueilla, joilla tehdään maanrakennustöitä, ei suoraa yhteyttä happamiin sulfaattimaihin pystytä osoittamaan.

Happamien sulfaattimaiden läjitys tarkastelluille läjitysalueille on mahdollisesti arvioitua vähäisempää. Liejuisten savien ja liejujen läjitysmäärät muun rikkipitoisuudeltaan alhaisempien savien, silttien ja kitkamaiden seassa ei ole aiheuttanut oletettua haponmuodostusta, joka olisi havaittavissa pintavesiseurannan tuloksissa. Rakentamisen jatkuessa Espoossa samantyyppisenä kuin aiemminkin, eli rakentamisen painopisteen säilyessä edelleen eteläisessä Espoossa, läjitettävien maa-ainesten suhde tulee pysymään samankaltaisena. Happamien valuntojen ehkäisemisen ensisijaisena toimenpiteenä maanlajitysalueilla on happamien sulfaattimaiden peittäminen muilla maa-aineksilla hapettumisen estämiseksi. Tämä toimenpide vaikuttaa toteutuneen tarkastelluilla läjitysalueilla ja sitä voidaan tulosten valossa suositella myös jatkossa.

3. Talviolosuhteet happamilla sulfaattimailla

Tehtävän tavoitteena oli selvittää maa-aineksen ja suotoveden ominaisuudet alhaisessa lämpötilassa ja jäätymis-sulamisen -syklin toistuessa. Tutkimuksilla tuotettiin tietoa siitä, miten happamoitumis- ja neutraloitumisprosessit toimivat kylmissä olosuhteissa sekä neutralointitoimien merkityksestä ja toimivuudesta talviolosuhteissa. Tavoitteena pidettiin myös lisävahvistuksen saamista HaSu-työmaiden ohjaamista talviolosuhteisiin, jolloin (hypoteesi) vesien neutraloinnin tarvetta ei olisi ja vettä olisi myös vähemmän läsnä. Tällöin happamuus ei leviä laajalle ja reaktionopeus on hidask. Testausraportti on kokonaisuudessaan esitetty liitteenä 2.

Testausohjelmassa suoritettiin inkubointeja viidessä eri lämpötilassa sekä neljä toistoa jäätymis-sulamissyklillä. Runkoaineeksi valittiin neljä toisistaan rakeisuudeltaan ja rikkipitoisuudeltaan poikkeavaa hapanta sulfaattimaanäytettä. Työpaketti on jaettu kahteen osaan: A. Hapettumisen reaktionopeus eri lämpötiloissa ja B. Jäätymis-sulamissyklin aiheuttamat muutokset.

Tutkimusosassa A inkubointi suoritettiin viidessä eri lämpötilassa: $-18 \text{ }^\circ\text{C}$, $0 \text{ }^\circ\text{C}$, $+10 \text{ }^\circ\text{C}$, $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ ja $+30 \text{ }^\circ\text{C}$. Inkubointi kesti 20 viikkoa, jonka aikana maanäytteistä mitattiin pH, redox-potentiaali ja sähkönjohtavuus kahden viikon välein. Tutkimusten alkaessa kaikista näytteistä tutkittiin rakeisuus, hehkutushäviö, vesipitoisuus, tiheys sekä hapontuottopotentiaali ja metallien kokonaispitoisuudet (Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V, Fe, Mn, Al, Hg).

Tutkimusosassa B tutkittiin jäätymis-sulamissyklin aiheuttamia muutoksia neljällä eri runkoaineella muodostetulla näytteellä siten, että jäädytetyn näytteen sulatus ja uudelleen jäädytys toistettiin 5 viikon välein yhteensä 4 kertaa. Sulamisen yhteydessä erottuvasta vedestä analysoitiin suppean vesianalyysipaketin mukaiset analyysit ja ensimmäisellä ja viimeisellä syklillä laaja vesianalyysipaketti sekä korroosioanalyysit näytteistä, joista vettä erottui riittävästi. Tutkimusosassa mitattiin sulamisen yhteydessä lisäksi erottuvan veden määrä, näytteiden massat sekä valokuvattiin muutokset. Näytteistä HaSu I ja HaSu II ei erottunut vettä tutkimusten aikana.

3.1 Tutkitut näytteet

Työpaketissa tutkittiin neljää erilaista näytettä, joiden ominaisuudet on koottu taulukkoon 3. Näytteiden rikkipitoisuus ja geotekniset ominaisuudet vaihtelivat, jolloin saatiin tietoa myös ominaisuuksiltaan erilaisista maa-aineksista ja niiden hapettumisnopeudesta.

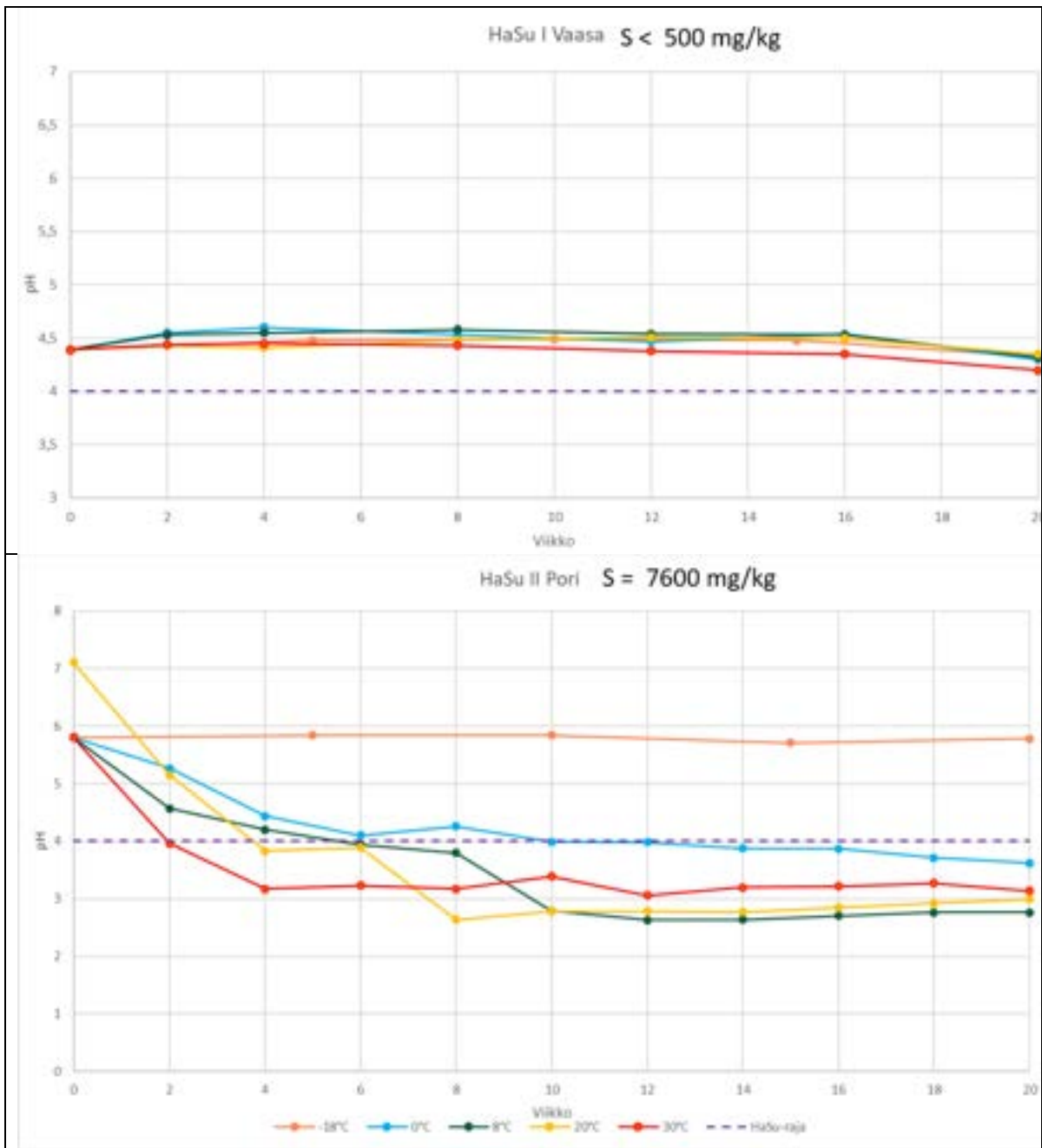
Taulukko 3 Tutkitut näytteet ja niiden ominaisuudet.

Näyte	Maa-laji	Tiheys ρ kg/m ³	pH	Kemiallisesti hapetettu pH (TPA-pH)	Inku-boitu pH (20 vko +20°C)	Potentiaalinen asiditeetti (mmol H ⁺ / kg, pH 6,5)	Hapon-tuotto-potentiaali	W (%)	H _h (%) 550°	S _{tot} (%)
HaSu I	laSa	1555	4,4	3,9	4,4	140	suuri	66,7	3,5	<0,05*
HaSu II	ljSi	1665	8,6	2,4	3,0	411	suuri	49,1	2,8	0,76
HaSu III	liSa	1420	6,2	2,7	3,3	388	suuri	104	2,7	0,65
HaSu IV	liSa	1420	7,8	4,8	6,4	28	kohtalainen	108	3,3	0,11

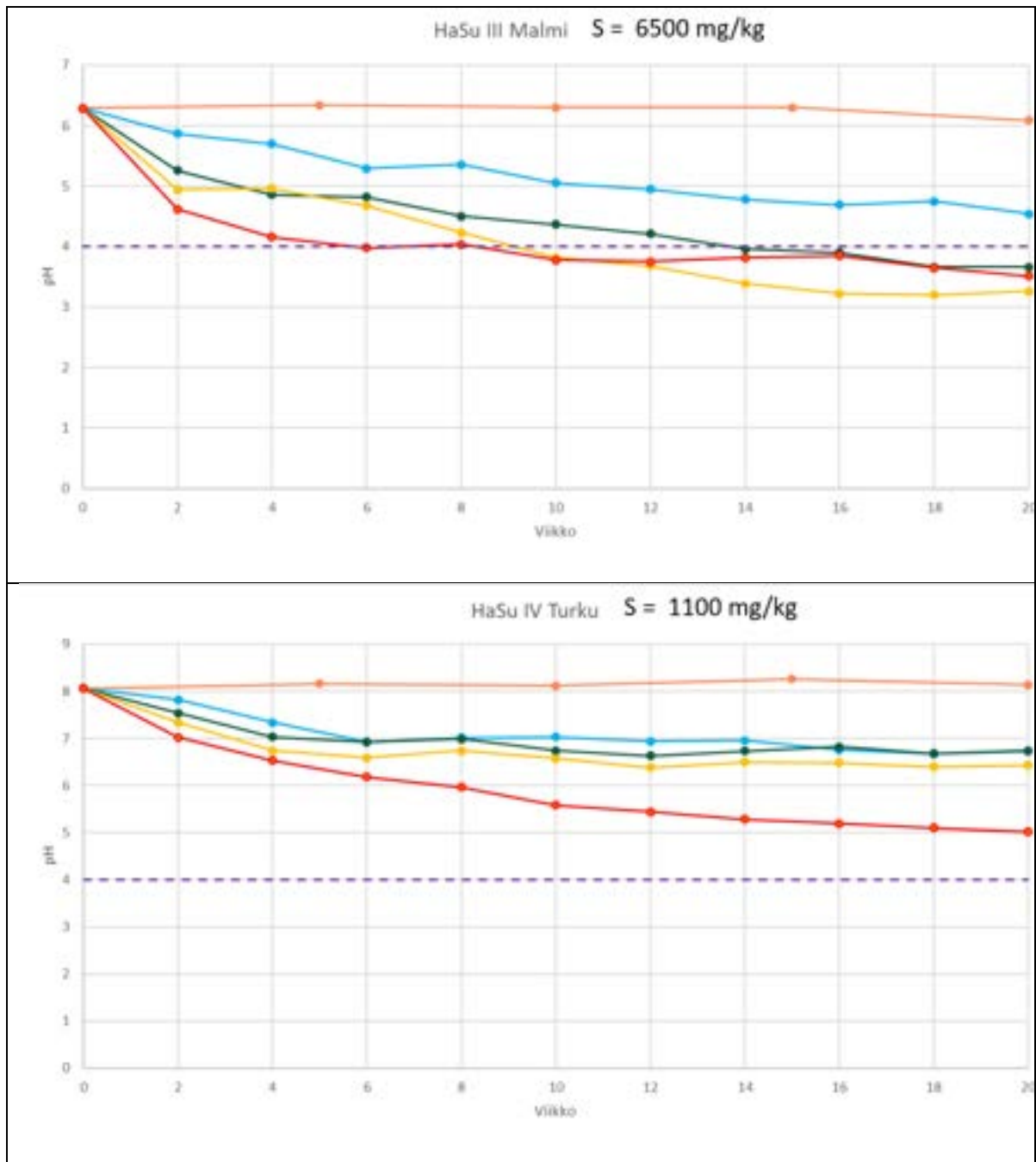
*= Myöhemmin määritetty tulos 0,11 %.

3.2 Tutkimustulokset, tutkimusosa A

Kuvapareissa 8 ja 9 on esitetty näytteiden inkubointitulokset ja rikkipitoisuudet. Tulosten perusteella hapettumisnopeuteen vaikuttaa rikkipitoisuus ja lämpötila. Rikkipitoisuudeltaan suurimman näytteen HaSu II Pori pH-arvo laskee 30°C lämpötilassa kahden viikon aikana <4,0. Lämpötilassa 20-0°C pH-arvo on kahden viikon inkuboinnin jälkeen tasolla 4,5-5,5. Näytteen HaSu III Malmi pH-arvo laskee neljässä viikossa tasolle 4,0 ja 0°C lämpötilassa 20 viikon inkuboinnin jälkeen pH-arvo on 4,5. HaSu IV Turku rikkipitoisuus on alhaisempi kuin näytteissä HaSu II Pori ja HaSu III Malmi, ja näytteen pH-arvo laskee hitaimmin 30 °C lämpötilassa 20 viikon aikana ja pH jää selvästi muita näytteitä korkeammalle arvoon 5,0. HaSu I Vaasa näyte oli jo inkuboinnin alkaessa hapettunut, ja sen pH-arvo ei muutu inkubointien aikana.



Kuva 8. Näytteiden HaSu I ja HaSu II rikkipitoisuudet ja inkubointitulokset eri lämpötiloissa.



Kuva 9. Näytteiden HaSu III ja HaSu IV rikkipitoisuudet ja inkubointitulokset eri lämpötiloissa.

Kaikista eri lämpötilassa inkuboiduista näytteistä määritettiin 20 viikon jälkeen myös hapontuottopotentiaali. Tulokset on esitetty taulukossa 4. HaSu I Vaasa näytteen hapontuottopotentiaali on inkuboinnin lämpötilasta riippumatta kohtalainen tai suuri 86-111 mmol H⁺/kg. HaSu IV Turku osalta hapontuottopotentiaali on pieni <20 mmol H⁺/kg kaikissa tutkituissa näytteissä. HaSu II Pori näytteessä hapontuottopotentiaali on kohtalainen (>20 mmol H⁺/kg) -18 °C ja 0°C inkuboiduissa näytteissä, ja >+8°C inkuboiduissa näytteissä suuri. HaSu III Malmi osalta hapontuottopotentiaali on kohtalainen -18 °C-+8°C inkuboiduissa näytteissä ja suuri +20-30 °C lämpötiloissa inkuboiduissa näytteissä. Kaikki inkuboiduista näytteistä määritetyt hapontuottopotentiaalitulokset ovat pienempiä kuin TPA-analyysillä peroksidihapetuksella saadut hapontuottopotentiaalitulokset.

Taulukko 4. Tutkittujen näytteiden hapontuotto eri lämpötiloissa toteutetun inkuboinnin jälkeen

Näyte-tunnus	Inkubointi lämpötila	pH-arvo ennen titrausta (TIA-pH)	TIA Hapontuottopotentiaali (mmol H ⁺ /kg, pH 6,5)	pH-arvo ennen titrausta (TPA-pH)	TPA Hapontuottopotentiaali (mmol H ⁺ /kg, pH 6,5), peroksidihapetus
HaSu I Vaasa	-18°C	3,7	111	3,9	140
	0°C	3,7	95		
	8°C	3,7	86		
	20°C	3,7	92		
	30°C	3,7	102		
HaSu II Pori	-18°C	4,3	27	2,4	411
	0°C	3,8	59		
	8°C	3,3	139		
	20°C	3,1	178		
	30°C	3,5	173		
HaSu III Malmi	-18°C	4,8	24	2,7	388
	0°C	4,1	51		
	8°C	3,8	91		
	20°C	3,4	144		
	30°C	3,7	120		
HaSu IV Turku	-18°C	6,5	2	4,8	28
	0°C	6,0	4		
	8°C	5,9	5		
	20°C	5,7	3		
	30°C	5,0	15		
Pieni <20	Kohtalainen 20-100	Suuri >100	pH<4,0		

3.3 Johtopäätökset

Testitulosten perusteella lämpötilaolosuhteet vaikuttavat potentiaalisen happaman sulfaattimaan reaktionopeuteen, mikä oli todettavissa pH- ja hapontuottopotentiaalitulosten perusteella. Jäädetyissä ja neljä kertaa 20 viikon aikana sulatetuissa näytteissä ei havaittu hapettumisreaktiosta aiheutuvaa pH-muutosta eikä suurta hapontuottoa. Suuren rikkipitoisuuden näytteissä HaSu II Pori ja HaSu III Malmi hapontuottopotentiaali oli selkeästi pienempi (>40 mmol H⁺/kg) kylmemmässä lämpötilassa inkuboiduissa näytteissä kuin 20°C tai 30°C inkuboiduissa näytteissä.

Tulosten perusteella happamille sulfaattimaille sijoittuvien rakennustöiden ajoittaminen talveen/kylmään aikaan vaikuttaisi hidastavan happamoitumishaittojen muodostumista. Lisäksi reaktionopeuteen vaikuttaa rikkipitoisuus ja maalaji. Jo happamoituneesta aktiivisesta HaSu-kerroksesta liukenee happamuutta (rikkihappoa) ja voi liueta haitallisia metalleja aina, kun maa-aines on kontaktissa veden kanssa esimerkiksi mahdollisen välivarastoinnin aikana. Veden lämpötilalla on tiettävästi vaikutusta liukenevien haitallisten metallien määrään pH:n lisäksi.

Happamilla sulfaattimailla talvisaikaan tapahtuvat jäätymissulamissyklit eivät aiheuttaneet maa-aineksen sulaessa muodostuvan veden happamoitumista potentiaalisissa HaSu-kerroksissa. Vettä erottui runsaasti vain ensimmäisen sulatuksen aikana, ja vain vesipitoisuudeltaan korkeissa savinäytteissä HaSu III Malmi ja HaSu IV Turku. Vedessä liunneena olevien aineiden pitoisuudet vaihtelivat, mutta aineiden määrät olivat HaSu IV Turun kloridipitoisuutta lukuun ottamatta vähäisiä. Suurimpina liukoisina pitoisuuksina suotovesinäytteissä todettiin alumiinia, mangaania, rautaa, sulfaattia ja kloridia.

4. Passiiviset neutralointijärjestelmät

Happamilta sulfaattimailta suotautuvien vesien neutralointi on pääsääntöisesti haastavampaa kuin maamassojen neutralointi. Vesien neutralointiin ei ole olemassa täysin huoltovapaita ratkaisuja. Haasteita tuovat myös neutraloitavien vesien joukkoon päätyvien hulevesien määrien suuri vaihtelu, ja todellisuudessa käsiteltävien vesien määrän ja laadun vaikea ennustettavuus. Happamilta sulfaattimailta vesistöihin kulkeutuvien hulevesien happamuus vaihtelee. Tulevaisuudessa onkin syytä pyrkiä löytämään käsittelyratkaisuja, joissa materiaalin vaihto, huolto ja ennakoitavuus olisi mahdollisimman yksinkertaista ja nopeaa.

Koottavissa on joitakin yleisiä havaintoja, joita on esitetty mm. kappaleessa 2. Happamat pulssit voivat ajoittua kesän jälkeiseen syysateiden aikaan tai vain yhden runsaan rankkasateen jälkeen, kun kuivan kesän aikana muodostuneen ja mahdollisesti syventyneen kuivakuorikerroksen hapettunut kerros tulee huuhdelluksi tehokkaasti. Ilmiötä on havainnollistettu GTK:n tutkimustyöraportissa 29/2022 (Auri ym. 2022). Ote maalle läjitetyn happoa tuottavan maamassan vedenlaadunseurantatuloksista Naantalın Matalalahdesta on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Vähäsateisen jakson jälkeen ajoittuneet sateet aiheuttivat selkeän muutoksen läjitäalueelta tulevan salaojaveden laadussa. 17.8 iltaan ajoittuneen sateen seurauksena veden pH arvo laski arvosta 6,3 → <4,5 noin neljän tunnin aikana. Samanaikaisesti veden sähkönjohtokyky kasvoi noin 3 500 µS/cm → >8000 µS/cm. (Auri ym. 2022)

On kuitenkin mahdollista, että happamia vesiä suotautuu jatkuvasti, mutta niiden havainnointia vaikeuttaa ympäristön neutraalit vedet. Esimerkiksi runsasvetiseen syysateiden aikaan happamat vedet sekoittuvat ympäristön neutraaleihin vesiin tai runsaisiin sadevesiin, joiden pH on noin 6 luokkaa. Kuivumisen, hapettumisen ja toisaalta happamuutta kuljettavan veden määrä ja ajoitus vaihtelevat aina kohdekohtaisesti. Kuvan 10 esimerkki on kuitenkin herättävä. Maalle nostetun ja happamaksi sulfaattimaaksi luokittuvan ruoppausmassan hapettuminen ja hapon muodostus on kuvan perusteella todellista. Tutkimuskohteessa ruoppausmassa oli läjitetty alueelle vuonna 2019 ja seurantatietoa kerättiin vuonna 2021 eli noin 1,5 vuotta läjityksen päättymisestä.

Joitakin hyväksi havaittuja periaatteita, happamien vesien hallintaan ja käsittelyyn ovat mm. seuraavat:

- Happamien vesien pitäminen erillään neutraaleista vesistä, jotta mahdollisen käsiteltävän veden määrä pysyy vähäisenä. Erityisesti voidaan huomioida alueen ulkopuolisten vesien johtaminen eri reittiä happamien vesien kanssa. Tämä voi olla mahdollista esim. alikulkujen rakentamisessa ja muissa pohjaveden pinnan paikallisissa alentamiskohteissa sekä ruoppausmassoja läjitettäessä.
- Poikkeuksellisiin tilanteisiin varautuminen mukaan lukien kuivat ja erityisen lämpimät sääjaksot sekä tulvat. Esim. rankkasadetilanteissa ylivuotovesien hallittujen purkureittien suunnittelu sekä kuivan kesän jälkeen saapuvat rankkasateet ja näihin liittyvät happamat pulssit sekä näiden hallinnan suunnittelu.
- Kaivutöiden suorittaminen mahdollisuuksien mukaan pakkaskaudella. Kylmä ajanjakso hidastaa kemiallisia reaktioita (kts. kpl 3). Pakkaskaudella virtaavan veden määrä voi olla myös vähäisempää, jolloin veden käsittelylle ei välttämättä ole lainkaan tarvetta.

Mikäli happamia vesiä muodostuu, pohjaveden pinnan alentumiselle ei ole vaihtoehtoisia ratkaisuja löydettävissä tai alue on luontaisesti ja laajalti happamien sulfaattimaiden aluetta ja vedet purkautuvat herkkään vesistön osaan, vedenkäsittelyratkaisujen suunnittelu ja mitoitus tulee tarpeelliseksi. Seuraavassa on esitelty muutamia vaihtoehtoisia menetelmiä vesien käsittelylle.

4.1 Kalkkisuotopato

Vesien käsittelyssä käytetyt järjestelmät esim. kalkkikivisuotopadot eivät ole huoltovapaita. Kalkkikivi kerää ympärilleen metallisakkaa ja kalsiumin reagointi veden kanssa estyy. Pato voi myös tukkeutua sakan vaikutuksesta. Kalkkivimurske tulisi joko vaihtaa uuteen tai "pestä" sen pinnalle kertyvästä sakasta. Kalkkikivi on muutoin varsin turvallinen materiaali käytettäväksi. Sen neutralointikyky "yltää" korkeimmillaankin pH-alueelle 9, eikä muuta läpisuotavia vesiä tätä emäksisemmäksi. Esimerkiksi Helsingin kaupungin työmaavesiohjeessa vesistöön päästettävien vesien pH-alueeksi on määritelty 6-9 (Helsingin kaupunki 2013).

Mikäli pH nousee käsittely-ympäristön olosuhteisiin nähden liian korkeaksi, voidaan pH alentaa kalkkikivikäsittelyn jälkeen ilmastamalla. Hiilidioksidi muodostaa veden kanssa heikon hapon ja tämä alentaa pH:ta.

4.1.1 UPACMIC

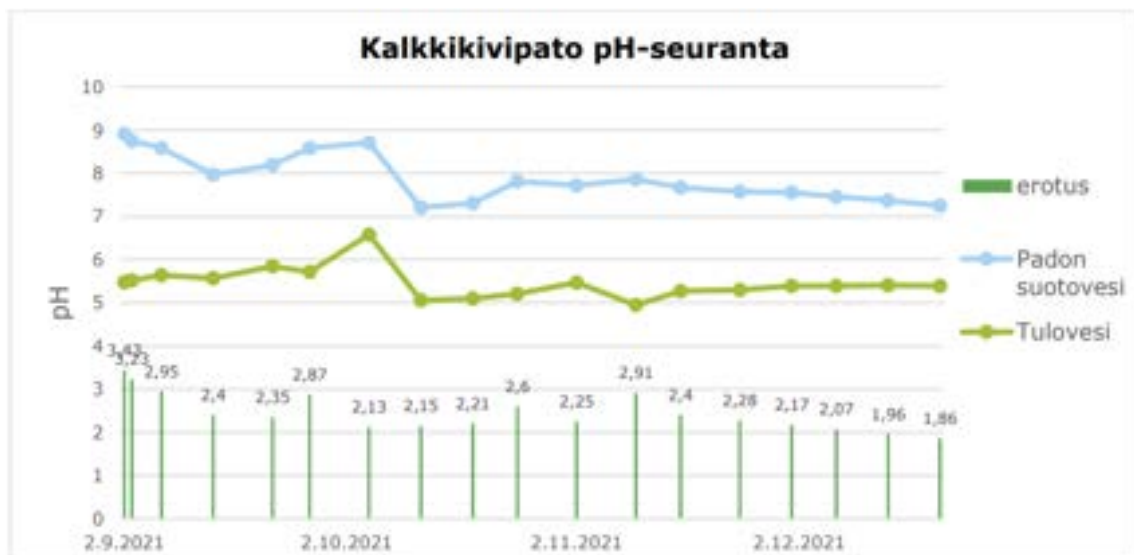
Happamat suotovedet eivät ole vain happamiin sulfaattimaihin liittyvä ongelma. Vastaavaa ongelmaa, happamien vesien suotautumista, havaitaan myös kaivosalueilla, erityisesti rikkipitoisilta rikastushiekka-alueilta sekä sulfidipitoisilta sivukivialueilta suotautuvista vesistä. Kalkkikivipadon vaikutuksia sivukivialueelta suotautuvien happamien ja metallipitoisten vesien käsittelymenetelmänä testattiin Hituran kaivosalueella UMAPMIC-hankkeessa.

Euroopan Unionin ja Ympäristöministeriön rahoittamassa UPACMIC-hankkeessa oli tavoitteena tunnistaa innovatiivisia ratkaisuja uusien kaivoshankkeiden rakenteisiin ja kaivosalueiden ennallistamiseen. Uusilla vesien käsittelyratkaisuilla vähennettiin kaivosten ympäristövaikutuksia. Hankkeen koordinaattorina toimi Ramboll Finland Oy ja partnereina Fortum Waste Solutions Oy ja Skarta Finland Oy. Hankkeen puitteissa Hituran kaivoksen sivukivialueen vesien käsittelyyn rakennettiin kalkkikivipato loppukesästä 2021. Kalkkikivipadolla nostettiin sivukivikasoista suotautuvan happaman veden pH-arvoa, jolloin suotoveteen liuenneet metallit sakkautuvat patoon ja padon jälkeen laskeutusaltaaseen. Rakenne on esitetty kuvassa 11. (UPACMIC 2022)

Rakenteessa käytettiin SMA Mineralsin tuottamaa seulottua sivukivikalkkia raekooltaan 2-20 mm. Patoon kului materiaalia noin 15 m³ ja padon mitat olivat 4 m x 3 m x 1,2 m. Veden virtaama säädettiin venttiilien avulla tasolle 4 m³/vrk. Rakennetta ja siinä tapahtuvia muutoksia seurattiin neljä kuukautta syyskuusta joulukuuhun. Rakenteeseen tulevan veden pH-arvo oli seurantajakson ajan tasolla 5-5,5, ja pato nosti pH-arvon seurannan alussa tasolle 8-8,9. Seurannan aikana pH-muutoksen keskiarvo oli 2,5 pH-yksikköä, ja koko seurannan ajan rakenteesta läpi suotautuneen veden pH-arvo oli >7. Seurannan pH-tulokset on esitetty kuvassa 12. (UPACMIC 2022)



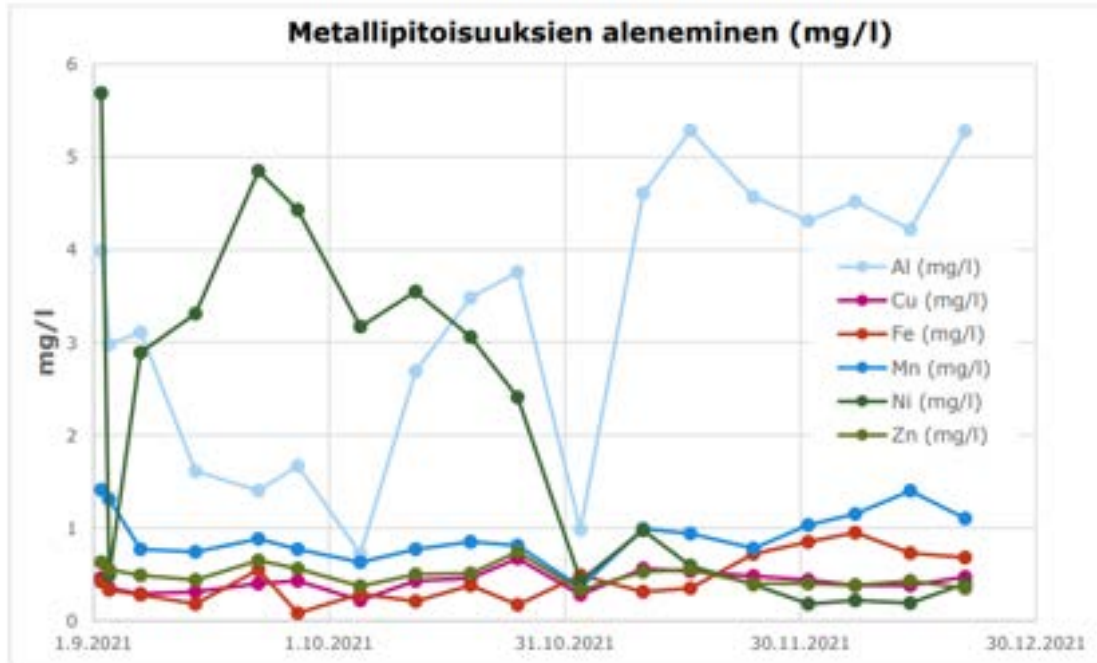
Kuva 11. Hituran kalkkikivipato (UPACMIC 2022)



Kuva 12. Hituran kaivosalueen veden pH-arvot ennen ja jälkeen kalkkikivipadon sekä pH-arvon erotus seurannan aikana. (UPACMIC 2022)

Sivukivikasoista suotautui suurina pitoisuuksina nikkeliä (>5 mg/l). Nikkelin pidättyminen patoon heikkeni noin kahden seurantakuukauden jälkeen. Alumiinia vedessä oli vaihtelevina pitoisuuksina

ja se pidättyi patorakenteen aiheuttaman pH-arvon nousun seurauksena lähes täysin koko seurannan ajan. Alkuaineiden kokonaispitoisuuksien aleneminen seurantajaksolla on nähtävissä kuvassa 13. (UPACMIC 2022)



Kuva 13. Metallipitoisuuksien aleneminen kalkkikivipadon vaikutuksesta (UPACMIC 2022).

Seurannassa havaitut pH-arvon nostamisen vaikutukset veden sisältämien metallien pitoisuuksien alenemiseen ovat vastaavia kuin happamilla sulfaattimaillakin. Happamuuden seurauksena veteen liuenneet nikkeli, alumiini, kupari, rauta, mangaani ja sinkki muuttuvat käsittelyssä liukoisesta kiinteäksi, jolloin ne on mahdollista laskeuttaa kiintoaineksena laskeutusaltaaseen.

Hituran kohteessa alumiini pidättyi padon vaikutuksesta hyvin koko seurannan ajan, jonka lisäksi nikkelin ja sinkin korkeat pitoisuudet pidättyivät seurannan alkuvaiheissa rakenteeseen tehokkaasti. Kalkkikivipadossa aineita sakkautui kalkkikivirakeiden päälle varsin lyhyessä ajassa, joten kalkkikivipato vaatii seuranta ja huolto pitkäaikaisessa käytössä. (UPACMIC 2022). Huoltovälin määräytyminen on kohdekohtaista.

4.1.2 Kokemuksia hallintatoimien suunnittelusta, toteutuksesta ja toimivuudesta

Porvoon kaupungin hankealueilla on todettu happamia sulfaattimaita, joiden aiheuttamien riskien hallitsemiseksi hankkeissa on toteutettu erilaisia vesien käsittelyn ja massojen käsittelyn hallintatoimenpiteitä. Toimenpiteitä ovat ohjanneet myös hankkeiden lupamääräykset.

Kulloon yritysalueen asemakaava hyväksyttiin 2019 ja alueen rakentaminen alkoi vuonna 2021. Asemakaava-alueen hulevesien käsittelyyn suunnitellussa peltolaaksossa oli todettu happamia sulfaattimaita. Alueella on myös teollisuutta, joka voi vaikuttaa äkillisesti hulevesien laatuun. Hulevesien käsittelyalueen rakennussuunnitelman periaate on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Porvoon hulevesien käsittelyalueen rakennussuunnitelma. Vesien käsittely koostui kolmesta laskeutusaltaasta sekä pohjapadoista.

Rakennesuunnitteluvaiheessa vesien viivytykseen suunniteltujen patojen materiaali vaihdettiin happamien valuntojen hallitsemiseksi tavanomaisesta kalliomurskeesta kalkkikivimurskeeseen. Patojen poikkileikkaukset on esitetty liitteessä 3a.

Rakennustöistä syntyi ylijäämämaana vähäisiä määriä happamia sulfaattimaita, joille rakennettiin erillinen läjitysalue. Läjitysalueen rakennussuunnitelma on nähtävissä kuvassa 15. Happamia sulfaattimaita ei käsitelty ennen läjitystä, läjitetyt massat peitettiin 0,7 m kasvukerroksella. Läjitysalueen vedet ohjattiin käsittelyalueelle ennen purkamista vesistöön.



Kuva 15. Ote happamien sulfaattimaiden läjitysalueen rakennussuunnitelmasta.

Työmaan aikana muodostuviin happamiin vesiin varauduttiin kuvassa 16 esitetyllä kalkkikivipadolla. Veden pH-arvo mitattiin päivittäin lukuun ottamatta talvikuukausia 11/2021-3/2022. Mitatut pH-arvot ennen ja jälkeen padon vaihtelivat seurannan aikana noin välillä 5,8-7,5.



Kuva 16. Porvoon Kulloon työmaavesien hallintaan rakennettu kalkkikivipato.

Hankealueen huleveden laatua on seurattu kaksi vuotta, jonka aikana ei ole havaittu happamia pH-arvoja. Porvoon kaupungilla hallintatoimenpiteet todettiin rakennussuunnitteluvaiheessa helpoksi, vaikka alun perin suunniteltuja rakennusmateriaaleja jouduttiin vaihtamaan. Tulevaisuuden kannalta olisi toivottavaa, että toimenpidevaatimuksia ohjaisi enemmän tarkempi riskinarviointi.

Toinen Porvoon kaupungin kohde koski Storängsbäckenin uomaa, ja sen kunnostusta. Uoma ei nykyisellään vastannut hulevesien hallinnan tarpeita. Uoma sijaitsi alueella, jossa oli todettu happamia sulfaattimaita. Storängsbäcken laskee Gammelbackan puroon, jossa on tehty uoman ennallistamistoimenpiteitä sekä istutettu taiminen poikasia osana vesistökunnostusta. Happamuusriskien vaikutukset Gammelbackan puroon ovat suuret.

Kunnostustoimenpiteenä ojasta poistettiin suojakerrosta, jolloin uomaan saatiin lisätilavuutta. Toimenpiteiden aikana vesiseurannassa havaittiin happamuuspulssi, jonka lisäksi vesinäytteessä havaittiin kohonneita sinkkipitoisuuksia. Ojan luiskiin lisättiin kalkkikivimursketta ja ojan läheisyyteen aumalle läjitetty uomasta poistettu maa-aines kalkittiin. Toimenpiteiden jälkeen happamuushaittoja ei enää havaittu. Kalkittu auma on nähtävissä kuvassa 17.



Kuva 17. Porvoon Storängsbäckenin uoman kunnostuksen aikana läjitettyä kalkittua maa-ainesta.

4.2 Kaivantovesien käsittely neutralointikaivossa

Neutralointikaivo voi olla hyvä ratkaisu lyhytaikaisten rakennushankkeiden happamien vesien hallintaan. Seuraavassa esitetään kokemuksia eräästä rakennushankkeesta ja sen neutralointiratkaisusta, joka toteutettiin happamien sulfaattimaiden alueella.

Hanke ja siinä toteutuneet hallintakeinot yleisesti:

- toteutus happamien sulfaattimaiden alueella
- varauduttiin mm. paalutuksessa ja muissa maanalaisissa rakenteissa aggressiiviseen ympäristöön
- kaivumassojen läjitys luvanvaraiselle läjitysalueelle, kalkitus vastaanottoaikan vaatimusten mukaisesti
- kaivutöiden minimointi
- työnaikainen kaivantovesien pH-seuranta ja neutralointi pH:n laskiessa <5,5

Kaivantovesien seuranta:

- pH-seuranta kaksi kertaa / vrk kenttämittarilla
- sähkönjohtavuuden mittaus kerran / vrk kenttämittarilla

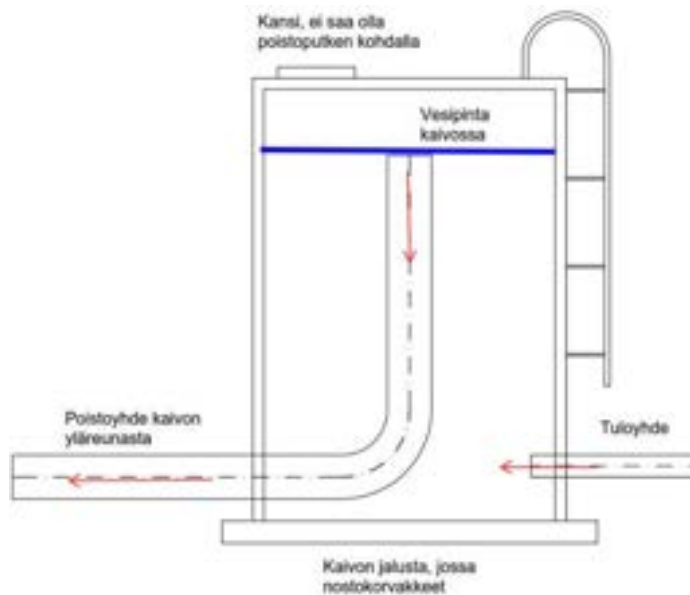
Happamien kaivantovesien neutralointi:

- pH <5,5 neutralointi aloitetaan neutralointikaivossa
- Neutraloiva aine: Filtra G-rakeet (granuloitu sammutettu kalkki, kalsiumhydroksidi $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Filtra G nostaa käsiteltävän veden pH:n välittömästi yli kymmenen ja jopa kahteentoista. Tällainen vesi on vastaanottaville luonnonvesille liian emäksistä, joten siksi vesi tasataan neutralointikaivon ohi tasausaltaaseen muun käsittelemättömän ja altaaseen pumpattavan veden kanssa ja pH mitataan tasausaltaan purkusuuulta vielä ennen vesistön purkamista.
- Neutralointimateriaalia kuluu veden virtauksen ja kemiallisten prosessien myötä, joten sitä on lisättävä tarpeen mukaan.
- Neutraloinnissa voi syntyä metallisakkaa, jolloin sen poistamiselle on hyvä olla laskeutumistilaa välittömästi neutralointirakenteen jälkeen laskeutusaltaassa. Sakka voidaan tarvittaessa ruopata laskeutusaltaasta.
- Laskeutusaltaan koko mitoitetaan käsiteltävien vesimäärien mukaan. Jotta sakka saadaan laskeutettua, tulee veden virtausnopeuden laskea riittävän alhaiseksi (yleensä alle 1 cm/s). Tämä saadaan toteutettua pitkänomaisella altaalla. Altaan luiskat tulee olla riittävän loivat,

etteivät ne sorru altaaseen. Laskeutusaltaan pohjaan ja reunoille on hyvä tehdä vähemmän vettä läpäisevä kerros esimerkiksi moreenista tai savesta. Kerroksen paksuus 300 mm hyvin tiivistettynä. Tämä tulee tehdä erityisesti, kun itse laskeutusallaskin rakennetaan happamaan sulfaattimaahan.

Kaivon toimintaperiaate (kuva 18) on seuraavanlainen:

- kaivon johdetaan pumppamalla vettä kaivon alareunasta
- kaivannosta johdetaan vain osa vesistä (arvio n. 20 %)
- kaivossa on Filtra G -rakeita
- virtauksen voimasta vesi ja rakeet alkavat liikkua kaivossa
- kaivon yläreunassa on poistoputki, josta vettä poistuu
- vesi johdetaan tasausaltaaseen, johon johdetaan suoraan myös muu osa (n. 80 %) pois pumpattavasta vedestä
- kiintoaineksen laskeuduttua tasausaltaan pohjalle vesi johdetaan vesistöön
- Filtra G kuluu neutraloinnissa, joten sitä tulee lisätä vähin erin päivittäin siten, että rakeet liikkuvat veden virtauksen mukana eivätkä kerääny reunoille tai pohjaan. Vaihtoehtoisesti lisääminen voidaan toteuttaa automaattisella annostelulaitteistolla.



Kuva 18. Tyypik kuva neutralointikaivosta.

Hankealueella varauduttiin kaivantovesien työnaikaiseen neutralointiin edellä kuvatun suunnitelman mukaisesti. Vesien neutralointimenetelmä toimi kohteessa hyvin, eikä alapuoliseen vesistöön päässyt missään vaiheessa happamia vesiä. Vettä jouduttiin kierrättämään aluksi laskeutusaltaasta takaisin neutralointiin, koska altaan vesi oli liian hapanta pois purettavaksi. Laskeutusaltaan veden happamuuteen vaikutti todennäköisesti maaperästä suotautuva hapanta suotovesi altaan valuma-alueelta. Jatkuva pH-arvon seuranta ja ripeä toiminta pH-arvon muutoksissa estivät happamien vesien johtumisen pois alueelta. Kuvassa 19 on esitetty toiminnassa oleva kaivo ja allasrakenne.



Kuva 19. Neutralointikaivo ja laskeutusallas, sekä altaan ympärillä kalkittuja maita altaan molemmin puolin.

4.3 Kosteikko - kalkkisuotopato -yhdistelmä

Helsingin Malminkentän alueella on todettu esiintyvän laajasti happamia sulfaattimaita. Malminkentän logistiikka-alueen rakentamisen yhteyteen suunniteltiin hulevesien käsittelyyn kosteikko, jossa on kaksi peräkkäistä vesien käsittelyallasta. Kosteikon suunnitelmapiirustus on esitetty liitteessä 3b ja ote kuvassa 20.

Kosteikon altaat toimivat sedimentaatioaltaina, joihin suurin osa mahdollisesta veden sisältämästä kiintoaineksesta laskeutuu. Toisen altaan pohja peitetään kalkkikivimurskeella. Altaiden yhteyteen on suunniteltu virtaamaa hidastavia patoja. Padot rakennetaan tarvittaessa kalkkikivestä, mikäli havaitaan veden neutralointitarpeita. Patojen toimintaa ja kuntoa seurataan pH-mittauksilla, ja patojen materiaali uusitaan tarvittaessa.

Kosteikon kiintoaineen erotuksen ja kalkkikivineutraloinnin toimivuutta tarkkaillaan rakentamisen aikana tiheästi. Urakoitsija mittaa päivittäin kosteikkoon tulevan ja sieltä lähtevän veden pH-arvoa rakentamisen ajan. Lisäksi pH-mittauksia tehdään ojasta, johon kosteikon vedet puretaan. Samoista näytepisteistä otetaan myös vesinäytteet viikon välein. Rakentamisen aikaisen tarkkailun tulosten perusteella laaditaan logistiikka-alueen käytön aikainen vedenlaadun tarkkailuohjelma. Lisäksi rakennetta seurataan visuaalisesti tarkkaillen mm. patojen kuntoa, materiaalin vaihdon tarvetta sekä altaiden kasvittumista.

4.5 Johtopäätökset vesienkäsittely

Eri kohteiden suunnittelua ei voi kopioida suoraa kohteesta toiseen. Neutraloinnin periaatteet voivat olla samoja, mutta mitoitukset tulee tehdä aina tapauskohtaisesti. Käsiteltävän veden määrä ja laatu vaihtelevat, tämä on suunnittelulle varsin haastavaa. Alueen olosuhteiden ymmärtämistä lisää aiemmin kerätyt tarkkailutulokset ja esimerkiksi jatkuvatoimisen tarkkailumittarin asentaminen kohteeseen ennen suunnittelun alkamista. Seurantatietoa tarvitaan riittävän tiheästi ja oikea-aikaisesti.

Suunnitteluratkaisujen tulisi toimia eri olosuhteissa ja huomioida mm. seuraavat: virtaaman säätömahdollisuus, padon tilavuus ja neutralointiin käytettävän materiaalin raekoko, läpisuotavan veden pH-vaihtelu esim. eri vuodenaikoina.

Neutraloinnissa tulee varautua tarkkailuun ja valitun rakenteen huoltamiseen.

Käyttökokemuksia ja seurantatietoja tulisi kerätä jatkossa, jotta eri menetelmien toimivuudesta ja soveltuvuudesta saadaan riittävästi kokemuksia ja niitä voidaan edelleen jatkokehittää toimintavarmemmiksi.

Rakennettaessa happamille sulfaattimaille, on syytä muistaa, että myös rakennettava laskeutusallas sijoittuu yleensä hasu-maalle. Näin olen myös laskeutusallas tulee eristään tiiviillä maa-aineksella, savella, moreenilla tai bentoniittimatolla ja harkittaessa myös kalkkivikerroksella.

5. Maankäytön suunnittelu kunnissa

Happamiin sulfaattimaihin liittyvien vastuiden selkeyttäminen kuntaorganisaatiossa ja tutkimusten ajoittamisen täsmentäminen eri maankäytön suunnittelun vaiheissa on nähty haastavaksi. Yhteistyö kunnan eri organisaatioiden välillä asian tiimoilla on tarpeellista, jotta happamat sulfaattimaat tulevat huomioitua riittäväällä tarkkuudella jokaisessa hankevaiheessa maankäytön suunnittelusta aina rakentamisen valmistumiseen saakka ja tästä eteenpäin.

Maankäytön asiantuntijoille pidettiin kesäkuun alussa 2023 aamukahvitilaisuus, jossa esiteltiin happamiin sulfaattimaihin liittyvää problematiikkaa. Esitysaineisto on raportin liitteenä 4.

Tilaisuuden jälkeen osallistujille toimitettiin kysely, jolla pyrittiin kartoittamaan kaavoituksen ja maankäytön suunnittelun ongelmatilanteita sekä tarpeita happamiin sulfaattimaihin liittyen. Lisäksi pyrittiin kartoittamaan millaista tukea, koulutusta ja materiaalia kunnissa tarvitaan hasu-problematiikan haltuunotossa. Kysymykset on esitetty liitteessä 5. Kysely oli auki kesäkuusta elokuuhun.

Vastauksia saatiin vain kahdesta suurehkosta kaupungista. Molemmat kaupungit sijaitsevat rannikkoalueella, jossa on tunnistettu hasujen esiintyminen. Kyselyyn ei saatu kattavaa otosta kuntien tilanteesta, etenkin sellaisten kuntien osalta, joissa asia on vielä uusi. Molemmille vastaajalle hasu-problematiikka oli tuttua. He ovat törmänneet omassa työssään aiheeseen ja joutuneet ratkomaan aiheeseen liittyviä haasteita käytännössä. Kummassakaan kaupungissa ei ole olemassa selkeää prosessia ja vastuunjakoa hasu-maiden osalta vastaajien omassa organisaatiossa. Etenkin toisessa kaupungissa asia koetaan varsin uudeksi ja haastavaksi. Vakiintuneet käytännöt puuttuvat sekä ohjeistus valtakunnan tasolla on puutteellista tai ainakin hajanaista. Ratkaisut ovat kohdistuneet pääasiassa asemakaavoitusvaiheeseen, mutta toisen kaupungin osalta myös rakentamisvaiheeseen.

Kummassakin kaupungissa käytetään GTK:n esiintymiskarttaa, toisessa on teetetty myös tarkempi esiintyvyysskartta. Molemmissa kaupungeissa tehdään hasu-selvityksiä kohdekohtaisesti jo asemakaavoitusvaiheessa. Vastaaajien mielestä vastuu kaavoitusvaiheessa hasujen tutkimisesta kuuluu kaupungille mm. vaikutusten selvittämisen näkökulmasta. Tonttikohtaisesti asian selvittäminen kuuluu ko. tontille rakentavalle, kun suunnitellaan mm. rakentamisen edellytyksiä kaivuusyvyysiksi, rakentamisen tapoja, materiaaleja jne.

Toisessa kaupungeista esim. katujen saneeraushankkeissa tutkitaan hasujen esiintymistä pohjatutkimusten yhteydessä. Molemmissa kaupungeissa hasuja on selvitetty joko osana rakennettavuusselvitystä tai erillisselvityksinä. Ohjeistusta ja materiaalia kaivattiin mm. seuraaviin aihealueisiin:

- Rakennussuunnittelun ja rakentamisen aikaisen näytteenoton ohjeistus
- Malliratkaisuja/-ohjeita mm. läjitykseen melu- ja maisemavalleihin sekä vesienkäsittelyn järjestämiseen
- Mallikaavamääräyksiä
- Ajantasainen ja usuin tieto olisi hyvä löytyä keskitetyiltä nettisivulta
- Koulutusta, ohjeistusta ja opastusta tarvitaan lisää
- Loppusijoitukseen ja läjitykseen liittyen esimerkkejä mm. suojarakenteista, luvituksesta, tarkkailuista
- Opastus työmaavesienhallintana ja -käsittelyyn
- Tekniseen suunnitteluun ja toteutukseen opastusta ja ohjeistusta

Tietotarvetta kartoitettiin vielä tarkemmassa haastattelussa. Haastattelun tulokset on koottu taulukkoon 5.

Taulukko 5. Tarkemman haastattelun kysymykset ja vastaukset.

Kysymys	Vastaus
<p>Hasu-opas: Onko tutustunut? Mitä hyötyä on saanut? Mitä puutteita? Onko liian vaikea? Mitä oppaassa saisi olla enemmän? Mitä oppaassa saisi olla vähemmän? Onko maankäytön suunnittelijat ja kaavoittajat löytäneet opasta?</p>	<p>Auttanut aiheen ymmärtämistä, hyvä sisällysluettelo Termit haastavia Käytäntöön vähän tukea, esim. seuraaviin: - miten asiaa pitäisi käsitellä kaupungin prosesseissa - millaisia kaavamääräyksiä tulisi laatia - käytännön vinkit perustamistapaan - millaisia lisäselvityksiä tarvitaan</p>
<p>Apu tai tuki: Mitä apua tai tukea tarvitaan käytännössä? Onko tuki ja ohjaus riittävää? Keneltä tai miltä sitä mahdollisesti saadaan? Keneltä tai miltä taholta tukea pitäisi saada? Esim. ELY-keskus?</p>	<p>Apua ja tukea vaikea löytää, eikä ole riittävää Materiaalien tulisi olla sellaisia, että kunnassa pärjätään ilman erityisasiantuntijaa Konsultilta pitää saada apua Kunnassa tulee olla osaava geoteknikko, sillä ei voi tukeutua vain konsultin apuun ELY-keskuksesta ei ole saatu apua, tai se on vähintäänkin vaihtelevaa</p>
<p>Osaaminen omassa kunnassa: Onko kunnassanne riittävästi osaamista Hasu-asioissa? Onko esim. Hasu-asiantuntijaa tai asiaan perehtynyttä geoteknikkoa/vesiasiantuntijaa/ympäristöasiantuntijaa? Onko kunnassa osaamista ja/tai resursseja ohjata ja neuvot yksityisiä toimijoita, kuten rakennushankkeeseen ryhtyviä?</p>	<p>Kunnassa asia on tullut lähiaikoina tutuksi ja on jouduttu asian kanssa tekemisiin Kunnassa ei ole varsinaisesti asiantuntijaa hasuihin liittyen, mutta kunnan ympäristöviranomaisen tuntee aiheen Kun erikseen tunnistettu kohde, jossa hasuja, on rakennettu, ei ole tietoa onko hasut huomioitu sen jälkeen Vastaaajalla ei ole tiedossa, kuinka hyvin kunnassa on valmius ohjata yksityisiä rakentajia</p>

<p>Konsulttien tuki: Oletteko löytäneet hyvin osaavia konsultteja hasu-maihin liittyen? Onko tietoa, että saavatko rakennushankkeeseen ryhtyvät riittävästi osaamista/tukea heidän omilta konsulteiltaan? Mitä osaamista, toimia jne toivotaan konsulteilta jatkossa?</p>	<p>Oletetaan, että konsulteilla on osaamista hasuihin liittyen Maaperätutkimuksissa hasut tulisi lähtökohtaisesti huomioida</p>
<p>Muuta: Mitä toiveita teillä on hasuihin liittyen valtakunnallisesti?</p>	<p>Pitää olla käytännön ohjeita samalla tapaa kuin on hulevesien hallinnasta, tulva-asioista jne. Ohjeita ja esimerkkejä hasujen huomioon ottamisesta asemakaavoissa ja niiden merkinnöistä sekä määräyksistä Rakentamistapaohjemallit liittyen hasuihin: - kokemusten jakaminen, hyvät käytännöt - selkeästi sanoitettu ja kuvitettu happamien sulfaattimaa-aihepiiri ja niiden vaikutukset Valtion toimijoiden osaaminen ja tuki pitää olla selkeää ja yhdenmukaista mm.: - Ympäristöministeriö, - Maa- ja metsätalousministeriö, - Suomen ympäristökeskus, - Luonnonvarakeskus, - ELY-keskukset On syytä tarkastella, onko aihe riittävän selkeästi huomioitu laissa?</p>

Yleisesti voidaan todeta, että kuntien ja kaupunkien on syytä varautua organisaatiossaan määrittämään vastuut ja toimintatavat happamien sulfaattimaiden huomioimiseksi erilaisissa rakennushankkeissa. Esimerkkejä dokumenteista ja toimenpiteistä, joissa asiaa on hyvä tarkastella, on listattu taulukkoon 6.

Taulukko 6. Toimenpiteet ja vastuutahot kunnan organisaatioissa. Esimerkkillistäus dokumenteista, joissa hasu-problematiikkaa on hyvä käsitellä.

Toimenpide / ohjeistus	Tarkennus	Vastuutaho
Ymmärrys hasuista	Kunnassa tulisi olla riittävästi ymmärrystä happamista sulfaattimaista yleensä, hasujen esiintymisestä kunnan alueella	Kaavoitus, rakennusvalvonta, ympäristö- ja kunnallistekninen puoli
Hasu-asiantuntijuus muilla osapuolilla	Hasu-asiantuntijuutta tulisi vahvistaa etenkin rannikkoseudulla toimivilta	Konsultit, rakennuttajat, toimijat, urakoitsijat
Rakennusjärjestys	Rakennusjärjestyksessä annetaan paikallisista oloista johtuvat suunnitelmallisen ja sopivan rakentamisen, kulttuuri- ja luonnonarvojen huomioon ottamisen sekä hyvän elinympäristön toteutumisen ja säilyttämisen kannalta tarpeelliset määräykset. Voidaan määrätä esim. hasujen huomioon ottamisesta tai hulevesien pH-arvoista.	Kunnanvaltuusto
Kaavoitushankkeissa (yleis- ja asemakaavat)	Maankäytön suunnittelun lähtötietoineistona tulee olla hasu-kartoitustiedot, jotta ymmärretään, ollaanko alueella, jossa esiintyy hasuja. Hasu-selvitys antaa perustiedot mitä hasu-problematiikka kyseissä kohteessa tarkoittaa, miten ne vaikuttavat vesiin, maanläjitykseen, kuivatukseen ym. Hasu-hallintasuunnitelma ohjaa maankäytön suunnittelua siten, että vaikutukset minimoidaan suunnittelun keinoin. Ohjaa esim. toimintojen sijoittumista sekä pohjanvahvistusmenetelmien, kuivatustasojen ja muiden suunnitteluratkaisuiden valintaan. Lisäksi esitetään hasuista aiheutuvien haittojen hallintakeinot.	Kaavoitus

	<p>Kaavamerkinnot ja -määräykset: Yleis- ja asemakaavoissa voidaan antaa yleisiä tai yksittäisiä määräyksiä hasuihin liittyen. Hasuihin liittyvät kaavamerkinnot voi olla aluerajauksia, jos halutaan esim. esittää alue, jossa hasuja esiintyy tai kirjain- tms. merkintöihin voi sisältyä hasuihin liittyviä määräyksiä, joilla ohjataan yksityiskohtaisempaa suunnittelua esim. kellarikielto, korkeusasemat tai hallintaratkaisut.</p> <p>Rakentamistapaohje on viranomaisen kannanotto suositeltavista rakentamistavoista tietyllä alueella. Ohjeessa voidaan esittää yleensä alueen ilmeeseen vaikuttavia asioita, mutta myös hasuihin liittyvät hyvät rakentamistavat voidaan esittää ohjeessa. Näitä voivat olla tonttien maanmuokkaukseen ja kuivatukseen liittyvät asiat.</p>	
Katujen ja yleisten alueiden suunnitteluohjeet (ml. Geotekniset ohjeet ja hulevesiohjeet)	Ohjeistetaan miten katujen ja yleisten alueiden suositeltavissa ratkaisuisissa hasu-alueilla. Näitä voivat olla katurakenteet, katujen korkomaailma, materiaalit, massanvaihdot, massojen hyötykäyttö, taitorakenteet, hulevesien hallinta, vesistökuunnostukset, yhteensovitukset pilaantuneiden maiden hallinnan kanssa jne.	Kunnallistekninen puoli, viherpuoli, ympäristöpuoli
Vesihuollon ja muiden verkostojen suunnitteluohjeet	Kunnan liikelaitoksilla tai vastaavilla tulee olla periaatteet, miten Hasut huomioidaan verkostojen suunnittelussa ja rakentamisessa esim. materiaalivalinnoilla, kaivantojen virtauskatkoilla ja asentamissyvyyksillä.	Vesilaitos, energialaitos ja muut verkkoyhtiöt
Ohjeistus rakennuttajille	Ohjeistetaan rakentajia hasuihin liittyen. Yleistietoa happamista sulfaattimaista rakentajille. Jaetaan tietoa miten tunnistaa rakentamisen aikana hasut ja miten toimia niihin törmätessä.	Rakennusvalvonta, kunnallistekninen puoli
Ohjeistus rakentajille	Ohjeistetaan rakentajia hasuihin liittyen. Yleistietoa happamista sulfaattimaista rakentajille. Vaatimukset perustamistapalausunnoille, jotta niissä huomioidaan happamien sulfaattimaiden selvittäminen. Jaetaan tietoa hyvistä suunnitteluratkaisuista. Jaetaan tietoa miten tunnistaa rakentamisen aikana hasut ja miten toimia niihin törmätessä.	Rakennusvalvonta, kunnallistekninen puoli
PIMA-ohjeistus	Otetaan jo PIMA-tutkimuksissa huomioon hasut. Huomioidaan käsittely- ja kuunnostustarve samassa yhteydessä.	Ympäristöpuoli
Vesistökuunnostuksen toimenpiteet	Asemakaava-alueen ulkopuolella toteutettavat vesistökuunnostuksen toimenpiteissä on syytä tarkastella kohteen sijoittuminen hasu-alueelle. Tarvittaessa toimenpiteet ko. asia huomioiden.	Kunnallistekninen puoli, viherpuoli, ympäristöpuoli

Johtopäätöksenä kyselystä ja haastattelusta voidaan todeta seuraavaa:

- Happamien sulfaattimaihiniin liittyvän tieto ei edelleenkään tavoiteta kaikkia kuntia ja heidän maankäytöstä vastaavia henkilöitä
- Tietotarvetta on monella eri tasolla
- Tietoa löytyy hajanaisesti
- Tulisi olla enemmän konkreettisia malleja ja ohjeita
- Toivotaan, ettei tarvittaisi erityisasiantuntijoita, vaan asia saataisiin siihen muotoon, että jokainen pystyy sen omaksumaan ja huomioimaan työssään
- Osaaminen vaihtelee nykyisin merkittävästi sekä kunnissa että myös konsulteilla, rakennuttajilla, urakoitsijoilla
- Konsulteilta vaaditaan (oletetaan) osaamista aiheeseen ja hasujen huomioimista hankkeissa
- Viranomaisten osaaminen on myös vaihtelevaa esim. ELY:sta voi saada hyvin eritasoista ohjausta ja vaatimuksia
- Lupapäätöksiin toivotaan hyödynnettävän riskiperusteista suunnittelua ja näkökulmia.

6. Tuhkat kalkin korvaajina neutraloinnissa

Tuhkien ja kuonien on todettu omaavan neutraloivaa kykyä mm. niiden sisältämän reaktiivisen kalkin vuoksi. Tuhkien ja kuonien hyötykäyttö happamien sulfaattimaiden neutralointiin erilaisissa hyötykäyttökohteissa, kuten maisemavalleissa tai loppusijoituksessa maankaatopaikoilla edistää kestäväen kehityksen mukaista maarakentamista ja vähentää CO₂-intensiivisemmän kalkin käyttöä neutraloinnissa.

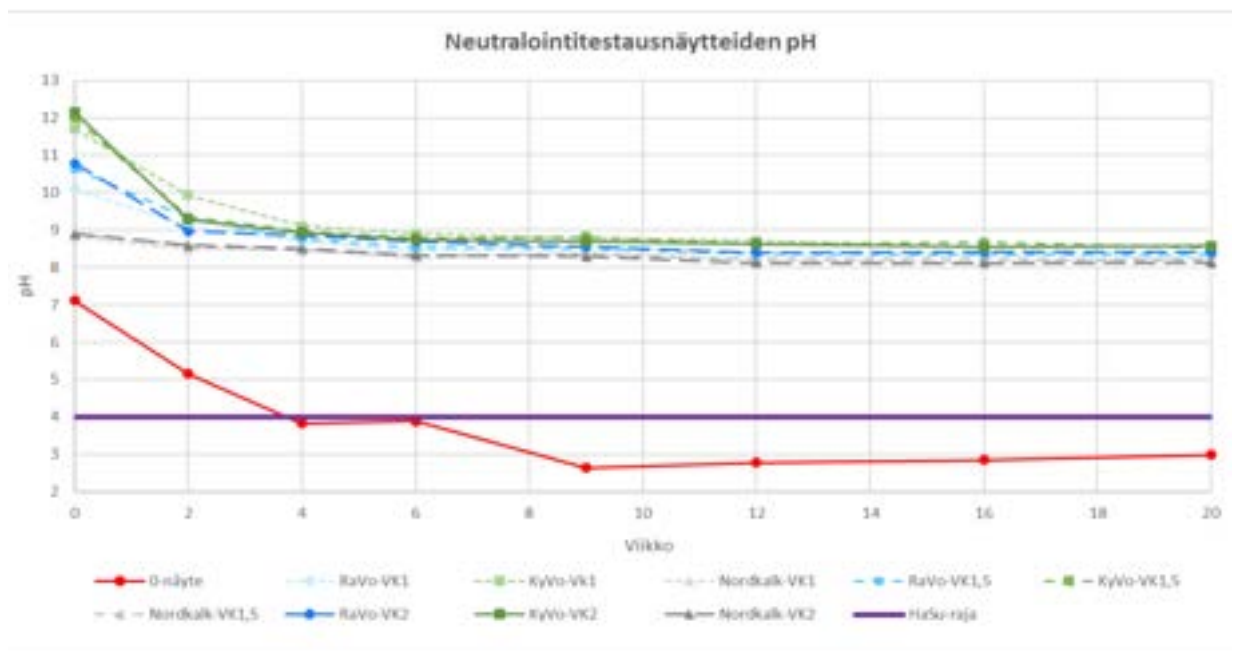
Tehtävässä testattiin Rauman biovoiman lentotuhkaa sekä Kymin Voiman lentotuhkaa neutraloivana aineena. Rauman biovoiman pääpolttoaineena ovat puuperäiset polttoaineet kuten kierrätyspuu, kuori ja hakkuutähteet. Myös Kymin Voiman pääpolttoaineena käytetään metsäteollisuuden sivuvirtoja. Tutkimuksessa verrokkina oli perinteinen neutralointituote Nordkalkin Aito kalsiitti+. Tuhkien ja kalkin kokonaisneutralointikyky (Ca-%) selvitettiin ennen seosten muodostamista. Laadittu reseptiikka perustuu aineiden neutraloivaan kapasiteettiin ja happaman sulfaattimaan hapontuottopotentiaaliin. Neutralointiaineen määränä käytetään YM 2022:3 julkaisussa esitettyä hapontuottopotentiaalin perusteella laskettua määrää. Määräoptimointia tehtiin muuttamalla ohjeessa esitettyä varmuuskerrointa: ohjeessa varmuuskerroin on 2, tutkimuksissa käytettiin myös kertoimia 1 ja 1,5. Myöhemmin todettiin, että maa-aineksen vesipitoisuutta ei ole huomioitu neutralointitarpeen laskentakaavassa, mikä edelleen vaikuttaa neutralointituotteen määrään vähentävästi. Testauksen tarkempi kuvaus ja tulokset on esitetty liitteen 2 raportissa.

Ohjausryhmässä neutralointitestaukseen valittiin korkeimman rikkipitoisuuden omaava Porin runkoainenäyte. Runkoaineen hapontuottopotentiaalin perusteella määritettiin tarvittava neutraloivan aineen määrä kolmella eri varmuuskertoimella. Jokaisesta seoksesta valmistettiin inkubointinäytteet. Kaupallisen kalkkituotteen lisäksi verrokkina inkuboitii käsittelemätöntä alkuperäistä runkoainenäytettä. Kaikki näytteet inkuboitii huoneenlämmössä noin +20°C.

Inkubaatioajan päätyttyä seosten ympäristökelpoisuutta arvioitiin näytteiden kokonaispitoisuuksien ja liukoisten pitoisuuksien avulla. Tuloksia verrattiin MARA-asetuksen (Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017), MASA-asetus luonnoksen (Maa-ainejätteen hyödyntäminen maarakennuksessa, luonnos) sekä PIMA-asetuksen (Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007) raja-arvoihin. Ympäristökelpoisuuden lisäksi seosten teknisiä ominaisuuksia testattiin alustavasti puristuslujuuskokein 90 vuorokautta lujittuneista koekappaleista. Teknisen ominaisuuden jalostuminen, lujuuden kehittyminen ja/tai materiaalin kuivuminen edesauttaa koheesiomaalajin hyödyntämistä infrarakentamisen kohteissa.

6.1 Tutkimustulokset

tulosten perusteella tutkittujen neutraloitujen seosten eivät happamoidu 20 viikon inkuboinnin aikana (Kuva 21). Tuhkalla neutraloitujen seosten pH-laskee alun >10 arvoista kaikissa näytteissä tasolle 8,5 seurannan aikana. Kalkilla neutraloiduissa seoksissa pH-arvot ovat aluksi hieman alle 9 ja laskevat tasolle 8,0. Neutraloimattoman happaman sulfaattimaanäytteen (0-näyte) pH-arvo laski neljän viikon inkuboinnin jälkeen happamaksi <4,0 ja näytteen pH-arvo tasoittuu yhdeksän viikon inkuboinnin jälkeen tasolle 3,0.



Kuva 21. Neutraloitujen seosten ja happaman sulfaattimaanäytteen 20 viikon inkubointitulokset.

Neutraloidun maa-aineksen hyötykäyttöä silmällä pitäen inkuboitujen näytteiden liukoisia metallipitoisuuksia verrattiin valmisteilla olevan MASA-asetusluonnoksen raja-arvoihin (luonnos 281118 rev101218). Taulukossa 7 esitettyjen liukoisuustulosten perusteella Kymin Voiman tuhalla neutraloitujen seosten haitallisten aineiden liukoiset pitoisuudet vastaavat raja-arvoihin verrattuna perinteistä kalkkia. Rauman Biovoiman tuhkan neutralointikyky oli heikompi kuin Kymin Biovoiman tuhkan, jolloin Rauman Biovoiman tuhkaa jouduttiin käyttämään neutraloiduissa seoksissa huomattavasti enemmän. Rauman Biovoiman tuhalla neutraloiduissa seoksissa antimonin ja molybdeenin liukoisuuden raja-arvot ylittyivät. Vertailuksi todettakoon, että 20 viikkoa inkuboidun neutraloimattoman happaman sulfaattimaanäytteen (HaSu II Pori) sulfaatin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuudet ylittivät myös raja-arvot.

Taulukko 7. 2-vaiheisen ravistelutestin tulosten vertailu MASA-asetusluonnoksessa (rev101218) esitettyihin hyödyntämisen raja-arvoihin

Liukoisuus (mg/kg, LS = 10)	Inkuboidut näytteet							MASA- asetusluonnoksen maarakentamis- kohteen raja-arvot	
	HaSu II Pori	RaVo- tuhka VK1	RaVo- tuhka VK2	KyVo- tuhka VK1	KyVo- tuhka VK2	Nordkalk VK1	Nordkalk VK2	Valli	Kiinteytetty maa-aines ja maaperä
Antimoni (Sb)	<0,01	0,57	0,83	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,7	0,7
Arseeni (As)	0,012	0,32	0,41	0,076	0,031	0,049	0,051	0,5	2
Barium (Ba)	<0,05	0,66	0,57	0,24	0,36	0,15	0,12	20	100
Elohopea (Hg)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,03	0,03
Kadmium (Cd)	0,057	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04	0,06
Koboltti (Co)	3,1	0,008	0,01	0,021	0,027	0,007	0,009	-	-
Kromi (Cr)	0,57	0,097	0,033	0,018	<0,01	<0,01	<0,01	1	10
Kupari (Cu)	1,8	0,17	0,23	0,095	0,1	0,053	0,075	10	50
Lyijy (Pb)	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	0,5	10
Molybdeeni (Mo)	0,033	1	1,4	0,49	0,46	0,34	0,28	1	10
Nikkeli (Ni)	6,3	0,052	0,065	0,047	0,032	0,028	0,038	1,2	10
Seleeni (Se)	0,083	<0,04	0,057	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	1	1
Sinkki (Zn)	13	<0,05	0,076	<0,05	0,057	<0,05	0,09	15	50
Vanadiini (V)	0,12	0,25	0,13	0,26	0,066	0,26	0,2	2	10
Kloridi	1100	1400	1900	1200	1300	1100	870	-	15000
Sulfaatti	20000	6500	14000	3300	6200	3400	4200	-	20000
Fluoridi	11	14	6,9	7,1	<5	8,9	<5	-	150

6.2 Johtopäätökset

Inkuboitujen pH-tulosten perusteella neutralointi onnistui kaikilla tutkituilla neutraloivilla aineilla. Tuhkaseosten pH-arvot olivat voimakkaasti emäksisiä (>10) heti sekoituksen jälkeen, mitä ei kalkkiseosten osalta todettu. pH-arvot kuitenkin laskevat 2-4 viikon aikana ja tasoittuvat noin 8,5. Jatkotutkimukset inkuboinnin alkaessa tiheämmällä pH-seurannalla voisivat osoittaa voimakkaan neutralointireaktion olevan tuhkien kohdalla hetkellinen. Määräoptimointia ja sen mahdollista vaikutusta pH-arvoihin on syytä tutkia lisää, koska neutraloinnissa ei huomioitu maanäytteen vesipitoisuutta ja käytetyt neutraloivien aineiden määrät olivat suurehkoja (neutraloivan aineen määrä mm-% 5-10 %).

Neutraloinnilla voidaan vähentää happaman sulfaattimaan haitallisten aineiden liukoisuutta ja pH-muutoksia, mikä vaikuttaa positiivisesti happamien sulfaattimaiden hyötykäyttöominaisuuksiin. Käsittelemättömän happaman sulfaattimaan pH-arvo laskee voimakkaasti ja maa-aineksesta liukenee ravistelutesteissä happamuutta ja haitallisia metalleja. Neutraloivan aineen valinnassa tulee huomioida neutralointikyvyyn (Ca-%) lisäksi neutraloivan aineen kokonaispitoisuudet. Rauman Biovoiman tuhkan osalta heikko neutralointikyky, ja näin ollen suurempi määrä seoksissa, aiheuttaa tuhkan sisältämien haitallisten aineiden kuten antimonin ja molybdeenin liukenemistä. Määräoptimoinnilla myös Rauman Biovoiman tuhalla voidaan saavuttaa esim. maankaatopaikkaympäristössä riittävä ja haitaton neutraloiva vaikutus.

HaKaKo-hankkeen neutralointi ja talviolosuhde tutkimuksissa havaittiin, että neutraloivan aineen laskentatavalla on suuri vaikutus neutralointiin tarvittavan aineen määrään. Määräoptimoinnilla voidaan vaikuttaa suoraan neutraloinnista aiheutuviin kustannuksiin. Maa-aineksen neutralointi perustuu pääosin hapontuottoon, jonka perusteella lasketaan maa-aineksen neutralointiin tarvittava neutralointiaineen määrä. Suurin hapontuoton arvo saadaan yleensä rikkipitoisuuden perusteella laskettuna. Poikkeuksena tästä ovat ainakin aktiiviset HaSu-kerrokset, joissa rikkipitoisuuden perusteella laskettu hapontuotto voi olla pienempi kuin luonnollinen hapontuotto. Hapontuottopotentiaali voidaan määrittää myös hapettamalla näyte luonnollisesti inkuboimalla

(TIA) tai kemiallisesti vetyperoksidilla (TPA), hapetuksen jälkeen näyte titrataan NaOH-liuoksella pH-arvoon 6,5. Hapetusmenetelmistä inkubointi kuvaa parhaiten maa-aineksen todellista luontaista hapontuottoa, sillä se huomioi myös maa-aineksen luontaisen puskurikapasiteetin.

Taulukossa 8 on esitetty eri menetelmillä määritetyn hapontuottopotentiaalin perusteella laskettuja neutralointiaineen määriä, kaikissa laskutavoissa on vertailun mahdollistamiseksi käytetty varmuuskerrointa 2. Ohjeistuksessa kokonaisrikkipitoisuuden (S_{tot}) osalta suositeltava varmuuskerroin on todellisuudessa 1,5 ja asiditeetti-määrittelyn (TIA/TPA) perusteella 2. Peroksidihapetuksella määritetyn hapontuoton perusteella laskettu neutralointiaineen tarve voi olla yli kaksi kertaa suurempi verrattuna luontaisen hapetuksen perusteella laskettuun, mikäli käytetään samaa varmuuskerrointa.

Taulukko 8. Neutraloivan aineen määrä, kun käytetään neutralointikyvyltään Ca-34 % ainetta. Kaikissa laskentatavoissa käytetään varmuuskerrointa 2 ja maa-aineksen vesipitoisuus on huomioitu laskennassa.

Näyte	S_{tot} neutraloivan aineen määrä (kg/m ³)	TPA (neutraloivan aineen määrä (kg/m ³))	TIA 20°C neutraloivan aineen määrä (kg/m ³)
HaSu I Vaasa	8	15	10
HaSu II Pori	63	55	24
HaSu III Malmi	33	32	12
HaSu IV Turku	6	2	0

Aiemmassa ohjeistuksessa ei huomioitu maa-aineksen vesipitoisuutta, joka voi liejuisissa savimaissa vähentää edelleen tarvittavaa neutraloivan aineen määrää. Tutkimustulosten perusteella onkin selkeä tarve ohjeistaa massojen neutralointi jatkossa yhdenmukaisesti. Ohjeen tulisi sisältää ainakin laskennassa ensisijaisesti käytettävä laskentatapa ja varmuuskerroin, käytettävien näytteiden miniminäyttemäärä/neutraloitava massamäärä, maa-aineksen pH-arvon sekä rikkipitoisuuden vaihteluvälin huomioiminen. Aihetta on käsitelty myös GTK:n Matalahden tutkimustyöraportissa 29/2022 (Jarva ym. 2022).

7. Vaikuttavuuden arvioinnin työkalun kehitystyö

Happamien sulfaattimaiden kansallisessa oppaassa rakennushankkeisiin esitellystä vaikuttavuuden arvioinnin työkalun kehittämisestä järjestettiin pieni työpaja 29.11.2023. Tilaisuuteen osallistui edustajia ELY-keskuksesta ja Vaasan kaupungista. Työpajassa sovittiin, että kansallisesta oppaasta irrotetaan oma erillinen opas työkalun käytön helpottamiseksi. Oppaaseen lisättiin linkkejä tietolähteistä, joita voi hyödyntää arviointia tehdessä. Varsinaiseen työkaluun lisättiin koontisarake, jossa kerrataan työkalun tuloksena rakennushankkeen tai muun toimenpiteen keskeiset huomioitava seikat.

Työkalun käyttöä eri hankkeissa pyritään edistämään. Työkaluun on koottu keskeiset happamilla sulfaattimailla huomioitavat ympäristövaikutukset ja sillä voidaan varsin yksinkertaisesti hoksauttaa hankkeen omistajaa hankkeen mahdollisista vaikutuksista. Erilaisilla hallintatoimenpiteillä vaikutuksia voidaan vähentää ja hallintatoimenpiteiden vaikutus nähdään myös työkalussa, mikäli eri rakennusvaiheista laatii useita arviointilomakkeita. Työkalulla on mahdollista seurata hankkeen ratkaisuja ja niiden vaikutusta pisteytykseen kopioimalla arviointilomakkeita uuden arvioinnin pohjaksi ja vertaamalla tuloksia toisiinsa.

Aineiston pysyväksi sijoituspaikaksi valikoitui

<https://uusiomaarakentaminen.fi/osaaminen/materiaalipankit/>. Vaikuttavuuden arvioinnin työkalun käyttöopas ja ote työkalusta on esitetty raportin liitteenä 5.

8. Johtopäätökset

HaKaKo-projektin tiimoilta havaittiin, että happamiin sulfaattimaihin liittyvää tietoa ja erityisesti sen jakamista eri tahoille tarvitaan edelleen. Osaamista tarvitaan niin kuntien organisaatioissa kuin konsulttien keskuudessa. Maankäytön asiantuntijoille tehdyn kyselyn perusteella ohjeistamista ja vaatimusten yhtenäisyyttä kaivattiin myös viranomaisilta. Kokemuksia, hyviä esimerkkejä, seurantatietoja, käytännön havaintoja ja erilaisia ratkaisuja kustannustietoineen tulisi kerätä ja dokumentoida yhteisesti, jotta osaaminen ratkaisujen suunnitteluun, niiden jalostamiseen ja tutkimuksen edistämiseen olisi tarjolla.

HaKaKo-hankkeessa toteutetuissa tutkimuksissa havaittiin, että happamien sulfaattimaiden vaikutukset ovat erittäin pitkäkestoisia. Ihmisen toiminnan lisäksi hapettumiseen vaikuttaa luonnollinen maankohoaminen, jonka nopeus vaihtelee etäisen Suomen 5 mm:stä Merenkurkun noin 10 mm:iin. Jo tämä yksin aiheuttaa rannikkoalueiden potentiaalisten HaSujen hapettumista. Ihmistoiminnalla hapettumista voidaan nopeuttaa. Esimerkkinä Malminkentän alue, joka on vapautunut meren alta tämän päivän n. 5 mm maankohoamisnopeudella noin 2800 vuotta sitten ja salaojajärjestelmä on rakennettu noin sata vuotta sitten. Aktiivisen happaman sulfaattimaan kerros on näin ollen muodostunut hitaasti ja sen vaikutukset vedenlaatuun ovat edelleen havaittavissa. Nähtäväksi jää, miten ennustukset ilmastonmuutoksen aiheuttamasta merivedenpinnan kohoamisesta vaikuttavat tilanteeseen.

Hapettumisen eteneminen maakerroksissa on kuitenkin hidasta. Läjityskohteissa hapettumisen on todettu etenevän ensimmäisinä vuosina vain joitain kymmeniä senttimetrejä. Kuivatuksen vaikutukset suotoovesissä voidaan joissain tapauksissa nähdä vasta vuosia kuivumisen jälkeen, maalajista ja sen ominaisuuksista riippuen. Lisäksi tutkimusten perusteella erityisesti kosteus- ja lämpötilaolosuhteet vaikuttavat suuresti hapettumisnopeuteen. Mm. näistä syistä maaperää kuivattavien toimenpiteisiin liittyvä veden laadun seuranta on syytä olla riittävän pitkäkestoista.

Vesien tarkkailussa jatkuvatoimiset mittarit vähentävät pitkäaikaisseurannassa näytteenoton tarvetta, kun korrelaatio pH-arvon ja veden alkuainepitoisuuksien välillä on selvillä. Aluksi seurannan on oltava riittävän tiheä (kuukausittainen) ja pitkäkestoinen (useampi vuosi), jotta hapettumisen aiheuttamat vesistövaikutukset ja toisaalta seurantakohteen luonne ja muutoksiin vaikuttavat tekijät kuten valuma-alueen toiminnot, virtaamamuutokset, lämpötila ja sadannan sekä vuodenaikaisvaihtelun vaikutukset ovat selvillä. Vesinäytteiden alkuainepitoisuuksia ja niiden muutoksia voidaan yhdistää veden pH-arvon muutoksiin. Vertailun perusteella saadaan selville kohteessa voimakkaimmin veden laatuun vaikuttavat tekijät ja kuormituksen kannalta kriittiset pH-tasot. Kansallisessa HaSu-oppaassa on esitetty vedenlaatuparametrejä, joissa havaittiin muutoksia HaKaKo-hankkeen tarkkailun aikana kaikissa seurantakohteissa. Happamuuden lisääntyessä vedenlaatuparametreissa nähtiin seuraavia muutoksia:

- pH-arvon lasku
- Alkaliteetin eli puskurikyvyn lasku
- Sähkönjohtavuuden kasvu
- Sulfaattipitoisuuden kasvu
- Nikkeli-, sinkki ja kobolttipitoisuudet (liukoiset pitoisuudet) kasvavat
- Alumiini-, rauta- ja mangaanipitoisuudet (liukoiset pitoisuudet) kasvavat

Happamien sulfaattimaiden maaperätutkimukset infrahankkeissa käynnistyvät usein GTK:n karttapalveluun perustuvan lähtötiedon perusteella. Kartoitus on suuripiirteinen, jolloin tutkimustarve on syytä arvioida aina myös kohdekohtaisesti esimerkiksi vastaanottavan vesistön herkkyuden perusteella. Maa-aineksen osalta aktiivisen HaSun tunnistaminen ja oikeanlainen

käsittely vähentää rakentamisen aiheuttamia riskejä ja hallintatoimenpiteiden kustannuksia. Näytteenotto on kuitenkin tavanomaisesti liian suuripiirteistä erilaisten HaSu-kerrosten tunnistamiseen. HaSujen, sekä aktiivisten ja potentiaalisten HaSu-kerrosten tunnistaminen vaatii pH-mittauksia maaperän pintakerroksissa jopa 10 senttimetrin välein. Lisäksi näytteenotossa tulisi huomioida maa-aineksen mahdollinen syvyysuuntainen ominaisuuksien muuttuminen, kuten koostumus- ja värimuutokset. Tutkimusten perusteella HaSu-alueilla puolen metrin kerroksessa pH-arvo voi muuttua jopa kolme yksikköä, jolloin aktiivinen ja HaSu-kerros voi jäädä helposti tunnistamatta. Tietoa on tarpeen tarkentaa, mikäli kohteessa on mahdollista toteuttaa lajittelevaa massanvaihtoa, massoja on tarpeen neutraloida loppusijoituskohteissa tai kuivatusrakenteita asennetaan aktiiviseen happamaan kerrokseen. Aktiivisen HaSu-kerroksen vaikutukset veden laatuun sekä korroosioon ovat erilaiset verrattuna potentiaaliseen HaSu-kerrokseen. Myös stabiloinnin sideaineita tarvitaan tyypillisesti enemmän aktiivisessa kerroksessa.

Happamiin sulfaattimaihin liittyvä vastuu haitallisista ympäristövaikutuksista esimerkiksi uusilla kaava-alueilla on kunnalla/kaupungilla sekä toiminnanharjoittajilla ympäristölainsäädännön selvillä olo velvollisuuden mukaisesti. Kaupunki tai kunta voi määrittellä kaavassa alimman kuivatustason, jolla voidaan suoraan vaikuttaa aktiivisten ja happamuushaittoja aiheuttavien maakerrosten muodostumiseen. HaKaKo-hankkeessa oli mukana useita kaupunkeja, joissa oli tehty ja/tai suunniteltu erilaisia happamuushaittojen ehkäisemiseen liittyviä rakenteita. Esimerkiksi kaava-alueen hulevedet voidaan määrätä ja ohjata hallitusti käsiteltäväksi. Kalkkisuotopato nostaa veden pH-arvoa, jolloin haitalliset metallit sakkautuvat ja niiden biosaatavuus vähenee. Ratkaisu ei ole huoltovapaa, jolloin seuranta ja huoltotoimenpiteet vaativat resursseja. Maa-aineksen neutralointi estää happamoitumisen ja sen myötä riskien muodostumisen. Neutraloinnin toteuttaminen vaatii olosuhteiden tuntemusta, kattavaa laboratorioanalytiikkaa ja asiantuntevan suunnittelun.

Hankkeessa tehdyssä selvityksessä tuotettiin tietoa HaSu-maan neutraloinnista lentotuhkalla. Neutralointikyvyltään riittävä tuhka toimii neutraloinnissa laboratoriotutkimuksen perusteella yhtä hyvin kuin perinteinen kalkitustuote. Vastaavia tutkimustuloksia on saatu myös esimerkiksi Oulun ammattikorkeakoulun ja GTK:n tutkimuksissa (Potila & Ilonen, 2021; Auri ym. 2022). Uusien neutralointimateriaalien toimivuus sekä mahdolliset neutraloivien aineiden määräoptimoimien pitkäaikaisvaikutukset pitäisi kuitenkin todentaa vielä maastotutkimuksilla, jossa maa-aines altistuu vaihteleville olosuhteille.

HaSuihin liittyvä osaaminen ja sen tarve on tyypillisimmin monialaista. Ilmiön tunnistaminen ja sen vaikutusten ymmärtäminen tuntuu olevan edelleen uusi ja vaikeasti lähestyttävä. Vaikeita ja monialaisia aiheita on aiemmin lähdetty ratkomaan mm. etujärjestöjen ja yhdistysten kautta. Kokemuksia löytyy mm. PIMA-aiheisiin keskittyvästä Mutku ry:stä ja Suomen geoteknisestä yhdistyksestä, jotka molemmat edelleen tuovat esille tutkimuksen, erilaisten selvitysten ja lainsäädännön kehittämisen tarpeita aihealueiltaan. Vastaavaa järjestäytymistä voisi pohtia myös happamien sulfaattimaiden ympärille. HaSujen ympärillä toiminta on aktiivista monessa eri organisaatiossa ml. GTK, yliopistot, kunnat ja kaupungit sekä konsultit, mutta yhtenäistä kanavaa tiedon välittämiseen ja toimintatapoja ei toistaiseksi ole. Tarvetta nähdään vähintään vuosittaisille seminaareille, jotka kokoaisivat ajankohtaista ja tutkittua tietoa kuulijoille. Koska aihe on edelleen varsin vierasta, uutisointia ja yleisen tiedon lisäämistä tulisi vakavasti harkita. Erityisesti neutraalille ja ratkaisukeskeiselle uutisoinnille olisi tilausta.

Lähteet ja kirjallisuus

Auri, J., Kaseva, A., Tarvainen, T., Kronberg, T., Eriksson, J.-E., Mattbäck, S., Nilivaara, R., Boman, A., Hänninen, H. ja Suvanto, E. Maalle läjitetyn happoa tuottavan maamassan seuranta- ja neutralointitutkimukset. Geologian tutkimuskeskus, Työraportti 29/2022. 61 s. Saatavissa: https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/29_2022.pdf

Auri, J., Tarvainen, T., Lehtonen, M., Räisänen, J., Mattbäck, S. & Jarva, J. 2020. Happamat sulfaattimaat kiertotaloushankkeissa: Case Välimaa ja Matalahti. Geologian tutkimuskeskus, Työraportti 49/2020. 47 s. Saatavissa: https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/49_2020.pdf

Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S., Napari, M., Nylund, M., Kupiainen, V., Vienonen, S., Forsman, J., Suikkanen, T., Auri, J., Boman, A. & Mattbäck, S. 2022. Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin. Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022, 3. 152 s. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163782/YM_2022_3.pdf

Helsingin kaupunki. Helsingin kaupungin työmaavesiohje 19.4.2013. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/ymk/esitteet/tyomaavesi.pdf>

Jarva, J. (toim.), Eriksson, J.-E. (toim.), Larkela, L., Auri, J., Kronberg, T., Tarvainen, T., Kuva, J., Järvinen, M., Hänninen, H., Lehtonen, M., Ketola, M. & Huhtinen, R. 2021. CircVol-projekti. Ruoppausmassojen stabiloinnin kenttäkoe Naantalın Matalahdella. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimustyöraportti 19/2021. 85 s. + 11 liitettä. Saatavissa: https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/19_2021.pdf

Potila P., Itonen M. ja Autiola M. 2022. Tuhkien käyttömahdollisuuksien selvittäminen happamien sulfaattimaiden käsittelyssä. Tulosraportti. 15.12.2022. Oulun Ammattikorkeakoulu. KASVU-hanke.

Pääkaupunkiseudun työmaavesiohje (luonnos). [paakaupunkiseudun-tyomaavesiohje.pdf \(hsy.fi\)](#)

Saresma M., Kosonen Emilia, Kähkölä Noora, Ojala Antti, Auri Jaakko ja Huusko Asmo. 2020. Espoon sulfidisavien todennäköiset esiintymisalueet, Tutkimustyöraportti 14/2020, GTK, 25.3.2020. GTK/391/03,02/2019. https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/14_2020.pdf

Tarvanen, V., Ruth, O., Tikkanen, M., 2006, Kaupunkipurot Helsingissä- veden laatu vuonna 2004. Pro gradu, Helsingin Yliopisto, Maantieteen laitos. Saatavilla: <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/07bea1d9-e25c-41f9-a739-c4f12267eb56/content>

Toikka, A, Autiola, M ja Lindfors O. 2024. Selvitys happamien sulfaattimaiden sekaläijityksen vaikutuksista hulevesiin. Kulmakorven maanläjitysalueet, Espoo. Tilaaja Espoon kaupunki.

UPACMIC, 2022. UPACMIC-Pilotointi, materiaalit, rakentaminen ja seurantatulokset. Viitattu 12.1.2024. Saatavissa: <https://projektit.ramboll.fi/life/upacmic/matsku/deliverables/Reports/B1%20Final%20techinal%20report%20on%20piloting.pdf>

Visuri, M., Nystrand, M., Auri, J., Österholm, P., Nilivaara, R., Boman, A., Räisänen, J., Mattbäck, S., Korhonen, A. & Ihme, R. 2021. Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille. Tunnistus-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen

raportteja 43/2021. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/items/50683c00-c65a-47d8-9574-4a6d9bb1c055>

Liite 1

Vedenlaadun ajalliset muutokset kuivatuskohteessa, tarkkailuraportti

HAKAKO - Happamien sulfaattimaiden Kansallinen Koetoimintahanke: Vedenlaadun ajalliset muutokset kuivatuskohteessa



HAKAKO - HAPPAMIEN SULFAATTIMOIDEN KANSALLINEN KOETOIMINTAHANKE: VEDENLAADUN AJALLISET MUUTOKSET KUIVATUSKOYTESSA

Projekti **Happamien sulfaattimaiden kansallinen koetoimintahanke**
Projekti nro **1510073385-001**
Vastaanottaja **HaKaKo- Happamien sulfaattimaiden Kansallinen Koetoimintahanke**
Asiakirjatyyppi **Raportti**
Versio [1.2]
Päivämäärä **29.02.2024**
Laatija **Akseli Toikka, Emmi Ilonen**
Tarkastaja **Merja Autiola, Kimmo Järvinen**
Hyväksyjä **HaKaKo ohjausryhmä**

Ramboll
Vohlisaarentie 2 B
36760 LUOPIOINEN

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://fi.ramboll.com>

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	Tarkkailukohteiden kuvaukset	1
2.1	Helsinki, Malminkenttä	1
2.2	Pohjois-Pori	3
2.3	Turku, Lauttaranta	6
3.	Tarkkailun tavoite ja seurattavat parametrit	7
3.1	Vedenlaadun parametrit	7
3.2	Vertailuarvot	7
4.	Tarkkailun tulokset Helsinki, Malminkenttä	9
4.1	Sademäärät ja orsivesipinnan taso	9
4.2	Alkaliteetti	9
4.3	pH	10
4.4	Sulfaatti	12
4.5	Liuenneet metallit	13
4.6	Yhteenveto ja johtopäätökset	15
5.	Tarkkailun tulokset Pohjois-Pori	18
5.1	Porin sademäärä ja päiväkohtainen keskilämpötila	18
5.2	Jatkuvatoimisten pH-mittarien tutkimustulokset	18
5.3	Alkaliteetti	21
5.4	pH	22
5.5	Sulfaatti ja kloridi	22
5.6	Liuenneet metallit	24
5.7	Yhteenveto ja johtopäätökset	25
6.	Tarkkailun tulokset Turku, Lauttaranta	26
6.1	Turun sademäärä ja päiväkohtainen keskilämpötila	26
6.2	Jatkuvatoimisen pH- ja sameusmittarin tutkimustulokset	27
6.3	pH ja alkaliteetti	29
6.4	Sulfaatti ja kloridi	30
6.5	Liuenneet metallit	31
6.6	Ruoppausmassan hapettuminen	32
6.7	Yhteenveto ja johtopäätökset	35
	Lähteet	37

LIITTEET

Liite 1

Malminkenttä, vesinäytteiden analyysitodistukset

Liite 2

Pohjois-Pori, vesinäytteiden analyysitodistukset

Liite 3

Lauttaranta vesi- ja maanäytteiden analyysitodistukset

1. JOHDANTO

Tämä raportti on osa Happamien Sulfaattimaiden Kansallista Koetoiminta hanketta (HaKaKo), joka on jatkohanke Happamien sulfaattimaiden kansalliselle oppaalle. Hankkeen yhtenä tavoitteena on kerätä käytännön havaintoja happamille sulfaattimaille sijoittuvista rakennushankkeista. Työpaketin 1 tehtävä oli tuottaa tietoa ja dokumentoida kuivatusveden laadun ja maa-aineksen hapettumisen muutoksia happamaksi sulfaattimaaksi todennetuilla rakennuskohteilla. Seurannan tavoitteena oli saada tietoa missä parametreissä ja millä nopeudella kuivatustoimet näkyvät vesien laadussa.

Raportissa tarkastellaan kohdekohtaisesti Helsingin, Porin ja Turun seurantakohteiden tuloksia. Seurattavat parametrit ja tulosten tarkastelu perustuvat Ympäristöministeriön julkaisuun *Happamien sulfaattimaiden kansalliseen ohje* (YM 3/2022). Tulosten tarkastelussa on huomioitu myös kohteiden ympäristöolosuhteet, kuten sademäärä ja vuorokauden keskilämpötila.

Helsingin kohdealueella seurannassa oli noin 90 vuotta vanhan, entisen lentokenttäalueen suotovedet, sekä suotovesien laskuoja. Pohjois-Porin alueella seuranta kohdistui happamalle sulfaattimaalle rakennettuun alikulkuun, asemakaava-alueen rakentamisen aiheuttaman kuivatuksen vaikutusten seurantaan ja vesien käsittelyyn rakennetun kosteikon tilan arvioimiseen. Turun kohteella seuranta koski Lauttarannan alueen happamaksi sulfaattimaaksi todetun ruoppausmassan hapettumista ja massasta suotautuvan veden ominaisuuksia sekä niiden mahdollista vaikutusta läjitysalueen ympärysojiin. Lauttarannassa happamien vesien käsittelyyn on rakennettu kalkkipatoja ja laskeutusallas, jonka tarkkailukaivosta seurattiin läjitysalueelta suotautuvan veden laatua. Ruoppausmassan hapettumisen etenemistä seurattiin aistinvaraisesti, maasto-pH-mittauksilla sekä laboratorioanalyysillä.

Kohteisiin laadittiin tarkkailuohjelmat, jotka hyväksyttiin kohteiden omistajilla. Kohteista kerättiin vesinäytteitä 12/2022 -11/2023 noin kuukausittain. Lisäksi kohteissa oli käytössä jatkuvatoimisia pH- ja sameusmittareita. Sääoloja arvioitiin Ilmatieteenlaitoksen kohdetta lähinnä olevan mittauspisteen perusteella. Kuivan kesän vaikutuksesta vesinäytteitä ei saatu kaikista kohteista laaditun ohjelman mukaisesti. Raporttiin on koottu kohteiden keskeisimpiä tuloksia, kaikki analyysitulokset löytyvät raportin liitteiden 1-3 analyysitodistuksista.

2. TARKKAILUKOHTEIDEN KUVAUKSET

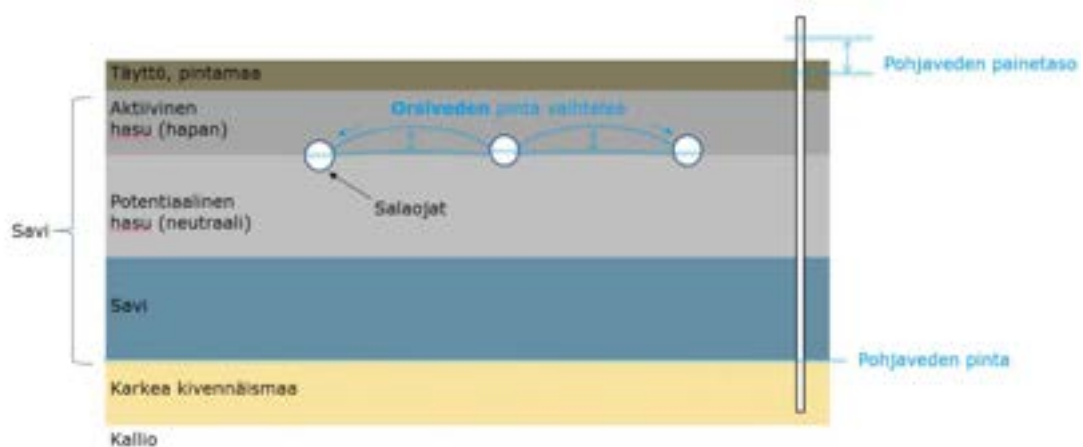
2.1 Helsinki, Malminkenttä

Malmin lentokenttä rakennettiin 1930-luvulla saviselle peltomaalle. Rakentamisen yhteydessä lentokentän alue salaojitettiin. Salaojat kulkevat noin 1 m syvyydessä ja laskevat vetensä hulevesiviemäriin, jotka johtavat vedet kentän länsipuolella virtaavaan Lentokentänojaan, ja siitä edelleen Longinojaan. Longinoja on arvokas taimenpuro. Malminkentän alueelle on tarkoitus rakentaa uusi kaupunginosa 25 000 asukkaalle, ja Longinojan vedenlaadun turvaaminen on tärkeää rakentamisen aikana.



Kuva 1 Malminkentän tarkkailussa seurattiin neljää kaivoa (K17, K14, K33 ja K32), sekä Lentokenttänojaa. Kaivojen vesi muodostuu sekä pintavalunnasta, että salaojien suotovesistä. Lentokenttänojassa sekoittuvat kenttäalueen suotovedet, hulevedet, sekä kentän itäpuolelta tulevat Jarrutienoajan vedet.

Malminkentällä on tulevan rakentamisen takia tehty runsaasti happamiin sulfaattimaihin liittyviä tutkimuksia. Tutkimuksissa on todettu sekä aktiivisia että potentiaalisia happamia sulfaattimaita. Hapettuneen ja hapettumattoman saven rajapinnan on havaittu seurailevan salaojituksen korkotasoa. Oletuksena on, että salaojitus on laskenut orsiveden pintaa savikolla. Kuivatuksen vaikutuksesta runsaasti sulfidirikkiä sisältänyt saven pintakerros on hapettunut. Kuvassa 2 on havainnollistettu maaperän rakennetta alueella.



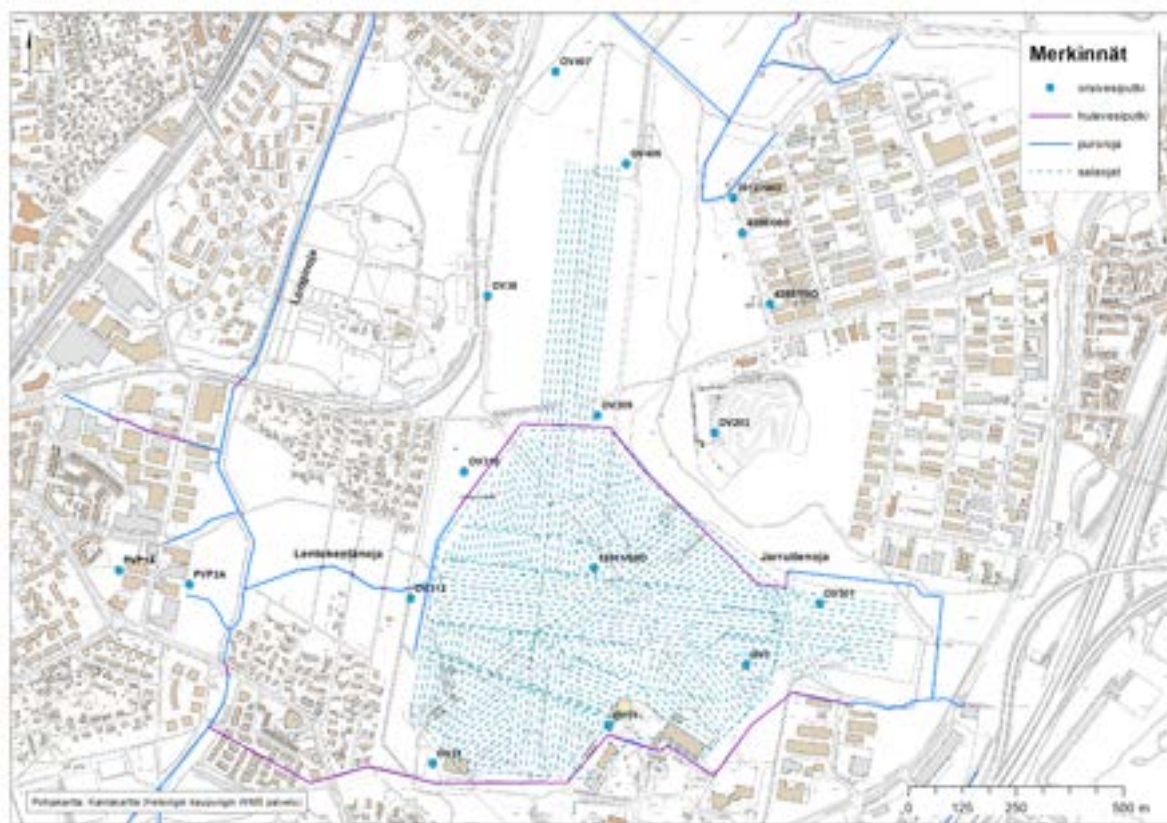
Kuva 2 Rakenteellinen yleistys Malminkentän maaperästä. Kenttä-alueen orsivesi pidetään alhaalla salaojituksella. Kuva ei ole mittatarkka.

Kenttä-alueelta suotautuvia vesiä tarkkailtiin 11/2022-10/2023 kuukausittaisella näytteenotolla. Suotovesien tarkkailuun valittiin 4 hulevesikaivoa, jotka keräävät sadevesien lisäksi salaojitetulta alueelta suotautuvia orsivesiä. Suotovesien lisäksi vedenlaatua tarkkailtiin Lentokentänojassa, joka kerää veden kenttäalueelta, sekä kentän alitse kulkevasta Jarrutienojusta. Lentokentänojan näytteenottopisteellä oli sulan maan aikaan käytössä myös jatkuvatoiminen mittari. Suotovesiseurannan näytteenottopisteet on esitetty kuvassa 1.

Vesinäytteenottokierrosten yhteydessä tarkkailtiin orsiveden pintaa orsivesiputkista OV1 sekä OV51. Kesäkuusta 2023 lähtien Malminkentällä on tehty orsiveden pinnankorkeuksien seuranta yhteensä kuudestatoista putkesta. Malminkentän orsivesiputket on esitetty kuvassa 3.

Malminkentällä vesien tarkkailun tavoitteena oli vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Syntyykö kentältä hapanta valumaa ja metallien liukenemista salaojituksen seurauksena?
- Vaikuttaako orsiveden pinnankorkeus suotovesien laatuun?
- Onko suotovesien laadussa ajallista vaihtelua vuoden sisällä?
- Suotovesien laadun vaikutukset vastaanottavaan vesistöön (Lentokentänoja)?



Kuva 3 Malminkentän tarkkailtavat orsivesiputket.

2.2 Pohjois-Pori

Vedenlaadun muutoksia tutkittiin Pohjois-Porin alueella 5/2023-10/2023 vesinäytteillä ja lisäksi kohteessa oli käytössä kaksi jatkuvatoimista pH-mittaria 25.4.2023-25.10.2023. Vesinäytteitä otettiin yhteensä kuusi kertaa seurannan aikana. Näytteenottopisteet sekä pH-mittarien sijainnit on esitetty kuvissa 4 ja 5. Alueen maaperä on silttistä savea, ja ennakkotietojen perusteella sadevedet imeytyvät maaperään hyvin. Ojiin virtaa enemmän maaperästä suotautuvaa vettä kuin pintavaluntaa.

Seurannalla tuotettiin tietoa alueen vesien ominaisuuksien vaihtelusta muuttuvissa sääoloissa. Näytteenoton tavoitteena oli seurata rakennetun alueen vaikutusta veden laatuun sekä kosteikon toimivuutta. Osa asemakaava-alueesta oli seurannan alkaessa jo rakennettu, ja rakentamistoimet jatkuvat vielä tulevina vuosina.

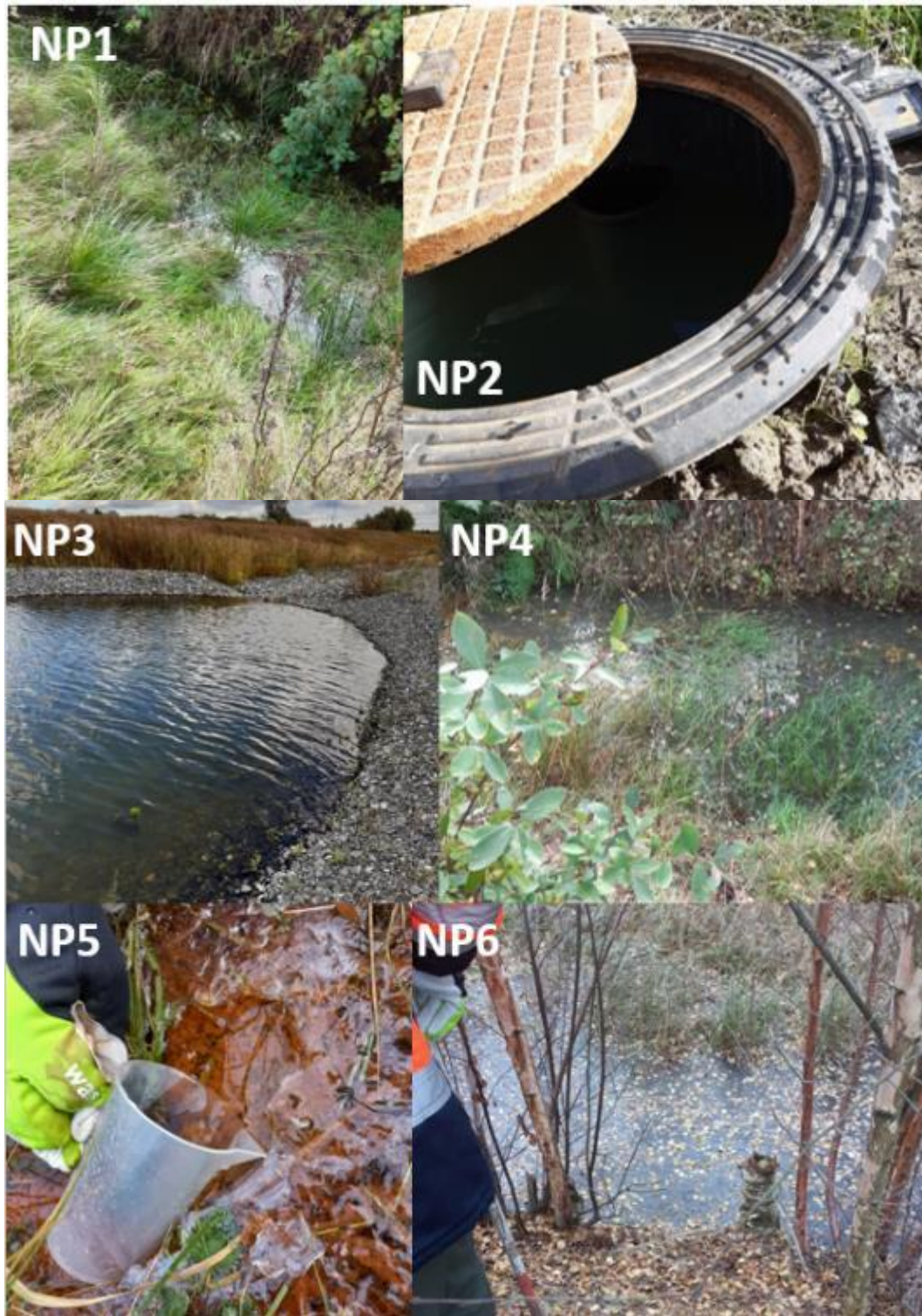
Uuden alikulun pumppausvesien laatua seurattiin hulevesialtaassa (NP3). Vesinäytteiden lisäksi jatkuvatoiminen pH-mittari oli hulevesialtaassa 25.4-6.6.2023. Toisella jatkuvatoimisella pH-mittarilla seurattiin kosteikossa käsitellyn veden laatua (NP 6). Ojissa oli runsaasti kasvillisuutta, ja näytesteessä 5 sulfaattimaa-alueella sijaitsevassa pelto-ojassa rautasaostumaa ojan pohjalla. Syksyllä 2023 otetut valokuvat näytesteistä on esitetty kuvassa 6.



Kuva 4. Pohjois-Porin jatkuvatoimisten pH-mittarien sijainnit ennen kosteikkoa ja kosteikon jälkeen. pH2 edustaa myös näytestettä 6 ja pH1 näytestettä 4. pH1 - mittarin sijainti vaihteli seurannan aikana.



Kuva 5. Porin vesinäytesteiden sijainti, jossa 1=Asemakaava-alueen yläpuolisten vesien laatu kuvaava vertailunäyte. 2= Alikulun rakennusalueelta bentoniittimaton yläpuolelta tuleva vesi ennen vesien tasausta, ylemmän pumppausvesien kuivatusvedet. 3=Hulevesiallas, johon johdetaan bentoniittirakenteen yläpuoliset ja alapuoliset vedet pumpattuna. 4=Asemakaava-alueelta pois johdettava vesi 5=Sulfaattialueella sijaitseva oja, johon ei kohdistu maanmuokkaustoimia, vertailunäyte. 6=Kosteikosta poistuva vesi (esitetty kuvassa 4 NP 6).



Kuva 6. Porin näytepisteet valokuvattuna syksyllä 2023. 1=Asemakaava-alueen yläpuolisten vesien laatua kuvaava vertailunäyte. 2= Alikulun rakennusalueelta bentoniittimaton yläpuolelta tuleva vesi ennen vesien tasausta, ylemmän pumppauksen kuivatusvedet. 3=Hulevesiallas, johon johdetaan bentoniittirakenteen yläpuoliset ja alapuoliset vedet pumpattuna. 4=Asemakaava-alueelta poisjohdettava vesi 5=Sulfidisavialueella sijaitseva oja, johon ei kohdistu maanmuokkaustoimia, vertailunäyte. 6=Kosteikosta poistuva vesi (Marjatta Halme, Porin kaupunki 9-10/2023).

2.3 Turku, Lauttaranta

Turun Lauttarannan alueelle on läjitetty ruoppausmassaa kolmeen läjityskennoon. Ruoppausmassan läjitys päättyi tammikuussa 2023. Ruoppausmassa on todettu potentiaaliseksi happamaksi sulfaattimaaksi. Läjityskennoon 1 on läjitetty Lauttarannan laiturirakentamisen ja proomuväylän syventämisen ruoppausmassaa ja kenoissa 2-3 Meyerin ja sataman väylän syvennyksen ruoppausmassaa.

Tarkkailun tavoitteena oli tutkia läjitetyn ruoppausmassan hapettumisen mahdollisia vaikutuksia läjitysalueelta suotautuvan veden laatuun. Vesiseurannan ohessa ruoppausmassan hapettumisen etenemistä seurattiin altaista 1 ja 3 (näytepisteet A ja B). Kohteen ja tarkkailupisteiden sijainti on esitetty kuvissa 7 ja 8. Tutkimukset koskevat läjityskennoja 1-3, läjityskennot 4 ja 5 täytetään myöhemmin. Näytepisteet V1 ja V2 eivät kuuluneet HaKaKo-hankkeen seurantaan.

Suoto-/kuivatusveden neutraloimiseksi purkuojaan rakennettiin kolme kalkkikivipatoa, joiden läpi vesi virtaa laskeutusaltaaseen. Laskeutusaltaan jälkeiseen näytteenottokaivoon (H1) on asetettu jatkuvatoiminen pH- ja sameusmittari.



Kuva 7. Lauttarannan hankealueen sijainti Turun Hirvensalon saarella.



Kuva 8. Näytteenottopisteet ja ruoppausmassa-altaat. M4 ja M5 =Hulevesien laskuojan vedenlaadun tarkkailupisteet rantavedessä. S1 ja S2 =Ruoppausmassojen kuivatukselta muodostuvat suotovedet. H1=Laskeutusaltaan tarkkailukaivo. V1 ja V2 =Viitasammakkoaltaat, jotka eivät kuulu HaKaKo-hankkeen seurantaan. A ja B = Sedimenttinäytepisteet.

3. TARKKAILUN TAVOITE JA SEURATTAVAT PARAMETRIT

3.1 Vedenlaadun parametrit

Happamien sulfaattimaiden vaikutuksia suotovesiin voidaan arvioida seuraavien parametrien perusteella (YM 3/2022):

- **Alkaliteetti** eli puskurikyky: Alkaliteetti mittaa veden kykyä vastustaa pH-tason muutosta siihen happoa lisättäessä. Tyypillisesti puskurikyvyn putoaminen lähelle 0,05-0,1 mmol/l tarkoittaa, että veden alttius happamoitumiselle on suuri.
- **Asiditeetti**: Asiditeetti kuvaa vesistön puskurikykyä emäksen lisääystä vastaan, eli toisin sanoen neutraloitavissa olevan happamuuden määrää.
- **pH**: Veden happamuus näytteenottohetkellä. Happamat sulfaattimaat aiheuttavat hapettuessaan suotovesien happamoitumista. Happaman valunnan seurauksena suoto- ja valumavesien pH voi laskea jopa alle 4.
- **Sähkönjohtavuus**: Kun happaman sulfaattimaan kanssa kontaktissa olevan veden pH laskee, liuottaa se ympäröivästä maaperästä metalleja ja sulfaattia, joka nostaa veden sähkönjohtavuutta. Myös suolat kuten kloridi nostavat veden sähkönjohtavuutta.
- **Kiintoaines**: Hankealueelta mahdollisesti kulkeutuvan sementuman tunnistaminen kokonaismetallipitoisuuksien tulkintaa varten.
- **Metallien liukoiset pitoisuudet**: (happamoitumisen myötä veteen liuenneiden metallien pitoisuudet esim. Al, As, Fe, Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb ja Zn)
- **Raudan (Fe), alumiinin (Al) ja mangaanin (Mn) kokonaispitoisuudet**: Happamissa olosuhteissa hapen läsnä ollessa sakkaa muodostavien metallien kokonaispitoisuudet.
- **Sulfaattipitoisuus (SO₄²⁻) ja rikin (S) kokonaispitoisuus**: Indikoivat veden happamoitumisen olevan seurausta happamista sulfaattimaista, eikä esimerkiksi metsämaan tai turvealueiden luontaisesta happamuudesta.
- **Kemiallinen hapenkulutus (CODMn)**: kertoo happamuuden laadusta

Tutkimuskohteilta kerättiin vesinäytteitä vaihtelevasti noin 1 kk:n välein ja vedestä analysoitiin minimissään suppean paketin mukaiset analyysit ja osasta näytteitä myös laajat vesianalyysit, sekä korroosiotutkimukset.

- Vesianalyysit, suppea: pH, redox, sähkönjohtavuus, alkaliniteetti, sulfaatti
- Vesianalyysit, laaja: suppea + pima-metallit, Fe, Mn, Al, Hg ja kloridi
- Korroosiotutkimukset vesi: pH, sähkönjohtavuus, liuennut happi, Cl⁻, Ca, alkaliteetti, kovuus, sulfaatti

3.2 Vertailuarvot

Pintavesien tarkastelluille parametreille ei ole määritetty yksiselitteisiä vertailuarvoja. Tässä tarkastelussa seurantakohteiden tuloksia on verrattu Helsingin kaupunkipurojen laatuun vuonna 2004 ja Suomen purovesien laatuun vuonna 1996 (Tarvanen, 2006). Helsingin kaupungin vertailuarvot edustavat purovesiä, joissa ihmisen vaikutus on suuri ja esimerkiksi rakentaminen, maatalous ja hulevedet vaikuttavat veden laatuun. Helsingin alueella on myös jonkin verran happamia sulfaattimaita. Koko Suomen purovesien vertailuarvot edustavat vesiä, joissa ihmistoiminnan vaikutus on huomattavasti vähäisempi ja rajautuu maa- ja metsätalouteen. Vertailuarvot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1 Helsingin purojen veden laatu verrattuna koko Suomen latvapuroihin. Tulosten keskiarvot (pH-tuloksista mediaaniarvot) ja vaihteluväli. Ote Tarvanen 2006, taulukko 5.

Muuttuja	Helsingin purot		Suomen purovedet (Lahermo ym. 1996)	
	Vuoden 2004 keskiarvo	Vaihtelu	Keskiarvo	Vaihtelu (90 % tuloksista)
Kiintoaine	14,2 mg/l	0,75–60,3 mg/l (569)		
TDS	335 mg/l	120–862 mg/l		
Sähkönjohtavuus	39,8 mS/m	7,9–139 mS/m	6,9 mS/m	2–22 mS/m
Sameus	22,8 FTU	1,2–120 FTU (960 FTU)		
Väriluku	58 mg/l Pt	5–300 mg/l Pt	101 mg/l Pt	15–300 mg/l Pt
pH	7,2 (med.)	6,0–7,8 (4,9)	5,91 (med.)	4,7–6,6
Alkaliteetti	1,32 mmol/l	0,12–5,56 mmol/l	0,30 mmol/l	0,01–1,00 mmol/l
COD _{Mn}	9,7 mg/l	2–40 mg/l	13,2 mg/l	2,6–30 mg/l
Fluoridi	0,31 mg/l	0,10–0,73 mg/l	0,13 mg/l	0,025–0,5 mg/l
Kloridi	48 mg/l	1,4–260 mg/l	3,5 mg/l	0,5–15 mg/l
Natrium	47,3 mg/l	7,6–132 mg/l (199 mg/l)	4,1 mg/l	1,3–14 mg/l
Kalium	6,1 mg/l	2,0–16,7 mg/l	1,2 mg/l	0,24–4,0 mg/l
Kalsium	39,2 mg/l	15,6–95,2 mg/l	6,1 mg/l	1,7–18 mg/l
Magnesium	9,2 mg/l	2,4–26,5 mg/l	2,25 mg/l	0,6–7,0 mg/l
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)	53,5 mg/l	10,8–110 mg/l	7,7 mg/l	1,0–35 mg/l
Nitraatti (NO ₃ ⁻)	1,33 mg/l	0,07–5,8 mg/l	0,86 mg/l	0,2–3,0 mg/l
Fosfaatti (PO ₄ ³⁻)	0,045 mg/l	0,001–0,26 mg/l (1,6)	0,07 mg/l	0,01–0,4 mg/l

Happamien sulfaattimaiden aikaansaama hapan valuma irrottaa maaperästä metalleja, joka näkyy liukoisten metallien kohonneina pitoisuuksina suotovesissä. Näistä metalleista erityisesti alumiini on haitallista vesieliöille. Alumiinin haitallisuus kasvaa veden pH-arvon laskiessa. Suomen ympäristökeskus (SYKE 28/2023) on esittänyt, että alumiinin haitaton pitoisuus olisi 440 µg/l kun pH on 6. Haitaton pitoisuus laskee pH-arvon alentuessa. Pitoisuusrajojen tarkan määrittämisen ongelma on kerätyn datan vaihtelevat tutkimusmenetelmät. Alumiinipitoisuuksia puro- ja jokivedessä on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2 Alumiinipitoisuuksia joki- ja purovedessä 2010–2020 (VESLA-järjestelmä, SYKE 28/2023).

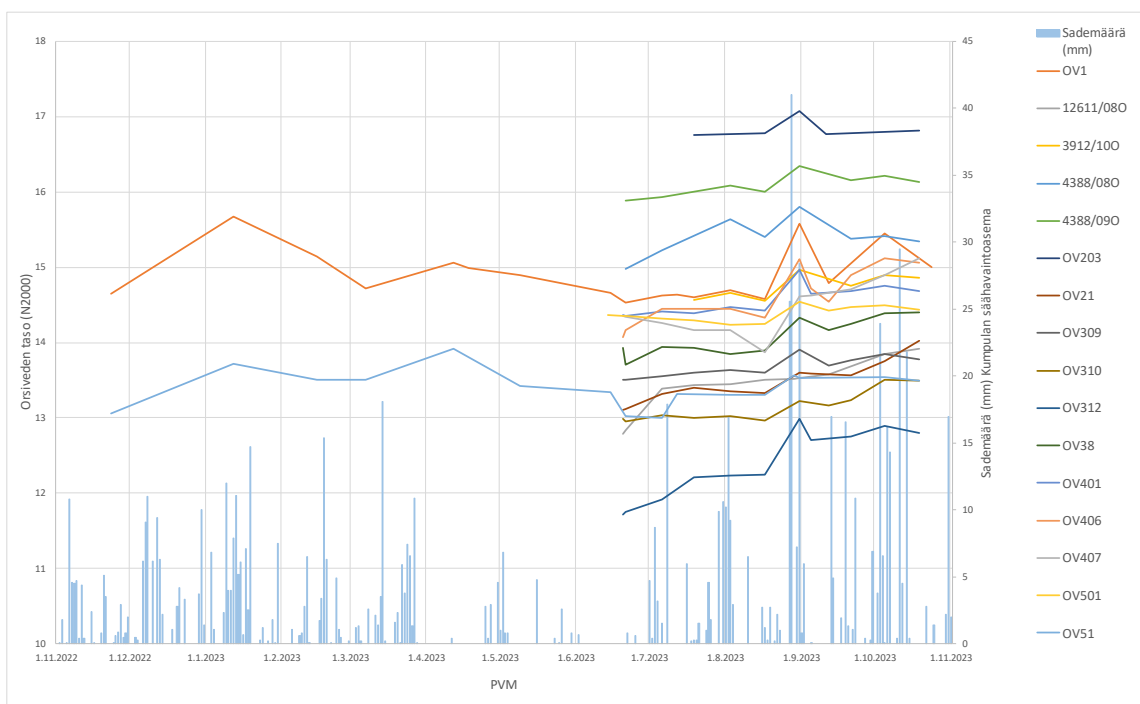
VHA	n	pH				Al-suodatettu µg/l					Al-suodattamaton µg/l				
		min.	5.%	maks.	md	n	min.	maks.	95.%	md	n	min.	maks.	95.%	md
1	2 964	3,9	4,4	8,0	6,2	352	21	16 000	817	210	1 664	7	17 400	690	190
2	4 727	5,1	6,2	8,8	7,1	162	3	1 500	162	120	2 359	8	9 100	2 000	270
3	5 137	3,8	4,7	8,5	6,7	131	19	22 900	8 600	747	3 097	13	23 000	3 900	740
4	3 088	3,4	5,5	12,0	6,5	565	10	40 700	494	180	2 357	16	135 000	961	250
5	3 939	3,3	6,3	8,9	7,2	8	13	60	-	19	2 539	2	420	150	26
6	379	5,7	6,6	7,9	7,1	1	64	64	-	64	284	8	1 500	180	39
7	1 130	4,0	6,8	8,2	7,2	294	5	101	67	17	962	5	1 150	95	20
yht.	21 364	3,3	5,2	12,0	6,9	1 513	3	40 700	1 019	160	13 262	2	135 000	1 938	186

4. TARKKAILUN TULOKSET HELSINKI, MALMINKENTÄ

4.1 Sademäärät ja orsivesipinnan taso

Malminkentän tarkkailussa on hyödynnetty Ilmatieteenlaitoksen, Kumpulan säähavaintoaseman sademääriä.

Sadanta vaikuttaa oleellisesti orsiveden pinnankorkeuteen. Myös lumien sulamisella on vaikutusta pinnankorkeuksiin. Orsiveden pinnankorkeudet ja sademäärät on esitetty kuvan 9 kuvaajissa. Orsiveden pinta on kaikissa putkissa alimmillaan heinäkuussa, jolloin sademäärät olivat alimmillaan. Syyskuun voimakkaiden sateiden seurauksena myös orsivesipinnat nousevat jokaisessa putkessa.

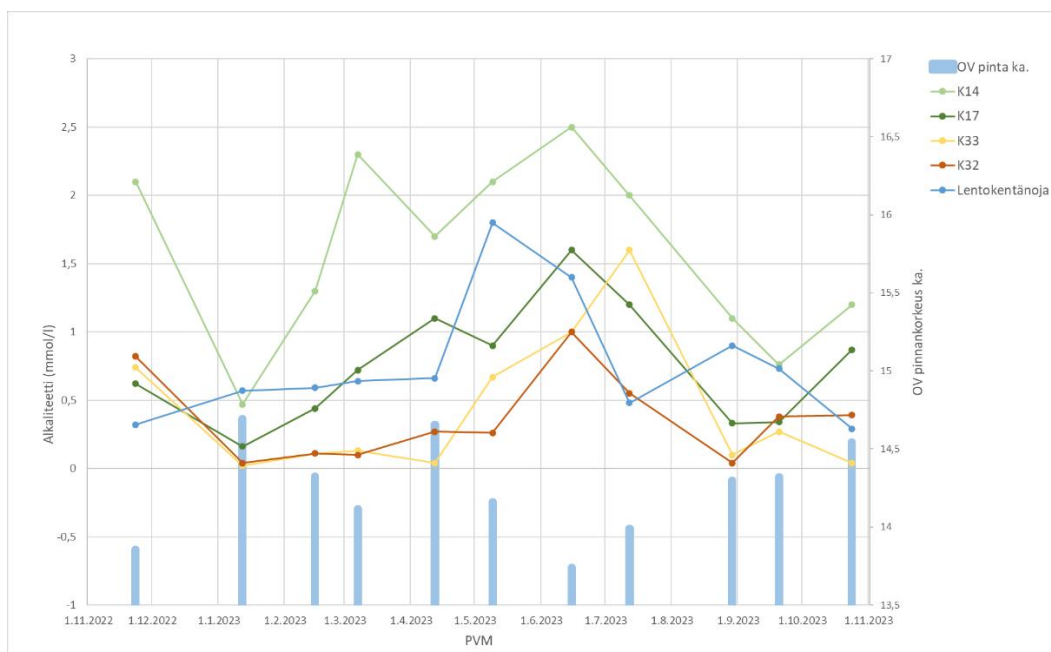


Kuva 9 Orsiveden pinnantasot tarkkailupisteissä ja sademäärä Kumpulan säähavaintoasemalla.

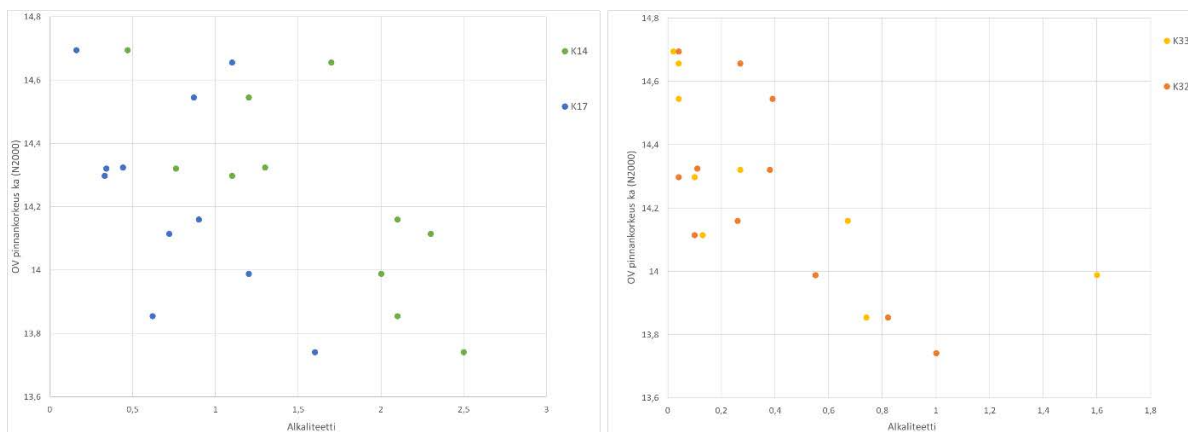
4.2 Alkaliteetti

Alkaliteetti kertoo veden puskurointikyvystä happamoitumista vastaan. Alkaliteetin muutokset ilmenevät yleensä aikaisemmin kuin pH-arvon muutokset. Tarkkailupisteiden K17 ja erityisesti K14 vesien puskurikyky oli muita pisteitä parempi. Matalimpia tuloksia todettiin tarkkailupisteistä K32 ja K33. Alin mitattu lukema 0,02 mmol/l, mitattiin tammikuussa 2023 pisteessä K33. Alkaliteetti laskee selvästi orsivesipintojen ollessa korkealla. Orsivesipintojen laskiessa kesällä alkaliteetti nousee kaikissa pisteissä. Orsivesiputkien keskimääräinen kuukausittainen pinnankorkeus ja tarkkailupisteissä todetut alkaliteettitulokset on esitetty kuvassa 10. Tarkkailukaivojen alkaliteettitulosten ja orsiveden pinnankorkeuden välisen suhteen vertailu on esitetty kuvassa 10.

Ainoastaan pisteen K14 alkaliteetin keskiarvo oli korkeampi kuin Helsingin purovesien vertailuarvo 1,32 mmol/l. Muiden tarkkailupisteiden vuoden keskiarvo oli alle 1 mmol/l.



Kuva 10 Tarkkailupisteiden alkaliteetti ja orsiveden pinnankorkeus.

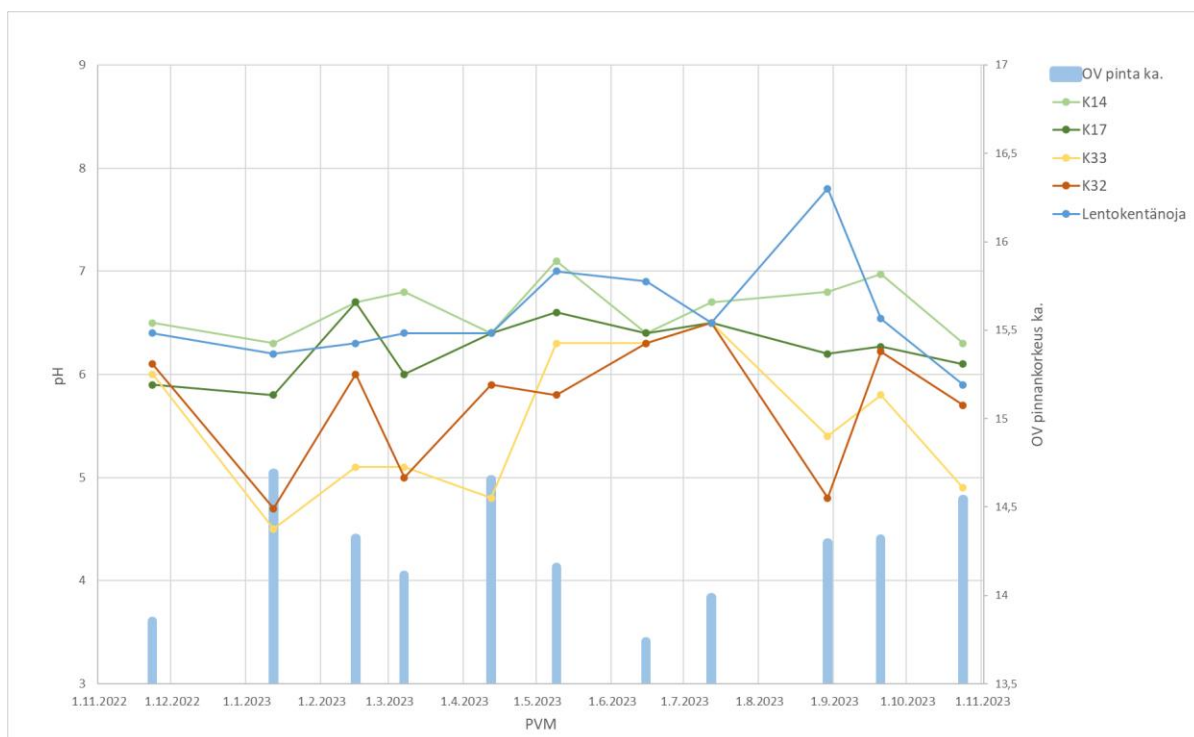


Kuva 11 Alkaliteetin ja orsiveden pinnankorkeuden välisen suhteen vertailu tarkkailukaivoissa K14 ja K17 (vasemmalla) ja K33, sekä K32 (oikealla). Orsiveden pinnankorkeuden noustessa, alkaliteettitulokset laskevat. Erityisen selvää lasku on kaivoissa K33 ja K32.

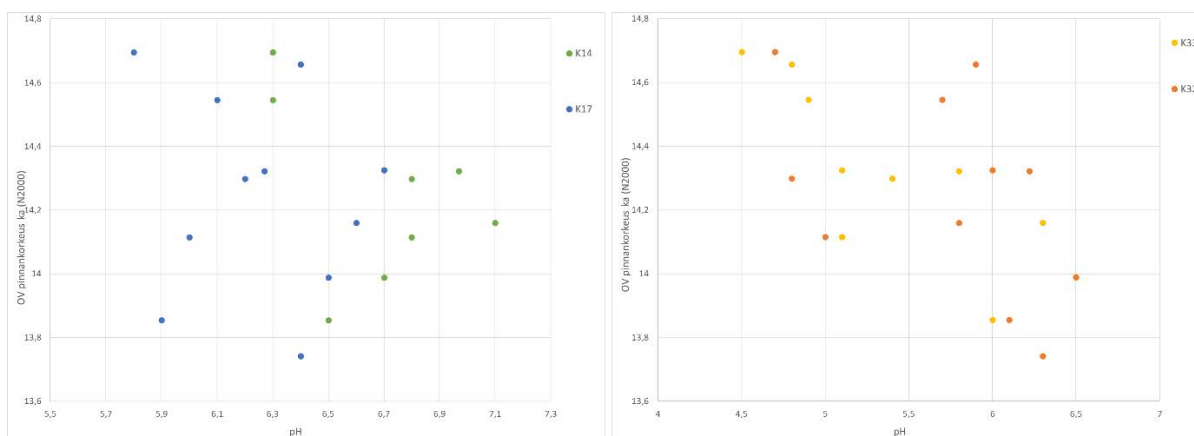
4.3 pH

K14 pH on koko vuoden korkeampi kuin muiden kaivopisteiden (med. 6,7). Lentokentänojan pH (med. 6,4) on pääosin samalla tasolla kaivojen K14 ja K17 kanssa. Kaivoissa K33 ja K32 pH on muita pisteitä matalampi, alin tulos 4,5 mitattiin kaivossa K33 tammikuussa 2023. Kaikkien tarkkailupisteiden pH:n mediaani oli alhaisempi kuin vertailuarvona käytetty Helsingin kaupungin purojen vuonna 2004 laskettu mediaani 7,2.

Alkaliteetin tavoin myös vesien pH-arvot seurailevat muutoksia orsivesipinnoissa erityisesti kaivoissa K32 ja K33. Matalimmillaan pH-arvot ovat orsivesipintojen ollessa korkealla talvisin, keväisin ja syksyisin. Kesäisin orsivesipinnan laskiessa pH nousee kaikissa tarkkailupisteissä neutraalille tasolle, välille 6-7. Orsivesipintojen kuukausittaiset keskiarvot, sekä vesitarkkailun pH tulokset on esitetty kuvan 15 kuvaajassa. Tarkkailukaivojen pH:n ja orsivesipinnan pinnankorkeuden välisen suhteen vertailu on esitetty kuvassa 12.

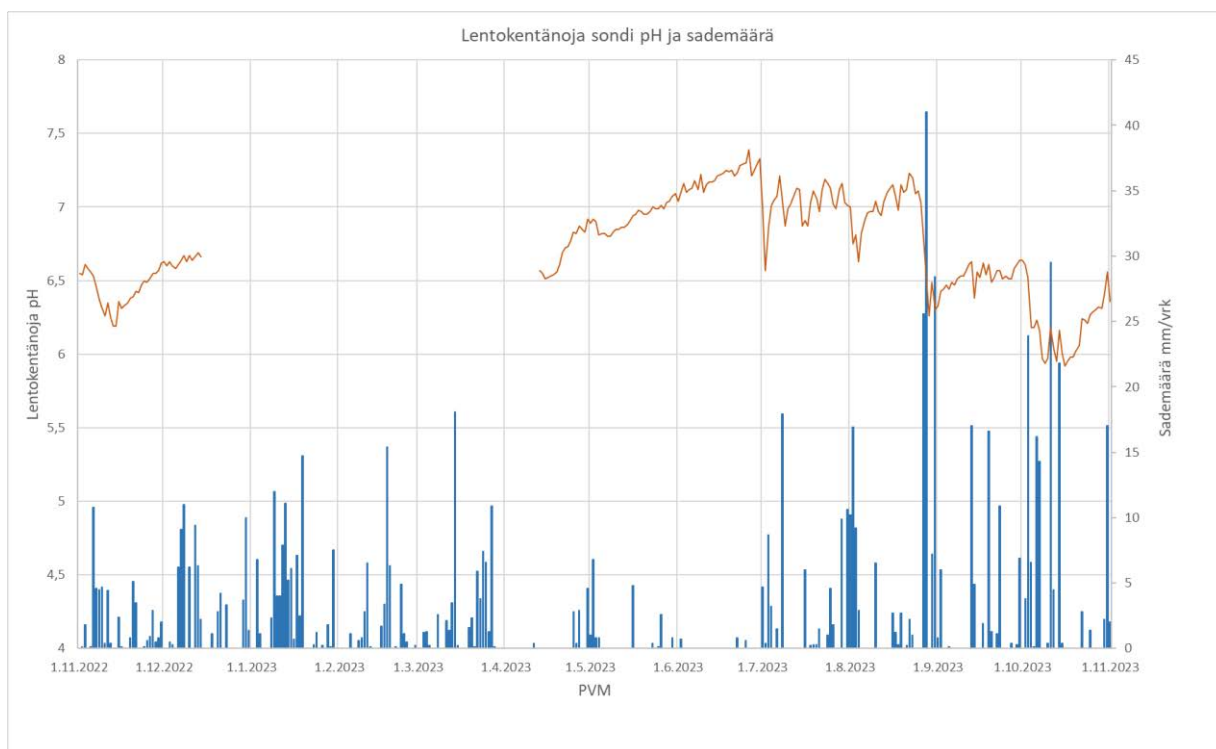


Kuva 12 Tarkkailupisteiden pH ja orsiveden pinnankorkeus



Kuva 13 pH:n ja orsiveden pinnankorkeuden välisen suhteen vertailu tarkkailukaivoissa K14 ja K17 (vasemmalla) ja K33, sekä K32 (oikealla): Orsivesipinnan noustessa pH tulokset laskevat erityisesti kaivoissa K33 ja K32.

Lentokentänojan pH-arvoa seurataan myös jatkuvatoimisella mittarilla. Talvella 2022–2023 mittari poistettiin käytöstä joulukuussa ja asennettiin takaisin huhtikuussa. Kuvan 14 kuvaajassa on esitetty pH-mittarin päivittäiset keskiarvot, sekä Ilmatieteenlaitoksen päivittäinen sademäärä Kumpulán sähävaintoasemalla. Kuvaajasta voidaan havaita pH-arvon nousevan tasaisesti huhtikuusta heinäkuuhun, jolloin sateita oli vähän. Trendi kääntyy laskuun heinäkuussa, jolloin sademäärät kasvoivat. Suurten sadetapahtumien yhteydessä pH laskee useaan otteeseen voimakkaasti jopa puolella mittayksiköllä.

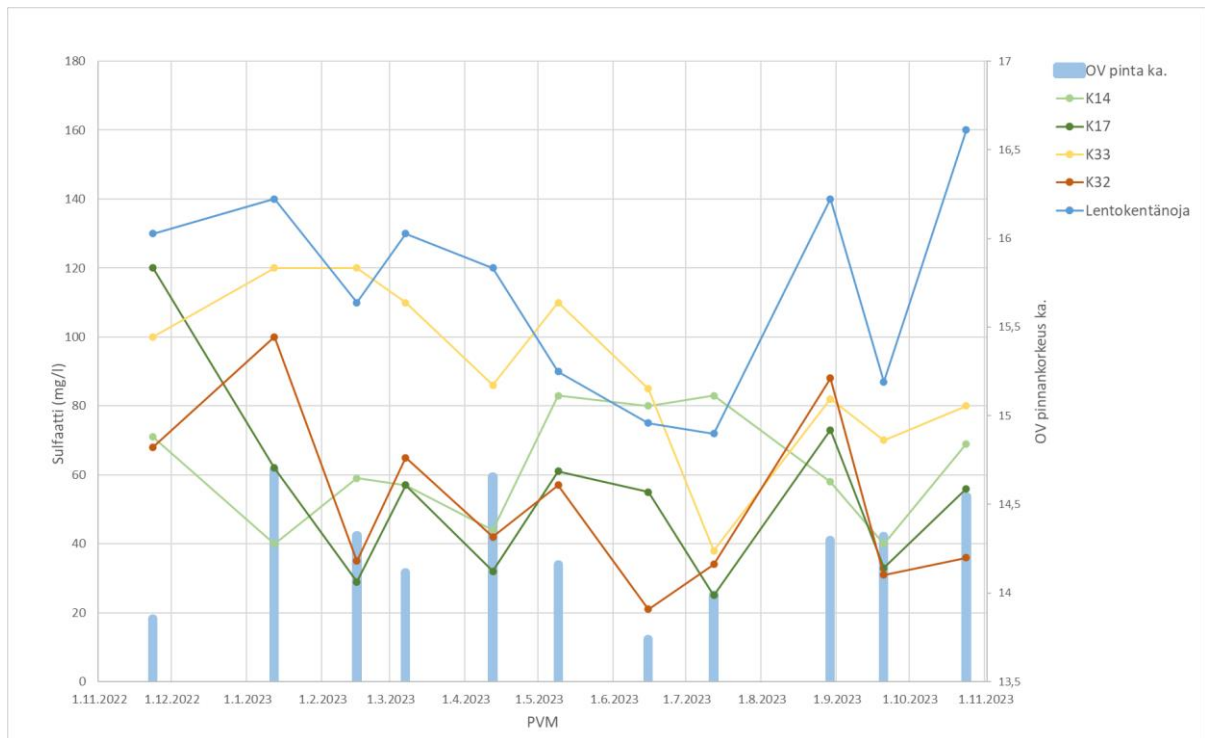


Kuva 14 Lentokentänojan jatkuvatoimisen mittarin päiväkohtainen pH keskiarvo oranssilla, sekä Kumpulan säähavaintoaseman vuorokauden sademäärä sinisellä.

4.4 Sulfaatti

Tarkkailupisteiden sulfaattipitoisuuksissa on alkaliteettia ja pH-arvoa enemmän vaihtelua. Korkeimmat pitoisuudet on todettu lähes ympäri vuoden Lentokentänojasta. Myös kaivossa K33 on todettu muihin kaivoihin verrattuna korkeita pitoisuuksia erityisesti talvikuukausina. Yleisesti suotovesien sulfaattipitoisuus laskee kesällä, jolloin orsivesipinnan korkeus on alimmillaan ja nousee talvikuukausina, jolloin vettä on enemmän. Poikkeuksen trendiin muodostaa K14, jonka sulfaattipitoisuudet nousevat kesäkuukausina. Tämä voi olla seurausta Malminkentän eteläosassa tehdyistä kaivuutöistä ja niiden vaikutuksesta hulevesiin.

Sulfaatin vertailuarvona voidaan käytettään Helsingin kaupunkipurojen vuoden 2004 keskiarvoa 53,5 mg/l. Vertailuarvoon nähden suotovesien ja Lentokentänojan sulfaattipitoisuudet ovat erityisesti talvikuukausina varsin korkeita. Laskettaessa vuosikeskiarvoja K32 ja K17 ovat kuitenkin samalla tasolla vertailuarvon kanssa (52,5-54,8 mg/l). Lentokentänojan vuosikeskiarvo on reilusti vertailuarvoa suurempi (116 mg/l).

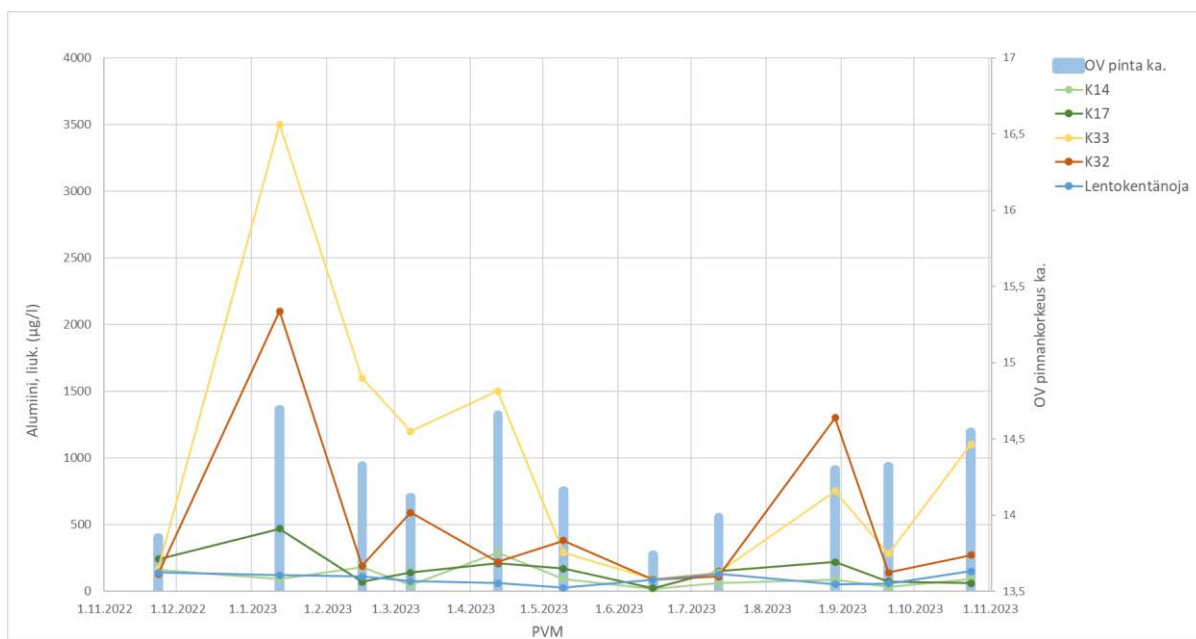


Kuva 15 Tarkkailupisteiden sulfaattipitoisuus, sekä orsiveden pinnankorkeus

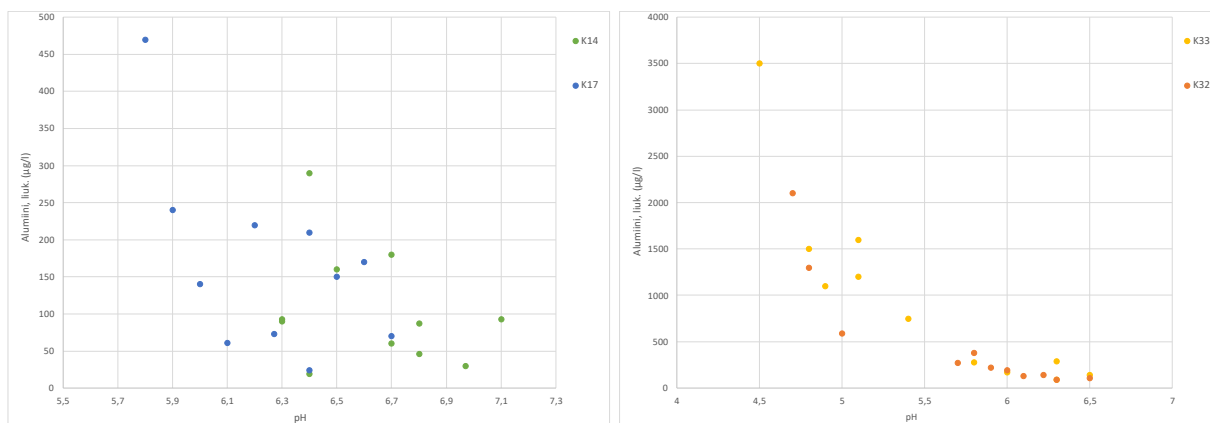
4.5 Liuenneet metallit

Tiettyjen metallien liukoiset pitoisuudet suotovesissä kasvavat talvikuukausina. Tämä on seurausta matalamman pH-arvon aikaansaamasta metallien liukenemisestä suotovesiin. Liukoisen alumiinin pitoisuus on helpoimmin yhdistettävissä pH-arvon laskuun. Korkeimmat pitoisuudet todettiin tarkkailukaivoista K33 ja K32 talvi- ja syyskuukausina, jolloin orsivesipinnat ovat olleet korkeimmillaan. Samoista kaivoista on kyseisinä aikoina todettu myös alhaisimmat pH-arvot. Tarkkailukaivojen K14 ja K17 liukoisen alumiinin pitoisuudet ovat huomattavasti tasaisempia, koska pH-arvon vaihtelu on näissä pienempi. Alumiinin haitaton pitoisuus 440 µg/l ylittyy useissa näytteissä erityisesti kaivoissa 33 ja 32.

Orsivesipintojen kuukausittaiset keskiarvot, sekä liukoisen alumiinin pitoisuudet esitetty kuvassa 16. Liukoisen alumiinin ja pH:n välisen suhteen vertailut tarkkailukaivoissa on esitetty kuvassa 17.



Kuva 16 Liukoisen alumiinin pitoisuus ja orsivesipinta tarkkailupisteissä



Kuva 17 Liukoisen alumiinin ja orsiveden pinnankorkeuden välisen suhteen vertailu tarkkailukaivoissa K14 ja K17 (vasemmalla) ja K33, sekä K32 (oikealla). Orsivesipinnan noustessa, alumiinin liukeneminen voimistuu ja pitoisuudet nousevat.

Muista metalleista myös nikkeliin (kuva 18) ja mangaanin (kuva 19) liukoiset pitoisuudet osoittivat muutoksia orsiveden pinnankorkeuden mukaan. Tuloksissa on nähtävissä pitoisuuksien väheneminen kohti kesää, jolloin orsivesipinta oli alhaisimmillaan ja korkeimmat pitoisuudet olivat talvi- ja syyskuukausina. Nikkeli- ja mangaanipitoisuudet ovat kuitenkin selvästi alumiinia pienemmät, ja tarkkailupisteiden välillä ei ole havaittavissa yhtä suuria eroja.



Kuva 18 Liukoisen nikkelin pitoisuus ja orsivesipinta tarkkailupisteissä



Kuva 19 Liukoisen mangaanin pitoisuus ja orsivesipinta tarkkailupisteissä

4.6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Malminkentän tarkkailupisteistä pohjoisemmat kaivot K32 ja K33 erottuivat vedenlaadultaan selvästi eteläisemmistä kaivoista K17 ja K14. Pohjoisempien kaivojen vesi oli ajoittain varsin hapanta, puskurikyky pieni ja liuenneita aineita runsaasti. Eteläisemmissä kaivoissa pH-arvot eivät laskeneet happamalle tasolle ja myös liuenneita aineita oli vähemmän.

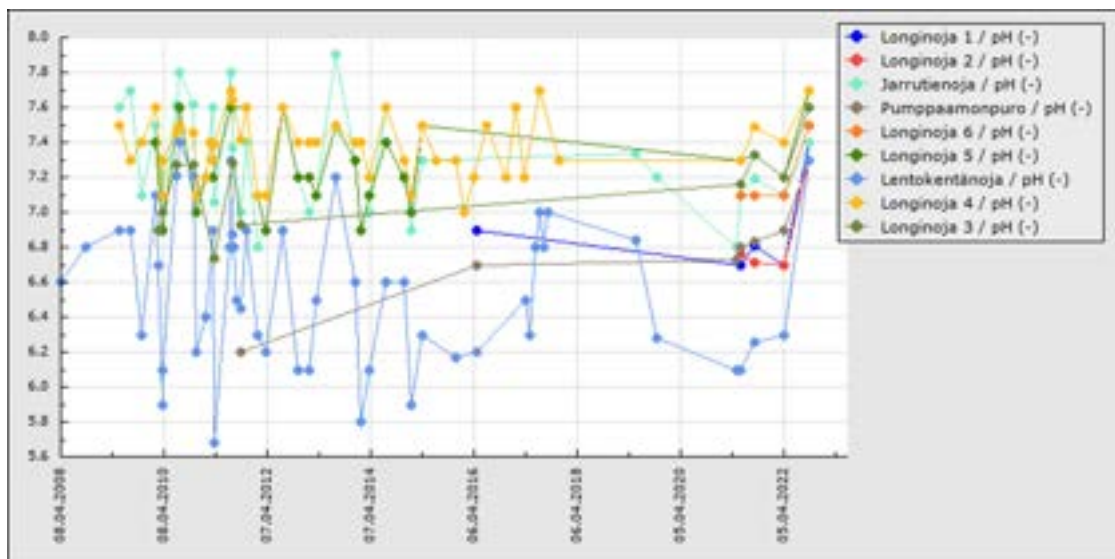
Eroja kaivojen välillä selittää kaivoja ympäröivän alueen eroavaisuudet. Pohjoisempien kaivojen vesi koostuu lähes pelkästään salaojien keräämästä suotovedestä. Alue on kiitoteitä lukuun

ottamatta kasvillisuuden peittämää ja pintavaluntaa on vähän. Etelässä asfaltoituja alueita ja avoimia hulevesikaivoja on enemmän ja pintavalunnan vaikutus kaivovesiin on voimakkaampaa.

Orsiveden pinnankoreuden vaikutus vedenlaatuun näkyy kaikissa tarkkailupisteissä. Orsivesipinnan noustessa korkealle syys- ja talvikuukausina, pääsee vesi huuhtelemaan hapettunutta, aktiivista sulfaattimaata. Tällöin myös suotovedet happamoituvat, ja liuottavat maaperästä herkästi liukenevia metalleja kuten alumiinia, nikkeliä ja mangaania. Myös sulfaattipitoisuus kasvaa orsivesipinnan noustessa, koska hapettumisen seurauksena rikki on aktiivisessa happamassa sulfaattimaassa pääosin sulfaattina.

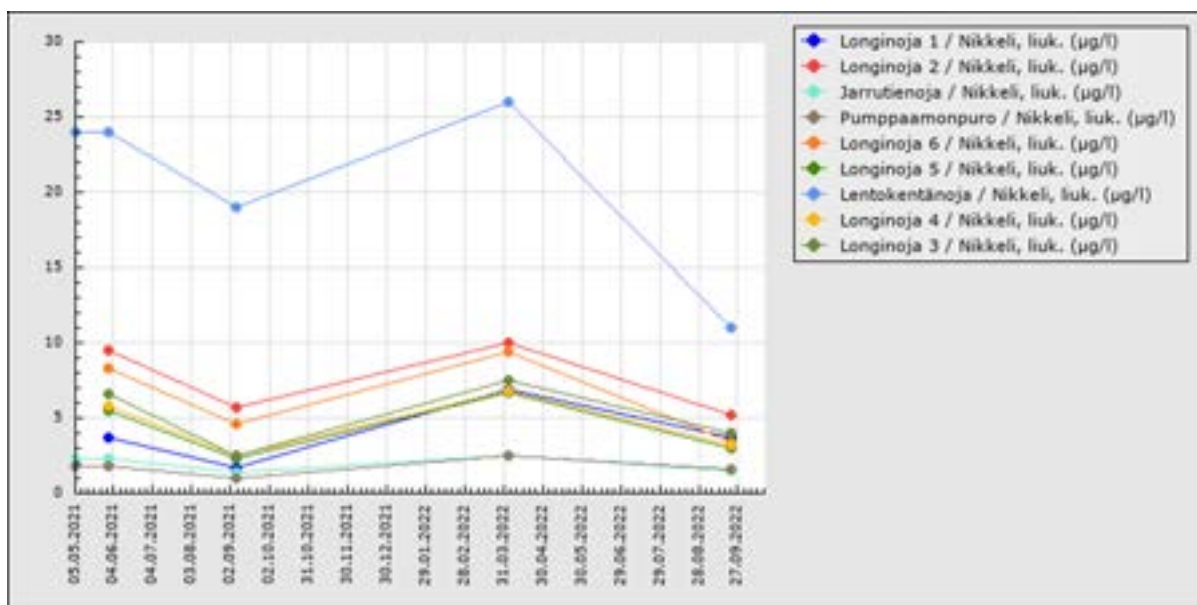
Muutokset vedenlaadussa ovat voimakkaimpia pohjoisissa tarkkailupisteissä, joissa happamien suotovesien vaikutus on voimakas. Eteläisissä tarkkailupisteissä pintavalunnan muodostamat hulevedet laimentavat suotovesien vaikutusta.

Suotovesien vaikutus näkyy selvästi myös Lentokentänojan, jonka vedenlaadussa on havaittavissa vastaava ajallinen vaihtelu kuin tarkkailukaivoissa. Lentokentänojan pH pysyi lähes neutraalilla tasolla koko tarkkailun ajan. Alkaliteetti laski kuitenkin hyvin lähelle nollaa syys- ja talvikuukausina, jolloin kenttäalueelta tulevan happaman veden määrä on suurimmillaan. Malminkentän vesien seurannassa Lentokentänojan vesi on todettu kuitenkin muita alueen tarkkailupisteitä happamammaksi (kuva 20).



Kuva 20 Lentokentänojan pH on ollut selvästi muita tarkkailupisteitä alhaisempi koko alueella tehdyn tarkkailun ajan suurempi (Malminkentän vesi-, sedimentti- ja huokosilmaseuranta 2022).

Lentokentänojan sulfaattipitoisuus on selvästi vertailuarvoa suurempi ympäri vuoden. Malminkentän vesiseurannassa on myös todettu, että mm. Lentokentänojan nikkelpitoisuudet ovat selvästi muita pintavesien tarkkailupisteitä korkeammat (kuva 21).



Kuva 21 Lentokenttänojan liukoisen nikkelin pitoisuus on selvästi alueen muita pintavesiä suurempi (Malminkentän vesi-, sedimentti- ja huokosilmaseuranta 2022)

Lentokenttänojan poikkeavuuteen muista pintavesien tarkkailupisteistä Malminkentän alueella vaikuttaa todennäköisimmin kenttäalueen happamien sulfaattimaiden aiheuttama hapan valumavesi, sekä metallikuormitus. Ilman hulevesien ja Jarrutienojan laimentavaa vaikutusta Lentokenttänojan pH olisi luultavasti vielä alhaisempi ja vaikutukset voisivat näkyä Longinojassa asti.

Malminkenttä on poikkeuksellinen tutkimuskohde. Usein salaojituksen vaikutuksia happamilla sulfaattimailla tarkastellaan heti ojituksen jälkeen, eikä 90 vuoden päästä. Normaalisti vaikutukset liittyvät ojituksen aikaansaamaan hapetusreaktioon maaperässä, jonka seurauksena syntyy myös happamia valumavesiä. Malminkentällä lisää aktiivista sulfaattimaata voi muodostua vielä lisää esimerkiksi silloin, kun erittäin kuivana kautena vesipinta putoaa salaojajärjestelmän alapuolelle.

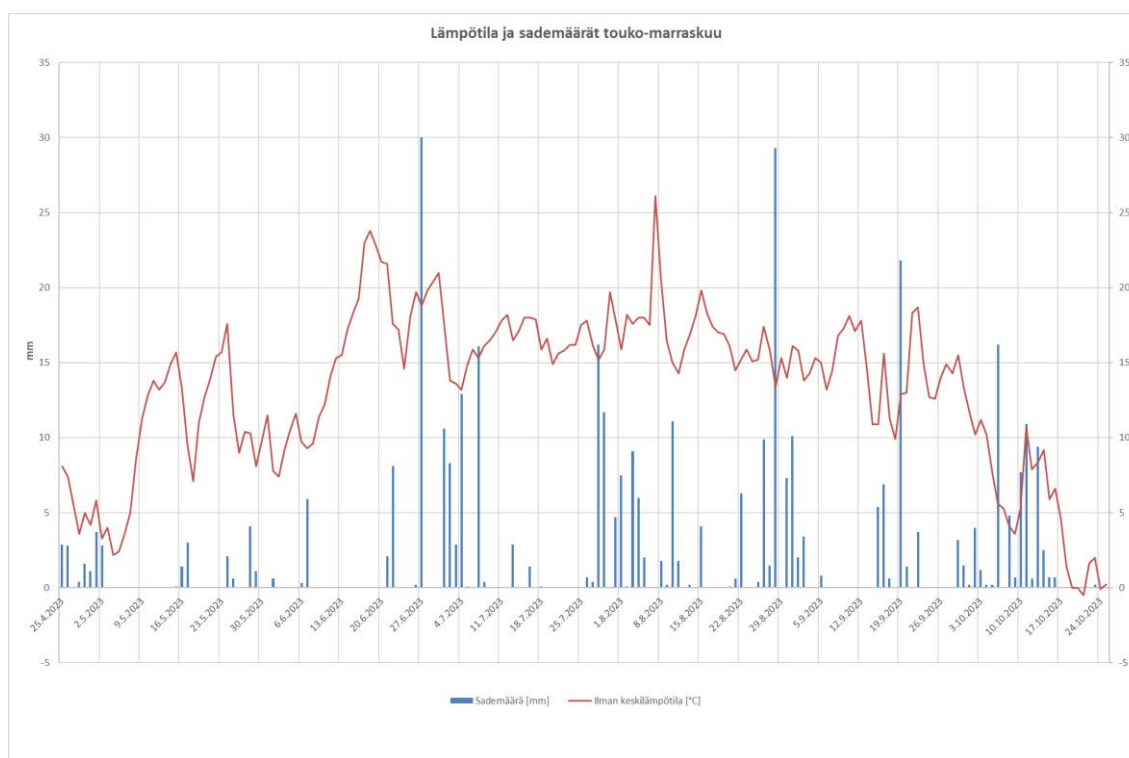
Johtuen maaperän pienestä huokostilavuudesta orsivesialtaan "vesitilavuus" on rajallinen, jolloin muutokset näkyvät selkeästi orsiveden pinnan vaihdellessa. Mikäli orsivesipinta nousee pysyvästi salaojajärjestelmän rikkoutumisen takia, voi hapan valunta Lentokenttänojaan kasvaa merkittävästi. Jos taas orsivesipintaa lasketaan, on mahdollista, että hapettuneen saven määrä kasvaa, jolloin myös suotovesiä happamoittavaa massaa on maaperässä enemmän.

5. TARKKAILUN TULOKSET POHJOIS-PORI

Seurannan aikana 4/2023-10/2023 vesinäytteenottoon vaikutti erityisesti kesän aikana kuivuus, eikä näytteenottoa voitu täysin toteuttaa suunnitellun ohjelman mukaisesti. Näytepisteet on esitetty kartalla kappaleessa 2.2. Näytteenottokierros tehtiin seurannan aikana kuusi kertaa. Vertailunäytteet pelto-ojasta (NP 5), johon ei kohdistu rakentamistoimia, saatiin ainoastaan 9/2023 ja 10/2023. Toisesta vertailupisteestä (NP 2) näytteet saatiin viisi kertaa, viimeisellä näytteenottokerralla oja oli jo jäänyt.

5.1 Porin sademäärä ja päiväkohtainen keskilämpötila

Sademäärää ja keskilämpötilaa seurattiin Ilmatieteenlaitoksen palvelusta Porin rautatieasemalla sijaitsevan havaintoaseman aineistosta. Päiväkohtaiset keskimääräiset lämpötilat ja sademäärät on esitetty kuvassa 22. Tulosten perusteella kuivin ajanjakso sijoittui seurannan alkuun ja sateita saatiin jonkin verran kesä-heinäkuun vaihteessa. Elokuusta alkaen sateiden määrä kasvoi. Keskilämpötila oli alhaisimmillaan seurannan loppuvaiheessa syys-lokakuun vaihteesta alkaen.

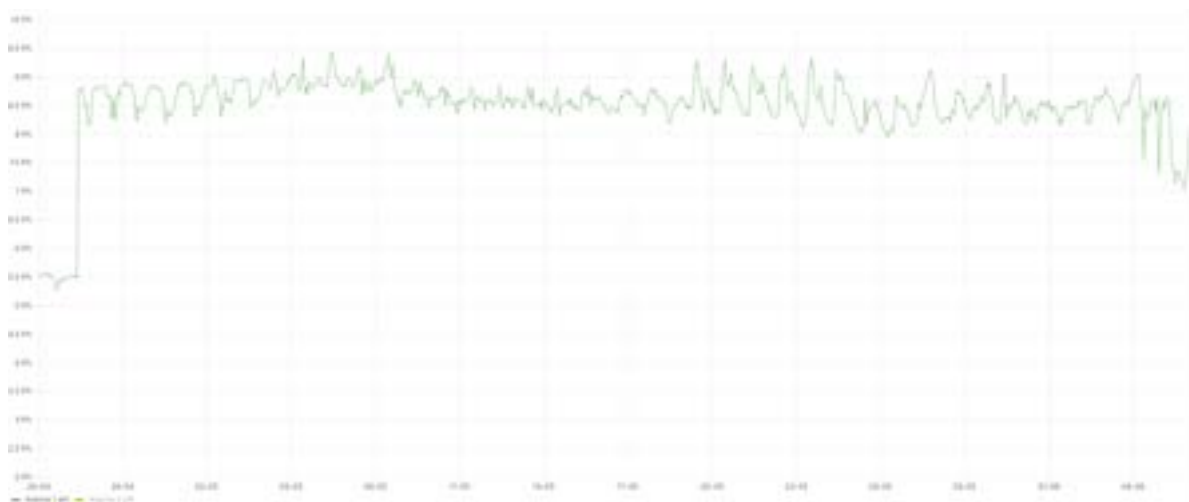


Kuva 22. Sademäärä ja keskilämpötila Porin rautatieaseman mittauspisteessä (mukailtu Ilmatieteenlaitos).

5.2 Jatkuvatoimisten pH-mittarien tutkimustulokset

pH1

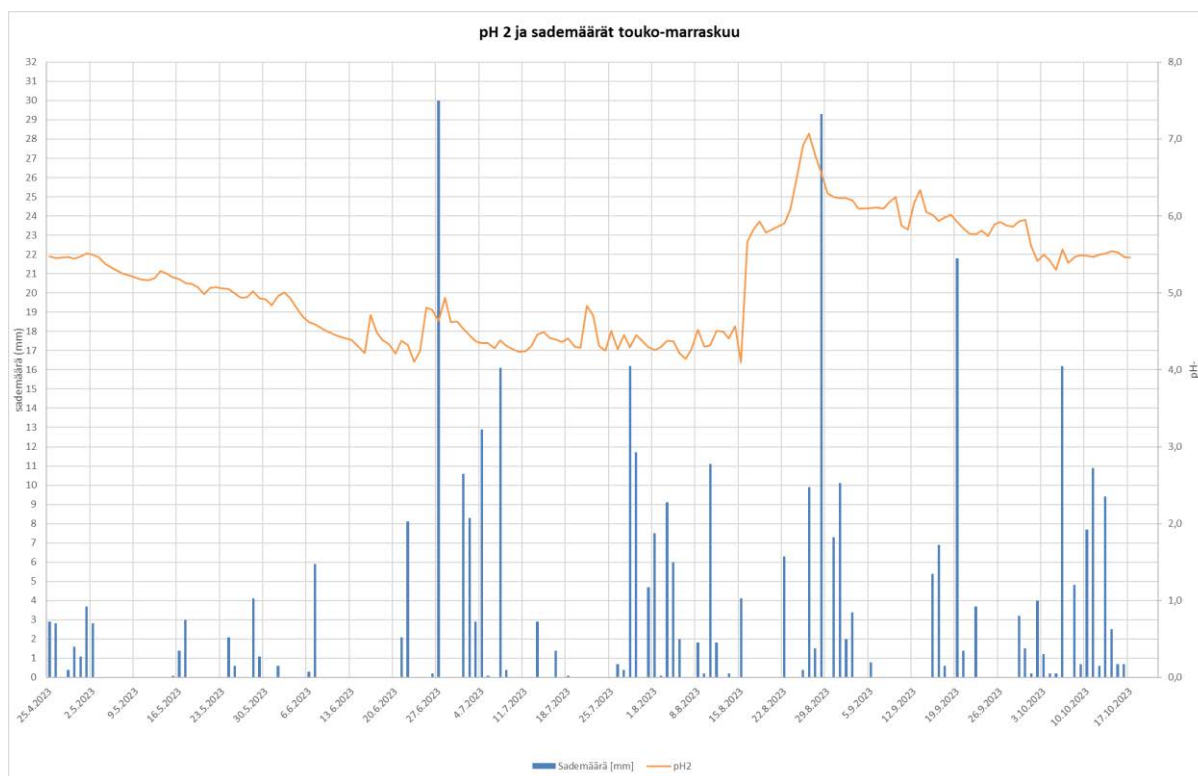
Seurannan aikana pH1-mittarin paikka vaihteli. Alkuperäisessä suunnitelmassa esitetyn hulevesialtaan tutkiminen sijoittui loppukeväästä alkukesään. Altaassa olevan veden pH-arvo oli 7-9,5 eli neutraali tai emäksinen koko seuranta-ajan 27.4.-6.6.2023. Tilannetta on havainnollistettu kuvassa 23. Altaasta otetun vesinäytteen pH-arvo oli 26.5.2023 7,9 ja samana päivänä jatkuvatoimisen pH-mittarin pH-arvo oli 8,1, jolloin arvot vastasivat hyvin toisiaan. Altaan vieressä on kalkittu maisemavalli, joka vaikuttaa altaan pH-arvoon.



Kuva 23. Porin hulevesialtaan jatkuvatoimisen pH1-mittarin pH-tulokset 26.4-6.6.2023.

pH2

Jatkuvatoiminen mittari pH2 oli koko seuranta-ajan sijoitettu seuramaan kosteikosta poistuvan veden pH-arvoa. Päiväkohtainen keskiarvo pH oli seurannan alkaessa hapan ja pH-arvon trendi oli laskeva seurannan alkaessa huhtikuun lopulta kesäkuuhun asti. Voimakkaiden sateiden vaikutuksesta veden pH-arvo kohosi hiukan hetkellisesti, mutta pääosin pH-arvo oli kesän aikana <5,5 ja alhaisimmillaan tasoa 4,0. Elokuun lopulla syyssateiden ja ilman viilenemisen vaikutus nosti veden pH-arvoa. Syys-lokakuussa pH-arvo oli noin 5,5-6,5, pH-arvo tasoittui lokakuussa tasolle 5,5. Päiväkohtaiset keskiarvo pH-tulokset sekä sademäärä on esitetty kuvassa 24.



Kuva 24. Porin pH2 mittarin pH-tulokset ja sademäärä päiväkohtaisena keskiarvona 26.4-17.10.2023.

Jatkuvatoimisen pH-mittarin luotettavuutta voidaan arvioida vertaamalla mittarin tuloksia laboratorioanalyysiin. Tulosten perusteella mittarin ja laboratorioanalyysien erotus oli <0,5 pH-yksikköä. Luotettavuuden arvioimiseksi tuloksia on kuitenkin liian vähän. Tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 3 Jatkuvatoimisen pH2-mittarin tulosten vertailu laboratorioanalyysiin.

PVM	Jatkuvatoimisen mittarin pH-arvo	KVVY Tutkimus Oy pH-arvo	Erotus pH-yksikköä
8.8.2023	4,2	3,8	0,4
20.9.2023	6,3	6,4	0,1

Kosteikkoon tulevan ja sieltä poistuvan veden vertailu

Kesäkuun alussa kosteikkoon tulevan ja sieltä poistuvan veden pH-arvot olivat samaa tasoa. Poistuvan veden pH-arvo oli hapan (<5,5), vaikka tulevan veden pH-arvo oli ajoittain noin 5,5-6,5. Kesäkuussa ja heinäkuun alussa kosteikon pinnassa havaittiin levää. Kesä-heinäkuun vaihteessa sateet nostivat kosteikosta poistuvan veden pH-arvon hetkellisesti yli yksikön korkeammaksi kuin sinne tulevan veden pH-arvo. Heinäkuun puolessa välissä kosteikkoon johtava oja kuivui, ja samalla tulevan veden pH-arvo nousi tasolle 6,5-7,5. Kosteikosta poistuva vesi oli tulevan veden muutoksesta huolimatta edelleen hapanta (pH<5,0). Kosteikon tilaan vaikuttaa myös altaan oma valuma-alue. pH-arvon muutokset on esitetty kuvassa 25.



Kuva 25. Porin kosteikkoon tulevan veden pH vihreällä ja kosteikosta poistuvan veden pH keltaisella. Seuranta-aika 6.6-24.7.2023.

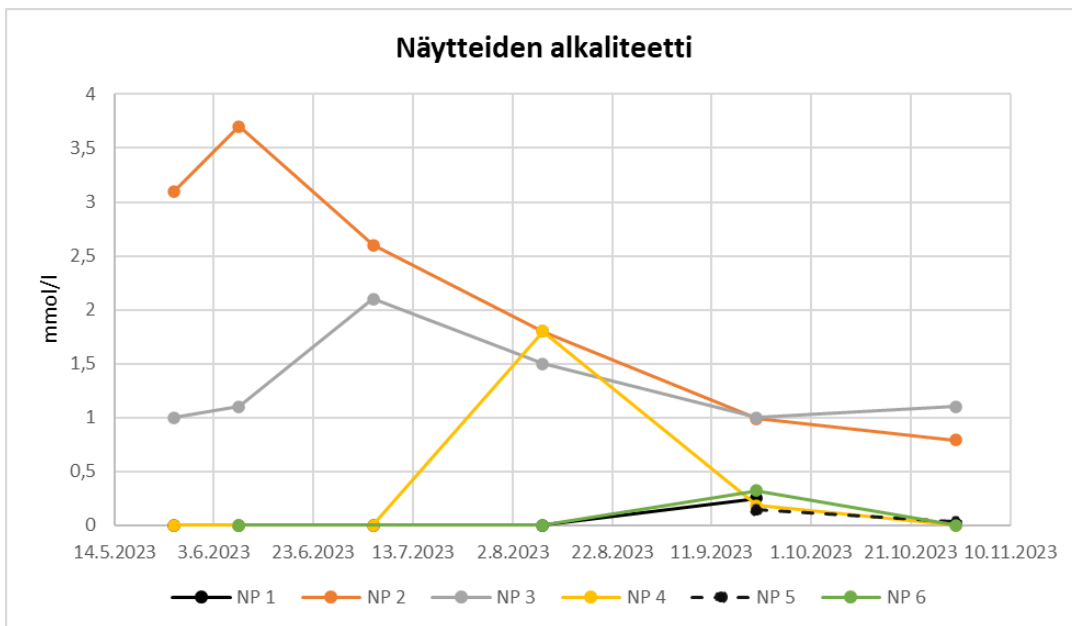
Loppukesästä kosteikkoon tuleva vesi oli edelleen lähellä neutraalia pH-arvon ollessa noin 6,3-8. Mutta kosteikosta poistuva veden pH-arvo oli vain hetkittäin pH-arvoltaan neutraali, ja keskimäärin noin tasoa 6,0. Seurannan loppupuolella tuloksiin saattoi vaikuttaa mittariin pesukertojen harveneminen syyskuussa. Lokakuun aikana oli useana päivänä voimakkaita sateita, jolloin tulevan veden pH-arvo laski <6,5 ja kosteikosta poistuvan veden pH-arvo laski tasolle 5,5. Syksyn pH-seuranta on esitetty kuvassa 26.



Kuva 26. Porin kosteikkoon tulevan veden pH vihreällä ja kosteikosta poistuvan veden pH keltaisella. Seuranta-aika 25.8.-26.10.2023.

5.3 Alkaliteetti

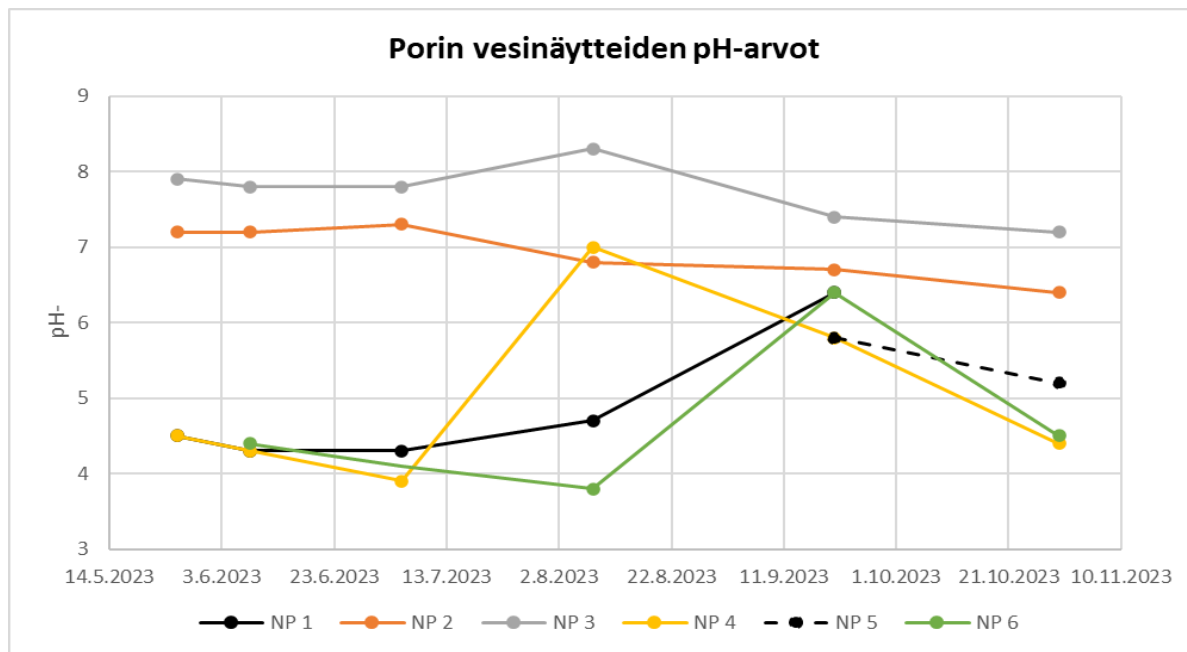
Näytepisteen NP2 vesinäytteissä alkaliteetti oli suurin, vaikka pH-arvo oli näytepistettä NP3 alhaisempi. Alkaliteetti kertoo veden puskurikapasiteetista, ja se muuttuu yleensä ennen pH-arvon muutosta. Näytepisteen 2 alkaliteetti laski huomattavasti seurannan loppuvaiheissa, pH-arvon muutos oli maltillisempi. Vastaava muutos on havaittavissa myös laskeutusaltaan näytteissä näytepisteessä 3. Näytepisteiden 1,5 ja 6 alkaliteetti oli pieni tai alle laboratorion määrittämissä rajoissa koko seurannan ajan. Näytepisteessä 4 asemakaava-alueelta pois johdettavan veden alkaliteetti oli pääosin pieni tai alle laboratorion määrittämissä rajoissa heinäkuun tulosta lukuun ottamatta. Alkaliteetin tutkimustulokset on esitetty kuvassa 28.



Kuva 27 Pohjois-Porin alueen vesinäytteiden alkaliteettiarvot. NP1=Viikinoja asemakaava-alueen yläpuoli. NP2=Hulevesikaivo ennen vesien tasausta. NP3=Hulevesiallas, johon johdetaan bentoniittirakenteen yläpuoliset ja alapuoliset vedet pumpattuna. NP4=Viikinoja ennen kosteikkoa. NP5=Sulfidisavialueella sijaitseva pelto-oja. NP6=Oja kosteikon jälkeen.

5.4 pH

Tutkituista näytteistä korkein analysoitu pH-arvo oli hulevesialtaassa NP 3, jossa pH-arvo oli koko seurannan ajan >7. Altaan viereen on rakennettu maisemavalli, jossa on käytetty kalkkia. Vesimäärä oli altaassa seurannan alussa vähäinen, vettä oli runsaasti syys-lokakuussa. Näytepisteessä 2 rakennusalueelta tulevassa vedessä pH-arvo laskee hiukan tasolta 7,2, kun syksyllä mitattu pH-arvo on 6,4. Vesinäytteiden pH-arvot ovat nähtävissä kuvassa 27.



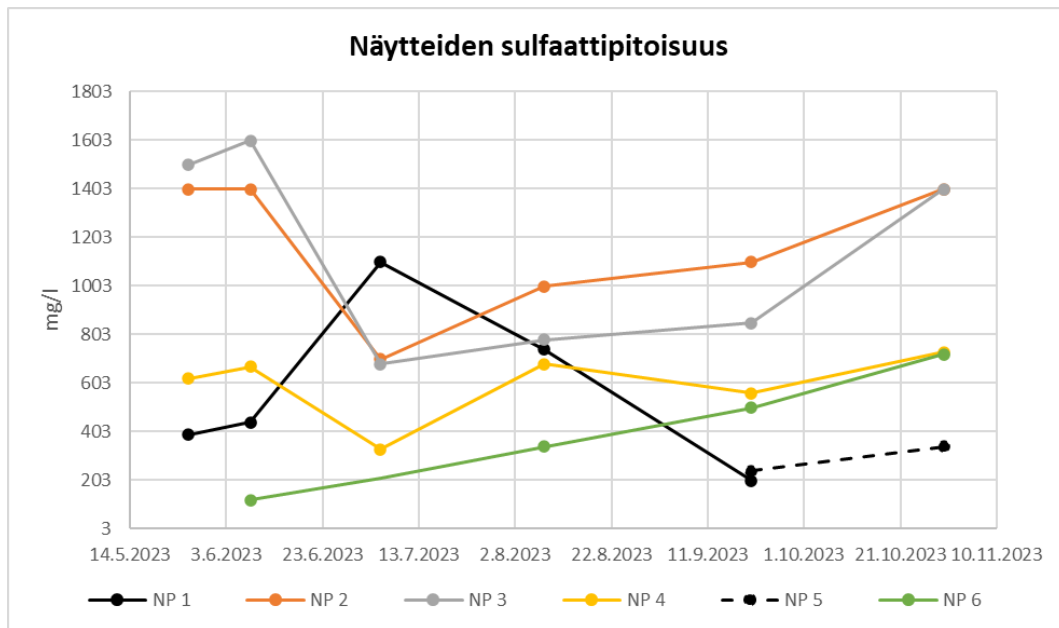
Kuva 28. Pohjois-Porin alueen vesinäytteiden pH-arvot. NP1=Viikinoja asemakaava-alueen yläpuoli. NP2=Hulevesikaivo ennen vesien tasausta. NP3=Hulevesiallas, johon johdetaan bentoniittirakenteen yläpuoliset ja alapuoliset vedet pumpattuna. NP4=Viikinoja ennen kosteikkoa. NP5=Sulfidisavialueella sijaitseva pelto-oja. NP6=Oja kosteikon jälkeen.

Rakennetun alueen yläpuolisessa vertailunäytteessä NP 1 ojavettä oli seurannan ajan vain vähän, jonka lisäksi ojassa oli runsaasti kasvillisuutta. Veden pH-arvo nousi syyskuussa ja lokakuussa oja oli jo jäänyt. Näytepisteessä NP4 asemakaava-alueelta pois johdettava vesi oli tutkittujen näytteiden perusteella hapanta alkukesästä, kesällä kuivana kautena pH-arvo nousi tasolle 7 ja lokakuussa pH-arvo laskee <5,0. Näytepisteessä NP6 oli koko seurannan ajan jatkuvatoiminen pH-mittaus, veden pH-arvo oli hapan lukuun ottamatta syyskuun näytettä. Näytepisteestä NP5 sulfidisavialueen ojaveden pH-arvo oli molemmilla mittauskerroilla <6.

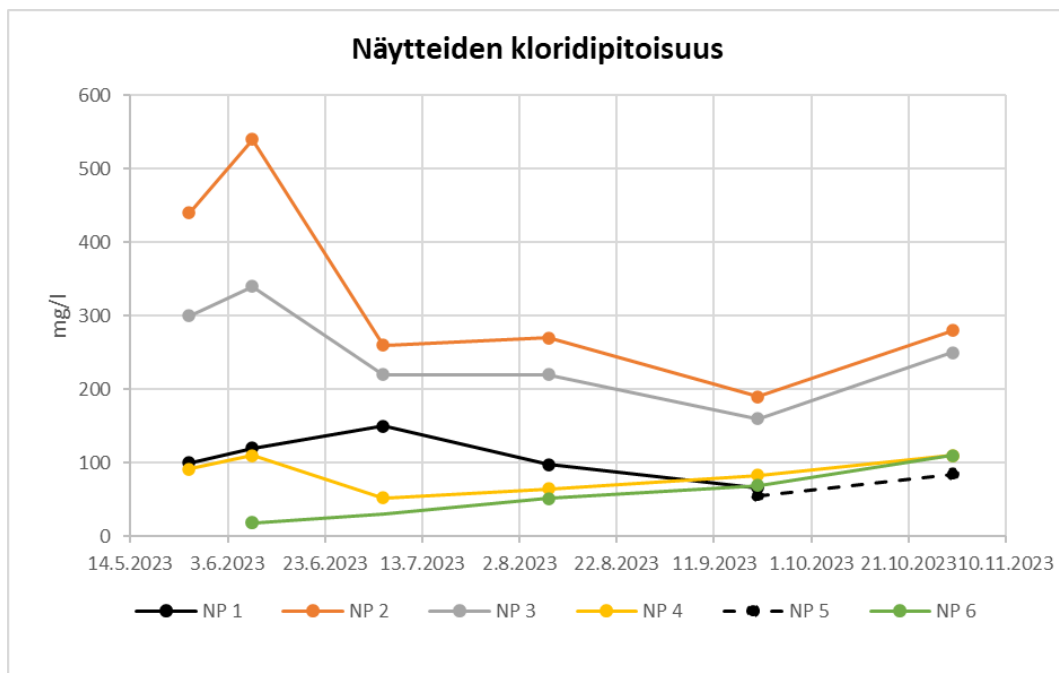
5.5 Sulfaatti ja kloridi

Happamien sulfaattimaiden hapettuessa valumavesiin liukenee sulfaattia, toisaalta myös rakentamistoimet aiheuttavat sulfaatin liukenemistä. Kaikista tutkituista näytteistä liukeni seurannan aikana sulfaattia. pH-arvon lasku ja puskurikapasiteetin huononeminen näkyvät näytepisteiden 2-6 vesinäytteissä sulfaatin liukoisuuden lisääntymisenä. Näytepisteessä 4 pH-arvo on heinäkuussa hetkellisesti koholla, ja samalla sulfaatin liukoisuus pieneni tasolta >600 mg/l tasolle <400 mg/l. Tutkimustulokset on esitetty kuvassa 29.

Suurimmat kloridipitoisuudet ovat hulevesialtaan ja sitä edeltävän kaivon vesinäytteissä. Kloridin osalta pitoisuuksien muutokset eivät indikoi pH-arvon muutoksia ja liukeneminen seurannan aikana on tasaisempaa kuin sulfaatin liukoisuus. Tutkimustulokset on esitetty kuvassa 30.



Kuva 29. Pohjois-Porin alueen vesinäytteiden sulfaattipitoisuudet. NP1=Viikinoja asemakaava-alueen yläpuoli. NP2=Hulevesikaivo ennen vesien tasausta. NP3=Hulevesiallas, johon johdetaan bentoniittirakenteen yläpuoliset ja alapuoliset vedet pumpattuna. NP4=Viikinoja ennen kosteikkaa. NP5=Sulfidisavialueella sijaitseva pelto-oja. NP6=Oja kosteikon jälkeen.

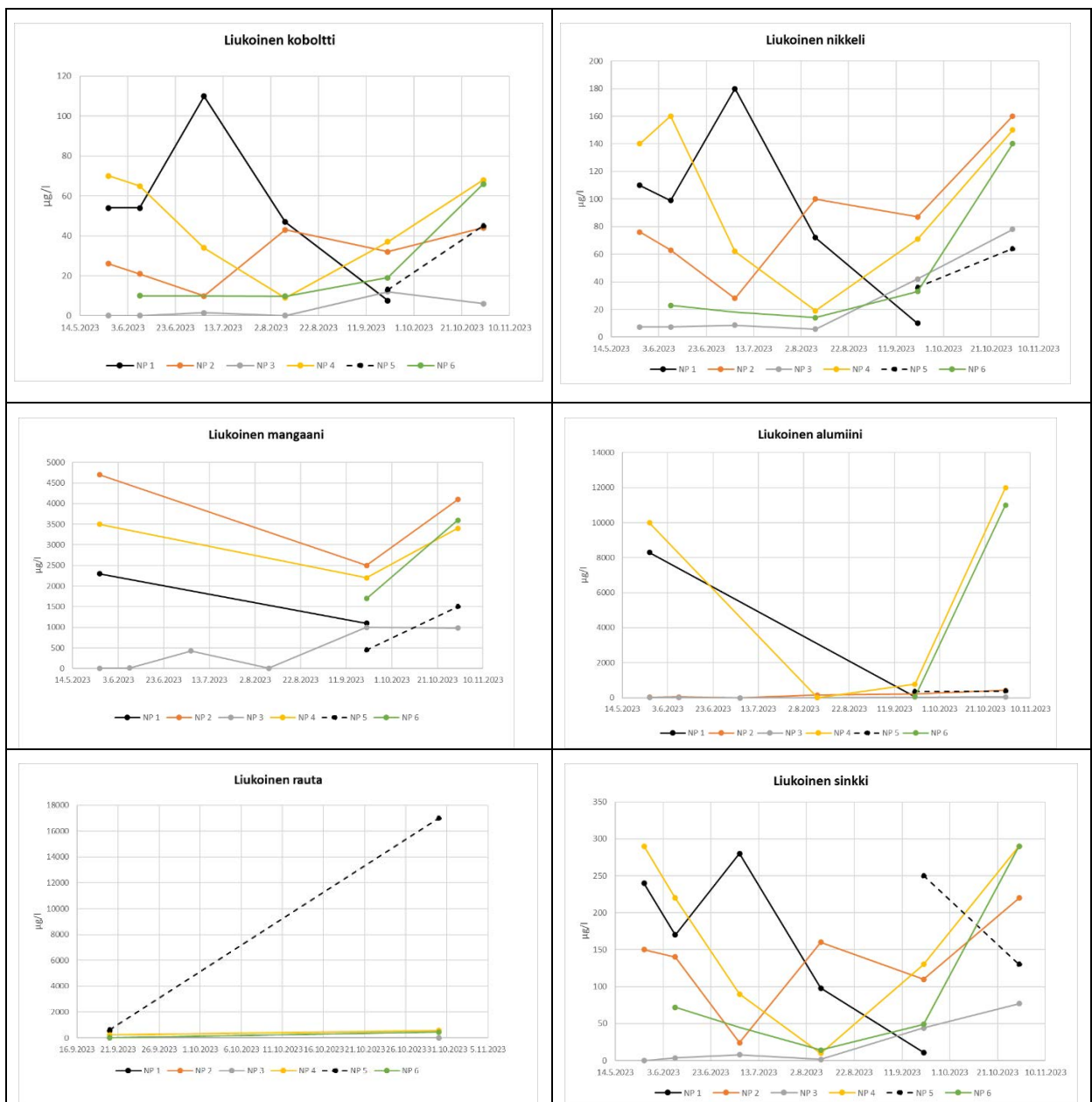


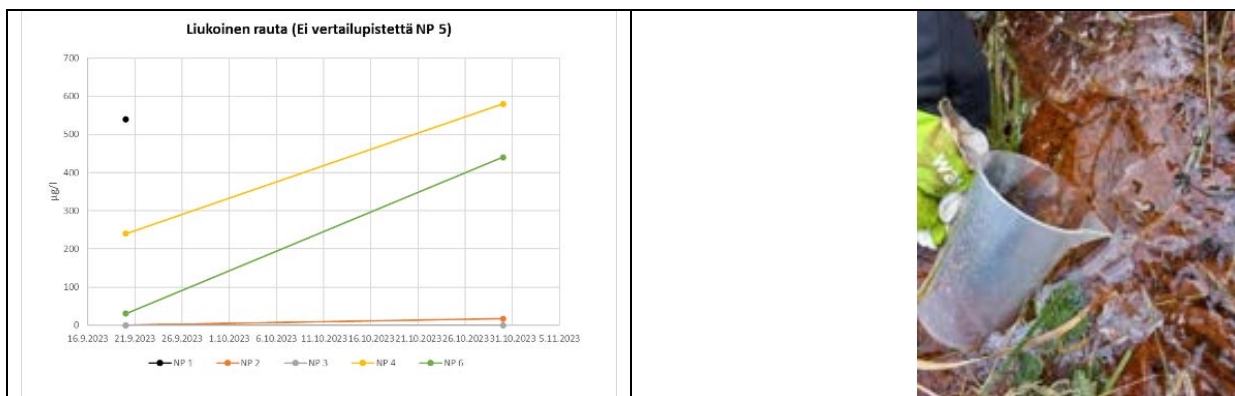
Kuva 30. Pohjois-Porin alueen vesinäytteiden kloridipitoisuudet. NP1=Viikinoja asemakaava-alueen yläpuoli. NP2=Hulevesikaivo ennen vesien tasausta. NP3=Hulevesiallas, johon johdetaan bentoniittirakenteen yläpuoliset ja alapuoliset vedet pumpattuna. NP4=Viikinoja ennen kosteikkaa. NP5=Sulfidisavialueella sijaitseva pelto-oja. NP6=Oja kosteikon jälkeen.

5.6 Liuenneet metallit

Metallien liukoisuustulokset on esitetty kuvaajissa kuvassa 31. Happamilla sulfaattimailta hapettumista tapahtuu nopeimmin lämpiminä kesäkuukausina, joiden jälkeen syssateet huuhtovat maaperästä happamuutta ja liuottavat mukaansa haitallisia aineita. Näytepisteissä 2, 3, 4 ja 6 sinkin ja nikkelin huuhtoutuminen oli runsasta lokakuun näytteissä. Näytepisteissä 2 ja 4 huuhtoutumista oli havaittavissa myös alkukesästä. Sinkki- ja nikkelpitoisuudet kasvoivat myös näytepisteessä 3, vaikka näytteen pH-arvo oli neutraali ja pH-arvon muutos 8,3→7,2.

Kobolttin ja mangaanin osalta liukoisuuden ja pitoisuuksien muutos oli vähäisempi, mutta nikkelin ja sinkin liukoisuuksia vastaava ilmiö on kuitenkin joissain määrin havaittavissa. Mangaanin osalta tulee huomioida vähäisempi analyysitulosten määrä. Alumiinin liukoisuuden kasvu havaitaan vain näytepisteissä 4 ja 6, joissa veden pH-arvot olivat <5,0. Raudan liukoisia pitoisuuksia tutkittiin vain syys-lokakuun vesinäytteistä, ja pitoisuudet kasvavat näytepisteissä 4-6.





Kuva 31. Pohjois-Porin alueen vesinäytteiden liukoiset nikkeli-, koboltti-, sinkki-, alumiini-, rauta ja mangaanipitoisuudet. NP1=Viikinoja asemakaava-alueen yläpuoli. NP2=Hulevesikaivo ennen vesien tasausta. NP3=Hulevesiallas, johon johdetaan bentoniittirakenteen yläpuoliset ja alapuoliset vedet pumpattuna. NP4=Viikinoja ennen kosteikkaa. NP5=Sulfidisavialueella sijaitseva pelto-oja. NP6=Oja kosteikon jälkeen. Oikealla valokuva ojasta 30.10.2023. Rautaa on sakannut myös pelto-ojan pohjalle.

5.7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Veden happamoitumistilan seurannassa alkaliteetin muutokset ilmenevät aikaisemmin kuin pH-arvon muutokset, mikä on nähtävissä pH-arvoa jyrkemmin laskevissa alkaliteetin kuvaajissa. Alkaliteettitulokset olivat keskimääräisesti näytepisteissä 2 ja 3 vertailuparametrinä käytetyn Helsingin kaupunkipurojen mediaanin 1,32 tasolla mmol/l. Muissa näytteissä tulokset olivat pääosin <0,5 mmol/l. pH-arvo oli Helsingin kaupunkipurojen mediaanitasolla 7,2 vain laskeutusaltaan näytteissä.

Pohjois-Porin vesinäytteissä havaittiin erityisesti sinkin ja nikkelin liukoisuutta, pitoisuuksien kasvu indikoi myös veden happamoitumista ja puskurikyvyn heikkenemistä. Liukoisen alumiinin ja raudan pitoisuus nousee selvästi vain <5,0 pH-arvon vesinäytteissä näytepisteissä 4-6. Alumiinin vertailuarvo 440 µg/l ylittyy näytepisteissä 1, 2, 4 ja 6. Pelto-ojassa näytepisteessä 5 havaittiin myös rautasakkaa ojan pohjalla näytteenoton yhteydessä lokakuun lopussa. Sulfaatin, nikkelin ja sinkin liukenemistä havaitaan myös pH-arvoiltaan neutraaleissa vesinäytteissä näytepisteissä 2 ja 3. Tutkimusten perusteella vähäisintä kuormitusta aiheuttaa hulevesialtaan vesi näytepisteessä 3. Sulfaattipitoisuudet ylittävät kaikissa näytteissä Helsingin kaupunkipurojen keskiarvon 53,5 mg/l, kun tutkitut pitoisuudet ovat välillä 200-1600 mg/l.

Pohjois-Porin alueella myös vertailunäytteissä (NP 1 ja NP 5), joihin ei ole kohdistunut viimeaikaisia rakennustoimia, todettiin happamia vesiä ja kohonneita metallipitoisuuksia. Näytepisteessä 1 seurattujen parametrien muutokset poikkesivat muista näytteistä, mutta tarkastelussa tulee huomioida seurannan viimeisen näytteen puuttuminen ja tarkkailun rajallinen pituus.

Seurannan perusteella ei voida arvioida sulamisvesien vaikutusta veden laatuun, koska ensimmäinen näytteenottokierros on tehty vasta huhtikuun loppupuolella. Muutokset pH-arvossa ja syyssateiden huuhtova vaikutus näkyivät metallien ja sulfaatin liukoisuuden lisääntymisenä näytepisteessä 1 lukuun ottamatta kaikissa vesinäytteissä. Tilanne vastaa hyvin myös Malminkentän tutkimustuloksia.

Tutkimuksen perusteella kosteikosta poistuvan veden pH-arvo nousee syyskuussa samanaikaisesti, kun vettä sataa runsaammin. Sateella on todennäköisesti hetkellisesti laimentava vaikutus kosteikon veteen. Kosteikon pH-arvoon voi vaikuttaa myös altaan humus ja humushapot. Kosteikon vaikutus tulevan veden pH-arvon säätymiseen vaikuttaa olevan vähäinen. Hetkittäin kosteikosta ulos johtuva vesi on happamampaa kuin sinne saapuva. Myös kosteikosta

poistuvan veden haitallisten aineiden pitoisuudet vaihtelevat tulevan veden pitoisuuksiin verrattuna. Joulukuussa 2023 tehdyn sedimenttitutkimusten perusteella kosteikon pohjan korkea rikkipitoisuus ja pH-arvon vaihtelu voivat vaikuttaa kosteikosta poistuvan veden happamuuteen. Kosteikkoa ollaan kunnostamassa.

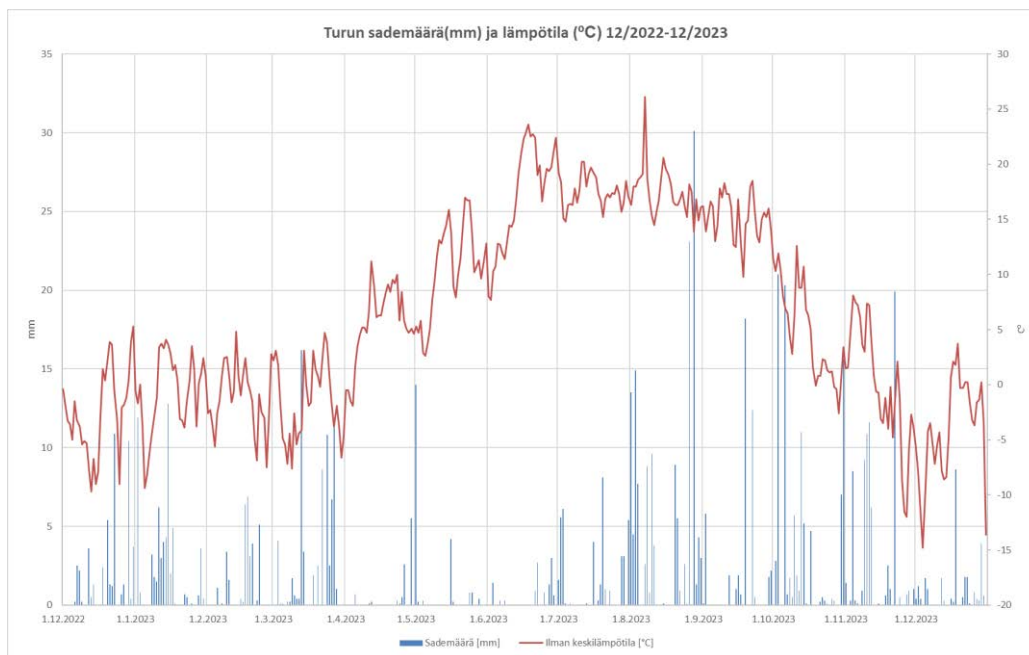
Asemakaava-alueella tehtävät maanmuokkaustyöt tai muut hulevesien laatuun vaikuttavat toimenpiteet voivat erityisesti kuivempina kausina aiheuttaa veden laadun hetkellisiä muutoksia. Pitkäaikaisseuranta antaisi todellisen kuvan veden ominaisuuksista ja niiden muuttumisesta eri vuodenaikoina ja vaihtelevissa sääoloissa. Kuivan kauden aikana maaperää edelleen kuivattavat rakennustoimet voivat lisätä happamuuden ja metallien huuhtoutumista syysateiden aikaan. Hapettumisen eteneminen vie olosuhteista ja rikkipitoisuudesta riippuen aikaa, joten vaikutukset voidaan havaita jopa vuosien viiveellä. Rakentamistoimien vaikutuksia voi olla vaikea erottaa alueen kuivatusolosuhteiden pitkäaikaisista muutoksista. Porin alueen on todettu olevan laajalti happamien sulfaattimaiden aluetta.

6. TARKKAILUN TULOKSET TURKU, LAUTTARANTA

Tarkkailupisteet on esitetty kappaleessa 2.3. Seurannan aikana 12/2022-12/2023 laskeutusaltaan tarkkailukaivosta saatiin vain vähän vesinäytteitä ja huomattavasti suunniteltua harvemmin. Läjitysalueen ulkopuolisten ojien seurantapistee S1 ja S3 olivat seurannan ajan kuivia, joten raportissa ei esitetä tutkimustuloksia näistä pisteistä. Laskeutusaltaan vedestä otettiin vesinäytteet 1/2023, 4/2023, 8/2023, 9/2023 ja 11/2023, kesällä näytteenottoaivo oli kuiva.

6.1 Turun sademäärä ja päiväkohtainen keskilämpötila

Sademääriä ja lämpötilaa seurattiin Ilmatieteen laitoksen palvelun avulla. Tarkkailuasema sijaisi noin neljän kilometrin päässä Lauttarannasta. Sademäärät ovat olleet runsaita vielä tammi-helmikuun aikana ja seurannan aikana kovimmat pakkaset sijoittuivat joulukuuhun. Huhti-heinäkuun aikana sademäärät ovat olleet vähäisiä ja elokuusta alkaen on ollut runsaita sateita. Sademäärä ja keskilämpötila on esitetty kuvassa 32.

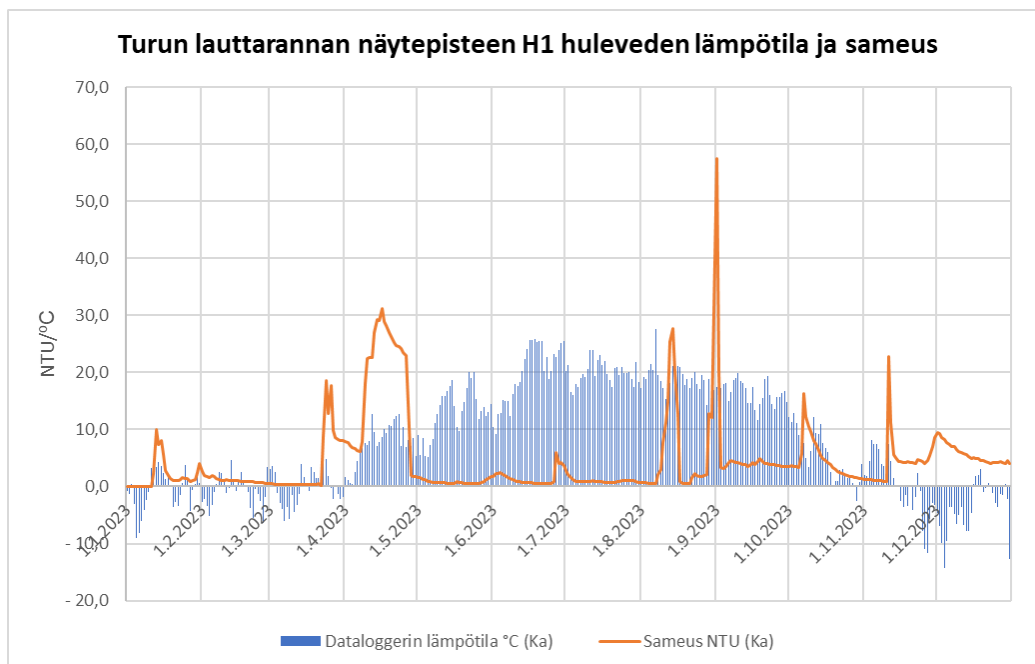


Kuva 32. Turun Artukaisen mittausaseman päiväkohtainen keskimääräinen sademäärä ja lämpötila (Ilmatieteen laitos).

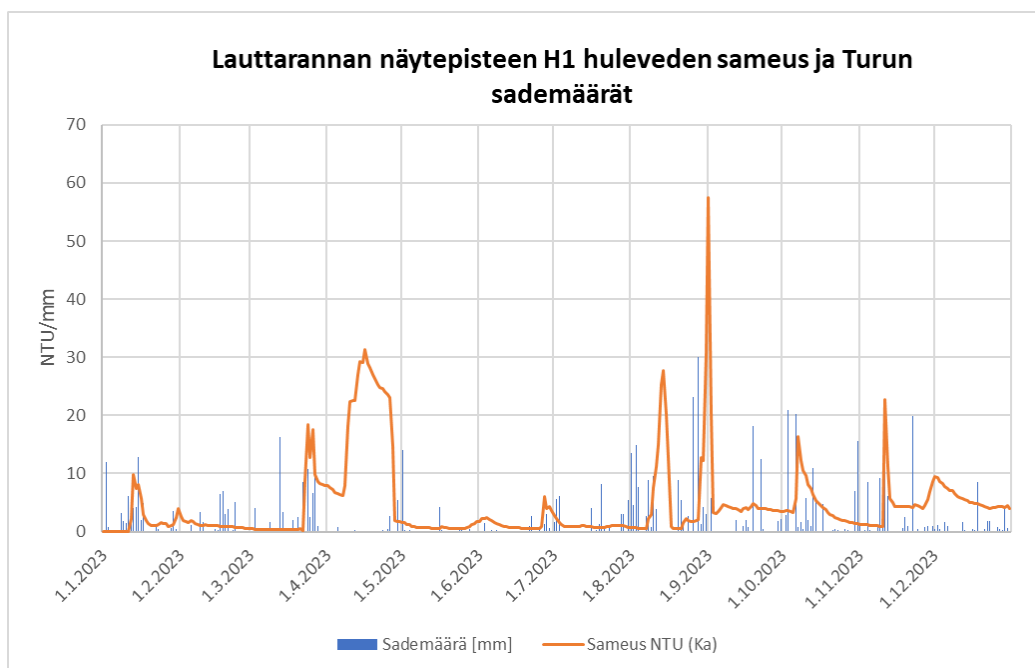
6.2 Jatkuvatoimisen pH- ja sameusmittarin tutkimustulokset

Jatkuvatoimisella pH- ja sameusmittarilla tarkkailtiin laskeutusaltaassa käsitellyn veden laatua. Mittari oli sijoitettu näytepisteeseen H1 tarkkailukaivoon. Lauttarannan alueen ympäristöluvassa on annettu määräys, jonka mukaan kiintoaineksen mereen johdettavan huleveden sameusarvo saa olla enintään 200 NTU tai 200 FTU seitsemän vuorokauden liukuvana keskiarvona. Yksittäisessä mittauksessa sameusarvo saa olla enintään 400 NTU tai 400 FTU. Sameudella ja kiintoaineella on yleensä selkeä yhteys, vaikka sameuden yksikkö NTU ei vastaa suoraan kiintoaineksen yksikköä mg/l. Kuvassa 33 on esitetty sameusmittarin tuloksia päiväkohtaisena keskiarvona. Veden määrä kaivossa oli seurannan aikana erittäin vähäinen. Suurin mitattu vesisyvyys kaivossa oli tammikuussa 1,0 m, jonka jälkeen kaivo on kuivunut kesän aikana. Syysateiden vaikutuksesta kaivoon saatu vesimäärä oli edelleen vähäinen, mitattu veden korkeus kaivossa marraskuussa oli noin 3 cm. Sameusmittarin tulokset olivat muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta pääosin tasoa <10 NTU.

Verrattaessa sameusmittarin lukemia sademäärään kuvassa 34 havaitaan seurantajakson runsaimpien sateiden aikaan myös hetkellisesti korkeampi sameustulos noin 58 NTU. Syksyn aikana sateet jatkuvat, mutta sameus mittauksen tulokset ovat korkeimmillaankin <30 NTU ja pääsääntöisesti <10 NTU.

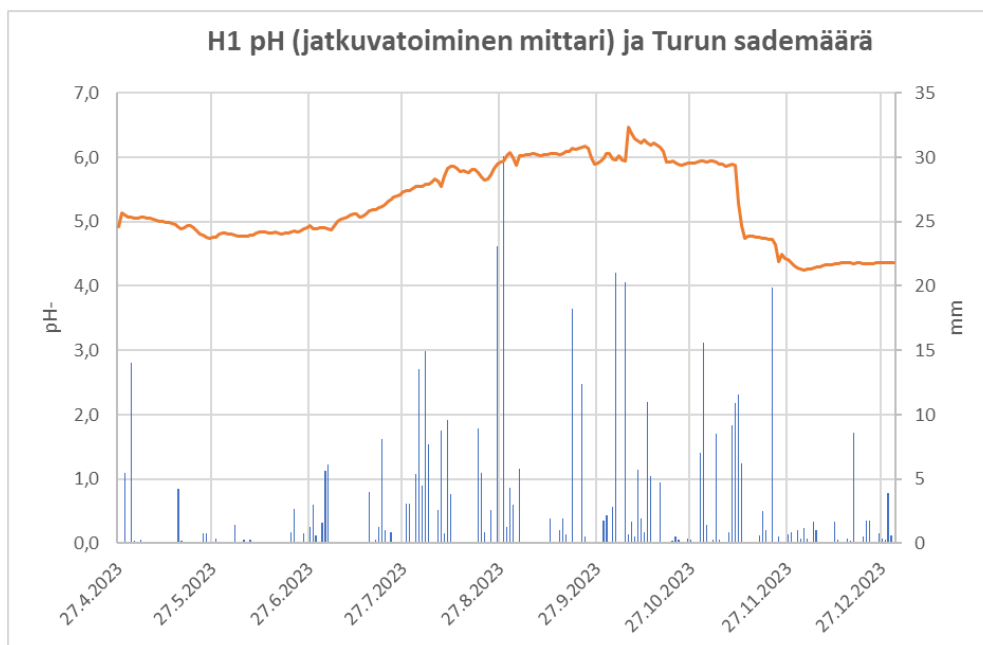


Kuva 33. Lauttarannan jatkuvatoimisen sameusmittarin tulokset ja veden lämpötila.



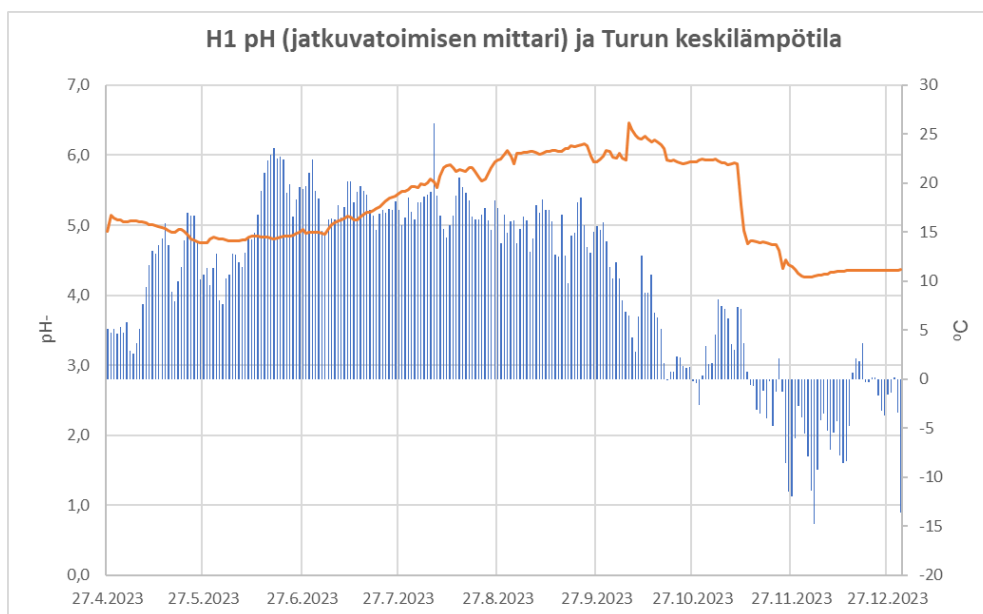
Kuva 34. Lauttarannan jatkuvatoimisien sameusmittarin tulokset ja Turun Sademäärä (Ilmatieteen laitos).

Sameuden lisäksi tarkkailukaivosta mitattiin jatkuvatoimisesti pH-arvoa huhtikuun loppupuolelta lähtien. Tulosten perusteella veden pH-arvo on ollut tammi-kesäkuussa hapan noin tasoa 5,0. Kuivan kesän aikana, kun kaivon ei ole suotautunut vettä, pH-arvo on noussut tasolle 6,0. Tulokset on esitetetty kuvassa 35.



Kuva 35. Lauttarannan jatkuvatoimisen pH-mittarin tulokset ja Turun sademäärä (Ilmatieteenlaitos).

Veden pH-arvo laskee noin tasolle 4,3 samanaikaisesti, kun ilman keskilämpötila laskee marraskuun loppupuolella. Lämpötilan ja pH-arvon seuranta tulokset on esitetty kuvassa 36. Myös dataloggerin ilmoittama lämpötila laskee pakkasen puolelle. Matalan pH-arvon aiheuttaa todennäköisimmin kylmyyden vaikutus mittariin eikä veden happamoituminen. Pakkasessa pH-mittarin virheiden todennäköisyys kasvaa.



Kuva 36. Lauttarannan jatkuvatoimisen pH-mittarin tulokset ja Turun keskilämpötila (Ilmatieteenlaitos).

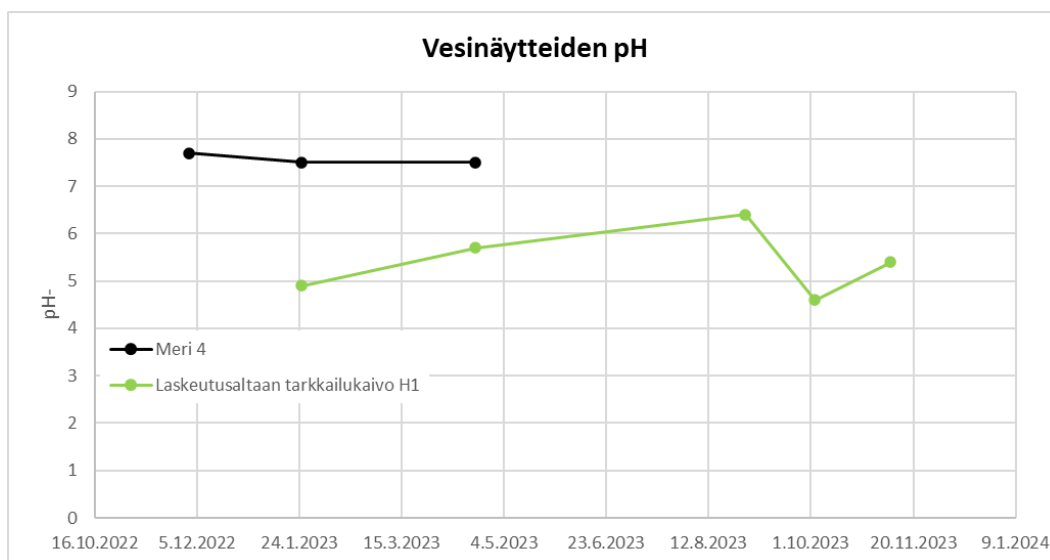
Jatkuvatoimisen mittarin luotettavuutta voidaan arvioida vertailemalla mittarin tuloksia laboratorioanalyysiin. Vertailussa tulee kuitenkin huomioida, että mittarin tulos on päiväkohtainen keskiarvo ja laboratorioanalyysi kuvaa hetkellistä tilannetta. Mittaria on huollettava säännöllisesti pesemällä. Kaivossa oli seurannan aikana pääosin todella vähän vettä ja osa mittarin tuloksista kuvaa kaivossa seissyttä vettä. Näytteitä on puolestaan otettu näytteenottokaivon sijasta laskeutusaltaasta, kun kaivon vesimäärä on ollut niukka. Luotettavuuden arvioimiseksi tuloksia tulee vertailla huomattavasti suuremmasta otannasta.

Taulukko 2. Jatkuvatoimisen mittarin päiväkohtaisia keskiarvotuloksia vertailluna laboratorioanalyysiin. pH-mittari asennettiin näytteenottokaivoon huhtikuun lopussa 2023.

PVM	Sameus (NTU) (mittari)	Sameus (NTU) (laboratorio)	Sameus-erotus	Kiintoaine (mg/l) (laboratorio)	pH (mittari)	pH (laboratorio)	pH-erotus
25.1.2023	0,1	3,9	3,8	4,4	--	4,9	
20.4.2023	26,3	35	8,7	150	--	5,7	
29.8.2023					6,0	6,4	0,4
3.10.2023					6,0	4,6	1,4
9.11.2023					5,9	5,4	0,5

6.3 pH ja alkaliteetti

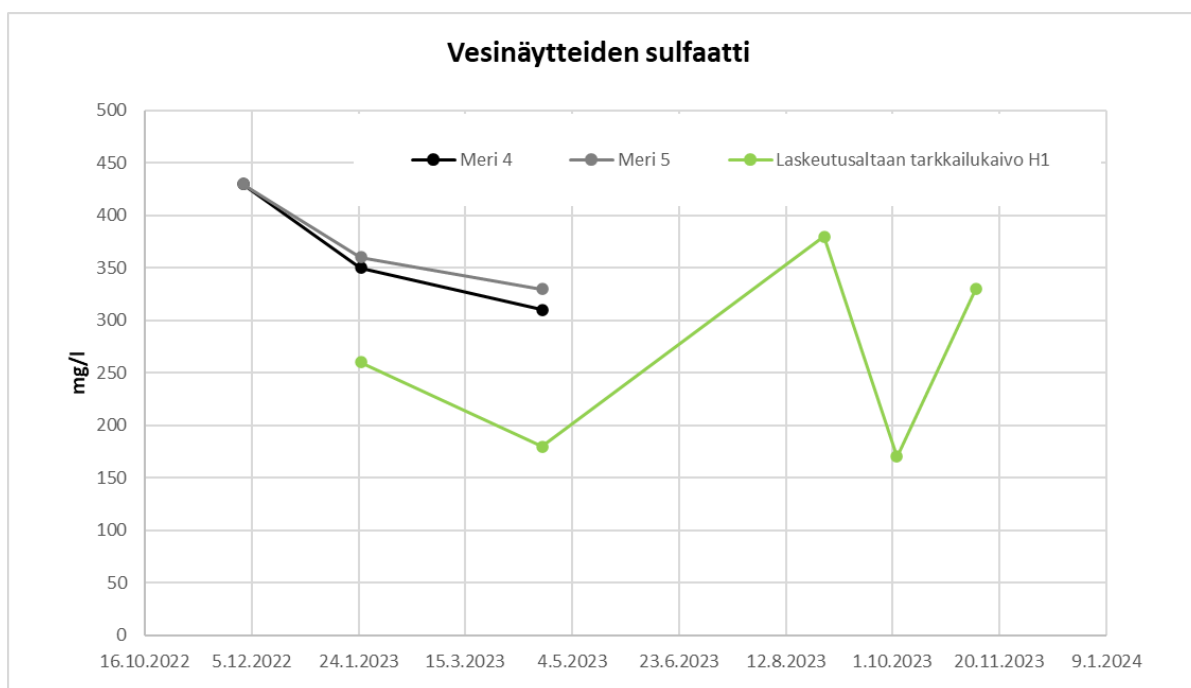
Laskeutusaltaasta otetuista viidestä näytteestä määritetyt pH-arvot vaihtelivat välillä 4,6-6,4. Alkaliteetti määritettiin tarkkailukaivon vesinäytteistä elokuussa, lokakuussa ja marraskuussa. Tulosten perusteella elokuussa veden puskurikyky oli 0,89 mmol/l ja veden puskurikyky laski syksyn aikana heikoksi (alkaliteetti <0,04 mmol/l). Seurannassa määritetyt pH-arvot on esitetty kuvassa 37.



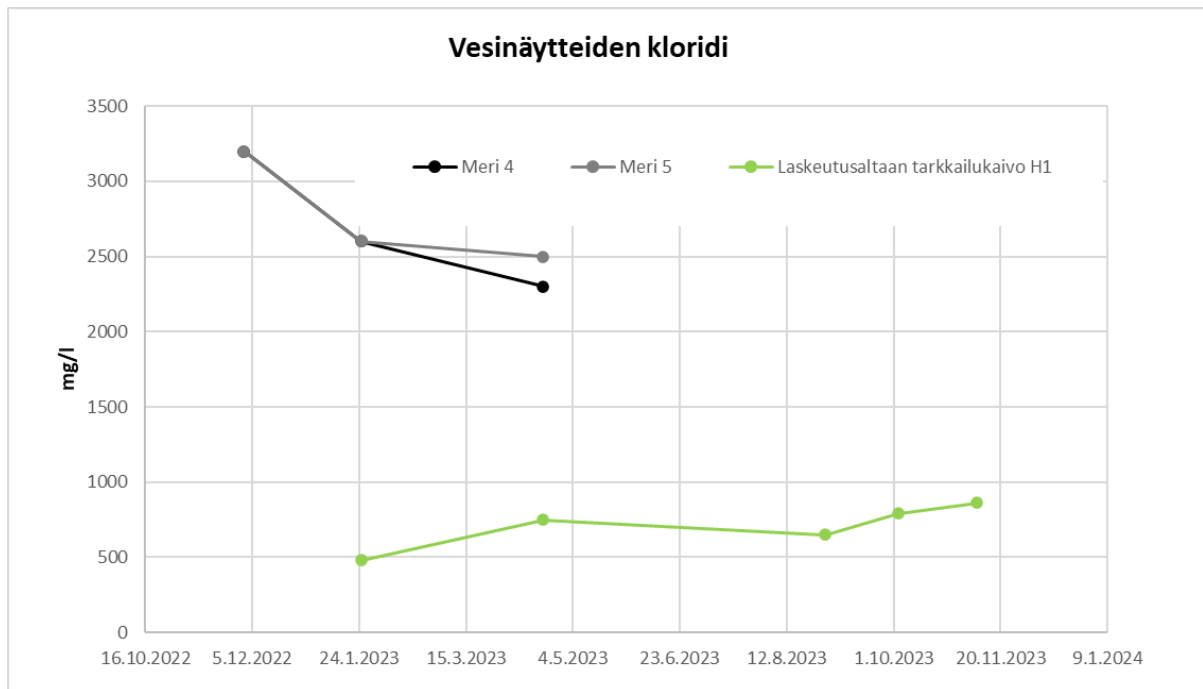
Kuva 37. Turun Lauttarannan laskeutusaltaan ja meriveden pH-arvot.

6.4 Sulfaatti ja kloridi

Meriympäristö sisältää luontaisesti sulfaattia ja kloridia, jotka ovat havaittavissa merestä otettujen vertailunäytteiden (M4 ja M5) pitoisuuksissa. Happamista sulfaattimaista liukenevan sulfaatin vaikutus on kuitenkin nähtävissä laskeutusaltaan näytteessä, jonka sulfaattipitoisuudessa havaitaan syysateiden aiheuttamaa huuhtoutumaa pienestä vesimäärästä huolimatta. Kloridipitoisuus tarkkailukaivossa kasvaa hiukan marraskuun näytteessä. Sulfaatin ja kloridin tutkimustulokset on esitetty kuvissa 38 ja 39.



Kuva 38. Lauttarannan vesiseurannan sulfaattipitoisuudet.

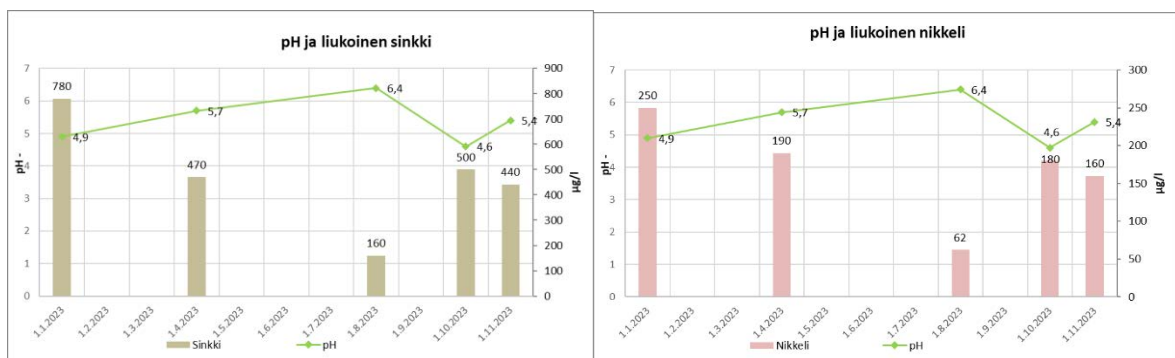


Kuva 39. Lauttarannan vesiseurannan kloridipitoisuudet.

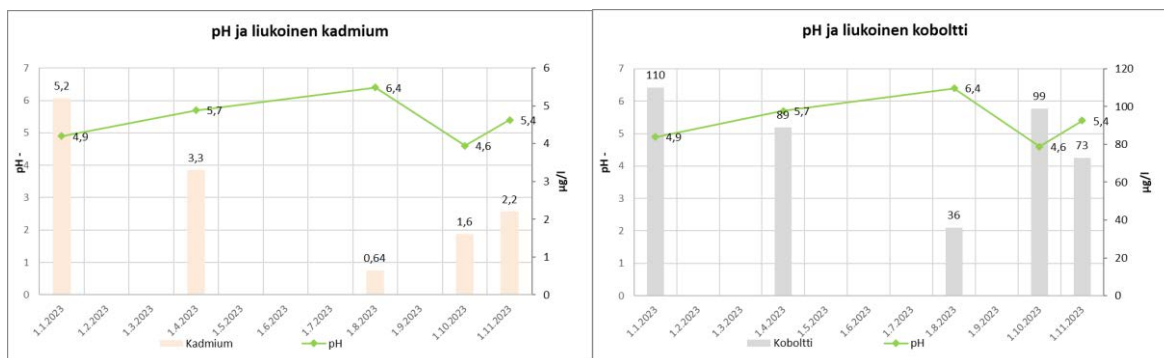
6.5 Liuenneet metallit

Happamien sulfaattimaiden suotovesille tyypillisiä liukoisten metallien pitoisuuksia havaittiin laskeutusaltaasta poistuvassa vedessä. Tutkimustulokset on esitetty kuvissa 40 ja 41. Suurimpina pitoisuuksina veteen liukeni nikkeliä ja sinkkiä, jonka lisäksi todettiin alumiinin ja mangaanin korkeita liukoisia pitoisuuksia. Mangaanin liukoinen pitoisuus analysoitiin vain marraskuussa ja tulos oli 3300 µg/l.

Nikkelin ja sinkin liukoiset pitoisuudet olivat korkeimmillaan tammikuun näytteissä. Syksyn näytteissä liukoinen pitoisuus laskee hieman pH-arvon nousun myötä. Koboltin liukoinen pitoisuus kasvoi pH-arvon muuttuessa happamammaksi, jonka lisäksi havaittiin kadmiumin liukoisuutta. Tulokset on esitetty kuvissa 42 ja 43.

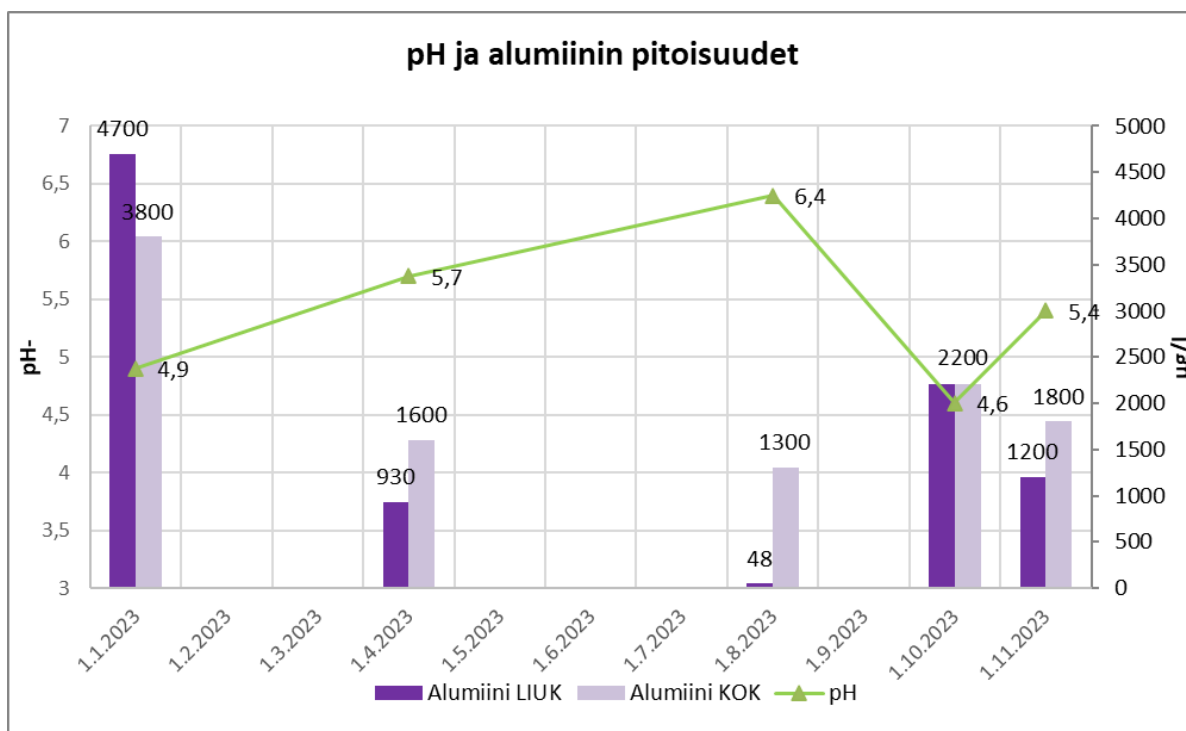


Kuva 40. Lauttarannan vesinäytteiden liukoisen sinkin ja nikkelin pitoisuudet.



Kuva 41. Laskeutusaltaan kadmiumin ja nikkeli liukoiset pitoisuudet.

Alumiinin suuri liukoinen pitoisuus indikoi tyypillisesti hapanta pH-arvoa. Liukoista alumiinia havaitaan laskeutusaltaan näytteissä eniten tammikuussa. Alumiinin pitoisuudet ja altaan pH-arvot on esitetty kuvassa 42. Alumiini on happamassa vedessä pääosin liukoisessa muodossaan.



Kuva 42. Turun Lauttarannan vesinäytteiden alumiinin pitoisuudet.

6.6 Ruoppausmassan hapettuminen

Ruoppausmassan hapettumista seurattiin kahdesta näytepisteestä läjityskannoista 1 ja 3. Kennojen sisältämät massat on ruopattu eri kohteista. Näytepisteet on esitetty karttakuvassa kappaleessa 2.3. Ruoppausmassasta otettiin näytteet neljä kertaa: 7/2023, 8/2023, 10/2023 ja 11/2023. Näytteistä kirjattiin maastossa silmämääräiset havainnot ja mitattiin maasto-pH, jonka tulokset on esitetty taulukossa 4. Tulosten perusteella silmämääräisesti havaittu kuiva ja pH-arvon perusteella hapettunut kerros on ulottunut syvimmillään 0,3 m.

Kaikista näytteistä analysoitiin laboratoriossa pH, redox-potentiaali, sähkönjohtavuus, sekä rikki- ja kuiva-ainepitoisuus. Seurantatulokset on esitetty taulukossa 4. Kuiva-aine- ja

vesipitoisuustulosten perusteella läjitysaldien pinta on kuivunut, kuivumisen ansiosta massa pääsee myös hapettumaan, mikä on nähtävissä pintanäytteiden matalammista pH-arvoista ja korkeammista redox -tuloksista. Rikkipitoisuuksien osalta tulokset ovat pienempiä kennossa 1 kuin kennossa 3, tulokset vaihtelevat myös näytteenottokertojen välillä. Vaihtelevuutta aiheuttaa massan sekoittuminen läjityksen aikana. Happamilla sulfaattimaidella maa-aineksen korkean sähkönjohtavuuden voi aiheuttaa hapettumisreaktiossa muodostuva sulfaatti. Sulfaatin lisäksi ruoppausmassan sisältämä kloridi vaikuttaa sähkönjohtavuuteen. Sähkönjohtavuus on pääsääntöisesti hieman korkeampi pintanäytteissä kuin syvemältä otetuissa näytteissä.

Taulukko 4 Lauttarannan ruoppausmassanäytteiden maastomittaus- ja laboratorioanalyysitulokset.

Näytepiste	Syvyys (m)	PVM	Kuiva-aine (%)	Vesipitoisuus (%)	Kokonaisrikki (mg/kg)	Sähkönjohtavuus (mS/m)	Redox (mV)	Maasto-pH	laboratorio-pH
A (Läjityskenno 1)	0 - 0,1	5.7.2023	63 %	59 %	1 200	180	270	5,8	6,1
	0,1 - 0,3		54 %	85 %	2 300	140	220	7,2	7,3
	0,3 - 0,5		51 %	96 %	2 700	130	210	7,1	7,8
	0 - 0,1	29.8.2023	75 %	33 %	3 000	110	210	6,8	4,9
	0,1 - 0,3		58 %	72 %	1 600	120	150	5,7	6,9
	0,3 - 0,5		55 %	82 %	<500	120	97	7,2	7,8
	0 - 0,1	3.10.2023	69 %	45 %	1 800	170	370	4,5	5,9
	0,1 - 0,3		64 %	56 %	2 100	150	240	7,3	7
	0,3 - 0,5		53 %	89 %	1 900	160	220	7,4	7,6
	0 - 0,1	9.11.2023	60 %	67 %	2 100	81	280	5,6	5,6
	0,1 - 0,3		55 %	82 %	2 300	72	250	7,0	7,5
	0,3 - 0,5		51 %	96 %	3 900	85	260	7,3	7,2
B (Läjityskenno 3)	0 - 0,1	5.7.2023	64 %	56 %	3 000	170	320	3,6	5,1
	0,1 - 0,3		50 %	100 %	3 400	120	190	7,5	7,9
	0,3 - 0,5		49 %	104 %	4 200	130	220	7,3	8,1
	0 - 0,1	29.8.2023	71 %	41 %	6 000	250	250	5,7	4
	0,1 - 0,3		57 %	75 %	4 300	240	240	4,6	5
	0,3 - 0,5		57 %	75 %	4 000	110	220	5,9	6,5
	0 - 0,1	3.10.2023	47 %	113 %	5 300	230	250	5,8	5,9
	0,1 - 0,3		42 %	138 %	7 100	220	220	7,6	7,3
	0,3 - 0,5		39 %	156 %	7 500	200	230	7,8	7,7
	0 - 0,1	9.11.2023	44 %	127 %	4 800	96	280	6,1	5
	0,1 - 0,3		39 %	156 %	7 500	78	250	7,7	7,4
	0,3 - 0,5		41 %	144 %	7 100	80	260	7,7	7,3

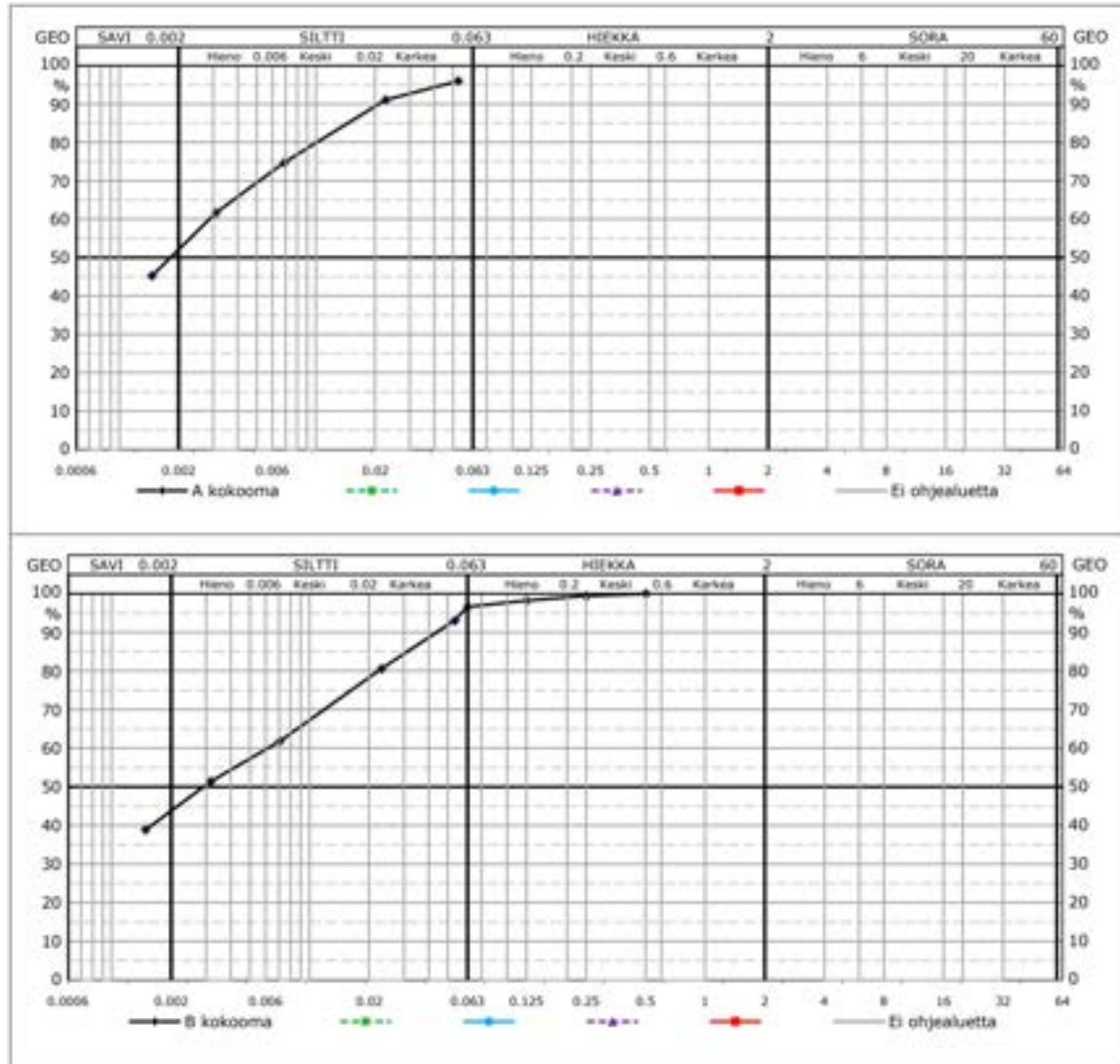
Viimeisellä näytteenottokerralla analysoitiin myös ruoppausmassan luokitteluoimaisuuksia, tarkempia alkuainepitoisuuksia, sekä hapontuottopotentialiaali eri syvyyksillä. Tulokset on koottu taulukkoihin 5 ja 6. Kuvassa 43 esitettyjen rakeisuuskäyrien perusteella kennossa 1 massa on lihavaa savea ja kennossa 3 laihaa savea tai liejuista savea (humuspitoisuutta ei ole määritetty).

Ruoppausmassan kemiallisia ominaisuuksia tutkittiin kerroksittain otetuista maanäytteistä. pH-muutoksen aiheuttamaa huuhtoutumista on havaittavissa erityisesti alumiinin ja vaihtelevasti myös rikkipitoisuuden osalta, koska pintanäytteissä pitoisuudet ovat pienempiä kuin pH-arvoltaan neutraalissa massassa. Kaikki alumiinipitoisuudet ovat pienempiä kuin toukokuussa määritetyt alumiinin kokonaispitoisuudet. Aldien pinnasta otetun kokoomanäytteen alumiinipitoisuus on samalla tasolla kuin syvemältä altaasta otetussa näytteessä.

Läjityskennojen hapontuottopotentialiaali hapettuneessa pintamaassa on kohtalainen (>20 mmol H⁺/kg), joskin läjityskennossa 3 pintamaan hapontuottopotentialiaali on kuitenkin selkeästi suurempi kuin läjityskennossa 1. Kaikkien näytteiden arseenipitoisuus ylittää VNa 214/2007 mukaisen kynnyksarvon ja koboltin osalta pitoisuudet ovat lähellä kynnyksarvotasoa (20 mg/kg) tai hieman yli. Turun seudulla arseenin taustapitoisuus on 12,9 mg/kg.

Taulukko 5 Lauttarannan ruoppausmassan kokoomänäytteiden ominaisuuksia.

Näytepiste	Syvyys (m)	PVM	Irtotiheys (kg/m ³)	Vesipitoisuus (%)	Hehkutushäviö (%)	Savi-pitoisuus (%)	pH	Alkuaineiden pitoisuudet (mg/kg) ka	
								Cl	SO ₄
A	Kokooma 0-0,5	9.11.2023	1,5	77	4,7	50,7	6,6	2 500	2 200
B	Kokooma 0-0,5	9.11.2023	1,3	140	7,3	42,7			



Kuva 43. Lauttarannan ruoppausmassan rakeisuudet läjityskennoissa 1 (näyte A) ja 3 (näyte B).

Taulukko 6 Lauttarannan ruoppausmassan kemialliset ominaisuudet. Harmaalla VNa 214/2007 kynnysarvon ylittävät pitoisuudet. Läjityskennosta A otetut näytteet ovat hapettuneet laboratoriossa ennen hapontuottopotentiaalin määrittystä.

Näyte-piste	Syvyys (m)	PVM	Alkuaineiden pitoisuudet (mg/kg) ka														pH	Hapontuotto-potentiaali (mmol H ⁺ /kg)	
			Sb	As	Hg	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V	Al	Fe	Mn			S
Kokooma-läjitys-kennot 1-3	0 - 0,2	9.5.2023	<0,5	7,3	<0,1	0,2	19	85	46	19	47	150	84	37 000	55 000	600	2 900	6	
Läjitys-kenno 1	0,2 - 2,0	9.5.2023	<0,5	7,4	<0,1	0,2	19	81	42	18	46	130	82	36 000	53 000	590	1 400	7,8	
Läjitys-kenno 3	0,2 - 2,0	9.5.2023	<0,5	7,3	<0,1	0,2	19	86	45	19	46	160	88	40 000	54 000	560	3 800	7,7	
A (Läjitys-kenno 1)	0 - 0,1	9.11.2023	<0,5	6,8	0,018	0,19	17	56	34	16	39	120	54	22 000	38 000	390	2 100	5,6	26
	0,1 - 0,3		<0,5	7,4	0,018	0,21	23	53	32	17	47	97	51	28 000	34 000	360	2 300	7,5	7,5
	0,3 - 0,5		<0,5	8,2	0,017	0,19	21	56	33	17	44	100	55	27 000	36 000	450	3 900	7,2	2,5
B (Läjitys-kenno 3)	0 - 0,1	9.11.2023	<0,5	7,2	0,048	0,31	16	61	41	20	38	160	60	24 000	41 000	390	4 800	5	50
	0,1 - 0,3		<0,5	8,5	0,059	0,27	18	64	40	22	43	160	65	31 000	40 000	350	7 500	7,4	<0,5
	0,3 - 0,5		<0,5	7,9	0,055	0,27	17	60	39	21	41	150	60	29 000	39 000	340	7 100	7,3	<0,5

6.7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Läjitetty ruoppausmassa on savea, jolloin veden suotautuminen tiiviin massan läpi on erittäin hidasta, ja suotovesiä ei ole ensimmäisen tarkkailuvuoden aikana juurikaan muodostunut. Osittain tämä johtui vähäisistä sateista ja osin haihtumisesta. Läjitetty ruoppausmassa pidatti hyvin vettä, eikä ruoppauksessa siirtynyt altaisiin lisävettä merkittäviä määriä. Läjitysaltaista marraskuussa 2023 otettujen kuvien ja tehtyjen noin 0,5 m syvien koekuoppien perusteella altaiden pintaosa on kuivunut kesän aikana, ja suotovettä havaittiin hapettuneen kuivakuoren ja tiiviin savikerroksen välissä. Kuvassa 44 nähdään kuivumisrakoilua läjityskennon pinnasta.

Läjityskentöjen tarkemmissa tutkimuksissa todettiin myös läjitysalueen luonnollisen pintamaan olevan paikoitellen voimakkaasti hapettunutta (pH<4,0), jonka lisäksi maa-aineksen rikkipitoisuus on korkeahko. Syksyllä 2023 otettujen ilmakuvien perusteella laskeutusaltaalle johtava oja oli edelleen kuiva, jolloin laskeutusaltaan happaman veden aiheuttaa todennäköisesti alueen luonnollinen hapettunut pintamaa laskeutusaltaan ympäristössä. Laskeutusaltaaseen kulkeutunut vesi ei siis olisi peräisin läjitetystä ruoppausmassasta. Näin ollen seurannan perusteella ei voida arvioida kalkkikivineutraloinnin toimivuutta. Laskeutusallas ja kalkkikivipadot näkyvät kuvassa 45.



Kuva 44. Ruoppausmassan läjityskenno 1 16.11.2023 (Toni Metsänkylä, Ramboll).



Kuva 45. Ilmakuva laskeutusaltaasta 10/2023.

Sulfaatin ja kloridin pitoisuudet ovat meriympäristössä luontaisesti suuria, ja kloridin osalta kuormituksen vastaanottavan meriveden pitoisuudet olivat huomattavasti suurempia kuin seurannan aikana tutkittujen hulevesialtaan vesinäytteiden kloridipitoisuudet. Kloridin osalta hapettumisen aiheuttamaa huuhtoumaa ei havaita. Sulfaatin osalta huuhtoumista havaittiin marraskuun vesinäytteessä, vaikka vesimäärä oli huomattavan pieni.

Alkuaineiden liukoisten pitoisuuksien perusteella voidaan tutkia maa-aineksen hapettumisen aiheuttamaa vesistökuormitusta. Laskeutusaltaan vesinäytteissä suurimmat raskasmetallien liukoiset pitoisuudet olivat sinkillä ja nikkelillä, joiden lisäksi alumiinin ja mangaanin pitoisuudet olivat korkeita. Laskeutusaltaan vesi oli koko seurannan ajan hapanta, joten tulosten perusteella ei voida arvioida parametreja, jotka voisi ennakoida veden puskurikyvyn heikkenemistä tai pH-tason muutoksia. Vesimäärä altaassa oli koko seurannan ajan huomattavan pieni ja virtaamat vähäisiä, jolloin veden aiheuttama kuormitus ympäristöön jää erittäin vähäiseksi.

Laskeutusaltaasta poistuvan veden laatua mitattiin myös jatkuvatoimisella mittarilla. Jatkuvatoimisen sameusmittauksen ja sen perusteella arvioitavan kiintoaineksen määrän yhteyttä tulee selvittää tulevaisuudessa tarkemmin useamman näytteen perusteella. Sameustulokset olivat koko seurannan ajan selvästi ympäristöluvan mukaista raja-arvoja pienempiä. Laskeutusaltaan rakentamisesta oli seurannan alkaessa kulunut noin puolivuotta. Suurimmat metallipitoisuudet on havaittu pääosin tammikuun näytteessä, jolloin on todennäköistä, että tuoreen laskeutusaltaan pinnoilta tapahtuva huuhtoutuminen vaikuttaa tuloksiin.

Laskeutusaltaan tuloksien vertailu Helsingin purovesien laatuun ja Valtioneuvoston asetukseen vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (VNa 1022/2006) on esitetty taulukossa 5. Vesi oli alkaliteetin ja pH-arvon perusteella selvästi Helsingin puroja happamampaa. Altaan sulfaatti ja kloridipitoisuudet olivat myös huomattavasti korkeampia kuin Helsingin purojen, mikä vaikuttaa myös korkeaan sähkönjohtavuuteen. VNa 1022/2006 asetuksen mukaiset nikkelin ja kadmiumin sallitut enimmäispitoisuudet ylittyivät tutkituissa näytteissä. Huomionarvoista on, että Lauttarannan vesinäytteet edustavat varsin vähäistä vesimäärää, joten vertailua edellä mainittuihin raja-arvoihin voidaan pitää vain suuntaa antavina.

Taulukko 5. Kooste Lauttarannan hulevesituloksista ja vertailuarvot

Parametri	Vesinäytteiden KA.	Sallittu enimmäispitoisuus (VNa 1022/2006)	Purovedet, Helsinki 2004 KA	Erotus
Al (µg/l)	2257			
Cd (µg/l)	3,1	1,5		1,6
Co (µg/l)	92,8			
Mn (µg/l)	2833			
Ni (µg/l)	195	34		161
Zn (µg/l)	548			
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	235		53,5	181,5
Cl ⁻ (mg/l)	720		48	678
Alkaliteetti	<0,03		1,32	1,29
pH	5,15		7,2	2,05
Sähkönjohtavuus (mS/m)	275		39,8	235,2
Kiintoaine (mg/l)	77,3		14,2	63,2

Ruoppausmassan hapettumista voi seurata kerroksittaisilla pH-mittauksilla. Noin 11-18 kuukautta läjittämisen jälkeen happamuutta havaittiin syvimmillään 0,3 m syvyydellä, ja hapontuottopotentiaali oli ylimmässä 10 cm kerroksessa kohtalainen molemmissa tutkituissa läjityskennoissa. Läjityskenttien 1 ja 3 rikkipitoisuus vaihtelee, mikä voi vaikuttaa hapettuneen massan pH-arvoon sekä hapontuottopotentiaaliin.

Pintamaa on ollut kuivimmillaan elokuussa, ja lokakuussa syysateiden vaikutuksesta vesipitoisuus pintaosan massassa kasvaa. Savimineraalien ja orgaanisen aineksen tiedetään puskuroivan jonkin verran happamuutta. Kennossa 1 puskurikyky happamoitumista vastaan on savimineraalien määrän perusteella parempi, mutta toisaalta kennossa 3 orgaanista ainesta on hehikutustuloksen perusteella enemmän. Erityisesti alumiinin huuhtoutumista pintaosasta seuraavaan kerrokseen havaitaan näytteiden kemiallisten tutkimusten perusteella. Haitallisista metalleista ruoppausmassan arseenin ja kobolttin pitoisuudet ylittävät kynnsarvot.

LÄHTEET

Suomen ympäristökeskus, 2023. Haitalliset aineet pintavesissä. Viitattu 16.1.2024. Saatavissa:

<https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/0c5c1e8d-9d7a-42b6-a13d-4d4b622e0cb8/content>

Suomen ympäristö, 2012. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa. Viitattu 16.1.2024. Saatavissa: [14/2012 Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa \(helsinki.fi\)](https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/14/2012_Happamien_sulfaattimaiden_aiheuttamat_vesistovaikutukset_ja_kalakuolemat_Suomessa_(helsinki.fi))

Tarvanen, V., Ruth, O., Tikkanen, M., 2006, Kaupunkipurot Helsingissä- veden laatu vuonna 2004. Pro gradu, Helsingin Yliopisto, Maantieteen laitos.

LIITE 1

MALMINKENTTÄ, VESINÄYTTEIDEN ANALYYSITODISTUKSET

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

SGS Refno KE22-07470 R0
Raportointi pvm 05.12.2022
Saapumis pvm 23.11.2022
Aloitus pvm 23.11.2022
Valmistumis pvm 02.12.2022

Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman**
Näytteiden lkm 5

KOMMENTIT

1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi ja huokosilmaseuranta

ALLEKIRJOITUKSET



Mia Karjalainen
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, 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.

Analyysi	Yksikkö	DL	Näyttenumero	KE22-07470.001	KE22-07470.002	KE22-07470.003	KE22-07470.004	KE22-07470.005
			Näytteen nimi	K17	K14	K33	K32	Lentokenttäoja

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

	µg/l	0.1	0.7	1.0	0.8	0.6	0.5
Arseeni	µg/l	0.1	0.7	1.0	0.8	0.6	0.5
Barium	µg/l	0.5	28	21	26	28	38
Kadmium	µg/l	0.024	0.14	0.068	0.14	0.098	0.24
Koboltti	µg/l	0.15	13	5.4	11	6.9	18
Kromi	µg/l	0.2	0.62	1.4	0.68	0.69	0.50
Kupari	µg/l	1	3.9	2.9	3.0	2.6	2.8
Nikkeli	µg/l	0.6	30	13	28	16	40
Lyijy	µg/l	0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
Vanadiini *	µg/l	0.1	<0.1	0.8	0.2	0.2	0.1
Sinkki	µg/l	5	71	27	59	32	91
Antimoni	µg/l	0.1	<0.1	0.3	<0.1	0.2	0.2
Alumiini	µg/l	10	240	160	170	130	77
Kalium *	µg/l	20	4900	5400	4700	5200	6300
Kalsium *	µg/l	100	25000	35000	28000	23000	43000
Magnesium *	µg/l	10	12000	10000	11000	6700	15000
Natrium *	µg/l	60	14000	15000	11000	11000	25000
Rauta *	µg/l	10	2100	3100	100	1200	1100
Mangaani *	µg/l	3	740	510	540	400	770
Molybdeeni *	µg/l	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Seleen	µg/l	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Uraani *	µg/l	0.1	0.4	0.8	0.2	0.3	0.4

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

	µg/l	50	1000	510	980	680	360
Alumiini	µg/l	50	1000	510	980	680	360
Antimoni	µg/l	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Arseeni	µg/l	0.5	0.8	1.3	1.0	0.7	0.7
Barium	µg/l	1	30	25	28	30	38
Kadmium	µg/l	0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.2
Kalium	µg/l	500	4900	5300	4700	5300	6200
Kalsium	µg/l	200	26000	34000	30000	23000	41000
Koboltti	µg/l	0.3	13	5.8	11	6.8	17
Kromi	µg/l	1	1.0	1.8	1.2	1.3	<1.0
Kupari	µg/l	1	5.1	3.5	4.3	3.7	3.9
Lyijy	µg/l	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	<0.5
Magnesium	µg/l	30	12000	9900	10000	6600	14000
Mangaani	µg/l	3	750	530	530	410	750
Molybdeeni	µg/l	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Natrium	µg/l	300	15000	14000	12000	11000	24000
Nikkeli	µg/l	3	30	15	28	16	40
Rauta	µg/l	50	3900	6500	2900	2600	3100
Seleen	µg/l	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Sinkki	µg/l	5	69	33	55	32	87
Uraani	µg/l	0.5	0.7	1.0	<0.5	<0.5	0.6
Vanadiini	µg/l	0.5	<0.5	1.5	0.7	1.0	<0.5

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

Sameus	FNU	0.2	33	36	18	16	15
Sameus	FNU	0.2	33	36	18	16	15

Sähköjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

Analyysi	Yksikkö	DL	Näyttenumero	KE22-07470.001	KE22-07470.002	KE22-07470.003	KE22-07470.004	KE22-07470.005
			Näytteen nimi	K17	K14	K33	K32	Lentokenttäoja

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888 (continued)

Sähkönjohtavuus	mS/m	0.5	33.9	35.1	31.9	25.8	49.7
-----------------	------	-----	------	------	------	------	------

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C	mg/l	1	19	11	14	12	7.5
------------------------------------	------	---	----	----	----	----	-----

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

pH	pH-yksikkö	2	5.9	6.5	6.0	6.1	6.3
----	------------	---	-----	-----	-----	-----	-----

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

Kloridi	mg/l	0.3	5.1	8.9	5.1	4.1	31
Sulfaatti	mg/l	0.3	120	71	100	68	160

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Alkaliteetti	mmol/l	0.02	0.62	2.1	0.74	0.82	0.60
--------------	--------	------	------	-----	------	------	------

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Asiditeetti *	mmol/l	0.02	2.0	2.0	1.8	1.6	0.69
---------------	--------	------	-----	-----	-----	-----	------

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	38950	22620	32600	22460	50540
---------	------	-----	-------	-------	-------	-------	-------

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	39210	22770	32800	22520	50810
---------	------	-----	-------	-------	-------	-------	-------

Elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

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

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

SGS Refno KE23-00189 R0
Raportointi pvm 19.01.2023
Saapumis pvm 12.01.2023
Aloitus pvm 12.01.2023
Valmistumis pvm 19.01.2023

Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman al**
Näytteiden lkm 5

KOMMENTIT

1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta

Näytteenotto:12.01.2023 Akseli Toikka

ALLEKIRJOITUKSET

Mia Karjalainen
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, 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	KE23-00189.001	KE23-00189.002	KE23-00189.003	KE23-00189.004	KE23-00189.005
Näytteen nimi	K17	K14	K33	K32	Lentokenttänoja
Näytteenottopvm	12.01.2023	12.01.2023	12.01.2023	12.01.2023	12.01.2023

Analyyssi Yksikkö DL

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

	µg/l	0.1	0.4	0.5	0.8	0.6	0.5
Arseeni	µg/l	0.1	0.4	0.5	0.8	0.6	0.5
Barium	µg/l	0.5	16	10	31	27	29
Kadmium	µg/l	0.024	0.12	0.077	0.27	0.23	0.23
Koboltti	µg/l	0.15	6.9	3.7	15	14	12
Kromi	µg/l	0.2	0.45	0.44	1.4	0.86	0.45
Kupari	µg/l	1	4.4	1.6	7.9	6.5	4.0
Nikkeli	µg/l	0.6	18	9.5	44	38	31
Lyijy	µg/l	0.15	0.21	<0.15	0.20	0.19	<0.15
Vanadiini	µg/l	0.1	0.3	0.3	0.6	0.2	0.5
Sinkki	µg/l	5	50	22	79	64	91
Antimoni	µg/l	0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.2
Alumiini	µg/l	10	470	90	3500	2100	450
Kalium	µg/l	20	2800	2100	3100	3300	3700
Kalsium	µg/l	100	12000	15000	23000	18000	26000
Magnesium	µg/l	10	5800	4300	11000	8800	9400
Natrium	µg/l	60	8900	5500	9500	9400	28000
Rauta	µg/l	10	1900	1600	640	1300	800
Mangaani	µg/l	3	340	210	530	500	460
Molybdeeni	µg/l	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Seleen	µg/l	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Uraani *	µg/l	0.1	0.4	1.4	0.5	0.5	0.5

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

	µg/l	50	2400	1800	5100	2900	1600
Alumiini	µg/l	50	2400	1800	5100	2900	1600
Antimoni	µg/l	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Arseeni	µg/l	0.5	0.7	1.1	1.2	0.8	0.7
Barium	µg/l	1	21	17	42	30	33
Kadmium	µg/l	0.1	0.1	<0.1	0.3	0.2	0.2
Kalium	µg/l	500	2800	2500	3900	3600	3900
Kalsium	µg/l	200	13000	17000	30000	20000	28000
Koboltti	µg/l	0.3	6.8	4.3	20	15	13
Kromi	µg/l	1	2.2	2.3	2.1	1.2	1.2
Kupari	µg/l	1	5.4	4.1	11	8.6	5.7
Lyijy	µg/l	0.5	1.0	1.1	0.7	<0.5	0.5
Magnesium	µg/l	30	5600	4900	13000	9400	9900
Mangaani	µg/l	3	330	230	670	540	480
Molybdeeni	µg/l	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Natrium	µg/l	300	8000	6000	12000	10000	29000
Nikkeli	µg/l	3	18	11	55	40	32
Rauta	µg/l	50	3100	3200	1500	1600	1400
Seleen	µg/l	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Sinkki	µg/l	5	45	26	85	54	73
Uraani	µg/l	0.5	1.0	2.6	0.9	0.7	1.0
Vanadiini	µg/l	0.5	2.1	2.5	0.7	<0.5	0.9

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

Sameus	FNU	0.2	52	30	12	6.6	25
Sameus	FNU	0.2	52	30	12	6.6	25

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

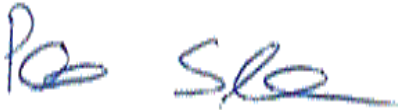
SGS Refno KE23-00709 R0
Raportointi pvm 21.02.2023
Saapumis pvm 15.02.2023
Aloitus pvm 15.02.2023
Valmistumis pvm 20.02.2023

Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman al**
Näytteiden lkm 5

KOMMENTIT

1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta
Näytteenotto: 15.2.2023

ALLEKIRJOITUKSET



Petra Suutarinen
Avustava 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.

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

SGS Refno KE23-00982 R0
Raportointi pvm 13.03.2023
Saapumis pvm 07.03.2023
Aloitus pvm 07.03.2023
Valmistumis pvm 13.03.2023

Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman al**
Näytteiden lkm 5

KOMMENTIT

1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta

Näytteenotto: 7.3.2023

ALLEKIRJOITUKSET



Mia Karjalainen
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, 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	KE23-00982.001	KE23-00982.002	KE23-00982.003	KE23-00982.004	KE23-00982.005
Näytteen nimi	K17	K14	K33	K32	Lentokenttänoja
Näytteenottopvm	07.03.2023	07.03.2023	07.03.2023	07.03.2023	07.03.2023

Analyysi Yksikkö DL

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

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

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

Sameus	FNU	0.2	60	15	4.4	0.54	8.3

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

Sähkönjohtavuus	mS/m	0.5	24.0	40.7	29.9	21.1	53.4

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C	mg/l	1	24	5.3	2.1	<1.0	6.0

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

pH	pH-yksikkö	2	6.0	6.8	5.1	5.0	6.2

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

Kloridi	mg/l	0.3	6.3	16	5.8	5.6	50
Sulfaatti	mg/l	0.3	57	57	110	65	140

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Asiditeetti *	mmol/l	0.02	1.3	1.2	1.9	1.6	0.99

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	21680	24340	41810	25550	49570

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	20910	20810	36800	23640	49230

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Alkaliteetti	mmol/l	0.02	0.72	2.3	0.13	0.10	0.57

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

SGS Refno KE23-01555 R0
Raportointi pvm 19.04.2023
Saapumis pvm 12.04.2023
Aloitus pvm 12.04.2023
Valmistumis pvm 19.04.2023

Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman al**
Näytteiden lkm 5

KOMMENTIT

Näytteenotto: 12.4.2023
1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta

Näytteiden KE23-01555.002 ja 003 asiditeettitulokset ovat suuntaa-antavia, sillä näytematriisissa esiintyi jotain analyysiä häiritsevää ainesta.

ALLEKIRJOITUKSET

Mia Karjalainen
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, 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	KE23-01555.001	KE23-01555.002	KE23-01555.003	KE23-01555.004	KE23-01555.005
Näytteen nimi	K17	K14	K33	K32	Lentokenttänoja
Näytteenottopvm	12.04.2023	12.04.2023	12.04.2023	12.04.2023	12.04.2023

Analyysi Yksikkö DL

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

Elohopea	µg/l	0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

Sameus	FNU	0.2	43	100	3.9	6.4	18

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

Sähkönjohtavuus	mS/m	0.5	18.5	27.2	25.2	16.5	42.2

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C	mg/l	1	17	29	4.7	5.4	17

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

pH	pH-yksikkö	2	6.4	6.4	4.8	5.9	6.3

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

Kloridi	mg/l	0.3	3.7	6.4	4.5	4.7	34
Sulfaatti	mg/l	0.3	32	44	86	42	110

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Alkaliteetti	mmol/l	0.02	1.1	1.7	0.04	0.27	0.59

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Asiditeetti *	mmol/l	0.02	2.7	1.4	1.0	2.5	1.7

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	10140	14720	27400	14070	35000

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	11440	15900	30490	15510	37120

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

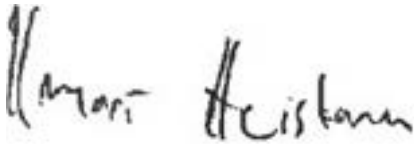
SGS Refno KE23-02215 R0
Raportointi pvm 17.05.2023
Saapumis pvm 09.05.2023
Aloitus pvm 09.05.2023
Valmistumis pvm 17.05.2023

Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman al**
Näytteiden lkm 5

KOMMENTIT

1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta
Näytteenotto: 9.5.2023
Näytteen KE23-02215.005 elohopea-analyysi tehtiin viikon kestäväimättömänä olleesta näytteestä laboratorion virheestä johtuen. Normaalisti näytteet kestäväidään heti laboratoriossa ja kestäväily näyte säilyy kuukauden.

ALLEKIRJOITUKSET



Ilmari Heiskanen
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, 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.

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

SGS Refno KE23-03238 R0
Raportointi pvm 22.06.2023
Saapumis pvm 15.06.2023
Aloituspvm 15.06.2023
Valmistumis pvm 22.06.2023

Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman al**
Näytteiden lkm 4

KOMMENTIT

Viite: 1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta

Näytteenotto: 15.6.2023

ALLEKIRJOITUKSET

Mia Karjalainen
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, 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	KE23-03238.001	KE23-03238.002	KE23-03238.003	KE23-03238.004
Näytteen nimi	K17	K14	K33	K32
Näytteenottopvm	15.06.2023	15.06.2023	15.06.2023	15.06.2023

Analyyssi Yksikkö DL

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

	µg/l	0.1	0.3	0.6	0.7	0.3
Arseeni	µg/l	0.1	0.3	0.6	0.7	0.3
Barium	µg/l	0.5	14	18	25	21
Kadmium	µg/l	0.024	0.036	0.059	0.11	0.11
Koboltti	µg/l	0.15	1.4	1.7	8.1	4.6
Kromi	µg/l	0.2	0.57	0.99	0.96	0.71
Kupari	µg/l	1	1.5	2.6	3.8	3.6
Nikkeli	µg/l	0.6	5.4	6.2	23	17
Lyijy	µg/l	0.15	0.19	<0.15	0.26	<0.15
Vanadiini	µg/l	0.1	0.2	0.5	1.0	0.4
Sinkki	µg/l	5	19	8.4	36	26
Antimoni	µg/l	0.1	0.6	0.6	0.6	0.6
Alumiini	µg/l	10	24	19	92	89
Kalium	µg/l	20	4900	8500	4300	4100
Kalsium	µg/l	100	24000	54000	28000	18000
Magnesium	µg/l	10	4900	12000	9300	5900
Natrium	µg/l	60	13000	28000	14000	13000
Rauta	µg/l	10	78	550	65	44
Mangaani	µg/l	3	220	340	430	250
Molybdeeni	µg/l	1	<1.0	4.0	<1.0	<1.0
Seleen	µg/l	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Uraani *	µg/l	0.1	0.4	22	0.4	0.2

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

	µg/l	50	270	240	560	790
Alumiini	µg/l	50	270	240	560	790
Antimoni	µg/l	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Arseeni	µg/l	0.5	0.7	1.4	0.6	0.6
Barium	µg/l	1	16	21	26	26
Kadmium	µg/l	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1
Kalium	µg/l	500	5100	8300	4300	4200
Kalsium	µg/l	200	25000	56000	29000	19000
Koboltti	µg/l	0.3	1.5	1.7	7.9	5.5
Kromi	µg/l	1	1.0	1.6	1.1	1.5
Kupari	µg/l	1	2.6	3.2	4.8	4.9
Lyijy	µg/l	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Magnesium	µg/l	30	5100	12000	9300	6000
Mangaani	µg/l	3	230	350	410	290
Molybdeeni	µg/l	1	<1.0	4.5	<1.0	<1.0
Natrium	µg/l	300	14000	28000	14000	13000
Nikkeli	µg/l	3	6.0	6.6	23	18
Rauta	µg/l	50	6100	6400	1300	2500
Seleen	µg/l	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Sinkki	µg/l	5	16	7.3	33	21
Uraani	µg/l	0.5	0.8	24	<0.5	0.6
Vanadiini	µg/l	0.5	0.6	1.4	<0.5	0.9

Elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

Elohopea	µg/l	0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13
Elohopea	µg/l	0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13

Näyttenumero	KE23-03238.001	KE23-03238.002	KE23-03238.003	KE23-03238.004
Näytteen nimi	K17	K14	K33	K32
Näytteenottopvm	15.06.2023	15.06.2023	15.06.2023	15.06.2023

Analyysi Yksikkö DL

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

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

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

Sameus	FNU	0.2	46	43	12	18

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

Sähkönjohtavuus	mS/m	0.5	23.0	47.6	29.4	21.8

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C	mg/l	1	18	16	4.4	10

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

pH	pH-yksikkö	2	6.4	6.4	6.3	6.3

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

Kloridi	mg/l	0.3	5.9	7.3	18	5.0
Sulfaatti	mg/l	0.3	55	80	85	21

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	6914	26730	27620	18310

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	7677	30480	28370	19510

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Alkaliteetti	mmol/l	0.02	1.6	2.5	1.0	1.0

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Asiditeetti *	mmol/l	0.02	2.1	1.1	1.2	1.3

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

SGS Refno KE23-03949 R0
Raportointi pvm 18.07.2023
Saapumis pvm 12.07.2023
Aloitus pvm 12.07.2023
Valmistumis pvm 18.07.2023

Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman al**
Näytteiden lkm 5

KOMMENTIT

1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta
Näytteenotto: 12.7.2023

ALLEKIRJOITUKSET

Jonna Luukkainen
Avustava 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	KE23-03949.001	KE23-03949.002	KE23-03949.003	KE23-03949.004	KE23-03949.005
Näytteen nimi	K17	K14	K33	K32	Lentokenttänoja
Näytteenottopvm	12.07.2023	12.07.2023	12.07.2023	12.07.2023	12.07.2023

Analyyssi Yksikkö DL

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

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

Sameus	FNU	0.2	37	45	16	21	23

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

Sähkönjohtavuus	mS/m	0.5	19.3	40.5	25.4	19.5	37.7

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C	mg/l	1	19	28	3.7	11	10

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

pH	pH-yksikkö	2	6.5	6.7	6.5	6.5	6.9

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

Kloridi	mg/l	0.3	3.5	9.7	4.7	3.2	19
Sulfaatti	mg/l	0.3	25	83	38	34	75

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Alkaliteetti	mmol/l	0.02	1.2	2.0	1.6	0.55	1.4

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Asiditeetti *	mmol/l	0.02	1.2	0.92	1.5	1.3	0.54

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	7870	35050	11890	8886	28670

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	8992	28820	13440	11920	26400

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

SGS Refno KE23-04955 R0
Raportointi pvm 06.09.2023
Saapumis pvm 30.08.2023
Aloitus pvm 30.08.2023
Valmistumis pvm 04.09.2023

Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman al**
Näytteiden lkm 5

KOMMENTIT

Viite: 1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta

Näytteenotto: 29.8.2023

ALLEKIRJOITUKSET



Mia Karjalainen
Laboratoriokemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

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

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	KE23-04955.001	KE23-04955.002	KE23-04955.003	KE23-04955.004	KE23-04955.005
Näytteen nimi	K17	K14	K33	K32	Lentokenttänoja
Näytteenottopvm	29.08.2023	29.08.2023	29.08.2023	29.08.2023	29.08.2023

Analyyssi Yksikkö DL

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

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

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

Sameus	FNU	0.2	20	16	22	14	16

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

Sähkönjohtavuus	mS/m	0.5	23.5	25.5	21.8	22.5	27.7

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C	mg/l	1	20	9.7	23	16	15

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

pH	pH-yksikkö	2	6.2	6.8	5.4	4.8	6.5

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

Kloridi	mg/l	0.3	2.4	3.9	3.0	3.5	15
Sulfaatti	mg/l	0.3	73	58	82	88	72

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Alkaliteetti	mmol/l	0.02	0.33	1.1	0.10	0.04	0.48

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Asiditeetti *	mmol/l	0.02	2.4	2.2	2.2	2.1	1.5

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	24310	18470	24180	24370	22450

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	24860	18760	24650	24680	22980

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

SGS Refno KE23-05504 R0
Raportointi pvm 27.09.2023
Saapumis pvm 20.09.2023
Aloituspvm 20.09.2023
Valmistumis pvm 27.09.2023

Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman al**
Näytteiden lkm 5

KOMMENTIT

Viite: 1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta
Näytteenotto: 20.9.2023

ALLEKIRJOITUKSET



Mia Karjalainen
Laboratoriokemisti

ALAVIITTEET, HUOMAUTUKSET JA ALIHANKINTA

- * 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	KE23-05504.001	KE23-05504.002	KE23-05504.003	KE23-05504.004	KE23-05504.005
Näytteen nimi	K17	K14	K33	K32	Lentokenttänoja
Näytteenottopvm	20.09.2023	20.09.2023	20.09.2023	20.09.2023	20.09.2023

Analyyssi Yksikkö DL

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

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

Sameus vedestä Menetelmä: ISO 7027-1

Sameus	FNU	0.2	41	22	10	7.2	16
--------	-----	-----	----	----	----	-----	----

Sähkönjohtavuus vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 27888

Sähkönjohtavuus	mS/m	0.5	13.8	20.9	20.5	12.7	33.7
-----------------	------	-----	------	------	------	------	------

Kiintoaine vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN 872

Kiintoaine, lasikuitusuodatin GF/C	mg/l	1	29	20	14	6.6	14
------------------------------------	------	---	----	----	----	-----	----

pH vedestä Menetelmä: ISO 10523

pH	pH-yksikkö	2	627.0	697.0	580.0	622.0	654.0
----	------------	---	-------	-------	-------	-------	-------

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

Kloridi	mg/l	0.3	3.9	9.7	1.9	1.9	20
Sulfaatti	mg/l	0.3	33	40	70	31	87

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Asiditeetti *	mmol/l	0.02	0.50	0.24	1.2	0.61	0.53
---------------	--------	------	------	------	-----	------	------

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Alkaliteetti	mmol/l	0.02	0.34	0.76	0.27	0.38	0.73
--------------	--------	------	------	------	------	------	------

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	11700	14420	23440	11000	29080
---------	------	-----	-------	-------	-------	-------	-------

Metallien kokonaispitoisuudet vesinäytteestä, ICP-AES Menetelmä: ISO 11885

Rikki *	µg/l	100	13240	14960	24550	11260	30500
---------	------	-----	-------	-------	-------	-------	-------

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Akseli Toikka
Osoite PL 25
ESPOO 02601

NÄYTE

SGS Refno KE23-06487 R0
Raportointi pvm 03.11.2023
Saapumis pvm 24.10.2023
Aloitus pvm 24.10.2023
Valmistumis pvm 02.11.2023

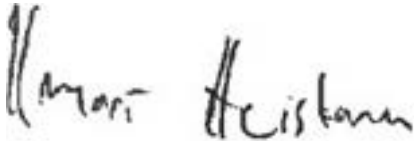
Projekti **1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta**
Asiakkaan viite **1510063929 Malmin entisen lentoaseman al**
Näytteiden lkm 5

KOMMENTIT

Viite: 1510063929 Malmin entisen lentoaseman alue, vesi- ja huokosilmaseuranta

Näytteenotto: 24.10.2023

ALLEKIRJOITUKSET



Ilmari Heiskanen
Laboratoriokemisti

ALAVIITTEET, HUOMAUTUKSET JA ALIHANKINTA

- * 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.

LIITE 2

POHJOIS-PORI, VESINÄYTTEIDEN ANALYYSITODISTUKSET

Porin kaupunki, Tekninen toimiala
 PL 307
 28601 Pori

Korvaava seloste



Projektin nimi	Hulevesitutkimus
Näytteet otettu	26.5.2023
Näytteet saapuneet	29.5.2023

Näyttenumero	Näytteen nimi / Kuvaus ¹
23JV05263	NP 1
23JV05264	NP 2
23JV05265	NP 3
23JV05266	NP 4

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23JV05263	23JV05264	23JV05265	23JV05266
Esikäsittely ICP-analytiikka			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Suodatus 0,45 µm			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Typpihappohajotus	EK001		Tehty			Tehty
Alumiini	LA076*	µg/l		69	34	
Kalsium	LA076*	mg/l		300	320	
Magnesium	LA076*	mg/l		170	150	
Mangaani	LA076*	µg/l		4800	7,3	
Rauta	LA076*	µg/l		13	11	
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	0,46	0,81	< 0,1
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	1,2	1,0	< 0,08	1,5
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	0,68	0,13	< 0,1
Alumiini, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	8300	37	24	10000
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	54	26	< 2	70
Kromi, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	< 2	< 2	< 2	< 2
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	8,4	11	9,7	12
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	2300	4700	5,2	3500

 * = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, ¹ = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testautulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23JV05263	23JV05264	23JV05265	23JV05266
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	110	76	7,3	140
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	240	150	< 5	290
Alumiini (kokonais)	LA076*	µg/l	15000			26000
Kalsium (kokonais)	LA076*	mg/l	84			130
Magnesium (kokonais)	LA076*	mg/l	37			57
Mangaani (kokonais)	LA076*	µg/l	2400			3700
Rauta (kokonais)	LA076*	µg/l	6500			12000
Kovuus (laskennallinen Ca ja Mg)	LA136*	mmol/l	3,6	15	14	5,5
Alkaliniteetti	LA126*	mmol/l	< 0,1	3,1	1,0	< 0,1
Ammoniumtyppi	LA131*	µg/l NH4-N	190	1700	31	520
Elohopea	LA117*	µg/l	~0,011	< 0,005	< 0,005	0,026
Elohopea, liukoinen (0,45 µm)	LA117*	µg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
pH	LA147*		4,5	7,2	7,9	4,5
Redox-potentiaali	LA153	mV	275	254	242	271
Sähkönjohtavuus	LA022*	mS/m	115	406	364	151
Kloridi	LA110*	mg/l	100	440	300	91
Sulfaatti	LA110*	mg/l	390	1400	1500	620

LISÄTIETOJA

23JV05263: Analyysit toukokuussa 2023 ja kun pH <5: ammonium, kovuus

23JV05264: Analyysit toukokuussa 2023 ja kun pH <5: ammonium, kovuus

23JV05265: Analyysit toukokuussa 2023 ja kun pH <5: ammonium, kovuus

23JV05266: Analyysit toukokuussa 2023 ja kun pH <5: ammonium, kovuus

LAUSUNTO

Tämä seloste korvaa testausselosteen report_xy_2832, lisätty määrittäksiä.

KVYV Tutkimus Oy

Heli Orakangas

Ympäristöasiantuntija

JAKELU

aleksi.siirtola@pori.fi

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

MENETELMÄVIITTEET

EK001	SFS-EN ISO 15587-2, 2002
LA022	SFS-EN 27888:1994
LA076	SFS-EN ISO 11885:2009
LA116	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2016
LA117	SFS-EN ISO 17852:2008
LA126	SFS-EN ISO 9963-1:1996, kansallinen lisäys
LA131	Sisäinen menetelmä KVYY LA131
LA136	CFA-analysointi fluorometrisellä detektoinnilla Sis. menetelmä, perustuu SFS-EN ISO 11885:2009
LA147	SFS 3021:1979
LA153	Standard methods 2580
LA162	SFS-EN ISO 10304-1:2009

MITTAUSEPÄVARMUUDET

Määrittäminen	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Esikäsittely ICP-analytiikka	23JV05263		29.5.2023	A
	23JV05264		29.5.2023	A
	23JV05265		29.5.2023	A
	23JV05266		29.5.2023	A
Suodatus 0,45 µm	23JV05263		29.5.2023	A
	23JV05264		29.5.2023	A
	23JV05265		29.5.2023	A
	23JV05266		29.5.2023	A
Typpihappohajotus	23JV05263		2.6.2023	A
	23JV05266		2.6.2023	A
Alumiini*	23JV05264	15 %	7.6.2023	A
	23JV05265	15 %	7.6.2023	A
Kalsium*	23JV05264	10 %	7.6.2023	A
	23JV05265	10 %	7.6.2023	A
Magnesium*	23JV05264	10 %	7.6.2023	A
	23JV05265	10 %	7.6.2023	A
Mangaani*	23JV05264	15 %	7.6.2023	A
	23JV05265	15 %	7.6.2023	A
Rauta*	23JV05264	4 µg/l	7.6.2023	A
	23JV05265	4 µg/l	7.6.2023	A
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263		14.6.2023	A
	23JV05264		14.6.2023	A
	23JV05265		14.6.2023	A
	23JV05266		14.6.2023	A
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263		14.6.2023	A
	23JV05264	29 %	14.6.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittäminen	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05265	15 %	14.6.2023	A
	23JV05266		14.6.2023	A
Kadmium liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263	15 %	14.6.2023	A
	23JV05264	15 %	14.6.2023	A
	23JV05265		14.6.2023	A
	23JV05266	15 %	14.6.2023	A
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263		14.6.2023	A
	23JV05264		14.6.2023	A
	23JV05265		14.6.2023	A
	23JV05266		14.6.2023	A
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263		14.6.2023	A
	23JV05264	15 %	14.6.2023	A
	23JV05265	25 %	14.6.2023	A
	23JV05266		14.6.2023	A
Alumiini, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263	10	7.6.2023	A
	23JV05264	15 %	7.6.2023	A
	23JV05265	15 %	7.6.2023	A
	23JV05266	10	7.6.2023	A
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263	20 %	7.6.2023	A
	23JV05264	20 %	7.6.2023	A
	23JV05265		7.6.2023	A
	23JV05266	20 %	7.6.2023	A
Kromi, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263		7.6.2023	A
	23JV05264		7.6.2023	A
	23JV05265		7.6.2023	A
	23JV05266		7.6.2023	A
Kupari, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263	25 %	7.6.2023	A
	23JV05264	25 %	7.6.2023	A
	23JV05265	25 %	7.6.2023	A
	23JV05266	25 %	7.6.2023	A
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263	8 %	7.6.2023	A
	23JV05264	8 %	7.6.2023	A
	23JV05265	20 %	7.6.2023	A
	23JV05266	8 %	7.6.2023	A
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263	20 %	7.6.2023	A
	23JV05264	20 %	7.6.2023	A
	23JV05265	25 %	7.6.2023	A
	23JV05266	20 %	7.6.2023	A
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263	25 %	7.6.2023	A
	23JV05264	25 %	7.6.2023	A
	23JV05265		7.6.2023	A
	23JV05266	25 %	7.6.2023	A
Alumiini (kokonais)*	23JV05263	15 %	8.6.2023	A
	23JV05266	15 %	8.6.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeassa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Kalsium (kokonais)*	23JV05263	10 %	8.6.2023	A
	23JV05266	10 %	8.6.2023	A
Magnesium (kokonais)*	23JV05263	10 %	8.6.2023	A
	23JV05266	10 %	8.6.2023	A
Mangaani (kokonais)*	23JV05263	11 %	8.6.2023	A
	23JV05266	11 %	8.6.2023	A
Rauta (kokonais)*	23JV05263	14 %	8.6.2023	A
	23JV05266	14 %	8.6.2023	A
Kovuus (laskennallinen Ca ja Mg)*	23JV05263	14 %	9.6.2023	A
	23JV05264	14 %	9.6.2023	A
	23JV05265	14 %	9.6.2023	A
	23JV05266	14 %	9.6.2023	A
Alkaliniteetti*	23JV05263		29.5.2023	A
	23JV05264	12 %	29.5.2023	A
	23JV05265	12 %	29.5.2023	A
	23JV05266		29.5.2023	A
Ammoniumtyppi*	23JV05263	15 %	30.5.2023	A
	23JV05264	15 %	30.5.2023	A
	23JV05265	15 %	30.5.2023	A
	23JV05266	15 %	31.5.2023	A
Elohopea*	23JV05263	25 %	12.6.2023	A
	23JV05264		6.6.2023	A
	23JV05265		6.6.2023	A
	23JV05266	20 %	6.6.2023	A
Elohopea, liukoinen (0,45 µm)*	23JV05263		6.6.2023	A
	23JV05264		6.6.2023	A
	23JV05265		6.6.2023	A
	23JV05266		6.6.2023	A
pH*	23JV05263	0,2	29.5.2023	A
	23JV05264	0,2	29.5.2023	A
	23JV05265	0,2	29.5.2023	A
	23JV05266	0,2	29.5.2023	A
Redox-potentiaali	23JV05263	5 %	29.5.2023	A
	23JV05264	5 %	29.5.2023	A
	23JV05265	5 %	29.5.2023	A
	23JV05266	5 %	29.5.2023	A
Sähkönjohtavuus*	23JV05263	10 %	29.5.2023	A
	23JV05264	10 %	29.5.2023	A
	23JV05265	10 %	29.5.2023	A
	23JV05266	10 %	29.5.2023	A
Kloridi*	23JV05263	10 %	14.6.2023	A
	23JV05264	10 %	14.6.2023	A
	23JV05265	10 %	14.6.2023	A
	23JV05266	10 %	14.6.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydetäessä.

Määrittäminen	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Sulfaatti*	23JV05263	10 %	14.6.2023	A
.	23JV05264	10 %	14.6.2023	A
.	23JV05265	10 %	14.6.2023	A
.	23JV05266	10 %	14.6.2023	A

A KVYY Tutkimus Oy / Tampere

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausseleosteessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausseleosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Tampere

Puh. 03 246 1208
laboratorio@kvyy.fi

Pori

Puh. 03 246 1277
porilab@kvyy.fi

Rauma

Puh. 03 246 1276
raumalab@kvyy.fi

Hämeenlinna

Puh. 03 246 1233
tavastlab@kvyy.fi

Sastamala

Puh. 03 246 1275
sastalab@kvyy.fi

Vaasa

Puh. 06 312 0020
botnialab@kvyy.fi

Jyväskylä

Puh. 03 246 1267
jyvaskyla@kvyy.fi



Projektin nimi	Hulevesitutkimus
Näytteet otettu	8.6.2023 13:00
Näytteen ottaja	Aleksi Siirtola
Näytteet saapuneet	8.6.2023

Näyttenumero	Näytteen nimi / Kuvaus
23VV10413	HaKaKo 1
23VV10414	HaKaKo 2
23VV10415	HaKaKo 3
23VV10416	HaKaKo 4
23VV10417	HaKaKo 6

Määrittäminen	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV10413	23VV10414	23VV10415	23VV10416
Esikäsitteily ICP-analytiikka			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Suodatus 0,45 µm			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,49	0,63	0,59	< 0,1
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,79	0,90	< 0,08	1,3
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	54	21	< 0,4	65
Kromi, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	1,1	< 1	< 1	1,1
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	6,6	7,1	3,7	7,5
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,26	< 0,1	< 0,1	0,15
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	LA116	µg/l			15	
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	99	63	7,3	160
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	170	140	3,6	220
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	0,78	0,13	< 0,1
Alumiini, liukoinen 0,45 µm, ICP-MS	LA116*	µg/l		48	14	
Alkaliniteetti	LA016*	mmol/l	< 0,02	3,7	1,1	< 0,02

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV10413	23VV10414	23VV10415	23VV10416
Elohopea, liukoinen (0,45 µm)	LA117*	µg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
pH	LA147*		4,3	7,2	7,8	4,3
Redox-potentiaali	LA153	mV	334	240	194	296
Sähkönjohtavuus	LA022*	mS/m	122	414	363	155
Sulfaatti	LA110*	mg/l	440	1400	1600	670
Kloridi	LA110*	mg/l	120	540	340	110

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV10417			
Esikäsittely ICP-analytiikka			Tehty			
Suodatus 0,45 µm			Tehty			
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,3			
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1			
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,22			
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	10			
Kromi, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 1			
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	5,7			
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,11			
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	23			
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	72			
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1			
Alkaliniteetti	LA016*	mmol/l	< 0,02			
Elohopea, liukoinen (0,45 µm)	LA117*	µg/l	< 0,005			
pH	LA147*		4,4			
Redox-potentiaali	LA153	mV	292			
Sähkönjohtavuus	LA022*	mS/m	34,7			
Sulfaatti	LA110*	mg/l	120			
Kloridi	LA110*	mg/l	18			

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeessa esitetyt testautulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

LISÄTIETOJA

Osassa näytteistä Al, Mn pitoisuudet ylittivät reippaasti ICP-MS:n kalibrointialueen (500 ug/L), joten näitä tuloksia ei pystytä antamaan (taulukossa "Yli").

Al: 23VV10413, 23VV10416, 23VV10417: YLI

Mn: 23VV10413, 23VV10414, 23VV10416, 23VV10417: YLI

23VV10413: Näytteenotto: pinta

23VV10414: Näytteenotto: 0-0,1

23VV10415: Näytteenotto:0-0,1

23VV10416: 0-0,2

23VV10417: Näytteenotto: pinta

LAUSUNTO

Tämä seloste korvaa testausselosteen report_XY_2940, lisätty määrittämiä ja laboratorion lisätietoja kommentti.

KVY Tutkimus Oy

Heli Orakangas
Ympäristöasiantuntija

JAKELU

aleksi.siirtola@pori.fi

MENETELMÄVIITTEET

LA016	SFS-EN ISO 9963-1:1996, kansallinen lisäys
LA022	SFS-EN 27888:1994
LA110	SFS-EN ISO 10304-1:2009
LA116	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2016
LA117	SFS-EN ISO 17852:2008
LA147	SFS 3021:1979
LA153	Standard methods 2580
LA162	SFS-EN ISO 10304-1:2009

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testaus tulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

Puh. 03 246 1208
laboratorio@kvvy.fi

Pori

Puh. 03 246 1277
porilab@kvvy.fi

Rauma

Puh. 03 246 1276
raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

Puh. 03 246 1233
tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

Puh. 03 246 1275
sastalab@kvvy.fi

Vaasa

Puh. 06 312 0020
botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

Puh. 03 246 1267
jyvaskyla@kvvy.fi

MITTAUSEPÄVARMUUDET

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Esikäsitteily ICP-analytiikka	23VV10413		9.6.2023	A
	23VV10414		9.6.2023	A
	23VV10415		9.6.2023	A
	23VV10416		9.6.2023	A
	23VV10417		9.6.2023	A
Suodatus 0,45 µm	23VV10413		9.6.2023	A
	23VV10414		9.6.2023	A
	23VV10415		9.6.2023	A
	23VV10416		9.6.2023	A
	23VV10417		9.6.2023	A
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413		14.6.2023	A
	23VV10414		14.6.2023	A
	23VV10415		14.6.2023	A
	23VV10416		14.6.2023	A
	23VV10417		14.6.2023	A
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413	29 %	14.6.2023	A
	23VV10414	15 %	14.6.2023	A
	23VV10415	15 %	14.6.2023	A
	23VV10416		14.6.2023	A
	23VV10417		14.6.2023	A
Kadmium liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413	15 %	14.6.2023	A
	23VV10414	15 %	14.6.2023	A
	23VV10415		14.6.2023	A
	23VV10416	15 %	14.6.2023	A
	23VV10417	15 %	14.6.2023	A
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413	15 %	14.6.2023	A
	23VV10414	15 %	14.6.2023	A
	23VV10415		14.6.2023	A
	23VV10416	15 %	14.6.2023	A
	23VV10417	15 %	14.6.2023	A
Kromi, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413	15 %	14.6.2023	A
	23VV10414		14.6.2023	A
	23VV10415		14.6.2023	A
	23VV10416	15 %	14.6.2023	A
	23VV10417		14.6.2023	A
Kupari, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413	15 %	14.6.2023	A
	23VV10414	15 %	14.6.2023	A
	23VV10415	15 %	14.6.2023	A
	23VV10416	15 %	14.6.2023	A
	23VV10417	15 %	14.6.2023	A
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413	30 %	14.6.2023	A
	23VV10414		14.6.2023	A
	23VV10415		14.6.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10416	30 %	14.6.2023	A
	23VV10417	30 %	14.6.2023	A
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	23VV10415	15 %	14.6.2023	A
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413	15 %	14.6.2023	A
	23VV10414	15 %	14.6.2023	A
	23VV10415	15 %	14.6.2023	A
	23VV10416	15 %	14.6.2023	A
	23VV10417	15 %	14.6.2023	A
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413	15 %	14.6.2023	A
	23VV10414	15 %	14.6.2023	A
	23VV10415	15 %	14.6.2023	A
	23VV10416	15 %	14.6.2023	A
	23VV10417	15 %	14.6.2023	A
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413		14.6.2023	A
	23VV10414	15 %	14.6.2023	A
	23VV10415	25 %	14.6.2023	A
	23VV10416		14.6.2023	A
	23VV10417		14.6.2023	A
Alumiini, liukoinen 0,45 µm, ICP-MS*	23VV10414	20 %	14.6.2023	A
	23VV10415	20 %	14.6.2023	A
Alkaliniteetti*	23VV10413		9.6.2023	A
	23VV10414	13 %	9.6.2023	A
	23VV10415	13 %	9.6.2023	A
	23VV10416		9.6.2023	A
	23VV10417		9.6.2023	A
Elohopea, liukoinen (0,45 µm)*	23VV10413		14.6.2023	A
	23VV10414		14.6.2023	A
	23VV10415		14.6.2023	A
	23VV10416		14.6.2023	A
	23VV10417		14.6.2023	A
pH*	23VV10413	0,2	9.6.2023	A
	23VV10414	0,2	9.6.2023	A
	23VV10415	0,2	9.6.2023	A
	23VV10416	0,2	9.6.2023	A
	23VV10417	0,2	9.6.2023	A
Redox-potentiaali	23VV10413	5 %	9.6.2023	A
	23VV10414	5 %	9.6.2023	A
	23VV10415	5 %	9.6.2023	A
	23VV10416	5 %	9.6.2023	A
	23VV10417	5 %	9.6.2023	A
Sähkönjohtavuus*	23VV10413	10 %	9.6.2023	A
	23VV10414	10 %	9.6.2023	A
	23VV10415	10 %	9.6.2023	A
	23VV10416	10 %	9.6.2023	A
	23VV10417	10 %	9.6.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Määrittäminen	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Sulfaatti*	23VV10413	10 %	30.6.2023	A
.	23VV10414	10 %	30.6.2023	A
.	23VV10415	10 %	30.6.2023	A
.	23VV10416	10 %	30.6.2023	A
.	23VV10417	10 %	30.6.2023	A
Kloridi*	23VV10413	10 %	30.6.2023	A
.	23VV10414	10 %	30.6.2023	A
.	23VV10415	10 %	30.6.2023	A
.	23VV10416	10 %	30.6.2023	A
.	23VV10417	10 %	30.6.2023	A

A KVYY Tutkimus Oy / Tampere

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testitulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselostuksen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

Puh. 03 246 1208
laboratorio@kvvy.fi

Pori

Puh. 03 246 1277
porilab@kvvy.fi

Rauma

Puh. 03 246 1276
raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

Puh. 03 246 1233
tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

Puh. 03 246 1275
sastalab@kvvy.fi

Vaasa

Puh. 06 312 0020
botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

Puh. 03 246 1267
jyvaskyla@kvvy.fi

Porin kaupunki, Tekninen toimiala
 PL 307
 28601 Pori

Korvaava seloste



Projektin nimi	Hulevesitutkimus
Näytteet otettu ¹	5.7.2023 08:50 - 5.7.2023 10:55
Näytteen ottaja ¹	Marjatta Halme
Näytteet saapuneet	5.7.2023

Näyttenumero	Näytteen nimi / Kuvaus ¹
23VX03177	HaKaKo 1
23VX03178	HaKaKo 2
23VX03179	HaKaKo 3
23VX03180	HaKaKo 4
23VX03181	HaKaKo 6

Määrittäminen	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VX03177	23VX03178	23VX03179	23VX03180
Lämpötila ¹		°C	16,7	12,7	15,8	14,8
Esikäsittely ICP-analytiikka			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Suodatus 0,45 µm			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,59	0,63	0,81	0,32
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	1,4	0,35	0,12	0,22
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	110	9,9	1,5	34
Kromi, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	1,2	< 1	< 1	< 1
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	7,5	6,9	5,8	4,8
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,16	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	LA116	µg/l			430	
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	180	28	8,6	62
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	280	24	7,8	90
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	1,0	0,90	< 0,1
Alumiini, liukoinen 0,45 µm, ICP-MS	LA116*	µg/l		<50	<50	
Alkaliniteetti	LA016*	mmol/l	< 0,02	2,6	2,1	< 0,02

 * = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, ¹ = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testitulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VX03177	23VX03178	23VX03179	23VX03180
Elohopea, liukoinen (0,45 µm)	LA117*	µg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
pH	LA147*		4,3	7,3	7,8	3,9
Redox-potentiaali	LA153	mV	384	206	170	430
Sähkönjohtavuus	LA022*	mS/m	233	257	233	92,1
Sulfaatti	LA110*	mg/l	1100	700	680	330
Kloridi	LA110*	mg/l	150	260	220	52

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VX03181			
Lämpötila ¹		°C	14,4			
Esikäsittely ICP-analytiikka			Tehty			
Suodatus 0,45 µm			Tehty			
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,3			
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1			
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,10			
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	3,7			
Kromi, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 1			
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	2,7			
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1			
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	LA116	µg/l	240			
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	9,2			
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	34			
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1			
Alumiini, liukoinen 0,45 µm, ICP-MS	LA116*	µg/l	640			
Alkaliniteetti	LA016*	mmol/l	< 0,02			
Elohopea, liukoinen (0,45 µm)	LA117*	µg/l	< 0,005			
pH	LA147*		4,7			
Redox-potentiaali	LA153	mV	320			
Sähkönjohtavuus	LA022*	mS/m	15,2			
Sulfaatti	LA110*	mg/l	43			
Kloridi	LA110*	mg/l	6,6			

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, ¹ = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvyy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvyy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvyy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvyy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvyy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvyy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvyy.fi

LISÄTIETOJA

Osassa näytteistä Al, Mn pitoisuudet ylittivät reippaasti ICP-MS:n kalibrointialueen (500 ug/L), joten näitä tuloksia ei pystytä antamaan (taulukossa "Yli").

Al: 23VX03177, 23VX03180: YLI

Mn: 23VX03177, 23VX03178, 23VX03180: YLI

23VX03177: Kohde: Pohjois-Pori Lotskeri
Syvyys: pinta

23VX03178: Kohde: Pohjois-Pori Lotskeri
Syvyys: kaivo pinta

23VX03179: Kohde: Pohjois-Pori Lotskeri
Syvyys: pinta

23VX03180: Kohde: Pohjois-Pori Lotskeri
Syvyys: pinta

23VX03181: Kohde: Pohjois-Pori Lotskeri

LAUSUNTO

Tämä seloste korvaa testausselosteen report_XY_3119, lisätty määrittämiä ja laboratorion lisätieto kommentti.

KVYV Tutkimus Oy

Heli Orakangas
Ympäristöasiantuntija

JAKELU

aleksi.siirtola@pori.fi, marjatta.halme@pori.fi

MENETELMÄVIITTEET

LA016	SFS-EN ISO 9963-1:1996, kansallinen lisäys
LA022	SFS-EN 27888:1994
LA110	SFS-EN ISO 10304-1:2009
LA116	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2016
LA117	SFS-EN ISO 17852:2008
LA147	SFS 3021:1979
LA153	Standard methods 2580
LA162	SFS-EN ISO 10304-1:2009

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Tampere

Puh. 03 246 1208
laboratorio@kvvy.fi

Pori

Puh. 03 246 1277
porilab@kvvy.fi

Rauma

Puh. 03 246 1276
raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

Puh. 03 246 1233
tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

Puh. 03 246 1275
sastalab@kvvy.fi

Vaasa

Puh. 06 312 0020
botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

Puh. 03 246 1267
jyvaskyla@kvvy.fi

MITTAUSEPÄVARMUUDET

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Esikäsitteily ICP-analytiikka	23VX03177		6.7.2023	A
	23VX03178		6.7.2023	A
	23VX03179		6.7.2023	A
	23VX03180		6.7.2023	A
	23VX03181		6.7.2023	A
Suodatus 0,45 µm	23VX03177		6.7.2023	A
	23VX03178		6.7.2023	A
	23VX03179		6.7.2023	A
	23VX03180		6.7.2023	A
	23VX03181		6.7.2023	A
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177		14.7.2023	A
	23VX03178		14.7.2023	A
	23VX03179		14.7.2023	A
	23VX03180		14.7.2023	A
	23VX03181		14.7.2023	A
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177	15 %	14.7.2023	A
	23VX03178	15 %	14.7.2023	A
	23VX03179	15 %	14.7.2023	A
	23VX03180	29 %	14.7.2023	A
	23VX03181		14.7.2023	A
Kadmium liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177	15 %	14.7.2023	A
	23VX03178	15 %	14.7.2023	A
	23VX03179	15 %	14.7.2023	A
	23VX03180	15 %	14.7.2023	A
	23VX03181	15 %	14.7.2023	A
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177	15 %	14.7.2023	A
	23VX03178	15 %	14.7.2023	A
	23VX03179	15 %	14.7.2023	A
	23VX03180	15 %	14.7.2023	A
	23VX03181	15 %	14.7.2023	A
Kromi, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177	15 %	14.7.2023	A
	23VX03178		14.7.2023	A
	23VX03179		14.7.2023	A
	23VX03180		14.7.2023	A
	23VX03181		14.7.2023	A
Kupari, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177	15 %	14.7.2023	A
	23VX03178	15 %	14.7.2023	A
	23VX03179	15 %	14.7.2023	A
	23VX03180	15 %	14.7.2023	A
	23VX03181	15 %	14.7.2023	A
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177	30 %	14.7.2023	A
	23VX03178		14.7.2023	A
	23VX03179		14.7.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittäminen	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03180		14.7.2023	A
	23VX03181		14.7.2023	A
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	23VX03179	15 %	14.7.2023	A
	23VX03181	15 %	14.7.2023	A
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177	15 %	14.7.2023	A
	23VX03178	15 %	14.7.2023	A
	23VX03179	15 %	14.7.2023	A
	23VX03180	15 %	14.7.2023	A
	23VX03181	15 %	14.7.2023	A
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177	15 %	14.7.2023	A
	23VX03178	15 %	14.7.2023	A
	23VX03179	15 %	14.7.2023	A
	23VX03180	15 %	14.7.2023	A
	23VX03181	15 %	14.7.2023	A
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177		14.7.2023	A
	23VX03178	15 %	14.7.2023	A
	23VX03179	15 %	14.7.2023	A
	23VX03180		14.7.2023	A
	23VX03181		14.7.2023	A
Alumiini, liukoinen 0,45 µm, ICP-MS*	23VX03178	20 %	14.7.2023	A
	23VX03179	20 %	14.7.2023	A
	23VX03181	10 %	14.7.2023	A
Alkaliniteetti*	23VX03177		7.7.2023	A
	23VX03178	13 %	7.7.2023	A
	23VX03179	13 %	7.7.2023	A
	23VX03180		7.7.2023	A
	23VX03181		7.7.2023	A
Elohopea, liukoinen (0,45 µm)*	23VX03177		12.7.2023	A
	23VX03178		12.7.2023	A
	23VX03179		12.7.2023	A
	23VX03180		12.7.2023	A
	23VX03181		12.7.2023	A
pH*	23VX03177	0,2	6.7.2023	A
	23VX03178	0,2	6.7.2023	A
	23VX03179	0,2	6.7.2023	A
	23VX03180	0,2	6.7.2023	A
	23VX03181	0,2	6.7.2023	A
Redox-potentiaali	23VX03177	5 %	6.7.2023	A
	23VX03178	5 %	6.7.2023	A
	23VX03179	5 %	6.7.2023	A
	23VX03180	5 %	6.7.2023	A
	23VX03181	5 %	6.7.2023	A
Sähkönjohtavuus*	23VX03177	10 %	7.7.2023	A
	23VX03178	10 %	7.7.2023	A
	23VX03179	10 %	7.7.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Sähkönjohtavuus*	23VX03180	10 %	7.7.2023	A
.	23VX03181	10 %	7.7.2023	A
Sulfaatti*	23VX03177	10 %	14.7.2023	A
.	23VX03178	10 %	14.7.2023	A
.	23VX03179	10 %	14.7.2023	A
.	23VX03180	10 %	14.7.2023	A
.	23VX03181	10 %	14.7.2023	A
Kloridi*	23VX03177	10 %	11.1.2024	A
.	23VX03178	10 %	11.1.2024	A
.	23VX03179	10 %	11.1.2024	A
.	23VX03180	10 %	11.1.2024	A
.	23VX03181	10 %	11.1.2024	A

A KVYV Tutkimus Oy / Tampere

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, ¹ = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Porin kaupunki, Tekninen toimiala
 PL 307
 28601 Pori

Korvaava seloste



Projektin nimi	Hulevesitutkimus
Näytteet otettu ¹	8.8.2023 10:40 - 8.8.2023 11:45
Näytteen ottaja ¹	Marjatta Halme
Näytteet saapuneet	8.8.2023

Näyttenumero	Näytteen nimi / Kuvaus ¹
23VV14923	HaKaKo 1
23VV14924	HaKaKo 2
23VV14925	HaKaKo 3
23VV14926	HaKaKo 4
23VV14927	HaKaKo 6

Määrittäminen	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV14923	23VV14924	23VV14925	23VV14926
Esikäsitteily ICP-analytiikka			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Suodatus 0,45 µm			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,51	0,43	0,97	0,53
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,32	1,0	< 0,08	< 0,08
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	47	43	< 0,4	9,0
Kromi, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	2,3	6,7	4,8	1,8
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	LA116	µg/l			4,3	
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	72	100	5,7	19
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	98	160	1,5	10
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	1,0	1,0	< 0,1
Alumiini, liukoinen 0,45 µm, ICP-MS	LA116*	µg/l		160	10	13
Alkaliniteetti	LA016*	mmol/l	< 0,02	1,8	1,5	1,8
pH	LA147*		4,7	6,8	8,3	7,0

 * = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, ¹ = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV14923	23VV14924	23VV14925	23VV14926
Redox-potentiaali	LA153	mV	341	261	197	173
Sähkönjohtavuus	LA146*	mS/m	169	278	224	163
Sulfaatti	LA110*	mg/l	740	1000	780	680
Kloridi	LA110*	mg/l	97	270	220	64
Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV14927			
Esikäsittely ICP-analytiikka			Tehty			
Suodatus 0,45 µm			Tehty			
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,3			
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,30			
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,08			
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	9,7			
Kromi, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 1			
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	2,1			
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1			
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	14			
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	14			
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1			
Alumiini, liukoinen 0,45 µm, ICP-MS	LA116*	µg/l	<500			
Alkaliniteetti	LA016*	mmol/l	< 0,02			
pH	LA147*		3,8			
Redox-potentiaali	LA153	mV	312			
Sähkönjohtavuus	LA146*	mS/m	90,2			
Sulfaatti	LA110*	mg/l	340			
Kloridi	LA110*	mg/l	51			

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

LISÄTIETOJA

Osassa näytteistä Al, Mn pitoisuudet ylittivät reippaasti ICP-MS:n kalibrointialueen (500 ug/L), joten näitä tuloksia ei pystytä antamaan (taulukossa "Yli").

Al: 23VV14923: YLI

Mn: 23VV14923, 23VV14924, 23VV14926, 23VV14927 : YLI

23VV14923: Näytteenottosyvyys: pinta

23VV14924: Näytteenottosyvyys: hulevesikaivo

23VV14925: Näytteenottosyvyys: pinta

23VV14926: Näytteenottosyvyys: pinta

23VV14927: Näytteenottosyvyys: pinta

LAUSUNTO

Tämä seloste korvaa testausselosteen report_XY_3236, lisätty määrittämiä ja laboratorion lisätietoja kommentti.

KVY Tutkimus Oy

Heli Orakangas
Ympäristöasiantuntija

JAKELU

aleksi.siirtola@pori.fi
marjatta.halme@pori.fi

MENETELMÄVIITTEET

LA016	SFS-EN ISO 9963-1:1996, kansallinen lisäys
LA110	SFS-EN ISO 10304-1:2009
LA116	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2016
LA146	SFS-EN 27888:1994
LA147	SFS 3021:1979
LA153	Standard methods 2580
LA162	SFS-EN ISO 10304-1:2009

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testaus tulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

Puh. 03 246 1208
laboratorio@kvvy.fi

Pori

Puh. 03 246 1277
porilab@kvvy.fi

Rauma

Puh. 03 246 1276
raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

Puh. 03 246 1233
tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

Puh. 03 246 1275
sastalab@kvvy.fi

Vaasa

Puh. 06 312 0020
botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

Puh. 03 246 1267
jyvaskyla@kvvy.fi

MITTAUSEPÄVARMUUDET

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Esikäsitteily ICP-analytiikka	23VV14923		8.8.2023	A
	23VV14924		8.8.2023	A
	23VV14925		8.8.2023	A
	23VV14926		8.8.2023	A
	23VV14927		8.8.2023	A
Suodatus 0,45 µm	23VV14923		8.8.2023	A
	23VV14924		8.8.2023	A
	23VV14925		8.8.2023	A
	23VV14926		8.8.2023	A
	23VV14927		8.8.2023	A
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)*	23VV14923		15.8.2023	A
	23VV14924		15.8.2023	A
	23VV14925		15.8.2023	A
	23VV14926		15.8.2023	A
	23VV14927		15.8.2023	A
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)*	23VV14923	15 %	15.8.2023	A
	23VV14924	29 %	15.8.2023	A
	23VV14925	15 %	15.8.2023	A
	23VV14926	15 %	15.8.2023	A
	23VV14927	29 %	15.8.2023	A
Kadmium liukoinen (0,45 µm)*	23VV14923	15 %	15.8.2023	A
	23VV14924	15 %	15.8.2023	A
	23VV14925		15.8.2023	A
	23VV14926		15.8.2023	A
	23VV14927		15.8.2023	A
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)*	23VV14923	15 %	15.8.2023	A
	23VV14924	15 %	15.8.2023	A
	23VV14925		15.8.2023	A
	23VV14926	15 %	15.8.2023	A
	23VV14927	15 %	15.8.2023	A
Kromi, liukoinen (0,45 µm)*	23VV14923		15.8.2023	A
	23VV14924		15.8.2023	A
	23VV14925		15.8.2023	A
	23VV14926		15.8.2023	A
	23VV14927		15.8.2023	A
Kupari, liukoinen (0,45 µm)*	23VV14923	15 %	15.8.2023	A
	23VV14924	15 %	15.8.2023	A
	23VV14925	15 %	15.8.2023	A
	23VV14926	15 %	15.8.2023	A
	23VV14927	15 %	15.8.2023	A
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)*	23VV14923		15.8.2023	A
	23VV14924		15.8.2023	A
	23VV14925		15.8.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)*	23VV14926		15.8.2023	A
	23VV14927		15.8.2023	A
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	23VV14925	15 %	15.8.2023	A
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)*	23VV14923	15 %	15.8.2023	A
	23VV14924	15 %	15.8.2023	A
	23VV14925	15 %	15.8.2023	A
	23VV14926	15 %	15.8.2023	A
	23VV14927	15 %	15.8.2023	A
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)*	23VV14923	15 %	15.8.2023	A
	23VV14924	15 %	15.8.2023	A
	23VV14925	30 %	15.8.2023	A
	23VV14926	15 %	15.8.2023	A
	23VV14927	15 %	15.8.2023	A
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)*	23VV14923		15.8.2023	A
	23VV14924	15 %	15.8.2023	A
	23VV14925	15 %	15.8.2023	A
	23VV14926		15.8.2023	A
	23VV14927		15.8.2023	A
Alumiini, liukoinen 0,45 µm, ICP-MS*	23VV14924	10 %	15.8.2023	A
	23VV14925	20 %	15.8.2023	A
	23VV14926	20 %	15.8.2023	A
	23VV14927	10 %	15.8.2023	A
Alkaliniteetti*	23VV14923		8.8.2023	A
	23VV14924	13 %	8.8.2023	A
	23VV14925	13 %	8.8.2023	A
	23VV14926	13 %	8.8.2023	A
	23VV14927		9.8.2023	A
pH*	23VV14923	0,2	8.8.2023	A
	23VV14924	0,2	8.8.2023	A
	23VV14925	0,2	8.8.2023	A
	23VV14926	0,2	8.8.2023	A
	23VV14927	0,2	8.8.2023	A
Redox-potentiaali	23VV14923	5 %	9.8.2023	A
	23VV14924	5 %	9.8.2023	A
	23VV14925	5 %	9.8.2023	A
	23VV14926	5 %	9.8.2023	A
	23VV14927	5 %	9.8.2023	A
Sähkönjohtavuus*	23VV14923	5 %	8.8.2023	A
	23VV14924	5 %	8.8.2023	A
	23VV14925	5 %	8.8.2023	A
	23VV14926	5 %	8.8.2023	A
	23VV14927	5 %	8.8.2023	A
Sulfaatti*	23VV14923	10 %	10.8.2023	A
	23VV14924	10 %	10.8.2023	A
	23VV14925	10 %	10.8.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeassa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyessä.

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Sulfaatti*	23VV14926	10 %	10.8.2023	A
.	23VV14927	10 %	10.8.2023	A
Kloridi*	23VV14923	10 %	10.8.2023	A
.	23VV14924	10 %	10.8.2023	A
.	23VV14925	10 %	10.8.2023	A
.	23VV14926	10 %	10.8.2023	A
.	23VV14927	10 %	10.8.2023	A

A KVY Tutkimus Oy / Tampere

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausseleosteessa esitetyt testautulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausseleosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

Puh. 03 246 1208
laboratorio@kvvy.fi

Pori

Puh. 03 246 1277
porilab@kvvy.fi

Rauma

Puh. 03 246 1276
raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

Puh. 03 246 1233
tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

Puh. 03 246 1275
sastalab@kvvy.fi

Vaasa

Puh. 06 312 0020
botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

Puh. 03 246 1267
jyvaskyla@kvvy.fi

Porin kaupunki, Tekninen toimiala
 PL 307
 28601 Pori

Korvaava seloste



Projektin nimi	Hulevesitutkimus
Näytteet otettu ¹	20.9.2023
Näytteet saapuneet	20.9.2023

Näyttenumero	Näytteen nimi / Kuvaus ¹
23VV19984	1. HaKaKo 01
23VV19989	2. HaKaKo 02
23VV19990	3. HaKaKo 03
23VV19991	4. HaKaKo 04
23VV19992	5. HaKaKo 05
23VV19993	6. HaKaKo 06

Määrittäminen	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV19984	23VV19989	23VV19990	23VV19991
Esikäsitteily ICP-analytiikka			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Suodatus 0,45 µm			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,40	0,16	0,40	0,12
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,08	1,2	0,52	0,74
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	7,6	32	12	37
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,85	5,9	4,8	3,9
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	10	87	42	71
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	11	110	44	130
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	0,56	0,54	< 0,1
Alumiini, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	62	210	32	780
Kalsium liukoinen (0,45 µm)	LA076*	mg/l	46	240	190	120
Magnesium liukoinen (0,45 µm)	LA076*	mg/l	18	100	77	49
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	1100	2500	1000	2200

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, ¹ = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselostuksen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV19984	23VV19989	23VV19990	23VV19991
Rauta, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	540	< 10	< 10	240
Alkaliniteetti	LA016*	mmol/l	0,25	0,99	1,0	0,18
Ammoniumtyppi	LA131*	µg/l NH4-N	22	760	220	220
pH	LA147*		6,4	6,7	7,4	5,8
Redox-potentiaali	LA153	mV	160	150	132	154
Sähkönjohtavuus	LA146*	mS/m	67,3	249	205	139
Kloridi	LA110*	mg/l	66	190	160	83
Sulfaatti	LA110*	mg/l	200	1100	850	560
Ammonium NH4	LA131*	mg/l NH4	0,028	0,98	0,28	0,28

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV19992	23VV19993		
Esikäsitteily ICP-analytiikka			Tehty	Tehty		
Suodatus 0,45 µm			Tehty	Tehty		
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,5	< 0,3		
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,42	0,25		
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,69	0,17		
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	13	19		
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	8,3	2,1		
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,32	< 0,1		
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	36	33		
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	250	49		
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,55	< 0,1		
Alumiini, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	360	64		
Kalsium liukoinen (0,45 µm)	LA076*	mg/l	51	96		
Magnesium liukoinen (0,45 µm)	LA076*	mg/l	20	41		
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	450	1700		
Rauta, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	630	31		
Alkaliniteetti	LA016*	mmol/l	0,14	0,32		
Ammoniumtyppi	LA131*	µg/l NH4-N	1100	280		
pH	LA147*		5,8	6,4		
Redox-potentiaali	LA153	mV	160	138		
Sähkönjohtavuus	LA146*	mS/m	71,7	120		
Kloridi	LA110*	mg/l	55	69		

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määritys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV19992	23VV19993		
Sulfaatti	LA110*	mg/l	240	500		
Ammonium NH4	LA131*	mg/l NH4	1,4	0,37		

LAUSUNTO

Tämä seloste korvaa testausselosteen report_XY_3474, lisätty määrityksiä.

KVYVY Tutkimus Oy

Heli Orakangas

Ympäristöasiantuntija

JAKELU

aleksi.siirtola@pori.fi
marjatta.halme@pori.fi

MENETELMÄVIITTEET

LA016	SFS-EN ISO 9963-1:1996, kansallinen lisäys
LA076	SFS-EN ISO 11885:2009
LA116	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2016
LA131	Sisäinen menetelmä KVYVY LA131 CFA-analysointi fluorometrisellä detektoinnilla
LA146	SFS-EN 27888:1994
LA147	SFS 3021:1979
LA153	Standard methods 2580
LA162	SFS-EN ISO 10304-1:2009

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testautulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

Puh. 03 246 1208
laboratorio@kvvy.fi

Pori

Puh. 03 246 1277
porilab@kvvy.fi

Rauma

Puh. 03 246 1276
raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

Puh. 03 246 1233
tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

Puh. 03 246 1275
sastalab@kvvy.fi

Vaasa

Puh. 06 312 0020
botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

Puh. 03 246 1267
jyvaskyla@kvvy.fi

MITTAUSEPÄVARMUUDET

Määrittäminen	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Esikäsitteily ICP-analytiikka	23VV19984		21.9.2023	A
	23VV19989		21.9.2023	A
	23VV19990		21.9.2023	A
	23VV19991		21.9.2023	A
	23VV19992		21.9.2023	A
	23VV19993		21.9.2023	A
Suodatus 0,45 µm	23VV19984		21.9.2023	A
	23VV19989		21.9.2023	A
	23VV19990		21.9.2023	A
	23VV19991		21.9.2023	A
	23VV19992		21.9.2023	A
	23VV19993		21.9.2023	A
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984		4.10.2023	A
	23VV19989		4.10.2023	A
	23VV19990		4.10.2023	A
	23VV19991		4.10.2023	A
	23VV19992	25 %	4.10.2023	A
	23VV19993		4.10.2023	A
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984	29 %	4.10.2023	A
	23VV19989	29 %	4.10.2023	A
	23VV19990	29 %	4.10.2023	A
	23VV19991	29 %	4.10.2023	A
	23VV19992	29 %	4.10.2023	A
	23VV19993	29 %	4.10.2023	A
Kadmium liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984		4.10.2023	A
	23VV19989	15 %	4.10.2023	A
	23VV19990	15 %	4.10.2023	A
	23VV19991	15 %	4.10.2023	A
	23VV19992	15 %	4.10.2023	A
	23VV19993	15 %	4.10.2023	A
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984	15 %	4.10.2023	A
	23VV19989	15 %	4.10.2023	A
	23VV19990	15 %	4.10.2023	A
	23VV19991	15 %	4.10.2023	A
	23VV19992	15 %	4.10.2023	A
	23VV19993	15 %	4.10.2023	A
Kupari, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984	15 %	4.10.2023	A
	23VV19989	15 %	4.10.2023	A
	23VV19990	15 %	4.10.2023	A
	23VV19991	15 %	4.10.2023	A
	23VV19992	15 %	4.10.2023	A
	23VV19993	15 %	4.10.2023	A
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984		4.10.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19989		4.10.2023	A
	23VV19990		4.10.2023	A
	23VV19991		4.10.2023	A
	23VV19992	30 %	4.10.2023	A
	23VV19993		4.10.2023	A
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984	15 %	4.10.2023	A
	23VV19989	15 %	4.10.2023	A
	23VV19990	15 %	4.10.2023	A
	23VV19991	15 %	4.10.2023	A
	23VV19992	15 %	4.10.2023	A
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984	15 %	8.1.2024	A
	23VV19989	15 %	8.1.2024	A
	23VV19990	15 %	8.1.2024	A
	23VV19991	15 %	8.1.2024	A
	23VV19992	15 %	8.1.2024	A
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984		4.10.2023	A
	23VV19989	15 %	4.10.2023	A
	23VV19990	15 %	4.10.2023	A
	23VV19991		4.10.2023	A
	23VV19992	15 %	4.10.2023	A
Alumiini, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984	15 %	26.9.2023	A
	23VV19989	10	26.9.2023	A
	23VV19990	15 %	26.9.2023	A
	23VV19991	10	26.9.2023	A
	23VV19992	10	26.9.2023	A
Kalsium liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984	20 %	26.9.2023	A
	23VV19989	10 %	26.9.2023	A
	23VV19990	10 %	26.9.2023	A
	23VV19991	10 %	26.9.2023	A
	23VV19992	10 %	26.9.2023	A
Magnesium liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984	10 %	26.9.2023	A
	23VV19989	10 %	26.9.2023	A
	23VV19990	10 %	26.9.2023	A
	23VV19991	10 %	26.9.2023	A
	23VV19992	10 %	26.9.2023	A
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984	8 %	26.9.2023	A
	23VV19989	8 %	26.9.2023	A
	23VV19990	8 %	26.9.2023	A
	23VV19991	8 %	26.9.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19992	8 %	26.9.2023	A
	23VV19993	8 %	26.9.2023	A
Rauta, liukoinen (0,45 µm)*	23VV19984	15 %	26.9.2023	A
	23VV19989		26.9.2023	A
	23VV19990		26.9.2023	A
	23VV19991	15 %	26.9.2023	A
	23VV19992	15 %	26.9.2023	A
	23VV19993	15 %	26.9.2023	A
Alkaliniteetti*	23VV19984	13 %	21.9.2023	A
	23VV19989	13 %	21.9.2023	A
	23VV19990	13 %	21.9.2023	A
	23VV19991	13 %	21.9.2023	A
	23VV19992	13 %	21.9.2023	A
	23VV19993	13 %	21.9.2023	A
Ammoniumtyppi*	23VV19984	15 %	21.9.2023	A
	23VV19989	15 %	21.9.2023	A
	23VV19990	15 %	21.9.2023	A
	23VV19991	15 %	21.9.2023	A
	23VV19992	15 %	21.9.2023	A
	23VV19993	15 %	21.9.2023	A
pH*	23VV19984	0,2	21.9.2023	A
	23VV19989	0,2	21.9.2023	A
	23VV19990	0,2	21.9.2023	A
	23VV19991	0,2	21.9.2023	A
	23VV19992	0,2	21.9.2023	A
	23VV19993	0,2	21.9.2023	A
Redox-potentiaali	23VV19984	5 %	21.9.2023	A
	23VV19989	5 %	21.9.2023	A
	23VV19990	5 %	21.9.2023	A
	23VV19991	5 %	21.9.2023	A
	23VV19992	5 %	21.9.2023	A
	23VV19993	5 %	21.9.2023	A
Sähkönjohtavuus*	23VV19984	5 %	21.9.2023	A
	23VV19989	5 %	21.9.2023	A
	23VV19990	5 %	21.9.2023	A
	23VV19991	5 %	21.9.2023	A
	23VV19992	5 %	21.9.2023	A
	23VV19993	5 %	21.9.2023	A
Kloridi*	23VV19984	10 %	25.9.2023	A
	23VV19989	10 %	25.9.2023	A
	23VV19990	10 %	25.9.2023	A
	23VV19991	10 %	25.9.2023	A
	23VV19992	10 %	25.9.2023	A
	23VV19993	10 %	25.9.2023	A
Sulfaatti*	23VV19984	10 %	25.9.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Määrittäminen	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Sulfaatti*	23VV19989	10 %	25.9.2023	A
.	23VV19990	10 %	25.9.2023	A
.	23VV19991	10 %	25.9.2023	A
.	23VV19992	10 %	25.9.2023	A
.	23VV19993	10 %	25.9.2023	A
Ammonium NH ₄ *	23VV19984	15 %	22.9.2023	A
.	23VV19989	15 %	22.9.2023	A
.	23VV19990	15 %	22.9.2023	A
.	23VV19991	15 %	22.9.2023	A
.	23VV19992	15 %	22.9.2023	A
.	23VV19993	15 %	22.9.2023	A

A KVYY Tutkimus Oy / Tampere

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testitulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselostuksen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

Puh. 03 246 1208
laboratorio@kvvy.fi

Pori

Puh. 03 246 1277
porilab@kvvy.fi

Rauma

Puh. 03 246 1276
raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

Puh. 03 246 1233
tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

Puh. 03 246 1275
sastalab@kvvy.fi

Vaasa

Puh. 06 312 0020
botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

Puh. 03 246 1267
jyvaskyla@kvvy.fi

Porin kaupunki, Tekninen toimiala
 PL 307
 28601 Pori

Korvaava seloste



Projektin nimi	Hulevesitutkimus
Näytteet otettu ¹	30.10.2023
Näytteen ottaja ¹	Alexi Siirtola
Näytteet saapuneet	30.10.2023

Näyttenumero	Näytteen nimi / Kuvaus ¹
23VV23233	2. HaKaKo 02
23VV23234	3. HaKaKo 03
23VV23235	4. HaKaKo 04
23VV23236	5. HaKaKo 05
23VV23237	6. HaKaKo 06
23VV23238	7. Ylimääräinen allasoja 07

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV23233	23VV23234	23VV23235	23VV23236
Esikäsittely ICP-analytiikka			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Suodatus 0,45 µm			Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Kalsium	LA076*	mg/l			140	
Magnesium	LA076*	mg/l			61	
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	~0,3	0,49	~0,3	0,46
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	1,5	0,76	1,4	0,11
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	44	6,0	68	45
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	6,6	5,1	12	1,9
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	160	78	150	64
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	220	77	290	130
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	0,36	0,33	< 0,1	0,61
Alumiini, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	430	45	12000	390
Kalsium liukoinen (0,45 µm)	LA076*	mg/l	280	300	140	66

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, ¹ = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV23233	23VV23234	23VV23235	23VV23236
Magnesium liukoinen (0,45 µm)	LA076*	mg/l	140	130	61	30
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	4100	980	3400	1500
Rauta, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	17	< 10	580	17000
Kovuus (laskennallinen Ca ja Mg)	LA136*	mmol/l			6,0	
Alkaliniteetti	LA016*	mmol/l	0,79	1,1	< 0,02	0,027
Ammoniumtyppi	LA131*	µg/l NH4-N	700	13	530	1800
pH	LA147*		6,4	7,2	4,4	5,2
Redox-potentiaali	LA153	mV	309	238		294
Sähkönjohtavuus	LA146*	mS/m	319	309	171	97,2
Kloridi	LA110*	mg/l	280	250	110	84
Sulfaatti	LA110*	mg/l	1400	1400	730	340
Ammonium NH4	LA131*	mg/l NH4	0,90	0,016	0,69	2,4

Määrittys	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV23237	23VV23238		
Esikäsittely ICP-analytiikka			Tehty	Tehty		
Suodatus 0,45 µm			Tehty	Tehty		
Kalsium	LA076*	mg/l	140			
Magnesium	LA076*	mg/l	58			
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,3	< 0,3		
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	~0,4	0,50		
Kadmium liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	1,3	0,64		
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	66	3,7		
Kupari, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	10	5,3		
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	< 0,1		
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	140	70		
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	290	51		
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)	LA116*	µg/l	< 0,1	0,30		
Alumiini, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	11000	110		
Kalsium liukoinen (0,45 µm)	LA076*	mg/l	140	300		
Magnesium liukoinen (0,45 µm)	LA076*	mg/l	59	130		
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	3600	620		

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselostuksessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittäminen	Menetelmän tunnus	Yksikkö	23VV23237	23VV23238		
Rauta, liukoinen (0,45 µm)	LA076*	µg/l	440	< 10		
Kovuus (laskennallinen Ca ja Mg)	LA136*	mmol/l	5,8			
Alkaliniteetti	LA016*	mmol/l	< 0,02	1,1		
Ammoniumtyppi	LA131*	µg/l NH4-N	480	62		
pH	LA147*		4,5	7,1		
Redox-potentiaali	LA153	mV		208		
Sähkönjohtavuus	LA146*	mS/m	164	302		
Kloridi	LA110*	mg/l	110	240		
Sulfaatti	LA110*	mg/l	720	1300		
Ammonium NH4	LA131*	mg/l NH4	0,62	0,080		

LISÄTIETOJA

23VV23235: Redox-näyte meni pilalle, ei tulosta

23VV23237: Redox-näyte meni pilalle, ei tulosta

NÄYTTEENOTON LISÄTIEDOT¹

HaKaKo

LAUSUNTO

Tämä seloste korvaa testausselosteen report_XY_3736, lisätty määrittämiä.

KVYV Tutkimus Oy

Heli Orakangas

Ympäristöasiantuntija

JAKELU

aleksi.siirtola@pori.fi
marjatta.halme@pori.fi

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, ¹ = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

MENETELMÄVIITTEET

LA016	SFS-EN ISO 9963-1:1996, kansallinen lisäys
LA076	SFS-EN ISO 11885:2009
LA116	SFS-EN ISO 17294-1:2006 ja SFS-EN ISO 17294-2:2016
LA131	Sisäinen menetelmä KVYV LA131
LA136	CFA-analysointi fluorometrisella detektoinnilla
LA146	Sis. menetelmä, perustuu SFS-EN ISO 11885:2009
LA147	SFS-EN 27888:1994
LA147	SFS 3021:1979
LA153	Standard methods 2580
LA162	SFS-EN ISO 10304-1:2009

MITTAUSEPÄVARMUUDET

Määrittäminen	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Esikäsittely ICP-analytiikka	23VV23233		30.10.2023	A
	23VV23234		30.10.2023	A
	23VV23235		30.10.2023	A
	23VV23236		30.10.2023	A
	23VV23237		30.10.2023	A
	23VV23238		30.10.2023	A
Suodatus 0,45 µm	23VV23233		30.10.2023	A
	23VV23234		30.10.2023	A
	23VV23235		30.10.2023	A
	23VV23236		30.10.2023	A
	23VV23237		30.10.2023	A
	23VV23238		30.10.2023	A
Kalsium*	23VV23235	10 %	1.11.2023	A
	23VV23237	10 %	1.11.2023	A
Magnesium*	23VV23235	10 %	1.11.2023	A
	23VV23237	10 %	1.11.2023	A
Antimoni, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233		8.11.2023	A
	23VV23234		8.11.2023	A
	23VV23235		8.11.2023	A
	23VV23236		8.11.2023	A
	23VV23237		8.11.2023	A
	23VV23238		8.11.2023	A
Arseeni, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	29 %	8.11.2023	A
	23VV23234	29 %	8.11.2023	A
	23VV23235	29 %	8.11.2023	A
	23VV23236	29 %	8.11.2023	A
	23VV23237	29 %	8.11.2023	A
	23VV23238	15 %	8.11.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Kadmium liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	15 %	8.11.2023	A
	23VV23234	15 %	8.11.2023	A
	23VV23235	15 %	8.11.2023	A
	23VV23236	15 %	8.11.2023	A
	23VV23237	15 %	8.11.2023	A
	23VV23238	15 %	8.11.2023	A
Koboltti, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	15 %	8.11.2023	A
	23VV23234	15 %	8.11.2023	A
	23VV23235	15 %	8.11.2023	A
	23VV23236	15 %	8.11.2023	A
	23VV23237	15 %	8.11.2023	A
	23VV23238	15 %	8.11.2023	A
Kupari, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	15 %	8.11.2023	A
	23VV23234	15 %	8.11.2023	A
	23VV23235	15 %	8.11.2023	A
	23VV23236	15 %	8.11.2023	A
	23VV23237	15 %	8.11.2023	A
	23VV23238	15 %	8.11.2023	A
Lyijy, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233		8.11.2023	A
	23VV23234		8.11.2023	A
	23VV23235		8.11.2023	A
	23VV23236		8.11.2023	A
	23VV23237		8.11.2023	A
	23VV23238		8.11.2023	A
Nikkeli, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	15 %	8.11.2023	A
	23VV23234	15 %	8.11.2023	A
	23VV23235	15 %	8.11.2023	A
	23VV23236	15 %	8.11.2023	A
	23VV23237	15 %	8.11.2023	A
	23VV23238	15 %	8.11.2023	A
Sinkki, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	15 %	8.1.2024	A
	23VV23234	15 %	8.1.2024	A
	23VV23235	15 %	8.1.2024	A
	23VV23236	15 %	8.1.2024	A
	23VV23237	15 %	8.1.2024	A
	23VV23238	15 %	8.1.2024	A
Vanadiini, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	25 %	8.11.2023	A
	23VV23234	25 %	8.11.2023	A
	23VV23235		8.11.2023	A
	23VV23236	15 %	8.11.2023	A
	23VV23237		8.11.2023	A
	23VV23238	25 %	8.11.2023	A
Alumiini, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	10	1.11.2023	A
	23VV23234	15 %	1.11.2023	A
	23VV23235	10	1.11.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettäessä.

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
Alumiini, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23236	10	1.11.2023	A
	23VV23237	10	1.11.2023	A
	23VV23238	15 %	1.11.2023	A
Kalsium liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	10 %	1.11.2023	A
	23VV23234	10 %	1.11.2023	A
	23VV23235	10 %	1.11.2023	A
	23VV23236	10 %	1.11.2023	A
	23VV23237	10 %	1.11.2023	A
	23VV23238	10 %	1.11.2023	A
Magnesium liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	10 %	1.11.2023	A
	23VV23234	10 %	1.11.2023	A
	23VV23235	10 %	1.11.2023	A
	23VV23236	10 %	1.11.2023	A
	23VV23237	10 %	1.11.2023	A
	23VV23238	10 %	1.11.2023	A
Mangaani, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	8 %	1.11.2023	A
	23VV23234	8 %	1.11.2023	A
	23VV23235	8 %	1.11.2023	A
	23VV23236	8 %	1.11.2023	A
	23VV23237	8 %	1.11.2023	A
	23VV23238	8 %	1.11.2023	A
Rauta, liukoinen (0,45 µm)*	23VV23233	4 µg/l	1.11.2023	A
	23VV23234		1.11.2023	A
	23VV23235	15 %	1.11.2023	A
	23VV23236	15 %	1.11.2023	A
	23VV23237	15 %	1.11.2023	A
	23VV23238		1.11.2023	A
Kovuus (laskennallinen Ca ja Mg)*	23VV23235	14 %	7.11.2023	A
	23VV23237	14 %	7.11.2023	A
Alkaliniteetti*	23VV23233	13 %	31.10.2023	A
	23VV23234	13 %	31.10.2023	A
	23VV23235		31.10.2023	A
	23VV23236	15 %	31.10.2023	A
	23VV23237		31.10.2023	A
	23VV23238	13 %	31.10.2023	A
Ammoniumtyppi*	23VV23233	15 %	31.10.2023	A
	23VV23234	2	1.11.2023	A
	23VV23235	15 %	31.10.2023	A
	23VV23236	15 %	31.10.2023	A
	23VV23237	15 %	31.10.2023	A
	23VV23238	15 %	1.11.2023	A
pH*	23VV23233	0,2	31.10.2023	A
	23VV23234	0,2	31.10.2023	A
	23VV23235	0,2	31.10.2023	A
	23VV23236	0,2	31.10.2023	A

* = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, † = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeassa esitetyt testautulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydetäessä.

Määrittys	Näyte	Mittausepävarmuus	Mittauspäivä	Lab
pH*	23VV23237	0,2	31.10.2023	A
.	23VV23238	0,2	31.10.2023	A
Redox-potentiaali	23VV23233	5 %	31.10.2023	A
.	23VV23234	5 %	31.10.2023	A
.	23VV23236	5 %	31.10.2023	A
.	23VV23238	5 %	31.10.2023	A
Sähkönjohtavuus*	23VV23233	5 %	31.10.2023	A
.	23VV23234	5 %	31.10.2023	A
.	23VV23235	5 %	31.10.2023	A
.	23VV23236	5 %	31.10.2023	A
.	23VV23237	5 %	31.10.2023	A
.	23VV23238	5 %	31.10.2023	A
Kloridi*	23VV23233	10 %	6.11.2023	A
.	23VV23234	10 %	6.11.2023	A
.	23VV23235	10 %	6.11.2023	A
.	23VV23236	10 %	6.11.2023	A
.	23VV23237	10 %	6.11.2023	A
.	23VV23238	10 %	6.11.2023	A
Sulfaatti*	23VV23233	10 %	6.11.2023	A
.	23VV23234	10 %	6.11.2023	A
.	23VV23235	10 %	6.11.2023	A
.	23VV23236	10 %	6.11.2023	A
.	23VV23237	10 %	6.11.2023	A
.	23VV23238	10 %	6.11.2023	A
Ammonium NH4*	23VV23233	15 %	1.11.2023	A
.	23VV23234	0,003	2.11.2023	A
.	23VV23235	15 %	1.11.2023	A
.	23VV23236	15 %	1.11.2023	A
.	23VV23237	15 %	1.11.2023	A
.	23VV23238	15 %	2.11.2023	A

A KVYY Tutkimus Oy / Tampere

 * = Akkreditoitu tutkimusmenetelmä, ¹ = Asiakkaan ilmoittama tieto

Tässä testausselosteeissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Mikrobiologiset mittausepävarmuudet saa pyydettyäessä.

Tampere

 Puh. 03 246 1208
 laboratorio@kvvy.fi

Pori

 Puh. 03 246 1277
 porilab@kvvy.fi

Rauma

 Puh. 03 246 1276
 raumalab@kvvy.fi

Hämeenlinna

 Puh. 03 246 1233
 tavastlab@kvvy.fi

Sastamala

 Puh. 03 246 1275
 sastalab@kvvy.fi

Vaasa

 Puh. 06 312 0020
 botnialab@kvvy.fi

Jyväskylä

 Puh. 03 246 1267
 jyvaskyla@kvvy.fi

LIITE 3 LAUTTARANTA VESI- JA MAANÄYTTEIDEN ANALYYSITODISTUKSET

Näyte-erä EUAA56-00129494
Tilausviite 1510074503

Turun kaupunki
Mari Ahlroos
Puolalankatu 5
20100 TURKU
FINLAND

Lauttaranta tarkkailu

Näyttenumero	750-2022-00097516 750-2022-00097517		
Asiakkaan näytetunniste	M4	M5	
Näytematriisi	Pintavesi	Pintavesi	
Näytteen kuvaus	Pintavesi	Pintavesi	
Vastaanottopäivä	02.12.2022	02.12.2022	
Näytteenottaja	Asiakas	Asiakas	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Esikäsittely			
Suodatus (0,45 µm) RZE27		Tehty	
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset			
Väri *	RZB61 mg Pt/l	10,0	11
pH *	RZB10	7,7	7,7
Sähkönjohtavuus 25°C *	RZB59 µS/cm	10000	10000
Sameus *	RZC18 NTU	47	18
Kiintoaine (GF/C) *	RZC23 mg/l	56	19
Kloridi (Cl-) *	RZB76 mg/l	3200	3200
Sulfaatti (SO4) *	RZB86 mg/l	430	430
Typpi (N), kokonais *	RZD13 µg/l	990	630
Fosfori (P), kokonaispitoisuus *	RZD27 µg/l	68	48
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO3, ICP-MS			
Alumiini (Al) *	RZ0RJ µg/l	1600	790
Antimoni (Sb) *	RZ0G2 µg/l	<1,0	<1,0
Arseeni (As) *	RZ0FW µg/l	1,3	1,3
Barium (Ba) *	RZ0FY µg/l	30	24
Elohopea (Hg) *	RZ0G3 µg/l	<0,10	<0,10
Kadmium (Cd) *	RZ0G5 µg/l	<0,10	<0,10
Koboltti (Co) *	RZ0G6 µg/l	0,91	<0,50
Kromi (Cr) *	RZ0G1 µg/l	3,7	<3,0
Kupari (Cu) *	RZ0GP µg/l	3,8	<3,0
Lyijy (Pb) *	RZ0FZ µg/l	1,4	<1,0
Molybdeeni (Mo) *	RZ0G8 µg/l	2,3	2,0
Nikkeli (Ni) *	RZ0G9 µg/l	<3,0	<3,0
Seleeni (Se) *	RZ0GZ µg/l	<1,0	<1,0

Näyttenumero	750-2022-00097516		750-2022-00097517	
Asiakkaan näytetunniste	M4		M5	
Näytematriisi	Pintavesi		Pintavesi	
Näytteen kuvaus	Pintavesi		Pintavesi	
Vastaanottopäivä	02.12.2022		02.12.2022	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO₃, ICP-MS				
Sinkki (Zn) *	RZ0H0 µg/l	15	8,9	
Vanadiini (V) *	RZ0GD µg/l	4,7	2,5	
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE17	Tehty	Tehty	
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS				
Alumiini (Al), liukoinen *	RZ0D0 µg/l	7,1	6,2	
Antimoni (Sb), liukoinen *	RZ0D5 µg/l	<0,20	<0,20	
Arseeni (As), liukoinen *	RZ0D6 µg/l	0,91	0,99	
Barium (Ba), liukoinen *	RZ0D7 µg/l	23	22	
Elohopea (Hg), liukoinen *	RZ0DJ µg/l	<0,020	<0,020	
Kadmium (Cd), liukoinen *	RZ0DA µg/l	<0,030	<0,030	
Koboltti (Co), liukoinen *	RZ0DG µg/l	0,16	0,12	
Kromi (Cr), liukoinen *	RZ0DB µg/l	<0,50	<0,50	
Kupari (Cu), liukoinen *	RZ0D2 µg/l	1,3	1,2	
Lyijy (Pb), liukoinen *	RZ0DC µg/l	<0,10	<0,10	
Molybdeeni (Mo), liukoinen *	RZ0DP µg/l	1,3	1,3	
Nikkeli (Ni), liukoinen *	RZ0E6 µg/l	1,3	1,1	
Seleeni (Se), liukoinen *	RZ0DU µg/l	<0,20	<0,20	
Sinkki (Zn), liukoinen *	RZ0DF µg/l	7,0	6,1	
Vanadiini (V), liukoinen *	RZ0E2 µg/l	0,41	0,41	
PAH EPA 16 yhdisteet				
Asenafteeni *	RZP01 µg/l	<0,005	<0,005	
Asenaftyleeni *	RZP01 µg/l	<0,005	<0,005	
Antraseeni *	RZP01 µg/l	<0,005	<0,005	
Bentso(a)antraseen i *	RZP01 µg/l	<0,001	<0,001	
Bentso(b,j)fluorante eni (CAS:205-99-2/205- 82-3) *	RZP01 µg/l	0,001	<0,001**	
Bentso(k)fluorantee ni *	RZP01 µg/l	<0,001	<0,001	

Näyttenumero	750-2022-00097516		750-2022-00097517
Asiakkaan näytetunniste	M4		M5
Näytematriisi	Pintavesi		Pintavesi
Näytteen kuvaus	Pintavesi		Pintavesi
Vastaanottopäivä	02.12.2022		02.12.2022
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
PAH EPA 16 yhdisteet			
Bentso(k)fluoranteni *	µg/l	<0,001	<0,001
Bentso(a)pyreeni *	µg/l	0,00031	0,00059
Bentso(g,h,i)peryleeni *	µg/l	<0,0005	<0,0005
Dibentso(a,h)antraeeni *	µg/l	<0,0005	<0,0005
Fenantreeni *	RZP01 µg/l	<0,005	<0,005
Fluoreeni *	RZP01 µg/l	<0,005	<0,005
Fluoranteeni *	RZP01 µg/l	<0,005	<0,005
Kryseeni *	RZP01 µg/l	<0,001	<0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni *	µg/l	<0,0005	<0,0005
Naftaleeni *	RZP01 µg/l	<0,01	<0,01
Pyreeni *	RZP01 µg/l	<0,005	<0,005

*Menetelmä on akkreditoitu.

** Todettu alle määrittämissrajat ja yli toteamisrajat oleva pitoisuus

ALLEKIRJOITUS

12.12.2022



Salla Partio Analyysipalvelupäällikkö

SallaPartio@eurofins.fi +358 44 7421564

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Esikäsittely						
RZE27	Suodatus (0,45 µm)			Ei	Sis. men., Suodatus	RZ
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
RZB61	Väri	2mg/IPt(<20) 10%(≥20)	2 mg Pt/l	Kyllä	SFS-EN ISO 7887:2012, spektrofotometrinen	RZ
RZB10	pH	± 0,2 yks./3%		Kyllä	SFS 3021:1979, mod.	RZ
RZB59	Sähkönjohtavuus 25°C	10%(<40µS/m) 5%(>40µS/m)	1 µS/cm	Kyllä	SFS-EN 27888:1994, mod.	RZ
RZC18	Sameus	0,2NTU(<1NTU) 20%(≥1NTU)	0,2 NTU	Kyllä	SFS-EN ISO 7027:2016	RZ
RZC23	Kiintoaine (GF/C)	15% (>3,3 mg/l) 0,5 mg/l (<3,3 mg/l)	1 mg/l	Kyllä	SFS-EN 872:2005 mod.	RZ
RZB76	Kloridi (Cl-), 16887-00-6	10%	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZB86	Sulfaatti (SO4), 18785-72-3	12%(<4mg/l) 10%(>4mg/l)	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZD13	Typpi (N), kokonais, 7727-37-9	15 % (>70 µg/l) 10 µg/l (<70 µg/l)	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	RZ
RZD27	Fosfori (P), kokonaispitoisuus, 7723-14-0	15 % (>10 µg/l) 1,5 µg/l (<10 µg/l)	3 µg/l	Kyllä	Sis. men. EF2087, Discrete analyzer, Spektrofotometri (DA)	RZ
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO3, ICP-MS						
RZ0RJ	Alumiini (Al), 7429-90-5	20%	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G2	Antimoni (Sb), 7440-36-0	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0FW	Arseeni (As), 7440-38-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0FY	Barium (Ba), 7440-39-3	20%	2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G3	Elohopea (Hg), 7439-97-6	15 % (>0,1 µg/l) ja 25 % (<1 µg/l)	0,05 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G5	Kadmium (Cd), 7440-43-9	20%	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G6	Koboltti (Co), 7440-48-4	20%	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G1	Kromi (Cr), 7440-47-3	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GP	Kupari (Cu), 7440-50-8	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0FZ	Lyijy (Pb), 7439-92-1	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G8	Molybdeeni (Mo), 7439-98-7	0.2	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G9	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GZ	Seleeni (Se), 7782-49-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0H0	Sinkki (Zn), 7440-66-6	20%	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GD	Vanadiini (V), 7440-62-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZE17	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 15587-1	RZ
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0D0	Alumiini (Al), liukoinen, 7429-90-5	15%(>100µg/l) 19%(<100µg/l)	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ

Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0D5	Antimoni (Sb), liukoinen, 7440-36-0	15%(>2µg/l) 16%(1-2µg/l) 25%(0.2-1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D6	Arseeni (As), liukoinen, 7440-38-2	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D7	Barium (Ba), liukoinen, 7440-39-3	15%(>1µg/l) 20%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DJ	Elohopea (Hg), liukoinen, 7439-97-6	15%(>1µg/l) 20%(0.05-1µg/l) 40%(<0.05µg/l)	0,02 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DA	Kadmium (Cd), liukoinen, 7440-43-9	15%(>1µg/l) 17%(0.1-1µg/l) 20%(<0.1µg/l)	0,03 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DG	Koboltti (Co), liukoinen, 7440-48-4	15%(>0.2µg/l) 20%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DB	Kromi (Cr), liukoinen, 7440-47-3	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D2	Kupari (Cu), liukoinen, 7440-50-8	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DC	Lyijy (Pb), liukoinen, 7439-92-1	15%(>0.2µg/l) 25%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DP	Molybdeeni (Mo), liukoinen, 7439-98-7	15%(>1µg/l) 18%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0E6	Nikkeli (Ni), liukoinen, 7440-02-0	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DU	Seleeni (Se), liukoinen, 7782-49-2	15%(>1µg/l) 35%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DF	Sinkki (Zn), liukoinen, 7440-66-6	15%(>20µg/l) 20%(2-20µg/l) 30%(<2µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0E2	Vanadiini (V), liukoinen, 7440-62-2	15%(>1µg/l) 20%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
PAH EPA 16 yhdisteet						
RZP01	Asenafteni, 83-32-9	17%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Asenaftyleeni, 208-96-8	13%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Antraseeni, 120-12-7	19%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Bentso(a)antraseeni, 56-55-3	26%	0,001 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Bentso(b,j)fluoranteeni (CAS:205-99-2/205-82-3), 205-82-3 / 205-82-3	27%	0,001 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Bentso(k)fluoranteeni, 207-08-9	30%	0,001 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Bentso(a)pyreeni, 50-32-8	23%	0,00017 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Bentso(g,h,i)peryleeni, 191-24-2	27%	0,0005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Dibentso(a,h)antraseeni, 53-70-3	28%	0,0005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Fenantreeni, 85-01-8	20%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Fluoreeni, 86-73-7	21%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Fluoranteeni, 206-44-0	22%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Kryseeni, 218-01-9	26%	0,001 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ

PAH EPA 16 yhdisteet						
RZP01	Indeno(1,2,3-cd)pyreeni, 193-39-5	24%	0,0005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Naftaleeni, 91-20-3	15%	0,01 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Pyreeni, 129-00-0	19%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ

Laboratorio		
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039

Tutkimustodistuksen jakelu: suvi.pekkari@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Näyte-erä EUAA56-00132422
Tilausviite 1510074503

Turun kaupunki
Mari Ahlroos
Puolalankatu 5
20100 TURKU
FINLAND

Lauttaranta tarkkailu

Näyttenumero	750-2023-00004434	750-2023-00004435	750-2023-00004436	750-2023-00004437	750-2023-00004438	
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5	
Näytteen nimi	H1	V1	V2	M4	M5	
Näytematriisi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	
Näytteen kuvaus	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	
Vastaanottopäivä	26.01.2023	26.01.2023	26.01.2023	26.01.2023	26.01.2023	
Näytteenottopäivä	25.01.2023	25.01.2023	25.01.2023	25.01.2023	25.01.2023	
Näytteenottaja	Jarkko Ylijoki / asiakas	Jarkko Ylijoki / asiakas	Jarkko Ylijoki / asiakas	Jarkko Ylijoki / asiakas	Jarkko Ylijoki / asiakas	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Esikäsittely						
Suodatus (0,45 µm) RZE27		Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
Väri *	RZB61 mg Pt/l	4,0	7,1	57	28	29
pH *	RZB10	4,9	5,0	6,5	7,5	7,5
Sähkönjohtavuus 25°C *	RZB59 µS/cm	2000	960	910	8000	8000
Sameus *	RZC18 NTU	3,9	6,3	27	44	28
Kiintoaine (GF/C) *	RZC23 mg/l	4,4	15	35	42	30
Kloridi (Cl-) *	RZB76 mg/l	480	160	230	2600	2600
Sulfaatti (SO4) *	RZB86 mg/l	260	200	45	350	360
Typpi (N), kokonais *	RZD13 µg/l	4500	890	910	1100	1100
Fosfori (P), kokonaispitoisuus *	RZD27 µg/l	11	61	160	73	66
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO3, ICP-MS						
Alumiini (Al) *	RZ0RJ µg/l	3800	600	1200	1400	1800
Antimoni (Sb) *	RZ0G2 µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Arseeni (As) *	RZ0FW µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	1,2	1,1
Barium (Ba) *	RZ0FY µg/l	59	14	23	29	28
Elohopea (Hg) *	RZ0G3 µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Kadmium (Cd) *	RZ0G5 µg/l	5,4	0,92	<0,10	<0,10	<0,10
Koboltti (Co) *	RZ0G6 µg/l	120	15	1,9	1,3	0,91
Kromi (Cr) *	RZ0G1 µg/l	<3,0	<3,0	3,7	3,8	3,3
Kupari (Cu) *	RZ0GP µg/l	17	5,2	5,0	3,4	3,6
Lyijy (Pb) *	RZ0FZ µg/l	1,5	<1,0	1,2	1,3	1,0
Molybdeeni (Mo) *	RZ0G8 µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	1,1	1,4

Näyttenumero	750-2023-00004434		750-2023-00004435		750-2023-00004436		750-2023-00004437		750-2023-00004438	
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 1		Näyte 2		Näyte 3		Näyte 4		Näyte 5	
Näytteen nimi	H1		V1		V2		M4		M5	
Näyttematriisi	Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi	
Näytteen kuvaus	Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi	
Vastaanottopäivä	26.01.2023		26.01.2023		26.01.2023		26.01.2023		26.01.2023	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO₃, ICP-MS										
Nikkeli (Ni) *	RZ0G9	µg/l	230	47	3,8	4,1	3,2			
Seleen (Se) *	RZ0GZ	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
Sinkki (Zn) *	RZ0H0	µg/l	670	110	29	15	15			
Vanadiini (V) *	RZ0GD	µg/l	<1,0	<1,0	3,1	4,5	6,2			
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE17		Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty			
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS										
Alumiini (Al), liukoinen *	RZ0D0	µg/l	4700	590	99	47	37			
Antimoni (Sb), liukoinen *	RZ0D5	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20			
Arseeni (As), liukoinen *	RZ0D6	µg/l	0,32	<0,20	0,47	0,67	0,67			
Barium (Ba), liukoinen *	RZ0D7	µg/l	54	12	11	20	20			
Elohopea (Hg), liukoinen *	RZ0DJ	µg/l	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020			
Kadmium (Cd), liukoinen *	RZ0DA	µg/l	5,2	0,72	<0,030	<0,030	<0,030			
Koboltti (Co), liukoinen *	RZ0DG	µg/l	110	14	1,4	0,48	0,34			
Kromi (Cr), liukoinen *	RZ0DB	µg/l	0,65	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50			
Kupari (Cu), liukoinen *	RZ0D2	µg/l	18	4,5	1,8	1,5	1,6			
Lyijy (Pb), liukoinen *	RZ0DC	µg/l	1,3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10			
Molybdeeni (Mo), liukoinen *	RZ0DP	µg/l	<0,20	<0,20	0,28	1,2	1,2			
Nikkeli (Ni), liukoinen *	RZ0E6	µg/l	250	49	2,0	2,2	1,5			
Seleen (Se), liukoinen *	RZ0DU	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20			
Sinkki (Zn), liukoinen *	RZ0DF	µg/l	780	120	15	6,3	6,0			
Vanadiini (V), liukoinen *	RZ0E2	µg/l	<0,20	0,23	0,58	0,52	0,56			

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

06.02.2023



Salla Partio Analyysipalvelupäällikkö

SallaPartio@eurofins.fi +358 44 7421564

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Esikäsittely						
RZE27	Suodatus (0,45 µm)			Ei	Sis. men., Suodatus	RZ
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
RZB61	Väri	2mg/IPt(<20) 10%(≥20)	2 mg Pt/l	Kyllä	SFS-EN ISO 7887:2012, spektrofotometrinen	RZ
RZB10	pH	± 0,2 yks./3%		Kyllä	SFS 3021:1979, mod.	RZ
RZB59	Sähkönjohtavuus 25°C	10%(<40µS/m) 5%(>40µS/m)	1 µS/cm	Kyllä	SFS-EN 27888:1994, mod.	RZ
RZC18	Sameus	0,2NTU(<1NTU) 20%(≥1NTU)	0,2 NTU	Kyllä	SFS-EN ISO 7027:2016	RZ
RZC23	Kiintoaine (GF/C)	15% (>3,3 mg/l) 0,5 mg/l (<3,3 mg/l)	1 mg/l	Kyllä	SFS-EN 872:2005 mod.	RZ
RZB76	Kloridi (Cl-), 16887-00-6	10%	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZB86	Sulfaatti (SO4), 18785-72-3	12%(<4mg/l) 10%(>4mg/l)	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZD13	Typpi (N), kokonais, 7727-37-9	15 % (>70 µg/l) 10 µg/l (<70 µg/l)	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	RZ
RZD27	Fosfori (P), kokonaispitoisuus, 7723-14-0	15 % (>10 µg/l) 1,5 µg/l (<10 µg/l)	3 µg/l	Kyllä	Sis. men. EF2087, Discrete analyzer, Spektrofotometri (DA)	RZ
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO3, ICP-MS						
RZ0RJ	Alumiini (Al), 7429-90-5	20%	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G2	Antimoni (Sb), 7440-36-0	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0FW	Arseeni (As), 7440-38-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0FY	Barium (Ba), 7440-39-3	20%	2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G3	Elohopea (Hg), 7439-97-6	15 % (>0,1 µg/l) ja 25 % (<1 µg/l)	0,05 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G5	Kadmium (Cd), 7440-43-9	20%	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G6	Koboltti (Co), 7440-48-4	20%	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G1	Kromi (Cr), 7440-47-3	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GP	Kupari (Cu), 7440-50-8	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0FZ	Lyijy (Pb), 7439-92-1	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G8	Molybdeeni (Mo), 7439-98-7	0.2	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G9	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GZ	Seleeni (Se), 7782-49-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0H0	Sinkki (Zn), 7440-66-6	20%	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GD	Vanadiini (V), 7440-62-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZE17	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 15587-1	RZ
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0D0	Alumiini (Al), liukoinen, 7429-90-5	15%(>100µg/l) 19%(<100µg/l)	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ

Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0D5	Antimoni (Sb), liukoinen, 7440-36-0	15%(>2µg/l) 16%(1-2µg/l) 25%(0.2-1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D6	Arseeni (As), liukoinen, 7440-38-2	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D7	Barium (Ba), liukoinen, 7440-39-3	15%(>1µg/l) 20%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DJ	Elohopea (Hg), liukoinen, 7439-97-6	15%(>1µg/l) 20%(0.05-1µg/l) 40%(<0.05µg/l)	0,02 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DA	Kadmium (Cd), liukoinen, 7440-43-9	15%(>1µg/l) 17%(0.1-1µg/l) 20%(<0.1µg/l)	0,03 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DG	Koboltti (Co), liukoinen, 7440-48-4	15%(>0.2µg/l) 20%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DB	Kromi (Cr), liukoinen, 7440-47-3	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D2	Kupari (Cu), liukoinen, 7440-50-8	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DC	Lyijy (Pb), liukoinen, 7439-92-1	15%(>0.2µg/l) 25%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DP	Molybdeeni (Mo), liukoinen, 7439-98-7	15%(>1µg/l) 18%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0E6	Nikkeli (Ni), liukoinen, 7440-02-0	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DU	Seleeni (Se), liukoinen, 7782-49-2	15%(>1µg/l) 35%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DF	Sinkki (Zn), liukoinen, 7440-66-6	15%(>20µg/l) 20%(2-20µg/l) 30%(<2µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0E2	Vanadiini (V), liukoinen, 7440-62-2	15%(>1µg/l) 20%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ

Laboratorio		
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039

Tutkimustodistuksen jakelu: jarkko.ylijoki@ramboll.fi, suvi.pekkariinen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Näyte-erä EUAA56-00138350
Tilausviite 1510074503

Turun kaupunki
Mari Ahlroos
Puolalankatu 5
20100 TURKU
FINLAND

Lauttaranta tarkkailu

Näyttenumero	750-2023-00025363	750-2023-00025364	750-2023-00025365	750-2023-00025366	750-2023-00025367	
Asiakkaan näytetunniste	V1	V2	M4	M5	H1	
Näytematriisi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	
Näytteen kuvaus	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	
Vastaanottopäivä	21.04.2023	21.04.2023	21.04.2023	21.04.2023	21.04.2023	
Näytteenottopäivä	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023	
Näytteenottaja	Johannes Paukkunen / Asakas	Johannes Paukkunen / Asakas	Johannes Paukkunen / Asakas	Johannes Paukkunen / Asakas	Johannes Paukkunen / Asakas	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	
Esikäsittely						
Suodatus (0,45 µm) RZE27		Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
Väri *	RZB61 mg Pt/l	7,9	62	28	38	4,2
pH *	RZB10	5,2	6,9	7,5	7,5	5,7
Sähkönjohtavuus 25°C *	RZB59 µS/cm	740	970	7400	7500	2700
Sameus *	RZC18 NTU	9,2	14	56	21	35
Kiintoaine (GF/C) *	RZC23 mg/l	40	20	62	26	150
Kloridi (Cl-) *	RZB76 mg/l	100	260	2300	2500	750
Sulfaatti (SO4) *	RZB86 mg/l	180	24	310	330	180
Typpi (N), kokonais *	RZD13 µg/l	880	990	860	790	1700
Fosfori (P), kokonaispitoisuus *	RZD27 µg/l	69	250	83	61	29
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO3, ICP-MS						
Alumiini (Al) *	RZ0RJ µg/l	700	290	1800	1100	1600
Antimoni (Sb) *	RZ0G2 µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Arseeni (As) *	RZ0FW µg/l	<1,0	1,1	1,1	1,0	<1,0
Barium (Ba) *	RZ0FY µg/l	15	15	31	27	69
Boori (B) *	RZ0GG µg/l	250	180	650	690	320
Elohopea (Hg) *	RZ0G3 µg/l	0,085	0,070	0,12	0,064	0,068
Kadmium (Cd) *	RZ0G5 µg/l	0,50	<0,10	<0,10	<0,10	3,0
Kalium (K) *	RZ0HB µg/l	13000	6400	48000	52000	25000
Kalsium (Ca) *	RZ0GN µg/l	14000	10000	72000	77000	88000
Koboltti (Co) *	RZ0G6 µg/l	16	1,1	1,8	0,63	75
Kromi (Cr) *	RZ0G1 µg/l	<3,0	<3,0	4,0	<3,0	<3,0
Kupari (Cu) *	RZ0GP µg/l	7,1	<3,0	5,3	3,2	6,7

Näytenumero	750-2023-00025363	750-2023-00025364	750-2023-00025365	750-2023-00025366	750-2023-00025367	
Asiakkaan näytetunniste	V1	V2	M4	M5	H1	
Näytematriisi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	
Näytteen kuvaus	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	Pintavesi	
Vastaanottopäivä	21.04.2023	21.04.2023	21.04.2023	21.04.2023	21.04.2023	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO₃, ICP-MS						
Lyijy (Pb) *	RZ0FZ µg/l	<1,0	<1,0	1,7	<1,0	<1,0
Magnesium (Mg) *	RZ0GR µg/l	19000	16000	140000	160000	57000
Mangaani (Mn) *	RZ0GS µg/l	630	140	74	36	2600
Molybdeeni (Mo) *	RZ0G8 µg/l	<1,0	<1,0	1,4	1,1	<1,0
Natrium (Na) *	RZ0HF µg/l	71000	130000	1100000	1300000	280000
Nikkeli (Ni) *	RZ0G9 µg/l	34	<3,0	4,3	<3,0	160
Seleen (Se) *	RZ0GZ µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sinkki (Zn) *	RZ0H0 µg/l	97	9,2	18	8,8	440
Vanadiini (V) *	RZ0GD µg/l	<1,0	1,3	5,3	3,1	1,1
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE17	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
Alumiini (Al), liukoinen *	RZ0D0 µg/l	670	21	27	45	930
Antimoni (Sb), liukoinen *	RZ0D5 µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Arseeni (As), liukoinen *	RZ0D6 µg/l	<0,20	0,78	0,70	0,73	0,33
Barium (Ba), liukoinen *	RZ0D7 µg/l	12	12	22	21	67
Boori (B), liukoinen *	RZ0D9 µg/l	270	110	680	780	340
Elohopea (Hg), liukoinen *	RZ0DJ µg/l	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Kadmium (Cd), liukoinen *	RZ0DA µg/l	0,54	<0,030	0,047	<0,030	3,3
Kalium (K), liukoinen *	RZ0CZ µg/l	18000	7000	62000	64000	33000
Kalsium (Ca), liukoinen *	RZ0D1 µg/l	19000	11000	96000	99000	120000
Koboltti (Co), liukoinen *	RZ0DG µg/l	17	0,82	1,1	0,33	89
Kromi (Cr), liukoinen *	RZ0DB µg/l	0,57	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Kupari (Cu), liukoinen *	RZ0D2 µg/l	6,0	1,3	2,4	1,5	5,6
Lyijy (Pb), liukoinen *	RZ0DC µg/l	<0,10	0,12	<0,10	<0,10	0,17
Magnesium (Mg), liukoinen *	RZ0D3 µg/l	28000	19000	210000	220000	82000
Mangaani (Mn), liukoinen *	RZ0D4 µg/l	750	120	62	30	3300
Molybdeeni (Mo), liukoinen *	RZ0DP µg/l	<0,20	0,22	1,3	1,2	<0,20

Näyttenumero	750-2023-00025363		750-2023-00025364		750-2023-00025365		750-2023-00025366		750-2023-00025367	
Asiakkaan näytetunniste	V1		V2		M4		M5		H1	
Näyttematriisi	Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi	
Näytteen kuvaus	Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi		Pintavesi	
Vastaanottopäivä	21.04.2023		21.04.2023		21.04.2023		21.04.2023		21.04.2023	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS										
Natrium (Na), liukoinen *	RZ0DD µg/l	110000	150000	1800000	1900000	420000				
Nikkeli (Ni), liukoinen *	RZ0E6 µg/l	42	2,2	3,9	1,4	190				
Seleen (Se), liukoinen *	RZ0DU µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20				
Sinkki (Zn), liukoinen *	RZ0DF µg/l	110	6,8	6,3	3,6	470				
Vanadiini (V), liukoinen *	RZ0E2 µg/l	<0,20	0,57	0,51	0,56	<0,20				
>C10-C40 Öljyhiilivetyjakeet										
Öljyhiilivedyt (summa C10-C40) *	RZP0L mg/l			<0,02	<0,02					
Öljyhiilivedyt >C10-C21 *	RZP0L mg/l			<0,02	<0,02					
Öljyhiilivedyt >C21-C40 *	RZP0L mg/l			<0,02	<0,02					
PAH EPA 16 yhdisteet										
Asenaftteeni *	RZP01 µg/l			<0,005	<0,005					
Asenaftyleeni *	RZP01 µg/l			<0,005	<0,005					
Antraseeni *	RZP01 µg/l			<0,005	<0,005					
Bentso(a)antraseeni *	RZP01 µg/l			<0,001	<0,001					
Bentso(b,j)fluoranteni (CAS:205-99-2/205-82-3) *	RZP01 µg/l			<0,001	<0,001					
Bentso(k)fluoranteni *	RZP01 µg/l			<0,001	<0,001					
Bentso(a)pyreeni *	RZP01 µg/l			<0,00017	<0,00017					
Bentso(g,h,i)peryleeni *	RZP01 µg/l			<0,0005	<0,0005					
Dibentso(a,h)antraseeni *	RZP01 µg/l			<0,0005	<0,0005					
Fenantreeni *	RZP01 µg/l			<0,005	<0,005					
Fluoreeni *	RZP01 µg/l			<0,005	<0,005					
Fluoranteeni *	RZP01 µg/l			<0,005	<0,005					
Kryseeni *	RZP01 µg/l			<0,001	<0,001					
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni *	RZP01 µg/l			<0,0005	<0,0005					
Naftaleeni *	RZP01 µg/l			<0,01	<0,01					
Pyreeni *	RZP01 µg/l			<0,005	<0,005					

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Miljamartta Yritys Analyysipalvelupäällikkö

MiljamarttaYritys@eurofins.fi +358 44 781 9023

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Esikäsittely						
RZE27	Suodatus (0,45 µm)			Ei	Sis. men., Suodatus	RZ
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
RZB61	Väri	2mg/IPt(<20) 10%(≥20)	2 mg Pt/l	Kyllä	SFS-EN ISO 7887:2012, spektrofotometrinen	RZ
RZB10	pH	± 0,2 yks./3%		Kyllä	SFS 3021:1979, mod.	RZ
RZB59	Sähkönjohtavuus 25°C	10%(<40µS/m) 5%(>40µS/m)	1 µS/cm	Kyllä	SFS-EN 27888:1994, mod.	RZ
RZC18	Sameus	0,2NTU(<1NTU) 20%(≥1NTU)	0,2 NTU	Kyllä	SFS-EN ISO 7027:2016	RZ
RZC23	Kiintoaine (GF/C)	15% (>3,3 mg/l) 0,5 mg/l (<3,3 mg/l)	1 mg/l	Kyllä	SFS-EN 872:2005 mod.	RZ
RZB76	Kloridi (Cl-), 16887-00-6	10%	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZB86	Sulfaatti (SO4), 18785-72-3	12%(<4mg/l) 10%(>4mg/l)	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZD13	Typpi (N), kokonais, 7727-37-9	15 % (>70 µg/l) 10 µg/l (<70 µg/l)	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 11905-1:1998	RZ
RZD27	Fosfori (P), kokonaispitoisuus, 7723-14-0	15 % (>10 µg/l) 1,5 µg/l (<10 µg/l)	3 µg/l	Kyllä	Sis. men. EF2087, Discrete analyzer, Spektrofotometri (DA)	RZ
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO3, ICP-MS						
RZ0RJ	Alumiini (Al), 7429-90-5	20%	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G2	Antimoni (Sb), 7440-36-0	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0FW	Arseeni (As), 7440-38-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0FY	Barium (Ba), 7440-39-3	20%	2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GG	Boori (B), 7440-42-8	25%	30 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G3	Elohopea (Hg), 7439-97-6	15 % (>0,1 µg/l) ja 25 % (<1 µg/l)	0,05 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G5	Kadmium (Cd), 7440-43-9	20%	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0HB	Kalium (K), 7440-09-7	30%	200 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GN	Kalsium (Ca), 7440-70-2	20%	200 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G6	Koboltti (Co), 7440-48-4	20%	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G1	Kromi (Cr), 7440-47-3	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GP	Kupari (Cu), 7440-50-8	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0FZ	Lyijy (Pb), 7439-92-1	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GR	Magnesium (Mg), 7439-95-4	20%	100 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GS	Mangaani (Mn), 7439-96-5	20%	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G8	Molybdeeni (Mo), 7439-98-7	0.2	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0HF	Natrium (Na), 7440-23-5	22%	200 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0G9	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GZ	Seleeni (Se), 7782-49-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ

Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO ₃ , ICP-MS						
RZ0GZ	Seleeni (Se), 7782-49-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0H0	Sinkki (Zn), 7440-66-6	20%	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0GD	Vanadiini (V), 7440-62-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZE17	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 15587-1	RZ
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0D0	Alumiini (Al), liukoinen, 7429-90-5	15%(>100µg/l) 19%(<100µg/l)	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D5	Antimoni (Sb), liukoinen, 7440-36-0	15%(>2µg/l) 16%(1-2µg/l) 25%(0.2-1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D6	Arseeni (As), liukoinen, 7440-38-2	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D7	Barium (Ba), liukoinen, 7440-39-3	15%(>1µg/l) 20%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D9	Boori (B), liukoinen, 7440-42-8	15%(>200µg/l) 20%(<200µg/l)	10 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DJ	Elohopea (Hg), liukoinen, 7439-97-6	15%(>1µg/l) 20%(0.05-1µg/l) 40%(<0.05µg/l)	0,02 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DA	Kadmium (Cd), liukoinen, 7440-43-9	15%(>1µg/l) 17%(0.1-1µg/l) 20%(<0.1µg/l)	0,03 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0CZ	Kalium (K), liukoinen, 7440-09-7	12%(>500µg/l) 15%(250-500µg/l) 25%(<250µg/l)	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D1	Kalsium (Ca), liukoinen, 7440-70-2	13%(>500µg/l) 15%(250-500µg/l) 25%(<250µg/l)	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DG	Koboltti (Co), liukoinen, 7440-48-4	15%(>0.2µg/l) 20%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DB	Kromi (Cr), liukoinen, 7440-47-3	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D2	Kupari (Cu), liukoinen, 7440-50-8	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DC	Lyijy (Pb), liukoinen, 7439-92-1	15%(>0.2µg/l) 25%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D3	Magnesium (Mg), liukoinen, 7439-95-4	12%(>500µg/l) 15%(250-500µg/l) 25%(<250µg/l)	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D4	Mangaani (Mn), liukoinen, 7439-96-5	15%(>20µg/l) 18%(<20µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DP	Molybdeeni (Mo), liukoinen, 7439-98-7	15%(>1µg/l) 18%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DD	Natrium (Na), liukoinen, 82115-62-6	12%(>500µg/l) 15%(250-500µg/l) 25%(<250µg/l)	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0E6	Nikkeli (Ni), liukoinen, 7440-02-0	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DU	Seleeni (Se), liukoinen, 7782-49-2	15%(>1µg/l) 35%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DF	Sinkki (Zn), liukoinen, 7440-66-6	15%(>20µg/l) 20%(2-20µg/l) 30%(<2µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0E2	Vanadiini (V), liukoinen, 7440-62-2	15%(>1µg/l) 20%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ

>C10-C40 Öljyhiilivetyjakeet						
RZP0L	Öljyhiilivedyt (summa C10-C40)	22%	0,02 mg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 9377-2	RZ
RZP0L	Öljyhiilivedyt >C10-C21	22%	0,02 mg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 9377-2	RZ
RZP0L	Öljyhiilivedyt >C21-C40	22%	0,02 mg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 9377-2	RZ
PAH EPA 16 yhdisteet						
RZP01	Asenaftteeni, 83-32-9	17%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Asenaftyleeni, 208-96-8	13%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Antraseeni, 120-12-7	19%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Bentso(a)antraseeni, 56-55-3	26%	0,001 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Bentso(b,j)fluoranteeni (CAS:205-99-2/205-82-3), 205-82-3 / 205-82-3	27%	0,001 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Bentso(k)fluoranteeni, 207-08-9	30%	0,001 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Bentso(a)pyreeni, 50-32-8	23%	0,00017 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Bentso(g,h,i)peryleeni, 191-24-2	27%	0,0005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Dibentso(a,h)antraseeni, 53-70-3	28%	0,0005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Fenantreeni, 85-01-8	20%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Fluoreeni, 86-73-7	21%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Fluoranteeni, 206-44-0	22%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Kryseeni, 218-01-9	26%	0,001 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Indeno(1,2,3-cd)pyreeni, 193-39-5	24%	0,0005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Naftaleeni, 91-20-3	15%	0,01 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ
RZP01	Pyreeni, 129-00-0	19%	0,005 µg/l	Kyllä	ISO 28540, ISO/TS 28581	RZ

Laboratorio		
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039

Tutkimustodistuksen jakelu: johannes.paukkunen@ramboll.fi, suvi.pekkariinen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

Näyte-erä EUAA56-00150463
Tilausviite 1510074503-001

Ramboll Finland Oy
Suvi Pekkarinen
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

Lauttaranta tarkkailu (HAKAKO vesi)

Näyttenumero	750-2023-00066838 750-2023-00066839		
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 1	Näyte 2	
Näytteen nimi	S1	H1	
Näytematriisi	Pintavesi	Pintavesi	
Näytteen kuvaus	ojavesi	ojavesi	
Vastaanottopäivä	30.08.2023	30.08.2023	
Näytteenottopäivä	29.08.2023	29.08.2023	
Näytteenottaja	Suvi Pekkarinen	Suvi Pekkarinen	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Esikäsittely			
Suodatus (0,45 µm) RZE27		Tehty	Tehty
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset			
pH *	RZB10	6,3	6,4
Sähkönjohtavuus 25°C *	RZB60 mS/m	610	280
Alkaliteetti *	RZB14 mmol/l	1,2	0,89
Kloridi (Cl-) *	RZB76 mg/l	1600	650
Sulfaatti (SO4) *	RZB86 mg/l	700	380
Mittauslämpötila (redox)	RZE43 °C	23,1	22,6
Redox-potentiaali	RZC82 mV	230	220
Alkuaineet, suoramääritys, ICP-MS			
Alumiini (Al) *	RZ0Q4 µg/l	330	1300
Antimoni (Sb) *	RZ0B4 µg/l	0,47	<0,20
Arseeni (As) *	RZ0AZ µg/l	0,67	1,3
Elohopea (Hg) *	RZ0B5 µg/l	<0,020	<0,020
Kadmium (Cd) *	RZ0B7 µg/l	0,69	0,64
Koboltti (Co) *	RZ0B8 µg/l	6,4	39
Kromi (Cr) *	RZ0B3 µg/l	0,63	1,7
Kupari (Cu) *	RZ0BQ µg/l	5,5	5,2
Lyijy (Pb) *	RZ0B1 µg/l	0,23	3,8
Mangaani (Mn) *	RZ0BT µg/l	1400	2700
Nikkeli (Ni) *	RZ0BB µg/l	27	66
Rauta (Fe) *	RZ0BG µg/l	160	5400
Sinkki (Zn) *	RZ0C2 µg/l	56	190
Vanadiini (V) *	RZ0BF µg/l	3,2	2,8

Näyttenumero	750-2023-00066838		750-2023-00066839	
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 1		Näyte 2	
Näytteen nimi	S1		H1	
Näyttematriisi	Pintavesi		Pintavesi	
Näytteen kuvaus	ojavesi		ojavesi	
Vastaanottopäivä	30.08.2023		30.08.2023	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS				
Alumiini (Al), liukoinen *	RZ0D0 µg/l	95	48	
Antimoni (Sb), liukoinen *	RZ0D5 µg/l	0,38	<0,20	
Arseeni (As), liukoinen *	RZ0D6 µg/l	0,56	0,51	
Elohopea (Hg), liukoinen *	RZ0DJ µg/l	<0,020	<0,020	
Kadmium (Cd), liukoinen *	RZ0DA µg/l	0,67	0,64	
Koboltti (Co), liukoinen *	RZ0DG µg/l	6,5	36	
Kromi (Cr), liukoinen *	RZ0DB µg/l	<0,50	<0,50	
Kupari (Cu), liukoinen *	RZ0D2 µg/l	4,6	<0,50	
Lyijy (Pb), liukoinen *	RZ0DC µg/l	<0,10	<0,10	
Mangaani (Mn), liukoinen *	RZ0D4 µg/l	1400	2600	
Nikkeli (Ni), liukoinen *	RZ0E6 µg/l	27	62	
Rauta (Fe), liukoinen *	RZ0DQ µg/l	23	44	
Sinkki (Zn), liukoinen *	RZ0DF µg/l	56	160	
Vanadiini (V), liukoinen *	RZ0E2 µg/l	2,9	<0,20	

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKIÖ

Sami Tyrväinen Analyysipalvelupäällikkö

SamiTyrvainen@eurofins.fi +358 50 434 4092

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Esikäsitteily						
RZE27	Suodatus (0,45 µm)			Ei	Sis. men., Suodatus	RZ
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
RZB10	pH	± 0,2 yks./3%		Kyllä	SFS 3021:1979, mod.	RZ
RZB60	Sähkönjohtavuus 25°C	0,2mS/m(<4mS/m) 5%(>4mS/m)	0,1 mS/m	Kyllä	SFS-EN 27888:1994, mod.	RZ
RZB14	Alkaliteetti	0,01mmol/l(<0,1) 10%(>0,1)	0,02 mmol/l	Kyllä	SFS-EN ISO 9963-1:1996	RZ
RZB76	Kloridi (Cl-), 16887-00-6	10%	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZB86	Sulfaatti (SO4), 18785-72-3	12%(<4mg/l) 10%(>4mg/l)	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZE43	Mittauslämpötila (redox)			Ei	Sis. men., Lämpötilan mittaus	RZ
RZC82	Redox-potentiaali	25%		Ei	Sis. men. EF2077, Potentiometri	RZ
Alkuaineet, suoramääritys, ICP-MS						
RZ0Q4	Alumiini (Al), 7429-90-5	10 % (>20 µg/l), 15% (< 20 µg/l)	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0B4	Antimoni (Sb), 7440-36-0	15%(>2µg/l) 16%(1-2µg/l) 25%(0.2-1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0AZ	Arseeni (As), 7440-38-2	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0B5	Elohopea (Hg), 7439-97-6	15%(>1µg/l) 20%(0.05-1µg/l) 40%(<0.05µg/l)	0,02 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0B7	Kadmium (Cd), 7440-43-9	15%(>1µg/l) 17%(0.1-1µg/l) 20%(<0.1µg/l)	0,03 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0B8	Koboltti (Co), 7440-48-4	15%(>0.2µg/l) 20%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0B3	Kromi (Cr), 7440-47-3	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0BQ	Kupari (Cu), 7440-50-8	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0B1	Lyijy (Pb), 7439-92-1	15%(>0.2µg/l) 25%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0BT	Mangaani (Mn), 7439-96-5	15%(>20µg/l) 18%(<20µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0BB	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0BG	Rauta (Fe), 7439-89-6	13%(>20µg/l) 20%(<20µg/l)	10 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0C2	Sinkki (Zn), 7440-66-6	15%(>20µg/l) 20%(2-20µg/l) 30%(<2µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0BF	Vanadiini (V), 7440-62-2	15 % (>1 µg/l) 20 % (<1 µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0D0	Alumiini (Al), liukoinen, 7429-90-5	15%(>100µg/l) 19%(<100µg/l)	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ

Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0D5	Antimoni (Sb), liukoinen, 7440-36-0	15%(>2µg/l) 16%(1-2µg/l) 25%(0.2-1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0D6	Arseeni (As), liukoinen, 7440-38-2	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DJ	Elohopea (Hg), liukoinen, 7439-97-6	15%(>1µg/l) 20%(0.05-1µg/l) 40%(<0.05µg/l)	0,02 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DA	Kadmium (Cd), liukoinen, 7440-43-9	15%(>1µg/l) 17%(0.1-1µg/l) 20%(<0.1µg/l)	0,03 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DG	Koboltti (Co), liukoinen, 7440-48-4	15%(>0.2µg/l) 20%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DB	Kromi (Cr), liukoinen, 7440-47-3	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0D2	Kupari (Cu), liukoinen, 7440-50-8	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DC	Lyijy (Pb), liukoinen, 7439-92-1	15%(>0.2µg/l) 25%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0D4	Mangaani (Mn), liukoinen, 7439-96-5	15%(>20µg/l) 18%(<20µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0E6	Nikkeli (Ni), liukoinen, 7440-02-0	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DQ	Rauta (Fe), liukoinen, 7439-89-6	13%(>20µg/l) 20%(<20µg/l)	10 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DF	Sinkki (Zn), liukoinen, 7440-66-6	15%(>20µg/l) 20%(2-20µg/l) 30%(<2µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0E2	Vanadiini (V), liukoinen, 7440-62-2	15%(>1µg/l) 20%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ

Laboratorio		
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039

Tutkimustodistuksen jakelu: suvi.pekkari@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

Näyte-erä EUAA56-00153915
Tilausviite 1510074503-001

Ramboll Finland Oy
Suvi Pekkarinen
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

Lauttaranta HAKAKO

Näytenumero	750-2023-00078616		
Asiakkaan näytetunniste	H1		
Näytematriisi	Pintavesi		
Näytteen kuvaus	Pintavesi		
Vastaanottopäivä	04.10.2023		
Näytteenottopäivä	03.10.2023		
Näytteenottaja	Hanna Aarrekorpi		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	
Esikäsittely			
Suodatus (0,45 µm) RZE27		Tehty	
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset			
pH *	RZB10		4,6
Sähkönjohtavuus 25°C *	RZB60	mS/m	300
Alkaliteetti *	RZB14	mmol/l	<0,020
Kloridi (Cl-) *	RZB76	mg/l	790
Sulfaatti (SO4) *	RZB86	mg/l	170
Mittauslämpötila (redox)	RZE43	°C	21,9
Redox-potentiaali	RZC82	mV	210
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO3, ICP-MS			
Alumiini (Al) *	RZ0RJ	µg/l	2200
Antimoni (Sb) *	RZ0G2	µg/l	<1,0
Arseeni (As) *	RZ0FW	µg/l	1,5
Elohopea (Hg) *	RZ0G3	µg/l	<0,10
Kadmium (Cd) *	RZ0G5	µg/l	2,0
Koboltti (Co) *	RZ0G6	µg/l	100
Kromi (Cr) *	RZ0G1	µg/l	<3,0
Kupari (Cu) *	RZ0GP	µg/l	7,1
Lyijy (Pb) *	RZ0FZ	µg/l	<1,0
Mangaani (Mn) *	RZ0GS	µg/l	2500
Nikkeli (Ni) *	RZ0G9	µg/l	220
Rauta (Fe) *	RZ0GE	µg/l	320
Sinkki (Zn) *	RZ0H0	µg/l	530
Vanadiini (V) *	RZ0GD	µg/l	1,8

Näytenumero	750-2023-00078616		
Asiakkaan näytetunniste	H1		
Näytematriisi	Pintavesi		
Näytteen kuvaus	Pintavesi		
Vastaanottopäivä	04.10.2023		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO₃, ICP-MS			
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE17	Tehty	
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS			
Alumiini (Al), liukoinen *	RZ0D0	µg/l	2200
Antimoni (Sb), liukoinen *	RZ0D5	µg/l	<0,20
Arseeni (As), liukoinen *	RZ0D6	µg/l	1,2
Elohopea (Hg), liukoinen *	RZ0DJ	µg/l	<0,020
Kadmium (Cd), liukoinen *	RZ0DA	µg/l	1,6
Koboltti (Co), liukoinen *	RZ0DG	µg/l	99
Kromi (Cr), liukoinen *	RZ0DB	µg/l	<0,50
Kupari (Cu), liukoinen *	RZ0D2	µg/l	6,8
Lyijy (Pb), liukoinen *	RZ0DC	µg/l	0,92
Mangaani (Mn), liukoinen *	RZ0D4	µg/l	2700
Nikkeli (Ni), liukoinen *	RZ0E6	µg/l	180
Rauta (Fe), liukoinen *	RZ0DQ	µg/l	32
Sinkki (Zn), liukoinen *	RZ0DF	µg/l	500
Vanadiini (V), liukoinen *	RZ0E2	µg/l	<0,20

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Sami Tyrväinen Analyysipalvelupäällikkö

SamiTyrvainen@eurofins.fi +358 50 434 4092

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Esikäsittely						
RZE27	Suodatus (0,45 µm)			Ei	Sis. men., Suodatus	RZ
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
RZB10	pH	± 0,2 yks./3%		Kyllä	SFS 3021:1979, mod.	RZ
RZB60	Sähkönjohtavuus 25°C	0,2mS/m(<4mS/m) 5%(>4mS/m)	0,1 mS/m	Kyllä	SFS-EN 27888:1994, mod.	RZ
RZB14	Alkaliteetti	0,01mmol/l(<0,1) 10%(>0,1)	0,02 mmol/l	Kyllä	SFS-EN ISO 9963-1:1996	RZ
RZB76	Kloridi (Cl-), -	10%	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZB86	Sulfaatti (SO ₄), -	12%(<4mg/l) 10%(>4mg/l)	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZE43	Mittauslämpötila (redox)			Ei	Sis. men., Lämpötilan mittaus	RZ
RZC82	Redox-potentiaali	25%		Ei	Sis. men. EF2077, Potentiometri	RZ
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO₃, ICP-MS						
RZ0RJ	Alumiini (Al), 7429-90-5	20%	50 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0G2	Antimoni (Sb), 7440-36-0	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0FW	Arseeni (As), 7440-38-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0G3	Elohopea (Hg), 7439-97-6	15 % (>0,1 µg/l) ja 25 % (<1 µg/l)	0,05 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0G5	Kadmium (Cd), 7440-43-9	20%	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0G6	Koboltti (Co), 7440-48-4	20%	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0G1	Kromi (Cr), 7440-47-3	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0GP	Kupari (Cu), 7440-50-8	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0FZ	Lyijy (Pb), 7439-92-1	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0GS	Mangaani (Mn), 7439-96-5	20%	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0G9	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	20%	3 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0GE	Rauta (Fe), 7439-89-6	20%	25 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0H0	Sinkki (Zn), 7440-66-6	20%	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0GD	Vanadiini (V), 7440-62-2	20%	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZE17	Mikroaaltohojotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 15587-1	RZ
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0D0	Alumiini (Al), liukoinen, 7429-90-5	15%(>100µg/l) 19%(<100µg/l)	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0D5	Antimoni (Sb), liukoinen, 7440-36-0	15%(>2µg/l) 16%(1-2µg/l) 25%(0.2-1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0D6	Arseeni (As), liukoinen, 7440-38-2	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DJ	Elohopea (Hg), liukoinen, 7439-97-6	15%(>1µg/l) 20%(0.05-1µg/l) 40%(<0.05µg/l)	0,02 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ

Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0DA	Kadmium (Cd), liukoinen, 7440-43-9	15%(>1µg/l) 17%(0.1-1µg/l) 20%(<0.1µg/l)	0,03 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DG	Koboltti (Co), liukoinen, 7440-48-4	15%(>0.2µg/l) 20%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DB	Kromi (Cr), liukoinen, 7440-47-3	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0D2	Kupari (Cu), liukoinen, 7440-50-8	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DC	Lyijy (Pb), liukoinen, 7439-92-1	15%(>0.2µg/l) 25%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0D4	Mangaani (Mn), liukoinen, 7439-96-5	15%(>20µg/l) 18%(<20µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0E6	Nikkeli (Ni), liukoinen, 7440-02-0	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DQ	Rauta (Fe), liukoinen, 7439-89-6	13%(>20µg/l) 20%(<20µg/l)	10 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0DF	Sinkki (Zn), liukoinen, 7440-66-6	15%(>20µg/l) 20%(2-20µg/l) 30%(<2µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
RZ0E2	Vanadiini (V), liukoinen, 7440-62-2	15%(>1µg/l) 20%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ

Laboratorio		
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, hanna.aarrekorpi@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi, suvi.pekkariinen@ramboll.fi, tuija.arna@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

Näyte-erä EUAA56-00157469
Tilausviite 1510074503-001

Turun kaupunki
Mari Ahlroos
Puolalankatu 5
20100 TURKU
FINLAND

Lauttaranta tarkkailu (HAKAKO)

Näyttenumero	750-2023-00091336		
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 1		
Näytteen nimi	H1		
Näytematriisi	Pintavesi		
Näytteen kuvaus	ojanäyte		
Vastaanottopäivä	10.11.2023		
Näytteenottopäivä	09.11.2023		
Näytteenottaja	Hanna Aarrekorpi		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	
Esikäsittely			
Suodatus (0,45 µm) RZE27 Tehty			
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset			
pH *	RZB10		5,4
Sähkönjohtavuus 25°C *	RZB59	µS/cm	3300
Alkaliteetti *	RZB14	mmol/l	0,038
Kloridi (Cl-) *	RZB76	mg/l	860
Sulfaatti (SO4) *	RZB86	mg/l	330
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HNO3, ICP-MS			
Alumiini (Al) *	EP02R	µg/l	1800
Antimoni (Sb) *	EP028	µg/l	<0,20
Arseeni (As) *	EP022	µg/l	<1,0
Elohopea (Hg) *	EP02E	µg/l	0,27
Kadmium (Cd) *	EP02F	µg/l	1,8
Koboltti (Co) *	EP02A	µg/l	54
Kromi (Cr) *	EP025	µg/l	<3,0
Kupari (Cu) *	EP02I	µg/l	9,4
Lyijy (Pb) *	EP024	µg/l	<1,0
Mangaani (Mn) *	EP02K	µg/l	2100
Nikkeli (Ni) *	EP027	µg/l	120
Rauta (Fe) *	EP02M	µg/l	800
Sinkki (Zn) *	EP02P	µg/l	400
Vanadiini (V) *	EP02D	µg/l	1,1
Typpihappohajotus *	EPE02		Tehty
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS			

Näyttenumero	750-2023-00091336		
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 1		
Näytteen nimi	H1		
Näytematriisi	Pintavesi		
Näytteen kuvaus	ojanäyte		
Vastaanottopäivä	10.11.2023		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS			
Alumiini (Al), liukoinen *	EP0EI µg/l	1200	
Antimoni (Sb), liukoinen *	EP0EW µg/l	0,056	
Arseeni (As), liukoinen *	EP0EN µg/l	0,50	
Elohopea (Hg), liukoinen *	EP0FD µg/l	<0,002	
Kadmium (Cd), liukoinen *	EP0EQ µg/l	2,2	
Koboltti (Co), liukoinen *	EP0EV µg/l	73	
Kromi (Cr), liukoinen *	EP0ER µg/l	0,12	
Kupari (Cu), liukoinen *	EP0EJ µg/l	5,2	
Lyijy (Pb), liukoinen *	EP0ES µg/l	0,032	
Mangaani (Mn), liukoinen *	EP0EL µg/l	2500	
Nikkeli (Ni), liukoinen *	EP0F2 µg/l	160	
Rauta (Fe), liukoinen *	EP0F4 µg/l	9,1	
Sinkki (Zn), liukoinen *	EP0EU µg/l	440	
Vanadiini (V), liukoinen *	EP0FB µg/l	<0,030	

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Miljamartta Yritys Analyysipalvelupäällikkö

MiljamarttaYritys@eurofins.fi +358 44 781 9023

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Esikäsitteily						
RZE27	Suodatus (0,45 µm)			Ei	Sis. men., Suodatus	RZ
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
RZB10	pH	± 0,2 yks./3%		Kyllä	SFS 3021:1979, mod.	RZ
RZB59	Sähkönjohtavuus 25°C	10%(<40µS/m) 5%(>40µS/m)	1 µS/cm	Kyllä	SFS-EN 27888:1994, mod.	RZ
RZB14	Alkaliteetti	0,01mmol/l(<0,1) 10%(>0,1)	0,02 mmol/l	Kyllä	SFS-EN ISO 9963-1:1996	RZ
RZB76	Kloridi (Cl-), -	10%	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZB86	Sulfaatti (SO4), -	12%(<4mg/l) 10%(>4mg/l)	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HNO3, ICP-MS						
EP02R	Alumiini (Al), 7429-90-5	25%	50 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP028	Antimoni (Sb), 7440-36-0	25%	0,2 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP022	Arseeni (As), 7440-38-2	20%	1 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP02E	Elohopea (Hg), 7439-97-6	40%	0,1 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP02F	Kadmium (Cd), 7440-43-9	25%	0,05 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP02A	Koboltti (Co), 7440-48-4	30%	0,5 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP025	Kromi (Cr), 7440-47-3	20%	3 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP02I	Kupari (Cu), 7440-50-8	20%	3 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP

Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HNO ₃ , ICP-MS						
EP024	Lyijy (Pb), 7439-92-1	25%	1 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP02K	Mangaani (Mn), 7439-96-5	20%	5 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP027	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	20%	3 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP02M	Rauta (Fe), 7439-89-6	21%	7 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP02P	Sinkki (Zn), 7440-66-6	20%	5 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP02D	Vanadiini (V), 7440-62-2	20%	1 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EPE02	Typpihappohajotus			Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016)	EP
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
EP0EI	Alumiini (Al), liukoinen, 7429-90-5	22%	2 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0EW	Antimoni (Sb), liukoinen, 7440-36-0	0.01µg/lx<0.25µg/l 23%x>=0.25µg/l	0,02 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0EN	Arseeni (As), liukoinen, 7440-38-2	0.01µg/lx<0.1µg/l 18%x>=0.1µg/l	0,02 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0FD	Elohopea (Hg), liukoinen, 7439-97-6	0.002µg/lx<0.02µg/l 19%x>=0.02µg/l	0,002 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0EQ	Kadmium (Cd), liukoinen, 7440-43-9	39%x<0.05µg/l 23%x>=0.05µg/l	0,003 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0EV	Koboltti (Co), liukoinen, 7440-48-4	38%x<0.05µg/l 20%x>=0.05µg/l	0,01 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0ER	Kromi (Cr), liukoinen, 7440-47-3	20%	0,1 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0EJ	Kupari (Cu), liukoinen, 7440-50-8	0.02µg/lx<0.25µg/l 19%x>=0.25µg/l	0,05 µg/l	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP

Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
EP0ES	Lyijy (Pb), liukoinen, 7439-92-1	40% $x < 0.10 \mu\text{g/l}$ 22% $x \geq 0.10 \mu\text{g/l}$	0,01 $\mu\text{g/l}$	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0EL	Mangaani (Mn), liukoinen, 7439-96-5	0.02 $\mu\text{g/l}$ $x < 0.25 \mu\text{g/l}$ 20% $x \geq 0.25 \mu\text{g/l}$	0,05 $\mu\text{g/l}$	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0F2	Nikkeli (Ni), liukoinen, 7440-02-0	28% $x < 0.5 \mu\text{g/l}$ 17% $x \geq 0.5 \mu\text{g/l}$	0,05 $\mu\text{g/l}$	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0F4	Rauta (Fe), liukoinen, 7439-89-6	36% $x < 2.7 \mu\text{g/l}$ 21% $x \geq 2.7 \mu\text{g/l}$	1 $\mu\text{g/l}$	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0EU	Sinkki (Zn), liukoinen, 7440-66-6	36% $x < 10 \mu\text{g/l}$ 19% $x \geq 10 \mu\text{g/l}$	0,5 $\mu\text{g/l}$	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP
EP0FB	Vanadiini (V), liukoinen, 7440-62-2	0.01 $\mu\text{g/l}$ $x < 0.1 \mu\text{g/l}$ 19% $x \geq 0.1 \mu\text{g/l}$	0,03 $\mu\text{g/l}$	Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 17294-2:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 17294-1:2006)	EP

Laboratorio		
EP	Eurofins Environment Testing Estonia (Tallinn)	EVS-EN ISO/IEC 17025:2017 EAK L272
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039

Tutkimustodistuksen jakelu: suvi.pekkariinen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

Näyte-erä EUAA56-00145485
Tilausviite 1510074503

Ramboll Finland Oy
Suvi Pekkarinen
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

Lauttaranta HAKAKO-tarkkailu

Näyttenumero	750-2023-00049873	750-2023-00049874	750-2023-00049875	750-2023-00049876	750-2023-00049877	
Asiakkaan näytetunniste	A (0-10 cm)	A (10-30 cm)	A (30-50 cm)	B (0-10 cm)	B (10-30 cm)	
Näytematriisi	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	
Näytteen kuvaus	läjitettyä sedimenttiä	läjitettyä sedimenttiä	läjitettyä sedimenttiä	läjitettyä sedimenttiä	läjitettyä sedimenttiä	
Vastaanottopäivä	06.07.2023	06.07.2023	06.07.2023	06.07.2023	06.07.2023	
Näytteenottopäivä	05.07.2023	05.07.2023	05.07.2023	05.07.2023	05.07.2023	
Näytteenottaja	Johannes Paukkunen	Johannes Paukkunen	Johannes Paukkunen	Johannes Paukkunen	Johannes Paukkunen	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	63	54	51	64	50
pH	YBC04	6,1	7,3	7,8	5,1	7,9
Sähkönjohtavuus	YBC01 mS/m	180	140	130	170	120
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
Mikroaaltohajotus kuningasvesi	RZE18	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	1200	2300	2700	3000	3400
Redox-potentiaali (1:5)	YBCA5 mV	270	220	210	320	190

Näyttenumero	750-2023-00049878		
Asiakkaan näytetunniste	B (30-50 cm)		
Näytematriisi	Sedimentti		
Näytteen kuvaus	läjitettyä sedimenttiä		
Vastaanottopäivä	06.07.2023		
Näytteenottopäivä	05.07.2023		
Näytteenottaja	Johannes Paukkunen		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY	%	49	
*			
pH	YBC04	8,1	
Sähkönjohtavuus	YBC01 mS/m	130	
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS			
Mikroaaltohajotus kuningasvesi	RZE18	Tehty	
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	4200	
Redox-potentiaali (1:5)	YBCA5 mV	220	

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Markku Honkala Yksikönpäällikkö Contaminated Sites Testing (FI)

MarkkuHonkala@eurofins.fi +358 403579242

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	5%(<30%) 1,5%(>30%)	3 %	Kyllä	SFS 3008; SFS-ISO 11465; SFS-EN 15934	RZ
YBC04	pH	± 0.2 pH yks.		Ei	SFS-EN 13037:2000	YB
YBC01	Sähkönjohtavuus	<5:±1mS/m >5:±20%	1 mS/m	Ei	SFS-EN 13038:2000	YB

Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS

RZE18	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Ei	SFS-EN ISO 54321:2021	RZ
RZ0W5	Rikki (S), 63705-05-5	25%	500 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
YBCA5	Redox-potentiaali (1:5)			Ei	Sis. men., Potentiometri	YB

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
YB	Eurofins Ahma - Oulu	

Tutkimustodistuksen jakelu: johannes.paukkunen@ramboll.fi, sonja.korhonen@ramboll.fi, suvi.pekkariinen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

Näyte-erä EUAA56-00150402
Tilausviite 1510074503-001

Ramboll Finland Oy
Suvi Pekkarinen
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

Lauttaranta tarkkailu (HAKAKO)

Näyttenumero	750-2023-00066695	750-2023-00066696	750-2023-00066697	750-2023-00066698	750-2023-00066699	
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5	
Näytteen nimi	A 0-0,1 m	A 0,1-0,3 m	A 0,3-0,5 m	B 0-0,1 m	B 0,1-0,3 m	
Näytematriisi	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	
Näytteen kuvaus	kuivumassa oleva sedimentti	kuivumassa oleva sedimentti	kuivumassa oleva sedimentti	kuivumassa oleva sedimentti	kuivumassa oleva sedimentti	
Vastaanottopäivä	30.08.2023	30.08.2023	30.08.2023	30.08.2023	30.08.2023	
Näytteenottopäivä	29.08.2023	29.08.2023	29.08.2023	29.08.2023	29.08.2023	
Näytteenottaja	Suvi Pekkarinen	Suvi Pekkarinen	Suvi Pekkarinen	Suvi Pekkarinen	Suvi Pekkarinen	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	75	56	55	71	57
pH	YBC04	4,9	6,9	7,8	4,0	5,0
Sähkönjohtavuus	YBC01 mS/m	110	120	120	140	96
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
Mikroaaltohajotus HNO3	RZE25	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	3000	1600	<500	6000	4300
Redox-potentiaali (1:5)	YBCA5 mV	210	150	97	250	240

Näytenumero	750-2023-00066700	
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 6	
Näytteen nimi	B 0,3-0,5 m	
Näytematriisi	Sedimentti	
Näytteen kuvaus	kuivumassa oleva sedimentti	
Vastaanottopäivä	30.08.2023	
Näytteenottopäivä	29.08.2023	
Näytteenottaja	Suvi Pekkarinen	
Analyysit	Yksikkö	Tulos
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset		
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	57
pH	YBC04	6,5
Sähkönjohtavuus	YBC01 mS/m	110
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS		
Mikroaaltohajotus HNO3	RZE25	Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	4000
Redox-potentiaali (1:5)	YBCA5 mV	220

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Sami Tyrväinen Analyysipalvelupäällikkö

SamiTyrvainen@eurofins.fi +358 50 434 4092

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	5%(<30%) 1,5%(>30%)	3 %	Kyllä	SFS-ISO 11465; SFS 3008:1990; SFS-EN 15934:2012	RZ
YBC04	pH	± 0.2 pH yks.		Ei	SFS-EN 13037:2000	YB
YBC01	Sähkönjohtavuus	<5:±1mS/m >5:±20%	1 mS/m	Ei	SFS-EN 13038:2000	YB
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
RZE25	Mikroaaltohojotus HNO3			Ei	SFS-EN 16173	RZ
RZ0W5	Rikki (S), 63705-05-5	25%	500 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
YBCA5	Redox-potentiaali (1:5)			Ei	Sis. men., Potentiometri	YB

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
YB	Eurofins Ahma - Oulu	

Tutkimustodistuksen jakelu: suvi.pekkari@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

Näyte-erä EUAA56-00153903
Tilausviite 1510074503-001

Ramboll Finland Oy
Suvi Pekkarinen
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

Lauttaranta HAKAKO

Näytenumero	750-2023-00078590	750-2023-00078591	750-2023-00078592	750-2023-00078593	750-2023-00078594	
Asiakkaan näytetunniste	A 0-0,1 m	A 0,1-0,3 m	A 0,3-0,5 m	B 0-0,1 m	B 0,1-0,3 m	
Näytematriisi	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	
Näytteen kuvaus	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	
Vastaanottopäivä	04.10.2023	04.10.2023	04.10.2023	04.10.2023	04.10.2023	
Näytteenottopäivä	03.10.2023	03.10.2023	03.10.2023	03.10.2023	03.10.2023	
Näytteenottaja	Hanna Aarrekorpi	Hanna Aarrekorpi	Hanna Aarrekorpi	Hanna Aarrekorpi	Hanna Aarrekorpi	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	69	64	53	47	42
pH	YBC04	5,9	7,0	7,6	5,9	7,3
Sähkönjohtavuus	YBC01 mS/m	170	150	160	230	220
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
Mikroaaltohajotus kuningasvesi	RZE18	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	1800	2100	1900	5300	7100
Redox-potentiaali (1:5)	YBCA5 mV	370	240	220	250	220

Näytenumero	750-2023-00078595		
Asiakkaan näytetunniste	B 0,3-0,5 m		
Näytematriisi	Sedimentti		
Näytteen kuvaus	läjitetty sedimentti		
Vastaanottopäivä	04.10.2023		
Näytteenottopäivä	03.10.2023		
Näytteenottaja	Hanna Aarrekorpi		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY % *			39
pH	YBC04		7,7
Sähkönjohtavuus	YBC01 mS/m		200
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS			
Mikroaaltohajotus kuningasvesi	RZE18		Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka		7500
Redox-potentiaali (1:5)	YBCA5 mV		230

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Sami Tyrväinen Analyysipalvelupäällikkö

SamiTyrvainen@eurofins.fi +358 50 434 4092

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	5%(<30%) 1,5%(>30%)	3 %	Kyllä	SFS 3008:1990	RZ
YBC04	pH	± 0.2 pH yks.		Ei	SFS-EN 13037:2000	YB
YBC01	Sähkönjohtavuus	<5:±1mS/m >5:±20%	1 mS/m	Ei	SFS-EN 13038:2000	YB

Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS

RZE18	Mikroaaltohojotus kuningasvesi			Ei	SFS-EN ISO 54321:2021	RZ
RZ0W5	Rikki (S), 63705-05-5	25%	500 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
YBCA5	Redox-potentiaali (1:5)			Ei	Sis. men., Potentiometri	YB

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
YB	Eurofins Ahma - Oulu	

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, hanna.aarrekorpi@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi, suvi.pekkariinen@ramboll.fi, tuija.arna@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

Näyte-erä EUAA56-00158196
Tilausviite 1510074503-001

Turun kaupunki
Mari Ahlroos
Puolalankatu 5
20100 TURKU
FINLAND

Lauttaranta tarkkailu (HAKAKO)

Näyttenumero	750-2023-00093686	750-2023-00093687	750-2023-00093688	750-2023-00093689	750-2023-00093690	
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5	
Näytteen nimi	A 0-0,1 m	A 0,1-0,3 m	A 0,3-0,5 m	B 0-0,1 m	B 0,1-0,3 m	
Näyttematriisi	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	
Näytteen kuvaus	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	
Vastaanottopäivä	17.11.2023	17.11.2023	17.11.2023	17.11.2023	17.11.2023	
Näytteenottopäivä	09.11.2023	09.11.2023	09.11.2023	09.11.2023	09.11.2023	
Näytteenottaja	Hanna Aarrekorpi	Hanna Aarrekorpi	Hanna Aarrekorpi	Hanna Aarrekorpi	Hanna Aarrekorpi	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	60	55	51	44	39
Kuiva-aine *	EPDRY %	59	58	53	44	41
pH	YBC04	5,6	7,5	7,2	5,0	7,4
Sähkönjohtavuus	YBC01 mS/m	81	72	85	96	78
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
Mikroaaltohajotus kuningasvesi	RZE18	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	2100	2300	3900	4800	7500
Mikroaaltohajotus, typpihappo *	EPE04	Tehty	Done	Done	Tehty	Done
Alumiini (Al) *	EPOGW mg/kg ka	22000	28000	27000	24000	31000
Antimoni (Sb)	EP0GN mg/kg ka	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arseeni (As) *	EP0GH mg/kg ka	6,8	7,4	8,2	7,2	8,5
Elohopea (Hg) *	EP0GR mg/kg ka	0,018	0,018	0,017	0,048	0,059
Kadmium (Cd) *	EP0GP mg/kg ka	0,19	0,21	0,19	0,31	0,27
Koboltti (Co) *	EP0GQ mg/kg ka	17	23	21	16	18
Kromi (Cr) *	EP0GJ mg/kg ka	56	53	56	61	64
Kupari (Cu) *	EP0H3 mg/kg ka	34	32	33	41	40
Lyijy (Pb) *	EP0GK mg/kg ka	16	17	17	20	22
Mangaani (Mn) *	EP0H6 mg/kg ka	390	360	450	390	350
Nikkeli (Ni) *	EP0GM mg/kg ka	39	47	44	38	43
Rauta (Fe) *	EP0H4 mg/kg ka	38000	34000	36000	41000	40000
Sinkki (Zn) *	EP0HC mg/kg ka	120	97	100	160	160
Vanadiini (V) *	EP0GV mg/kg ka	54	51	55	60	65
Asiditeetti (TAA)	YBCA7 mmol H+/kg ka	26	7,5	2,5	50	<0,5

Näytenumero	750-2023-00093686	750-2023-00093687	750-2023-00093688	750-2023-00093689	750-2023-00093690	
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5	
Näytteen nimi	A 0-0,1 m	A 0,1-0,3 m	A 0,3-0,5 m	B 0-0,1 m	B 0,1-0,3 m	
Näytematriisi	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti	
Näytteen kuvaus	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	
Vastaanottopäivä	17.11.2023	17.11.2023	17.11.2023	17.11.2023	17.11.2023	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	
Redox-potentiaali YSB59	mV	280	250	260	280	250
Redox-potentiaali YBCA5 (1:5)	mV	280	250	260	280	250

Näyttenumero	750-2023-00093691 750-2023-00093697 750-2023-00093698		
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 6		
Näytteen nimi	B 0,3-0,5 m	A Kokooma (0-0,5m)	B Kokooma (0-0,5m)
Näyttematriisi	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti
Näytteen kuvaus	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti
Vastaanottopäivä	17.11.2023	17.11.2023	17.11.2023
Näytteenottopäivä	09.11.2023		
Näytteenottaja	Hanna Aarrekorpi		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Esikäsittely			
Kokooman valmistus	RZEK0		Tehty
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus *	RZDRY %	41	
Kuiva-aine *	EPDRY %	41	
pH	YBC04	7,3	6,6
Sähkönjohtavuus	YBC01 mS/m	80	110
Hehkutushäviö (550 RZ04X °C)	% ka		4,7 7,3
Kloridi, vesiliukoinen	YBC38 mg/kg ka		2500
Sulfaatti, happoliukoinen	YBC44 mg/kg ka		2200
Maalaji	YBCA6		ljSa
Vesiuutto	YBC88		tehty
Happouutto	YBC87		tehty
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS			
Mikroaaltohajotus kuningasvesi	RZE18		Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	7100	
Mikroaaltohajotus, typpihappo *	EPE04		Done
Alumiini (Al) *	EP0GW mg/kg ka	29000	
Antimoni (Sb)	EP0GN mg/kg ka	<0,5	
Arseeni (As) *	EP0GH mg/kg ka	7,9	
Elohopea (Hg) *	EP0GR mg/kg ka	0,055	
Kadmium (Cd) *	EP0GP mg/kg ka	0,27	
Koboltti (Co) *	EP0GQ mg/kg ka	17	
Kromi (Cr) *	EP0GJ mg/kg ka	60	
Kupari (Cu) *	EP0H3 mg/kg ka	39	
Lyijy (Pb) *	EP0GK mg/kg ka	21	
Mangaani (Mn) *	EP0H6 mg/kg ka	340	
Nikkeli (Ni) *	EP0GM mg/kg ka	41	
Rauta (Fe) *	EP0H4 mg/kg ka	39000	
Sinkki (Zn) *	EP0HC mg/kg ka	150	

Näyttenumero	750-2023-00093691 750-2023-00093697 750-2023-00093698		
Asiakkaan näytetunniste	Näyte 6		
Näytteen nimi	B 0,3-0,5 m	A Kokooma (0-0,5m)	B Kokooma (0-0,5m)
Näyttematriisi	Sedimentti	Sedimentti	Sedimentti
Näytteen kuvaus	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti	läjitetty sedimentti
Vastaanottopäivä	17.11.2023	17.11.2023	17.11.2023
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS			
Vanadiini (V) *	EPOGV mg/kg ka	60	
GEO			
Vesipitoisuus	RZP64 %	76,9	139,7
Partikkelikokojakuma	RZG20	Liite	Liite
Irtotiheys	RZS20	1,54 kg/dm3	1,34 kg/dm3
Asiditeetti (TAA)	YBCA7 mmol H+/kg ka	<0,5	
Redox-potentiaali	YSB59 mV	260	
Redox-potentiaali (1:5)	YBCA5 mV	260	

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Markku Honkala Yksikönpäällikkö Contaminated Sites Testing (FI)

MarkkuHonkala@eurofins.fi +358 403579242

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Esikäsittely						
RZEK0	Kokooman valmistus			Ei	Sis. men., Esikäsittely	RZ
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	5%(<30%) 1,5%(>30%)	3 %	Kyllä	SFS 3008:1990; SFS-EN 15934:2012; SFS-ISO 11465:2007	RZ
EPDRY	Kuiva-aine	10%x<70% 3%x≥70%	3 %	Kyllä	RA9000 (ISO 11465:1993)	EP
YBC04	pH	± 0.2 pH yks.		Ei	SFS-EN 13037:2000	YB
YBC01	Sähkönjohtavuus	<5:±1mS/m >5:±20%	1 mS/m	Ei	SFS-EN 13038:2000	YB
RZ04X	Hehkutushäviö (550 °C)			Ei	SFS 3008:1990	RZ
YBC38	Kloridi, vesiliukoinen, -	<50:±5mg/kgka >50:±10%	5 mg/kg ka	Ei	SFS-EN ISO 10304:2009; ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC44	Sulfaatti, happoliukoinen, -	<1000:±100mg/kgka >1000:±10%	250 mg/kg ka	Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN ISO 10304:2009; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBCA6	Maalaji			Ei		YB
YBC88	Vesiuutto			Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC87	Happouutto			Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
RZE18	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Ei	SFS-EN ISO 54321:2021	RZ
RZ0W5	Rikki (S), 63705-05-5	25%	500 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
EPE04	Mikroaaltohajotus, typpihappo			Kyllä	RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002); RA9001 (EVS-EN 16171:2016)	EP
EP0GW	Alumiini (Al), 7429-90-5	44%	10 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0GN	Antimoni (Sb), 7440-36-0		0,5 mg/kg ka	Ei	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0GH	Arseeni (As), 7440-38-2	35%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0GR	Elohopea (Hg), 7439-97-6	25%	0,01 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0GP	Kadmium (Cd), 7440-43-9	25%	0,05 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0GQ	Koboltti (Co), 7440-48-4	25%	0,5 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0GJ	Kromi (Cr), 7440-47-3	25%	0,5 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP

Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
EP0H3	Kupari (Cu), 7440-50-8	25%	0,5 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0GK	Lyijy (Pb), 7439-92-1	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0H6	Mangaani (Mn), 7439-96-5	25%	0,5 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0GM	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	25%	0,5 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0H4	Rauta (Fe), 7439-89-6	12%	100 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0HC	Sinkki (Zn), 7440-66-6	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
EP0GV	Vanadiini (V), 7440-62-2	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-2:2002)	EP
GEO						
RZP64	Vesipitoisuus			Ei		RZ
RZG20	Partikkelikokojakauma			Ei		RZ
RZS20	Irtotiheys			Ei	Sis.men., GEO, Gravimetrinen	RZ
YBCA5	Redox-potentiaali (1:5)			Ei	Sis. men., Potentiometri	YB
YBCA7	Asiditeetti (TAA)		0,5 mmol H+/kg ka	Ei	ISO 14388-3:2014	YB
YSB59	Redox-potentiaali			Ei	Sis. men., Potentiometri	YS

Laboratorio		
EP	Eurofins Environment Testing Estonia (Tallinn)	EVS-EN ISO/IEC 17025:2017 EAK L272
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
YB	Eurofins Ahma - Oulu	
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	

Tutkimustodistuksen jakelu: suvi.pekkari@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

Eränumero EUAA56-000158196

LIITE

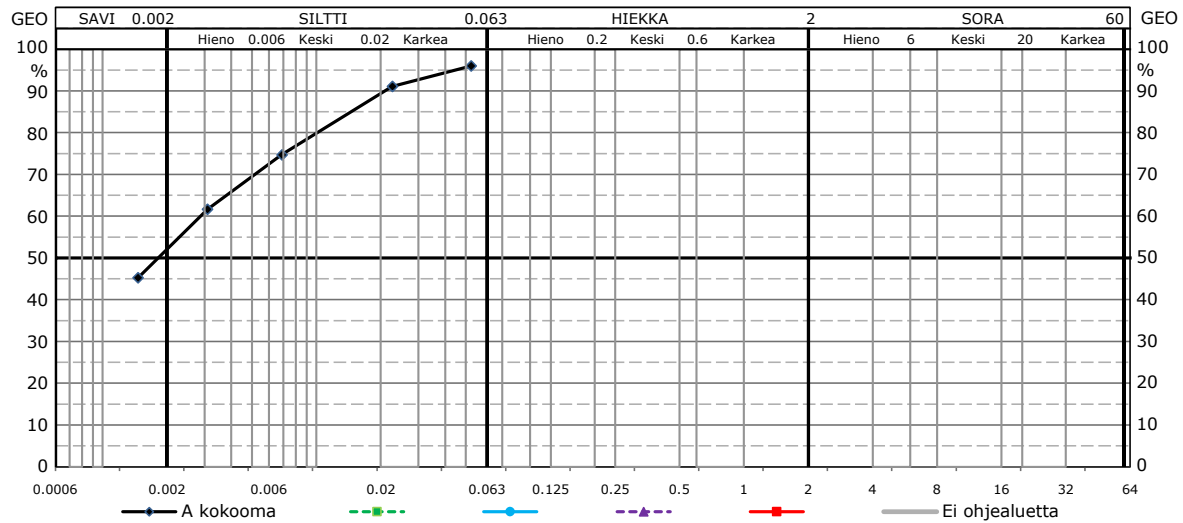
Tilaaaja TURUN KAUPUNKI

7.12.2023

Viite

Kohde Lauttaranta tarkkailu (HAKAKO), läjitetty sedimentti

Tutkija Teros



A kokooma

Näyte nro	750-2023-	93697			
piste					
syvyys		0.00 - 0.50			
ottamispäivä		9.11.2023			
ottaja		H. Aarrekorpi			
otin					
Vesipitoisuus	%	76.9			
Humuspitoisuus	%				
Hehkutushäviö 800°C	%				
Irtotiheys	kg/dm ³	1.54			
Tehokas raekoko	D10				
Tasaisuusluku	D60/D10				
Routivuus					
Hienoainespitoisuus	%				
Savipitoisuus	%	50.7			
Maalaji	ISO				
Silmävar.määritys	GEO				
Maalaji	GEO				
Huom.					
Seulontatapa					
Paino kuiva	g				
areometri	g	50.0			
Lämpötila	areometri	20			
Raekoko, läpäisy-%	63				
SFS-EN ISO 17892-4:2016	32				
	16				
	8				
	4				
	2				
	1				
	0.5				
	0.25				
	0.125				
	0.063				
Areometri	1min	0.0529	96		
GLO-85	6min	0.0226	91		
	1h	0.0069	75		
	5h	0.0031	62		
	1vrk	0.0015	45		
	4vrk				

Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Tutkimustodistuksen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

Eurofins Environment Testing Finland Oy, Niemenkatu 73, 15140 LAHTI

Eränumero EUAA56-000158196

LIITE

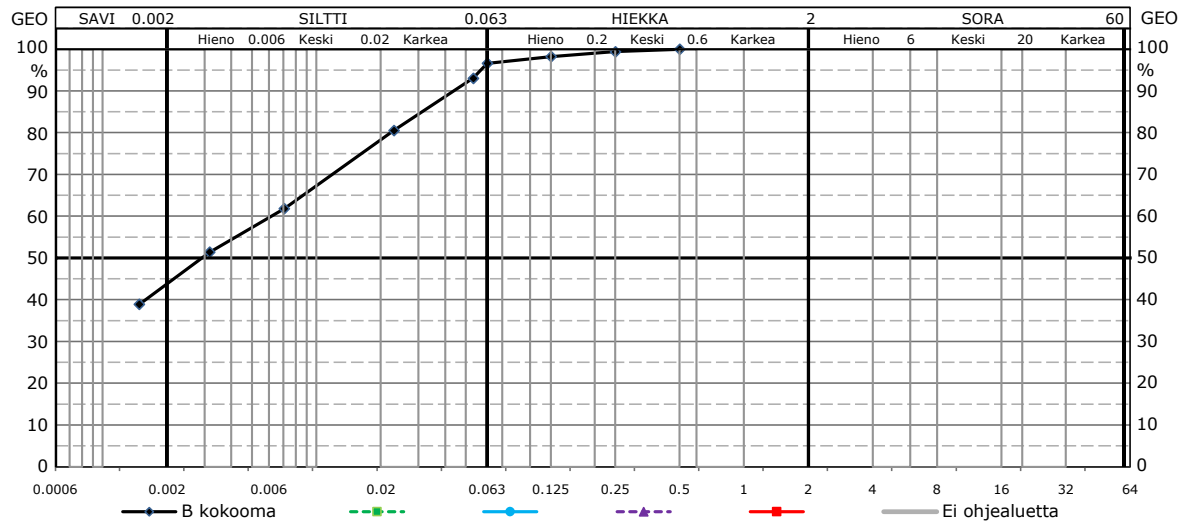
Tilaaaja TURUN KAUPUNKI

7.12.2023

Viite

Kohde Lauttaranta tarkkailu (HAKAKO), läjitetty sedimentti

Tutkija Teros



B kokooma

Näyte nro	750-2023-	93698			
piste					
syvyys		0.00 - 0.50			
ottamispäivä		9.11.2023			
ottaja		H. Aarrekorpi			
otin					
Vesipitoisuus	%	139.7			
Humuspitoisuus	%				
Hehkutushäviö 800°C	%				
Irtotiheys	kg/dm ³	1.34			
Tehokas raekoko	D10				
Tasaisuusluku	D60/D10				
Routivuus					
Hienoainespitoisuus	%	96.6			
Savipitoisuus	%	42.7			
Maalaji	ISO				
Silmävar.määrittys	GEO				
Maalaji	GEO				
Huom.					
Seulontatapa		Pesu			
Paino kuiva	g	50.0			
areometri	g	50.0			
Lämpötila	°C	20			
Raekoko, läpäisy-%	63				
SFS-EN ISO 17892-4:2016	32				
	16				
	8				
	4				
	2				
	1				
	0.5	100.0			
	0.25	99.4			
	0.125	98.2			
	0.063	96.6			
Areometri	1min	0.0542	93		
GLO-85	6min	0.0231	81		
	1h	0.0071	62		
	5h	0.0032	51		
	1vrk	0.0015	39		
	4vrk				

Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Tutkimustodistuksen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

Eurofins Environment Testing Finland Oy, Niemenkatu 73, 15140 LAHTI

Liite 2

Talviolosuhteet happamilla sulfaattimailla sekä tuhkat kalkin korvaajina neutraloinnissa, testausraportti

Vastaanottaja

HaKako- Happamien sulfaattimaiden Kansallinen Koetoimintahanke

Asiakirjatyyppi

Raportti

Päivämäärä

23.2.2024

TALVIOLOSUHTEET HAPPAMILLA SULFAATTIMAILLA SEKÄ TUHKAT KALKIN KORVAAJINA NEUTRALOINNISSA



TALVIOLOSUHTEET HAPPAMILLA SULFAATTIMAILLA SEKÄ TUHKAT KALKIN KORVAAJINA NEUTRALOINNISSA

Projekti **HaKaKo- Happamien sulfaattimaiden Kansallinen Koetoimintahanke**
Projekti nro **1510073385-002/-005**
Asiakirjatyyppi **Selvitys**
Versio **[1.2]**
Päivämäärä **23.2.2024**
Laatija **Emmi Ilonen**
Tarkastaja **Pyry Potila, Merja Autiola**
Hyväksyjä **HaKaKo ohjausryhmä**

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	3
2.	Tutkimusmenetelmät	4
3.	Tutkimuksissa käytetyt materiaalit	6
3.1	Happamien sulfaattimaiden ominaisuudet	6
3.2	Neutralointitutkimuksen materiaalit	7
3.3	Neutralointiseokset	8
4.	Talviolosuhteet happamilla sulfaattimailla	9
4.1	Seurantamittausten tulokset	11
4.1.1	pH-arvot eri lämpötiloissa	11
4.1.2	Redox-potentiaali eri lämpötiloissa	13
4.1.3	Sähkönjohtavuus eri lämpötiloissa	16
4.2	Metalli- ja puolimetallipitoisuudet	18
4.3	TIA-analyysitulokset	20
4.4	Jäädytys-sulatuskokeen tulokset	21
4.4.1	Inkubointinäytteiden vesipitoisuuden muutos	23
4.4.2	Vesinäytteiden seuranta- ja analyysitulokset	24
4.5	Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet	27
5.	Tutkimustulokset tuhkat kalkin korvaajina neutraloinnissa	28
5.1	Seurantamittausten tulokset	29
5.2	Lujuuskokeet	30
5.3	Ympäristökelpoisuus	32
5.4	Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet	36

LIITTEET

Liite 1

Happamien sulfaattimaanäytteiden luokittelutestien tulokset

Liite 2

Happamien sulfaattimaanäytteiden kokonaispitoisuudet lähtötilanteessa

Liite 3

Neutraloivien materiaalien kokonaisneutralointikyky

Liite 4

Neutraloivien materiaalien kokonaispitoisuudet ja seosten kokonaispitoisuudet

Liite 5

Vaasan happaman sulfaattimaanäytteen ravistelutesti, inkuboitujen näytteiden kokonaispitoisuudet ja vesinäytteiden liukoiset pitoisuudet

Liite 6

Puristuslujuustulokset

Liite 7

Inkuboitujen näytteiden ravistelutestit

1. JOHDANTO

Raportti kuuluu HAKAKO Happamien sulfaattimaiden Kansallinen Koetoimintahankeen -projektin tuloraportointiin. Projektia ovat rahoittaneet Helsingin, Espoon, Turun, Porin ja Vaasan kaupungit sekä Väylävirasto ja UPM.

Tässä raportissa kuvataan laboratorio-olosuhteissa selvitettyjen talviolosuhteiden simulointitestien (työpaketti 2) sekä neutralointitutkimusten (työpaketti 5) tuloksia.

Happamilla sulfaattimailla hapettumisreaktioon vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen ja niiden oikea-aikainen tunnistaminen ovat tärkeimpiä keinoja riskien hallinnassa. Tutkimuksissa selvitettiin, kuinka lämpötila vaikuttaa tapahtuviin reaktioihin ja happamoitumisesta muodostuviin ympäristöriskeihin. Lisäksi saatiin tietoa maa-aineksen suotoveden ominaisuuksista jäätymsulamis -syklin toistuesssa.

Neutralointitutkimuksilla selvitettiin tuhkien käyttömahdollisuuksia happaman sulfaattimaan neutralointiin eli estämään suotovesien happamoituminen. Lisäksi arvioitiin tarvittavan neutralointituotteen määrää laboratoriokokein ja aiheesta julkaistuun tutkimustietoon pohjautuen. Neutralointituotteiden arvioinnissa huomioitiin viranomaisohjeet ja -määräykset. Valittujen seosten ympäristökelpoisuutta vertailtiin olemassa oleviin ja käyttöön soveltuviin raja-arvoihin. Lisäksi selvitettiin suppeasti seosten lujuuden kehitystä ja koossa pysymistä hyötykäytettävyyden näkökulmasta.

Laboratoriotutkimusten tavoitteena on lisätä tutkittua tietoa rikkipitoisuuksiltaan ja geoteknisiltä ominaisuuksiltaan vaihtelevista happamista sulfaattimaamateriaaleista, kun ne altistetaan ilmakehän hapelle. Tutkimuksissa käytettiin neljää hapanta sulfaattimaanäytettä, joiden pH-taso, rikkipitoisuus ja geotekniset ominaisuudet poikkesivat selvästi toisistaan. Neutralointitutkimuksiin valittiin korkeimman rikkipitoisuuden omaava ja rakeisuudeltaan karkein näyte, jonka oletetaan olevan hapettumisen näkökulmasta nopeimmin reagoiva ja suurimman riskin aiheuttava näyte. Tutkimuksissa näytteiden hapettumista seurattiin inkuboimalla, jossa maa-ainesta altistetaan ilmakehän hapelle ja näyte pidetään luonnonkosteana. Inkubointinäytteistä tarkasteltavia parametrejä olivat; pH, redox-potentiaali ja sähkönjohtavuus. Työpaketissa 2 inkubointia suoritetaan lämpötiloissa +30°C, +20°C, +10°C, 0°C ja -20°C. Neutralointitutkimuksessa, työpaketissa 5 inkuboinnin lämpötila oli testille tavanomainen +20°C.

Tutkimustietoa voidaan hyödyntää tulevaisuuden rakennustyömailla. Reaktionopeus on oleellinen tieto kaivumassojen käsittelyä ja riskinhallintakeinojen valintoja silmällä pitäen. Toisaalta korkean rikkipitoisuuden omaavilla kohteilla voidaan tutkimusten perusteella suunnitella kaivun ajoittamista talvisaikaan, mikäli reaktionopeus on selkeästi hitaampi kylmissä olosuhteissa. Mikäli märkiä massoja varastoidaan kasalla talven yli, on tärkeää tunnistaa massoista erottuvan veden aiheuttamaa kuormitusta läjitysalueen läheisyydessä sijaitseville vesistöille. Uusiomateriaalien käytöllä neutralointituotteena voidaan parhaissa tilanteissa säästää rakennusprojektin kustannuksia. Uusiomateriaalien hyödyntämisellä voidaan vähentää hankkeen hiilidioksidipäästöjä verrattuna perinteisesti käytettyyn kalkitus tuotteeseen. Tulevaisuuden kestävä rakentamisen kannalta onkin tärkeää selvittää sivutuotteiden soveltumista happamien sulfaattimaiden neutralointiin, jolloin niiden hyödyntämisen mahdollistavia lupakäytäntöjä voidaan kehittää.

2. TUTKIMUSMENETELMÄT

Vesipitoisuus (w) (SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-1:fi) kuvaa näytteen (m_m) sisältämän veden suhdetta näytteen kuivamassaan (m_d). Vesipitoisuus määritetään kuivaamalla näytettä uunissa 105 °C lämpötilassa, minkä jälkeen vesipitoisuus lasketaan haihtuneen veden ja kuivamassan suhteena alla olevalla kaavalla (Kaava 1).

$$w = \frac{m_m - m_d}{m_d} * 100\% \quad \text{Kaava 1}$$

Hehkutushäviö (SFS-EN 3008) kuvaa näytteen sisältämän orgaanisen materiaalin ja kideveden määrää. Hehkutushäviön määrittämisessä pieni määrä näytettä hehkutetaan 550 °C lämpötilassa. Hehkutushäviö (LoI) lasketaan massan häviön suhteena alkuperäiseen kuivamassaan, alla olevalla kaavalla (Kaava 2).

$$LoI = \frac{m_d - m_i}{m_d} * 100\% \quad \text{Kaava 2}$$

Jossa m_d on kuivan näytteen massa ja m_i on hehkutetun näytteen massa.

Yleensä hehkutushäviö määritetään kahden näytteen keskiarvona. Tuloksissa täytyy huomioida, että hehkutushäviö ei anna suoraan näytteen humuspitoisuutta, vaan tuloksesta tulee arvioida näytteen sisältämän kideveden vaikutus tulokseen. Kideveden osuus voidaan arvioida näytteen savipitoisuuden perusteella.

pH (mukaillen ISO 10390:2021) määrittämisessä maanäytteestä veden ja kiintoaineen massasuhte on 5 (l/kg) (liquid/soil = L/S 5). Seosta sekoitetaan tunnin ajan. Tämän jälkeen sen annetaan seistä noin tunnin, jonka jälkeen näyte sekoitetaan uudelleen huolellisesti. pH mitataan sekoitetusta näytteestä kalibroidulla pH-mittarilla.

Sähkönjohtavuus (tätä tutkimusta varten modifioitu sisäinen menetelmä) määrittämisessä maanäytteestä veden ja kiintoaineen massasuhte on 5 (l/kg) (liquid/soil = L/S 5). Seosta sekoitetaan tunnin ajan. Tämän jälkeen sen annetaan seistä noin tunnin, jonka jälkeen näyte sekoitetaan uudelleen huolellisesti. Sähkönjohtavuus mitataan sekoitetusta näytteestä kalibroidulla johtokykyttarilla.

Redox-potentiaali (sisäinen menetelmä) määrittämisessä maanäytteestä veden ja kiintoaineen massasuhte on 5 (l/kg) (liquid/soil = L/S 5). Seosta sekoitetaan tunnin ajan. Tämän jälkeen sen annetaan seistä noin 1h, jonka jälkeen näyte sekoitetaan uudelleen huolellisesti. REDOX mitataan sekoitetusta näytteestä kalibroidulla REDOX-mittarilla. Redox-potentiaali kuvaa hapetus-pelkistymisreaktion suuntaa tutkittavassa näytteessä. Hapettuneessa ympäristössä redox-potentiaali on >200 mV ja pelkistyneessä ympäristössä <0 mV.

Inkuboinnissa näytettä altistetaan ilmakehän hapelle huoneenlämmössä noin +20°C ja pH:n muutosta seurataan. Näytteet pidetään inkuboinnin ajan luonnonkosteana, jolloin sulfidirikin ja ilmakehän hapen välisestä hapetusreaktiosta aiheutuvalle happamoitumiselle luodaan mahdollisimman suotuisat olosuhteet. *Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen*

happamille sulfaattimaille "Tunnistus-hankkeen" loppuraportin mukaan maanäytteiden hapontuottopotentiaalin selvittämiseen inkuboimalla (TIA analyysi) vaaditaan 19 viikon inkubointiaika, jonka mukaan valittiin tutkimusten seuranta-aika. Pitkällä inkubointiajalla varmistellaan, että materiaali on täysin hapettunut ja happamien sulfaattimaiden tapauksessa myös happamoitunut eli materiaalin pH ei enää 19 viikon jälkeen muutu merkittävästi. Tässä tutkimuksessa käsittelemättömillä maanäytteillä inkubointi suoritettiin viidessä eri lämpötilassa (-18°C, 0°C, +10°C, +20°C ja +30°C) ja neutralointiseoksille huoneenlämmössä noin +20°C.

TPA-analyysi Tulee englanninkielisistä sanoista *Titrateable Peroxide Acidity* eli titrattava peroksidinen asiditeetti. Analyysissä näyte hapetetaan kemiallisesti vetyperoksidilla kahdessa vaiheessa lämpötilassa 85 °C, hapetusvaiheet kestävät 1,5 h. Hapetetusta näytteestä keitetään reagoimaton vetyperoksidi pois kiehattamalla näytettä 30 min ajan. Keittovaiheen jälkeen näytteeseen lisätään KCl liuosta siten että neste faasin KCl molaarisuus on 1 M ja L/S suhde on 40. Näytettä sekoitetaan 4 h, jonka jälkeen näytteen annetaan seisoa 12-16 h. Seisotettu näyte sekoitetaan uudelleen huolellisesti ja näyte titrataan NaOH liuoksella pH-arvoon 6,5. Titraukseen kuluneen NaOH-liuoksen määrästä lasketaan vetyionien (H⁺) määrä maamassaa kohden ja tuloksena saadaan maa-aineksen potentiaalinen asiditeetti mmol/maa-aines kg. Potentiaalinen asiditeetti kuvaa näytteen täydellisen hapettumisen seurauksena muodostuvaa ns. maksimaalista asiditeettia, joka on yleensä huomattavasti suurempi kuin happaman sulfaattimaanäytteen todellinen, luonnollisen hapettumisen vaikutuksesta muodostuva asiditeetti.

TIA-analyysi Tulee englanninkielisistä sanoista *Titrateable Incubated Acidity* eli titrattava inkuboitu asiditeetti. Analyysissä näyte hapetetaan luontaisesti inkuboimalla 9-19 viikkoa laboratorio-olosuhteissa. Lopuksi inkuboituun näytteeseen lisätään 1 M KCl-liuosta L/S suhteella 40. Näytettä sekoitetaan 4 h, jonka jälkeen näyte annetaan seisoa 12-16 h. Seisotettu näyte sekoitetaan uudelleen huolellisesti ja näyte titrataan NaOH -liuoksella pH-arvoon 6,5. Titraukseen kuluneen NaOH-liuoksen määrästä saadaan laskettua vetyionien (H⁺) määrä maamassaa kohden ja tuloksena saadaan maa-aineksen potentiaalinen asiditeetti mmol/maa-aines kg. Hapettamalla näyte luonnollisesti inkuboimalla saadaan TPA-analyysia todellisempi kuva happaman sulfaattimaan todellisesta hapontuottopotentiaalista.

Näytteen raekokojakauma (SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-4:fi) määritetään pesu- ja kuivaseulonnalla sekä areometrikokeella. Pesuseulonnalla selvitetään alle 0,063 mm rakeiden osuus koko näytteen massasta. Kuivaseulonnalla määritetään 32 – 0,063 mm rakeiden jakauma ja areometrikokeella määritetään alle 0,063 mm rakeiden jakauma.

Stabiloituvuustutkimusten koekappaleiden valmistaminen ja säilytys:

Stabiloituvuustutkimuksissa homogenisoituun runkomateriaalinäytteeseen sekoitetaan haluttu määrä sideainetta. Sideaineen määrä lasketaan suhteessa stabiloitavan runkomateriaalin tilavuuteen (kg/m³). Sideainetta sekoitetaan runkomateriaalin kanssa laboratoriosekoittimella kahden minuutin ajan. Sekoitettu massa sullotaan (mutta ei varsinaisesti tiivistetä) näytesylintereihin, joiden halkaisija on 42–50 mm ja korkeus yli kaksinkertainen näytesylinterin halkaisijaan verrattuna. Koekappaleiden kuivuminen lujittumisjakson aikana estetään pakkaamalla ne muovipusseihin.

Näytesylinterit säilytetään sideaineen sekoittamisen jälkeen kaksi ensimmäistä vuorokautta huoneenlämmössä (noin +20 °C) lämpöeristettyihin laatikoihin sideainetyypeittäin pakattuna. Tämän jälkeen näytesylinterit siirretään +8 °C lämpötilaan, jossa niitä säilytetään koestamiseen saakka. Ennen puristuslujuusmäärittystä koekappaleet poistetaan näytesylinteristä ja niiden päät leikataan, siten että koekappaleen korkeus on kaksinkertainen halkaisijaan verrattuna. Samalla tarkistetaan silmämääräisesti kappaleen eheys.

3. TUTKIMUKSISSA KÄYTETYT MATERIAALIT

3.1 Happamien sulfaattimaiden ominaisuudet

Reaktionopeutta ja talviolosuhteita happamilla sulfaattimailla tutkittiin neljällä näytteellä, jotka olivat Porin, Helsingin, Turun ja Vaasan kaupunkien toimittamia happamaksi sulfaattimaaksi oletettuja maanäytteitä. Näytteistä tutkitut ominaisuudet on koottu taulukkoon 1 ja tutkimustodistus sekä rakeisuuskäyrät ovat liitteessä 1. Tutkitut näytteet olivat rakeisuudeltaan vaihtelevia; karkein näyte oli geoteknisen maalajimäärittymisen mukaan Porin liejuinen siltti (IjSi) (HaSu II), Vaasan näyte oli laihaa savea (IaSa) (HaSu I), Malmin (HaSu III) ja Turun (HaSu IV) näytteet olivat lihavaa savea (IiSa). Turun näytteen rakeisuusmäärittämisessä ei huomioitu näytteen sisältämiä kiviä. Savimineraalit kohottavat maa-aineksen luontaista puskurointikykyä, jolloin korkeimman savipitoisuuden näytteiden (HaSu III ja HaSu IV) oletetaan puskuroivan paremmin happamoitumista.

Happamilla sulfaattimailla orgaaninen aines vaikuttaa todennäköisesti peroksidihapetuksella määritettyyn hapontuottopotentiaaliin, kun hehkutushäviö on >20 %. Tutkittujen näytteiden hehkutushäviö-tulokset olivat <5 %, jolloin orgaanisen aineksen ei oleteta vaikuttavan tutkimustuloksiin. Korkein hehkutushäviö (3,5 %) oli näytteessä HaSu I.

Näytteistä kemiallisesti TPA-analyysillä määritetty hapontuottopotentiaali oli näytettä HaSu IV lukuun ottamatta suuri. Suuren hapontuottopotentiaalinsa raja-arvo hienorakeisilla materiaaleilla on 100 mmol H⁺/kg maa-ainesta. Vetyionit (H⁺) indikoivat maa-aineksestä hapettumisreaktiossa muodostuvaa happamuuden määrää.

Näytteistä määritetty rikki- ja raskasmetallipitoisuus oli happamille sulfaattimailla tyypillisen korkea näytteissä HaSu II (7600 mg/kg) ja HaSu III (6500 mg/kg), näytteessä HaSu IV rikki- ja raskasmetallipitoisuus oli 1100 mg/kg ja näytteessä HaSu I alle laboratorion määrittämisen rajan (<500 mg/kg), myöhemmin tehdyissä analyyseissä määritetty kokonaisrikkipitoisuus oli 1100 mg/kg. HaSu-I on jo hapettunutta HaSu-materiaalia, jonka rikistä osa on jo huuhtoutunut. Hienorakeisille maalajeille happaman sulfaattimaan tunnistamisraja rikki- ja raskasmetallipitoisuuden perusteella on 2000 mg/kg (0,2 %). Näytteistä Eurofinsin Lahden akkreditoitussa laboratorioissa tutkitut metallipitoisuudet on esitetty taulukossa 2 ja tutkimustodistukset liitteessä 2. Kaikkien näytteiden arseenipitoisuus oli Valtioneuvoston asetuksessa Vna 214/2007 maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (PiMa-asetus) kynnysarvoa vastaavalla tasolla tai hieman yli. Arseenipitoisuus on rannikon arseeniprovinssille tyypillisen taustapitoisuuden tasolla. Lisäksi HaSu III näytteen nikkeli- ja kobolttipitoisuus ovat kynnysarvon lievästi ylittäviä ja näytteessä HaSu IV kobolttipitoisuus on kynnysarvotasolla.

Taulukko 1. Happamien sulfaattimaanäytteiden tutkimustulokset.

Näyte	Maa-laji	Tiheys ρ kg/m ³	pH	Kemiallisesti hapetettu pH (TPA-pH)	Inkuboitu pH 20 vko (20°C)	Potentiaalinen asiditeetti (mmol H ⁺ / kg, TPA pH 6,5)	Hapontuotto- potentiaali	W (%)	H _n (%) 550°C	S _{tot} (%)
HaSu I	laSa	1555	4,4	3,9	4,4	140	suuri	66,7	3,5	<0,05
HaSu II	ljSi	1665	8,6	2,4	3,0	411	suuri	49,1	2,8	0,76
HaSu III	liSa	1420	6,2	2,7	3,3	388	suuri	104	2,7	0,65
HaSu IV	liSa	1420	7,8	4,8	6,4	28	kohtalainen	108	3,3	0,11

Taulukko 2. Happaman sulfaattimaamateriaalin metallipitoisuudet vertailtuna Valtioneuvoston asetuksessa maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007 (PiMa-asetus) raja-arvoihin. Harmaalla värjätty arvot ylittävät kynnsarvopitoisuuden.

Näyte	Sb	As	Hg	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V	Al	Mn	Fe	S
	0,02	1	0,005	0,03	8	31	22	5	17	31	38				
	2	5	0,5	1	20	100	100	60	50	200	100	-	-	-	-
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
HaSu - I	<0,5	5,1	<0,1	<0,2	7,3	55	18	12	15	65	64	20 000	230	33 000	<500
HaSu - II	< 0,5	5,3	< 0,04	< 0,2	8,6	28	12	7,4	20	43	32	14 000	280	20 000	7 600
HaSu - III	< 0,5	8,6	< 0,04	0,21	21	63	29	16	54	110	76	38 000	430	40 000	6 500
HaSu - IV	< 0,5	8,7	0,16	0,21	20	87	44	47	34	140	77	49 000	550	48 000	1 100

3.2 Neutralointitutkimuksen materiaalit

Neutralointitestaukseen valittiin ohjausryhmän kokouksessa 17.11.2022 Porin näyte (HaSu II), jota käytettiin runkoaineena kaikissa valmistetuissa seoksissa. Näyte oli rakeisuudeltaan karkein ja rikkipitoisuudeltaan korkein, jolloin näytteen happamoitumisen aiheuttaman riskin muodostumisen oletetaan olevan saaduista näytteistä suurin ja nopein.

Tutkimuksessa käytetyt neutralointiaineet homogenisoitiin kaatamalla näytteet isompaan astiaan ja sekoittamalla ennen näytteenottoa. Homogenisoiduista tuhista määritettiin neutralointikyky Eurofinsin akkreditoidussa laboratoriossa Oulussa. Rauman Voiman toimittaman lentotuhkan (RaVo) neutralointikyky eli Ca-% oli 14,0 % ja Kymin Voiman toimittaman lentotuhkan (KyVo) neutralointikyky oli 35,7 %, tutkimustodistukset on esitetty liitteessä 3. Lisäksi tutkimuksessa käytettiin perinteisenä neutralointituotteena Vampulan Aito Kalsiitti Plus -kalkkituotetta, jonka valmistajan ilmoittama neutralointikyky on 34 %. Neutralointiaineiden kokonaismetallipitoisuudet on esitetty taulukossa 3 ja liitteessä 4. Kokonaispitoisuuksien perusteella Rauman Voiman lentotuhkassa oli ylemmän ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia antimonina, kuparia ja nikkeliä, alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia arseenia, kromia ja lyijyä, sekä kynnsarvon ylittäviä pitoisuuksia elohopeaa, kadmiumia ja kobolttia.

Taulukko 3. Neutralointiaineiden metallien kokonaispitoisuudet vertailtuna VNa 214/2007 mukaisiin raja-arvoihin.

mg/kg ka.	Neutralointituote			PiMa raja-arvot (214/2007)		
	RaVo-tuhka	KyVo-tuhka	Nordkalk Vampula	Kynnys-arvo	alempi-ohjearvo	ylempi-ohjearvo
Alumiini (Al)	40000	23000	2300			
Antimoni (Sb)	140	1,7	<0,5	2	10	50
Arseeni (As)	88	4,5	<1	5	50	100
Barium (Ba)	1400	1100	110			
Elohopea (Hg)	0,62	<0,1	<0,1	0,5	2	5
Kadmium (Cd)	9,1	11	0,21	1	10	20
Koboltti (Co)	39	9,9	1,1	20	100	250
Kromi (Cr)	270	69	9	100	200	300
Kupari (Cu)	1100	55	<5	100	150	200
Lyijy (Pb)	680	31	7,3	60	200	750
Mangaani (Mn)	4400	5500	270			
Molybdeeni (Mo)	16	7,4	<2			
Nikkeli (Ni)	210	47	6,6	50	100	150
Rauta (Fe)	57000	18000	2800			
Rikki (S)	17000	14000	1600			
Seleeni (Se)	1,4	<1	<1			
Sinkki (Zn)	2600	1500	13	200	250	400
Vanadiini (V)	66	21	15	100	150	250

3.3 Neutralointiseokset

Neutralointitutkimuksessa jokaisella neutralointimateriaalilla valmistettiin kolme seosta eri seossuhteilla. Neutralointituotteen määrä on laskettu näytteelle HaSu II tehdyn TPA-analyysiin mukaan, eli näytteen hapetusreaktiossa muodostuvan happamuuden perusteella kaavan 3 mukaisesti:

$$\text{neutralointituote (kg): maa} - \text{aines (t)} = \frac{a}{\% - \text{Ca} * 2 * vk} \quad \text{Kaava 3}$$

jossa

a = asiditeetti (mmol H⁺/kg)

%-Ca = kokonaisneutralointikyky

vk = varmuuskerroin

Seossuhdetta vaihdettiin muuttamalla varmuuskerrointa. Ympäristöministeriön ohjeen (1/2022) mukaisesti neutraloivaa ainetta suositellaan käyttämään kaksinkertainen määrä verrattuna todelliseen laskennalliseen määrään eli varmuuskerroin on 2. Varmuuskertoimella pyritään kompensoimaan neutralointiaineen epätäydellisen sekoituksen heterogeenisuuden vaikutus neutralointitulokseen.

Seoksissa käytettiin suositellun varmuuskertoimen lisäksi varmuuskertoimia 1 ja 1,5. Seokset nimettiin käytetyn varmuuskertoimien mukaan VK1, VK1,5 ja VK2. Tutkimuksen tarkoitus on osoittaa, että varmuuskertoimen 1 mukaan lasketun neutralointituotteen määrä on riittävä happaman sulfaattimaan happamoitumisen estämiseen. Seoksissa käytetyt neutralointituotteen määrät runkoainetta kohden on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 4. Neutralointituotteen määrä runkoainetta kohden.

Varmuuskerroin	HaSu II runkoaineen määrämassa (g)	Neutraloivan aineen massa (g)	Seossuhde (g/kg)	Neutraloivan aineen määrä (m _m -%)	Neutraloiva aine neutralointikyky (Ca-%)
VK2	2500	294	105	10,5 %	RaVo tuhka 14 %
	2500	115	44	4,4 %	KyVo tuhka 35,7 %
	2500	121	46	4,6 %	Aito kalsiitti 34 %
VK1,5	2000	176	81	8,1 %	RaVo tuhka 14 %
	2000	69	33	3,3 %	KyVo tuhka 35,7 %
	2000	73	35	3,5 %	Aito kalsiitti 34 %
VK1	2000	118	56	5,6 %	RaVo tuhka 14 %
	2000	46	23	2,3 %	KyVo tuhka 35,7 %
	2000	48	24	2,4 %	Aito kalsiitti 34 %

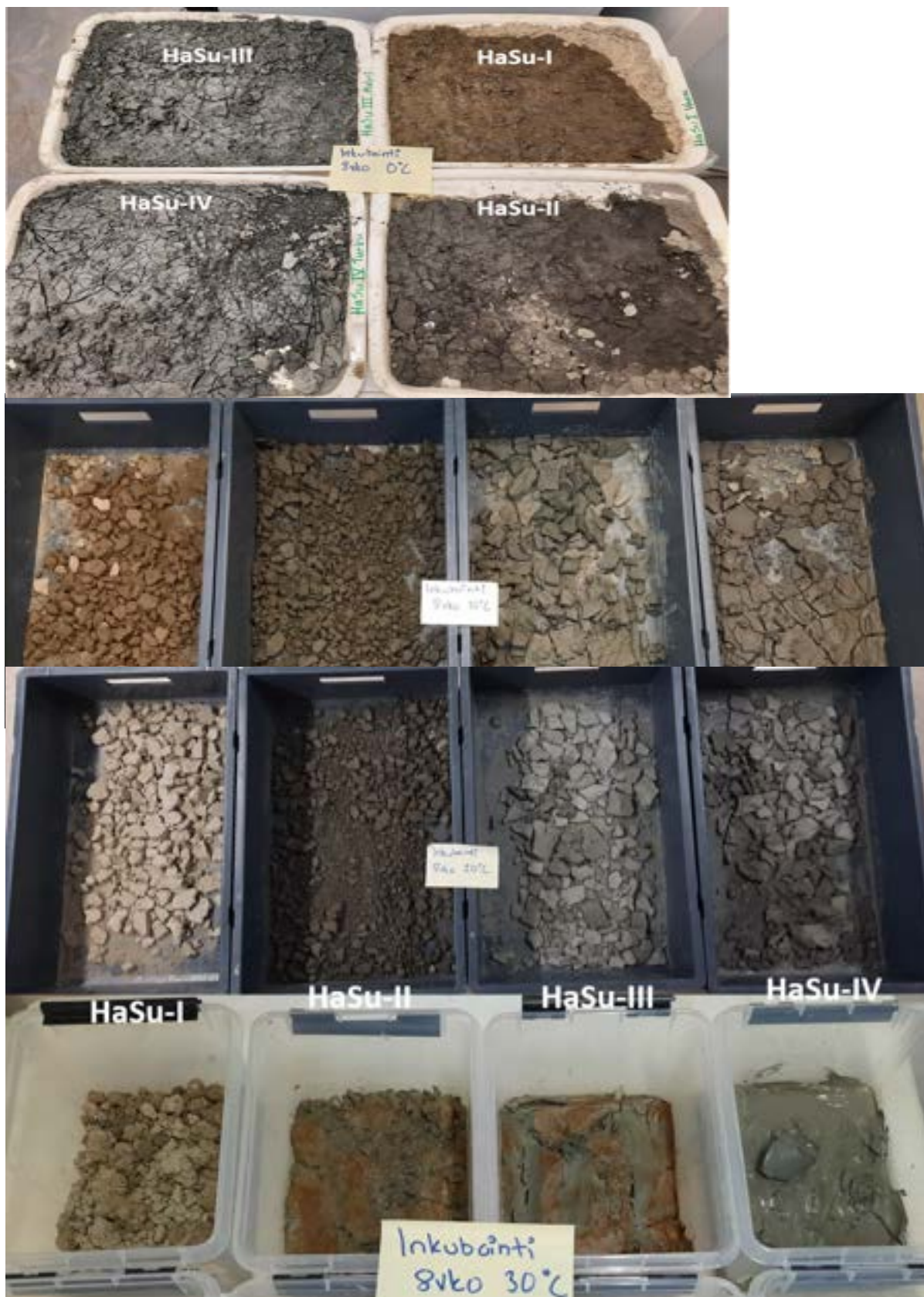
Neutralointikyvyiltään heikompaa Rauman Voiman tuhkua käytettiin seoksissa yli kaksinkertainen määrä verrattuna neutralointikyvyiltään parempaan Kymin Voiman tuhkaan. Kymin Voiman tuhka vastasi neutralointikyvyiltään vertailutuotteena käytettyä Vampulan Aito kalsiittia. Vuoden 2022 kalkkitaulukossa esitettyjen neutralointituotteiden neutralointikyky on keskimäärin 35 %. Kymin Voiman tuhkan neutralointikyky on kalkkitaulukon keskiarvoon verrattuna samaa tasoa. Rauman Voiman tuhka on keskiarvon alapuolella ja sen neutralointikyky on kalkkitaulukossa esitettyä neutralointikyvyiltään heikointa (Ca-18 %) neutralointituotetta pienempi.

4. TALVIOLOSUHTEET HAPPAMILLA SULFAATTIMAILLA

Tutkimuksessa näytteitä inkuboitii viidessä eri lämpötilassa (-18°C, 0°C, +8°C, +20°C ja +30°C). Näytteistä analysoitiin kahden viikon välein pH, redox-potentiaali ja sähkönjohtavuus. Inkuboinnin aikana seurattiin lämpötilan ja rikkipitoisuuden vaikutusta hapetusreaktion nopeuteen. Inkubointi antaa käytännön tietoa mm. siitä, kuinka kauan tutkittua materiaalia voidaan varastoida kasalla peittämättä, ennen kuin maa-aines happamoituu ja aiheuttaa metallikuormitusta tai pH-muutosta kasan pintaa pitkin ja sen läpi valuviin hulevesiin. Jäädetyt näytteet sulatettiin viiden viikon välein, jolloin seurantamittausten lisäksi otettiin vesinäytteitä maa-aineksestä erottuneesta suotovedestä. Seurannan aikana vettä erottui ainoastaan Malmin (HaSu III) ja Turun (HaSu IV) näytteistä. Malmin ja Turun näytteiden vesipitoisuus oli lähtötilanteessa >100 %, Porin ja Vaasan näytteiden vesipitoisuudet olivat 49,1 % ja 66,7 %. Tutkimusjärjestelyä on havainnollistettu kuvassa 1. Jäädetyt näytteet pussitettiin, jotta kaikki erottuva suotovesi saatiin kerättyä talteen.



Kuva 1. Tuoreet inkubointinäytteet.



Kuva 2. Inkubointinäytteet 8 viikon inkuboinnin jälkeen.

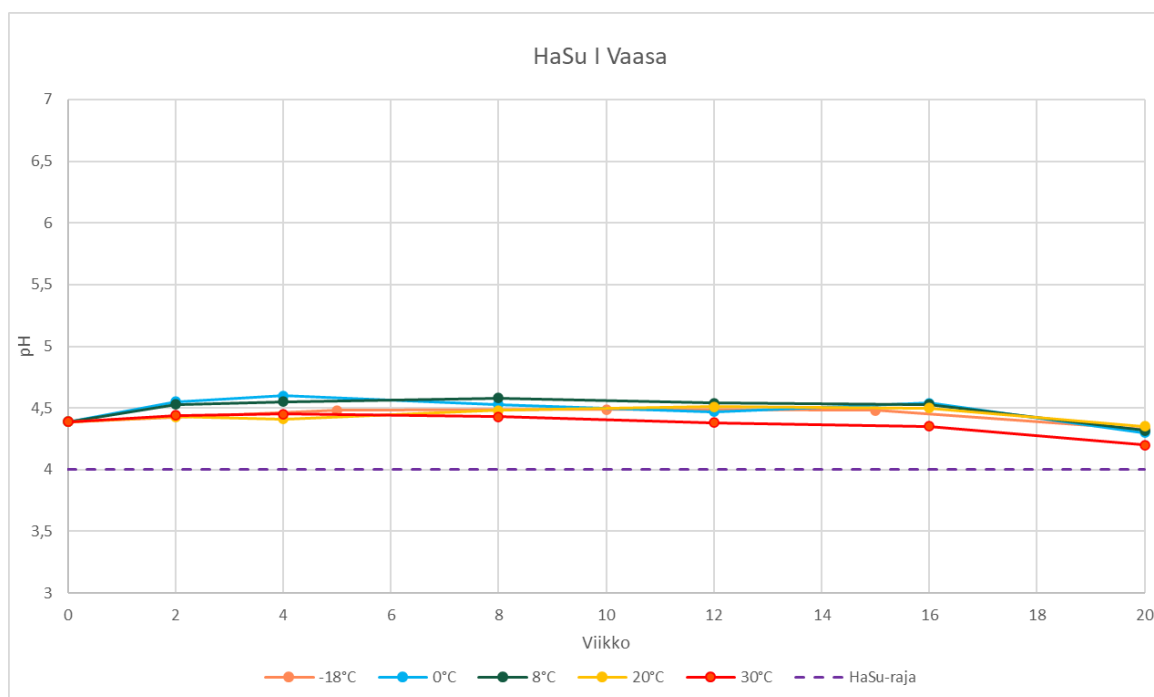
4.1 Seurantamittausten tulokset

4.1.1 pH-arvot eri lämpötiloissa

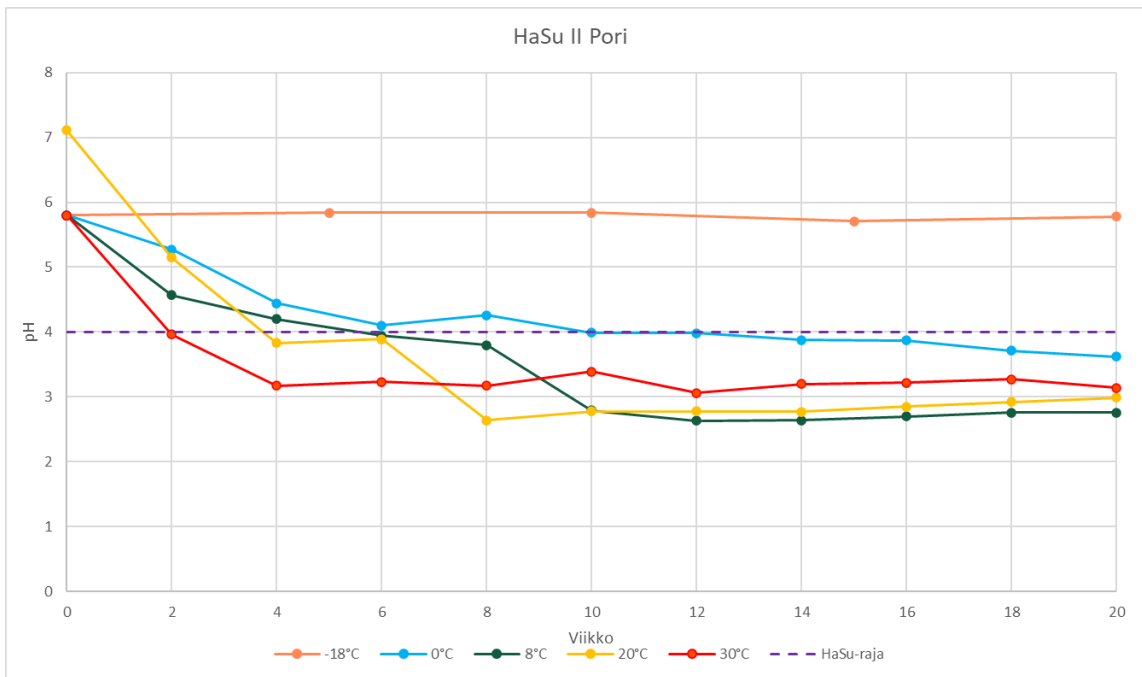
Seurantatulosten perusteella vähiten rikkiä sisältäneissä näytteissä Hasu I ja HaSu II havaitaan vähiten muutoksia. HaSu I oli jo tutkimusten alkaessa hapettunut, eikä pH enää laskenut tutkimuksen aikana. HaSu IV:n pH-arvo oli tutkimusten alkaessa lievästi emäksinen noin 8. 20 viikon inkuboinnin aikana pH-arvo laskee kolme yksikköä pH-arvoon 5, jolloin inkubointi-pH:n perusteella näyte ei ole tunnistettavissa happamaksi sulfaattimaaksi.

Näytteen HaSu II pH-arvo laski -18°C:een lämpötilaa lukuun ottamatta noin neljään kuudessa viikossa. Nopeinta pH-arvon muutos oli 30°C:n lämpötilassa, jossa pH oli laskenut neljään jo kahden viikon aikana. Jäädetyttynä pidetyn näytteen pH-arvo ei puolestaan muuttunut tutkimuksen aikana.

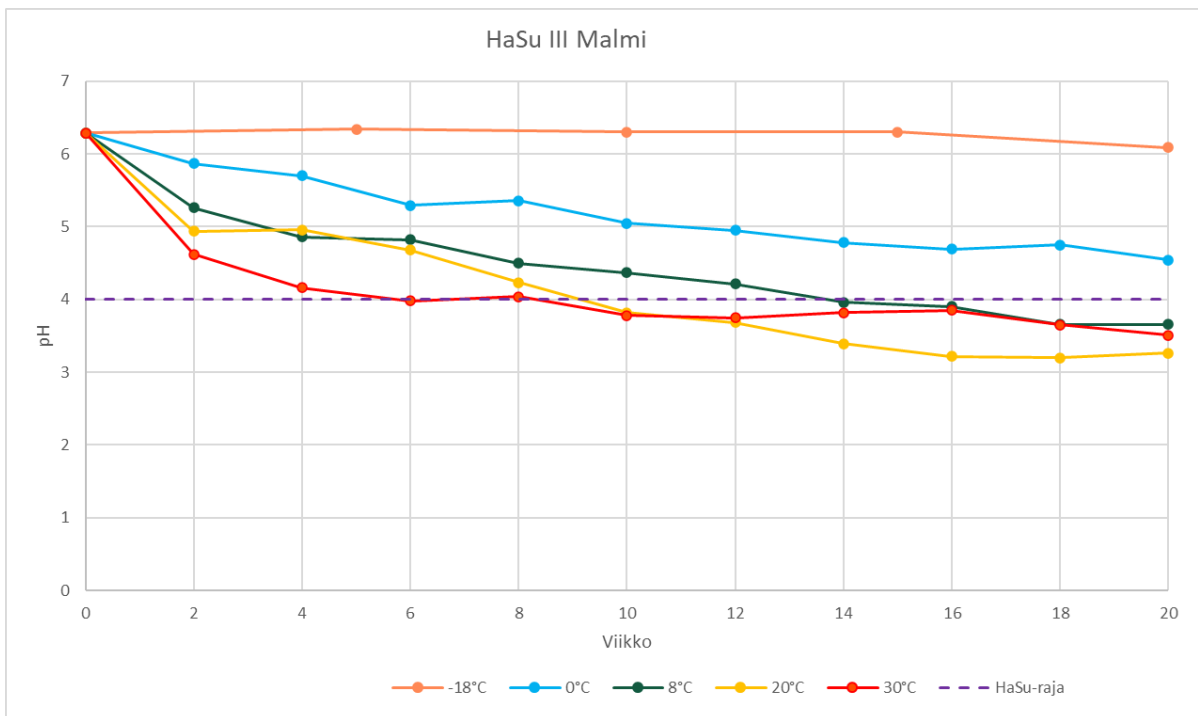
HaSu III pH-arvo laskee tasolle 4-4,5 näytteissä, jotka ovat inkuboitu $\geq 8^{\circ}\text{C}$:een lämpötilassa. 20 viikon inkuboinnin aikana pH-arvo ei muutu -18°C:een lämpötilassa, 0°C:een lämpötilassa pH on 20 viikon jälkeen 4,5.



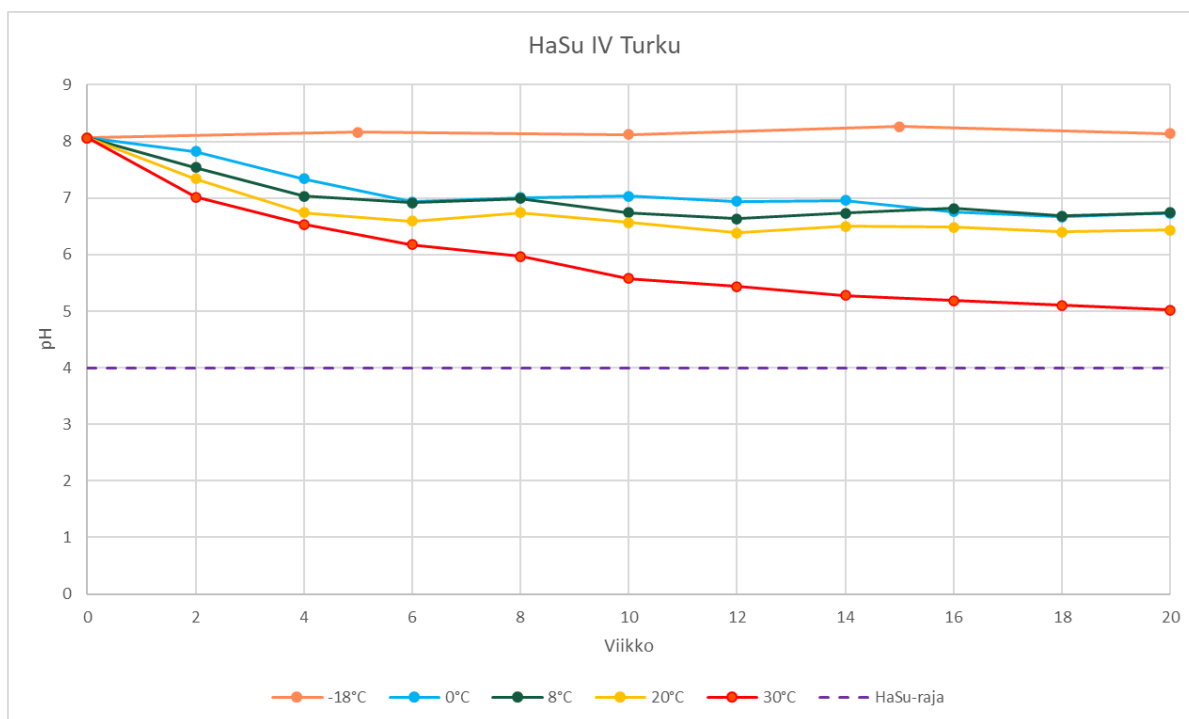
Kuva 3. HaSu I pH-arvot eri lämpötiloissa.



Kuva 4. HaSu II pH-arvot eri lämpötiloissa.



Kuva 5. HaSu III pH-arvot eri lämpötiloissa.

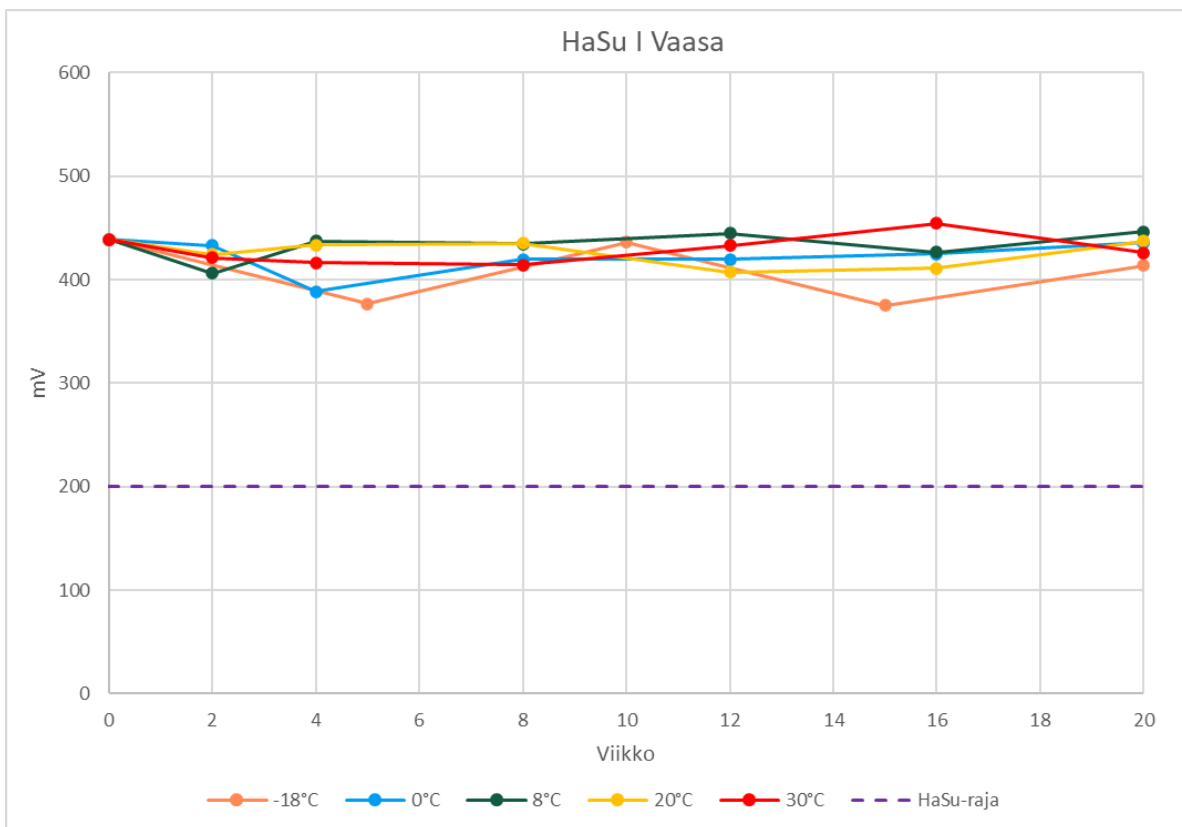


Kuva 6. HaSu IV pH-arvot eri lämpötiloissa.

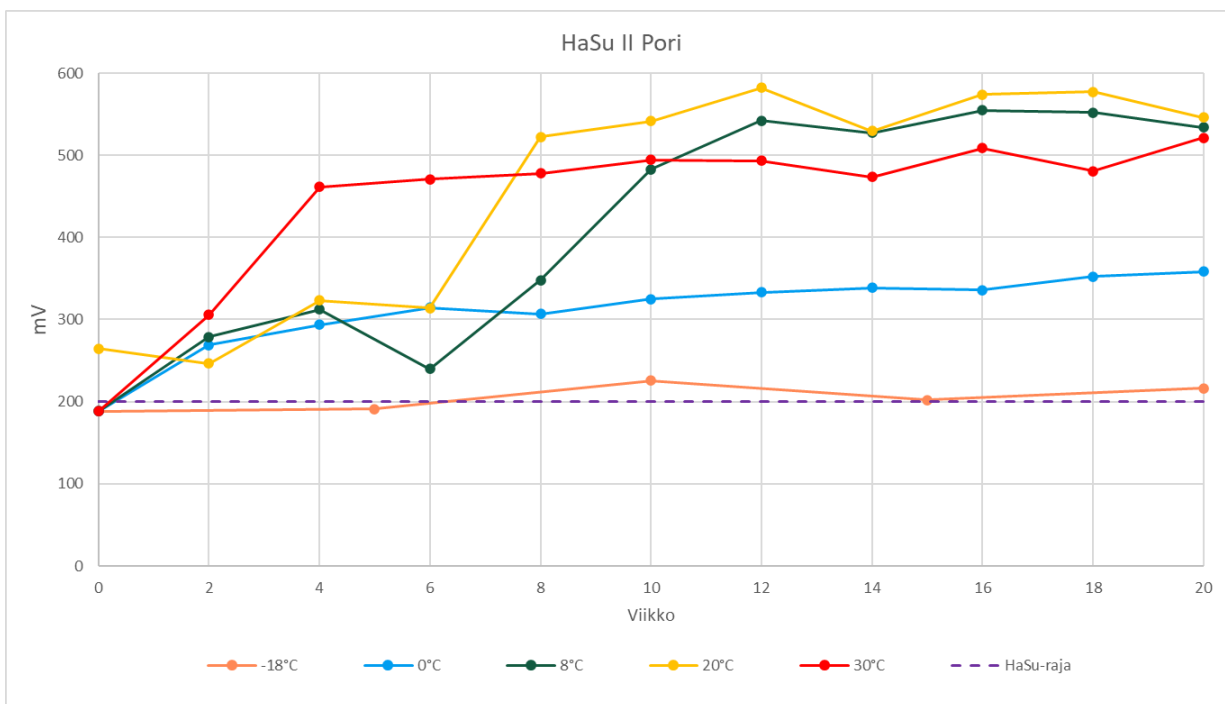
4.1.2 Redox-potentiaali eri lämpötiloissa

Redox-potentiaali mitattiin näytteistä samanaikaisesti pH-mittausten kanssa. Näytteenoton jälkeen näyteliuosta sekoitetaan ja seisoitetaan yhteensä kaksi tuntia, jolloin redox-potentiaalin arvoon saattaa vaikuttaa näytteiden mahdollinen hapettuminen ennen mittausta. Testaustapa on kuitenkin sama kaikille näytteille. Lämpötilassa -18°C inkuboiduissa näytteissä redox-potentiaalin arvo kasvaa hieman näytteissä HaSu III ja HaSu IV eli näyte hapettuu tutkimusten aikana, vaikka pH-muutosta ei havaita. Näin ollen hapettumista tapahtuu, mutta haponmuodostus on selkeästi hidasta alhaisimmilla lämpötiloilla. Pienimmät redox-potentiaalin arvot ovat HaSu IV näytteissä ja suurimmat HaSu II näytteessä.

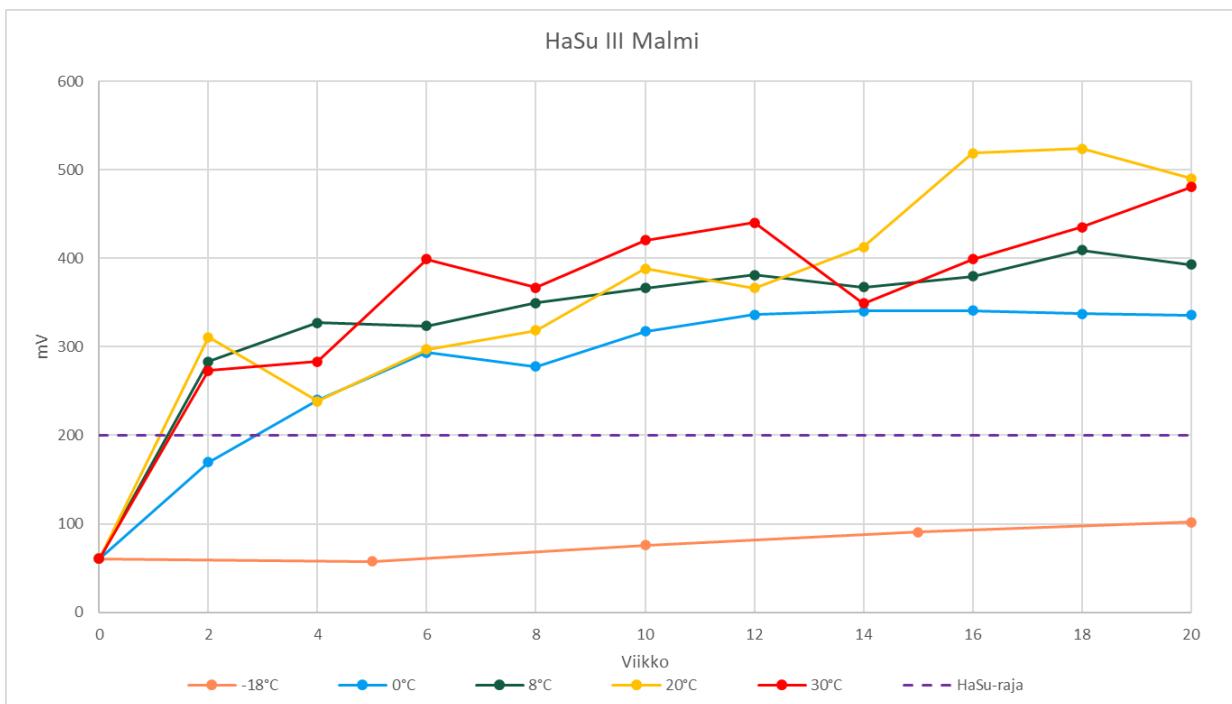
Hasu I näytteessä, joka edustaa hapettunutta kuivakuorisavea, redox-potentiaalissa ei havaita merkittäviä muutoksia testin aikana missään lämpötiloissa.



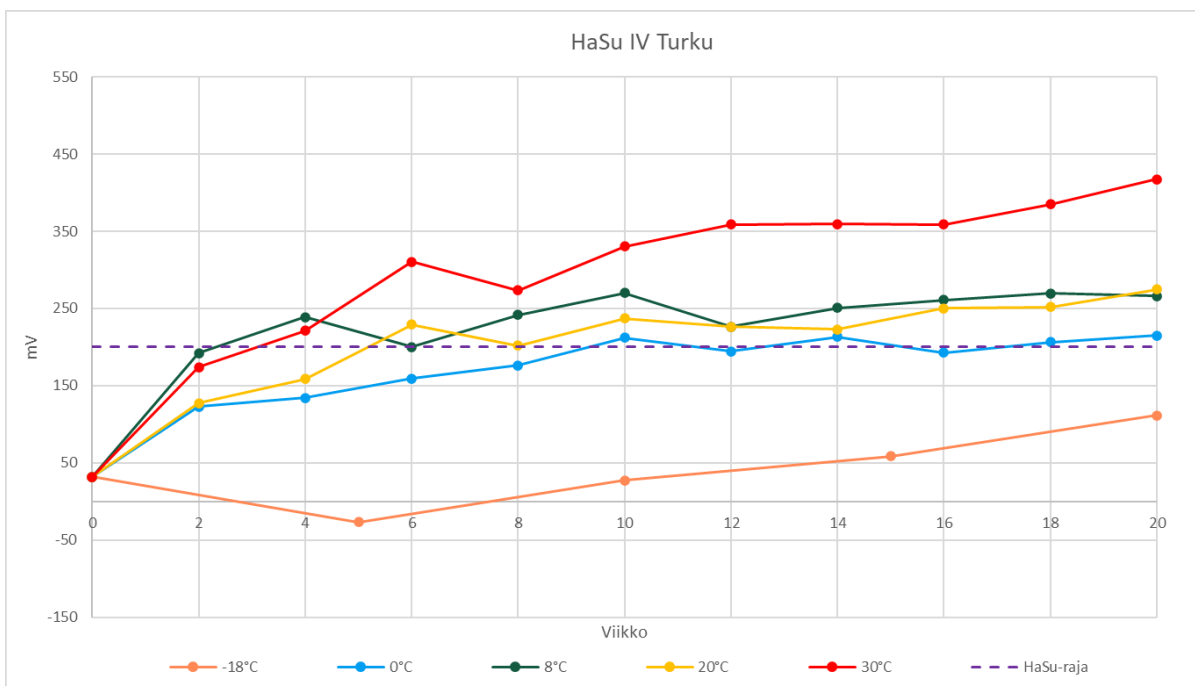
Kuva 7. HaSu I redox-potentiaali eri lämpötiloissa.



Kuva 8. HaSu II redox-potentiaali eri lämpötiloissa.



Kuva 9. HaSu III redox-potentiaali eri lämpötiloissa.

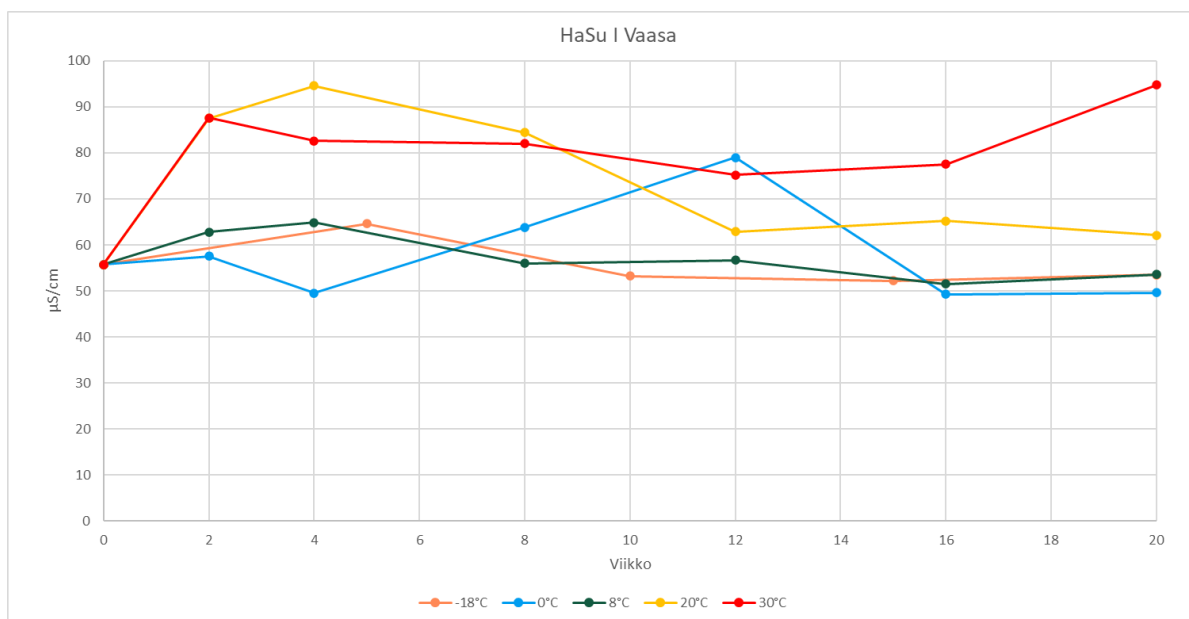


Kuva 10. HaSu IV redox-potentiaali eri lämpötiloissa.

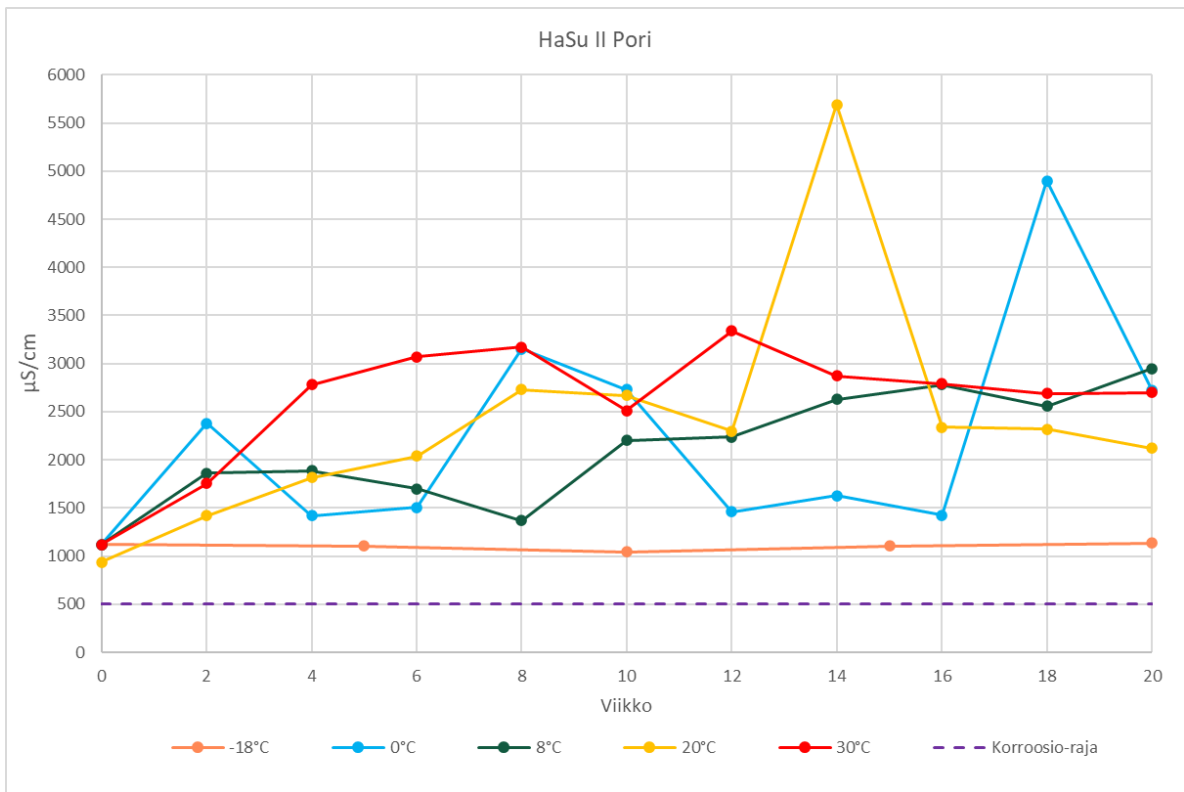
4.1.3 Sähkönjohtavuus eri lämpötiloissa

Happamilla sulfaattimailla sulfidirikin hapettuminen sulfaatiksi ja maa-aineksen metallien muuttuminen liukoisiksi matalassa pH-tasossa lisää näyteliuoksen sähkönjohtavuutta, lisäksi sedimenttinäytteiden sisältämä kloridi nostaa sähkönjohtavuutta. HaSu II ja HaSu IV sisälsivät analyysien perusteella kloridia, ja sähkönjohtavuus on näytteissä koko tutkimuksen ajan korkea ja korroosion näkökulmasta tarkasteltuna tavanomaisesta poikkeavan maaperän raja-arvon 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (50 mS/m) ylittävä (*Väylävirasto Eurokoodin soveltamisohje Geotkeninen suunnittelu-NCCI 7 14/2023*). Maaperän pintakerroksesta otettu näyte HaSu I oli jo tutkimusten alkaessa hapettunut, ja maa-aineksen sähkönjohtavuus oli koko tutkimuksen ajan tasaisen matala (<100 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Sulfaatin muodostuminen ja maaperän sisältämien metallien liukeneminen näkyy parhaiten HaSu III näytteessä, jonka sähkönjohtavuus nousee poikkeavalle tasolle 6-10 viikon inkuboinnin jälkeen.

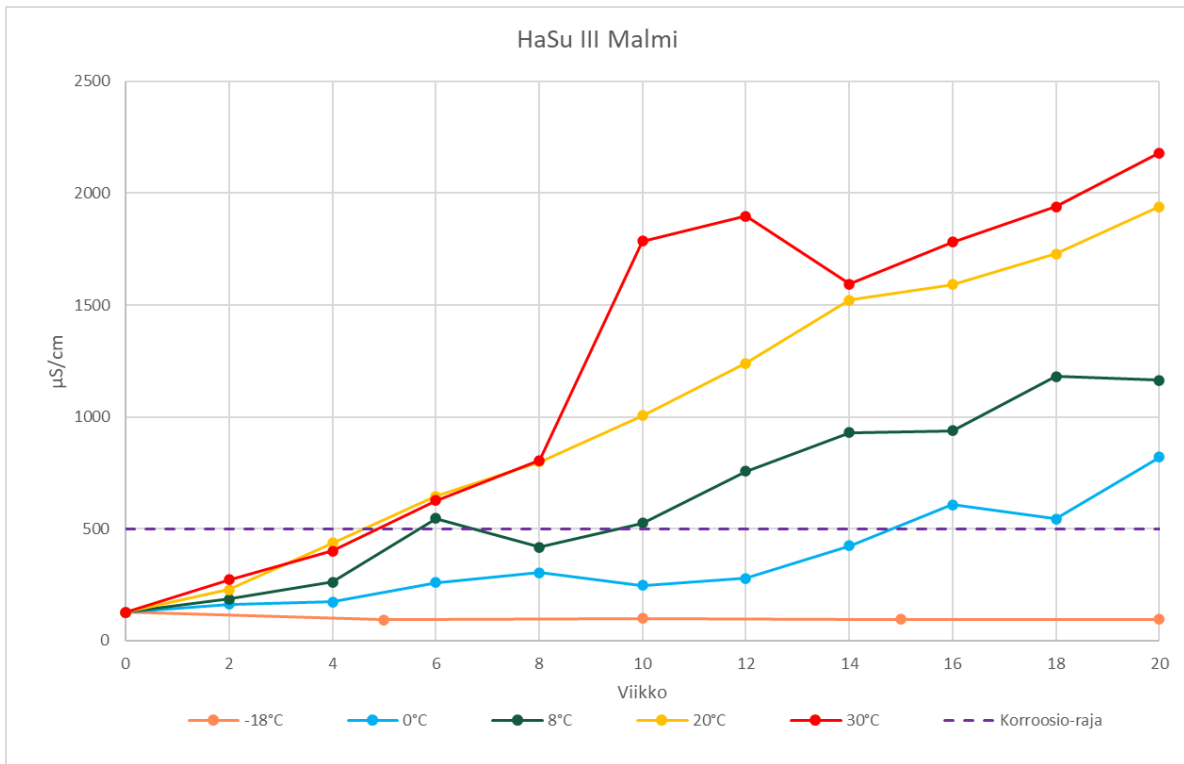
Tutkimuksissa käytetty menetelmä sähkönjohtavuuden mittaamiseen on epäluotettava ainakin näytteissä, jotka sisältävät luontaisesti kloridia. HaSu II ja HaSu IV näytteissä on havaittavissa sähkönjohtavuuden osalta yksittäisiä korkeita tuloksia, jotka todennäköisesti aiheuttavat sakkapaakut näyteliuoksessa. Jatkotutkimuksissa näyteliuos tulisi suodattaa luotettavampien tulosten saamiseksi.



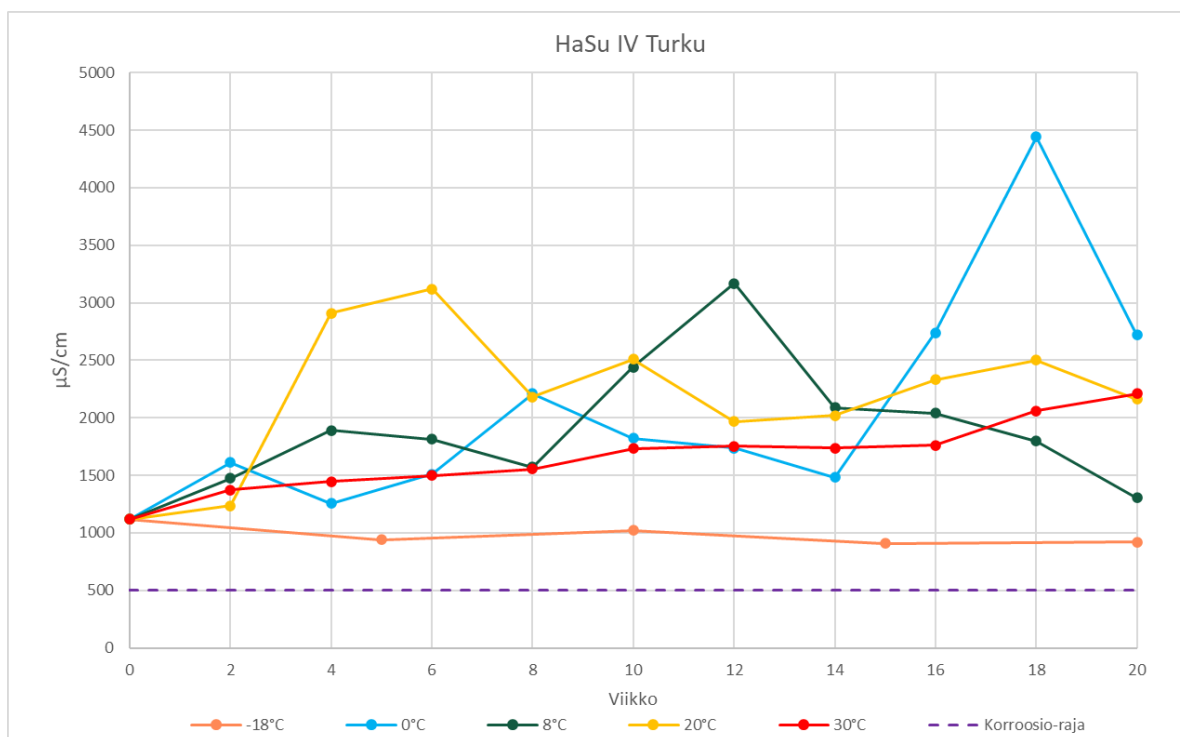
Kuva 11. HaSu I sähkönjohtavuus eri lämpötiloissa.



Kuva 12. HaSu II sähkönjohtavuus eri lämpötiloissa.



Kuva 13. HaSu III sähkönjohtavuus eri lämpötiloissa.



Kuva 14. HaSu IV sähköjohtavuus eri lämpötiloissa.

4.2 Metalli- ja puolimetallipitoisuudet

Näytteiden metallien kokonaispitoisuuksien muuttumista tutkittiin -18°C, +8°C ja +30°C lämpötiloissa inkuboiduista näytteistä. Lisäksi näytteen HaSu I liukoisuuksia tutkittiin kaksivaiheisella ravistelutestillä. Tutkimustodistukset on esitetty liitteessä 5.

Taulukko 5. Inkubointinäytteiden kokonaispitoisuuksien vertailu alkuperäiseen näytteeseen ja PiMa-asetuksen (214/2007) raja-arvoihin.

mg/kg ka.	HaSu I Vaasa alkutilanne	Inkuboitu näyte			HaSu II Pori alkutilanne	Inkuboitu näyte			PIMA kynnys- arvo
		HaSu I Vaasa -18°C	HaSu I Vaasa +8°C	HaSu I Vaasa +30°C		HaSu II Pori -18°C	HaSu II Pori +8°C	HaSu II Pori +30°C	
Alumiini (Al)	20 000	21 000	23 000	23 000	14 000	14 000	14 000	15 000	
Antimoni (Sb)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2
Arseeni (As)	5,1	7,3	7,7	7,8	5,3	5,2	5,3	5,2	5
Elohopea (Hg)	<0,1	<0,04	<0,04	<0,04	< 0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,5
Kadmium (Cd)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	< 0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1
Koboltti (Co)	7,3	7,8	8,2	8,2	8,6	9,5	9,3	9,7	20
Kromi (Cr)	55	43	45	45	28	32	31	32	100
Kupari (Cu)	18	19	19	19	12	14	14	15	100
Lyijy (Pb)	12	12	13	13	7,4	8,4	8,8	8,5	60
Mangaani (Mn)	230	210	220	210	280	330	310	330	
Molybdeeni (Mo)		1,1							
Nikkeli (Ni)	15	19	20	20	20	22	21	22	50
Rauta (Fe)	33 000	49 000	48 000	50 000	20 000	25 000	28 000	28 000	
Rikki (S)	<500		1100	1100	7600	7900	7700	7200	
Seleen (Se)		<1,0							
Sinkki (Zn)	65	55	56	55	43	52	50	52	200
Vanadiini (V)	64	50	53	53	32	37	38	37	100

Taulukko 6. Inkubointinäytteiden kokonaispitoisuuksien vertailu alkuperäiseen näytteeseen ja PiMa-asetuksen (214/2007) raja-arvoihin.

mg/kg ka.	HaSu III Malmi alkutilanne	Inkuboitu näyte			HaSu IV Turku alkutilanne	Inkuboitu näyte			PIMA kynnys- arvo
		HaSu III Malmi -18°C	HaSu III Malmi +8°C	HaSu III Malmi +30°C		HaSu IV Turku -18°C	HaSu IV Turku +8°C	HaSu IV Turku +30°C	
Alumiini (Al)	38 000	38 000	39 000	38 000	49 000	36 000	38 000	37 000	
Antimoni (Sb)	< 0,5	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2
Arseeni (As)	8,6	9,3	8,9	9,7	8,7	11	9,8	8,5	5
Elohopea (Hg)	< 0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,16	<0,04	<0,04	<0,04	0,5
Kadmium (Cd)	0,21	0,23	<0,2	<0,2	0,21	0,26	0,23	0,27	1
Koboltti (Co)	21	22	21	20	20	22	23	22	20
Kromi (Cr)	63	64	59	60	87	63	58	59	100
Kupari (Cu)	29	30	26	25	44	33	30	33	100
Lyijy (Pb)	16	17	17	17	47	20	20	18	60
Mangaani (Mn)	430	440	390	410	550	430	410	400	
Nikkeli (Ni)	54	55	53	51	34	50	52	46	50
Rauta (Fe)	40 000	64 000	66 000	71 000	48 000	58 000	63 000	59 000	
Rikki (S)	6500	8400	5900	10000	1100	1600	1300	1300	
Sinkki (Zn)	110	110	96	94	140	110	98	100	200
Vanadiini (V)	76	77	72	73	77	72	66	68	100

Laboratoriossa toteutetun inkuboinnin aikana näytteiden kokonaispitoisuudet eivät oletettavasti muutu. Luonnossa vesi huuhtoo maa-ainesta, jolloin alkuaineiden huuhtoutuminen happamoituneesta maaperästä on mahdollista. Näytteistä tutkittujen alkuaineiden kokonaispitoisuudet ovat samaa tasoa, pitoisuuksien pienen vaihtelun aiheuttaa todennäköisesti tavanomainen mittausepätaarkkuus ja/tai maa-aineksen vaihtelevat ominaisuudet.

HaSu I näytteen ravistelutestitulosten perusteella (taulukko 7) näytteestä on todennäköisesti jo suurin osa metalleista liuennut matalan pH-arvon vaikutuksesta. Suurin osa määritellyistä alkuaineiden liukoista pitoisuuksista on alle laboratorion määritysrajan. Näytteessä on vielä jonkin verran jäljellä rikkiä (1100 mg/kg), joka liukenee sulfaattina. Alkaliniteetin osalta ravistellun näytteen suodoksen puskurikapasiteetti happamuutta vastaan on alhaisella tasolla.

Taulukko 7. HaSu I Vaasa ravistelutestitulokset.

Liukoisuus (mg/kg, LS = 10)	HaSu-I Vaasa 20°C	Pysyvän jätteen raja- arvo	Vaarattoman jätteen raja- arvo
Antimoni (Sb)	<0,01	0,06	0,7
Arseeni (As)	<0,01	0,5	2
Barium (Ba)	<0,05	20	100
Elohopea (Hg)	<0,004	0,01	0,2
Kadmium (Cd)	<0,005	0,04	1
Koboltti (Co)	<0,004		
Kromi (Cr)	<0,01	0,5	10
Kupari (Cu)	<0,05	2	50
Lyijy (Pb)	<0,005	0,5	10
Molybdeeni (Mo)	<0,01	0,5	10
Nikkeli (Ni)	<0,01	0,4	10
Seleeni (Se)	<0,04	0,1	0,5
Sinkki (Zn)	0,13	4	50
Vanadiini (V)	<0,01	-	-
Kloridi	<50	800	15 000
Sulfaatti	350	1 000	20 000
Fluoridi	<5	10	150
Liuennot orgaaninen hiili (DOC)	310	500	800
pH (L/S=8)	4,2	-	6≤
Muita tutkimuksia			
Alkaliniteetti	0,04		
Orgaaninen kokonaishiili (% ka)	1,7		
Sähkönjohtavuus (L/S=8)	10		

4.3 TIA-analyysitulokset

Inkuboinnin jälkeen kaikista näytteistä määritettiin hapontuottopotentiaali (TIA-analyysi). Tulos kuvaa eri lämpötilaolosuhteissa näytteen hapontuottopotentiaalia 20 viikon hapetuksen jälkeen, taulukkoon on kirjattu myös kemiallisen hapetuksen (TPA-analyysi) tulokset. Tuloksia tulkittaessa tulee huomioida näytteiden uunikuivaus ennen analysointia, mikä voi vaikuttaa kylmemmissä olosuhteissa hapetetujen reaktioherkempien näytteiden tuloksiin. Analyysitulokset on esitetty taulukossa 8, tuloksia on verrattu Ympäristöministeriön oppaassa *Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin (1/2022)* esitettyihin raja-arvoihin.

Tulosten perusteella HaSu I hapontuottopotentiaali ei muutu inkuboinnin aikana. Kaikki hapontuottopotentiaalitulokset ovat kuitenkin pienempiä kuin peroksidihapetuksella saatu ns. maksimaalinen hapontuottopotentiaalinen arvo. HaSu IV:n rikkipitoisuus on pieni noin 1000 mg/kg ja 20 viikon inkuboinnin aikana näytteen hapontuottopotentiaali on pieni kaikissa lämpötiloissa hapetetuissa näytteissä, suurin tulos on saatu 30 asteen lämpötilassa hapetetusta näytteestä.

HaSu II ja HaSu III näytteissä korkearikkinen potentiaalinen hapan sulfaattimaa hapettuu voimakkaasti 8-30 asteen lämpötilassa (suuri hapontuottopotentiaali), <8 asteessa hapetetuissa näytteissä hapontuottopotentiaali on kohtalainen. Hapontuottopotentiaalitulokset ovat yli puolet pienempiä kuin peroksidilla hapetetussa näytteessä. Tällä on merkitystä erityisesti neutralointituotteen määrän laskennassa ja varmuuskertoimien valinnassa. Lisäksi tulos vahvistaa käsitystä, jonka mukaan reaktiot ovat kiivaimmillaan korkeassa lämpötilassa ja hitaita tai jopa pysähdyksissä viileissä olosuhteissa.

Taulukko 8. TIA- ja TPA-analyysitulokset.

Näyte-tunnus	Inkubointi lämpötila	pH-arvo ennen titrausta (TIA-pH)	TIA Hapontuottopotentiaali (mmol H+/kg, pH 6,5)	pH-arvo ennen titrausta (TPA-pH)	TPA Hapontuottopotentiaali (mmol H+/kg, pH 6,5), peroksidihapetus
HaSu I Vaasa	-18°C	3,7	111	3,9	140
	0°C	3,7	95		
	8°C	3,7	86		
	20°C	3,7	92		
	30°C	3,7	102		
HaSu II Pori	-18°C	4,3	27	2,4	411
	0°C	3,8	59		
	8°C	3,3	139		
	20°C	3,1	178		
	30°C	3,5	173		
HaSu III Malmi	-18°C	4,8	24	2,7	388
	0°C	4,1	51		
	8°C	3,8	91		
	20°C	3,4	144		
	30°C	3,7	120		
HaSu IV Turku	-18°C	6,5	2	4,8	28
	0°C	6,0	4		
	8°C	5,9	5		
	20°C	5,7	3		
	30°C	5,0	15		
Pieni <20	Kohtalainen 20-100	Suuri >100	pH<4,0		

4.4 Jäädytys-sulatuskokeen tulokset

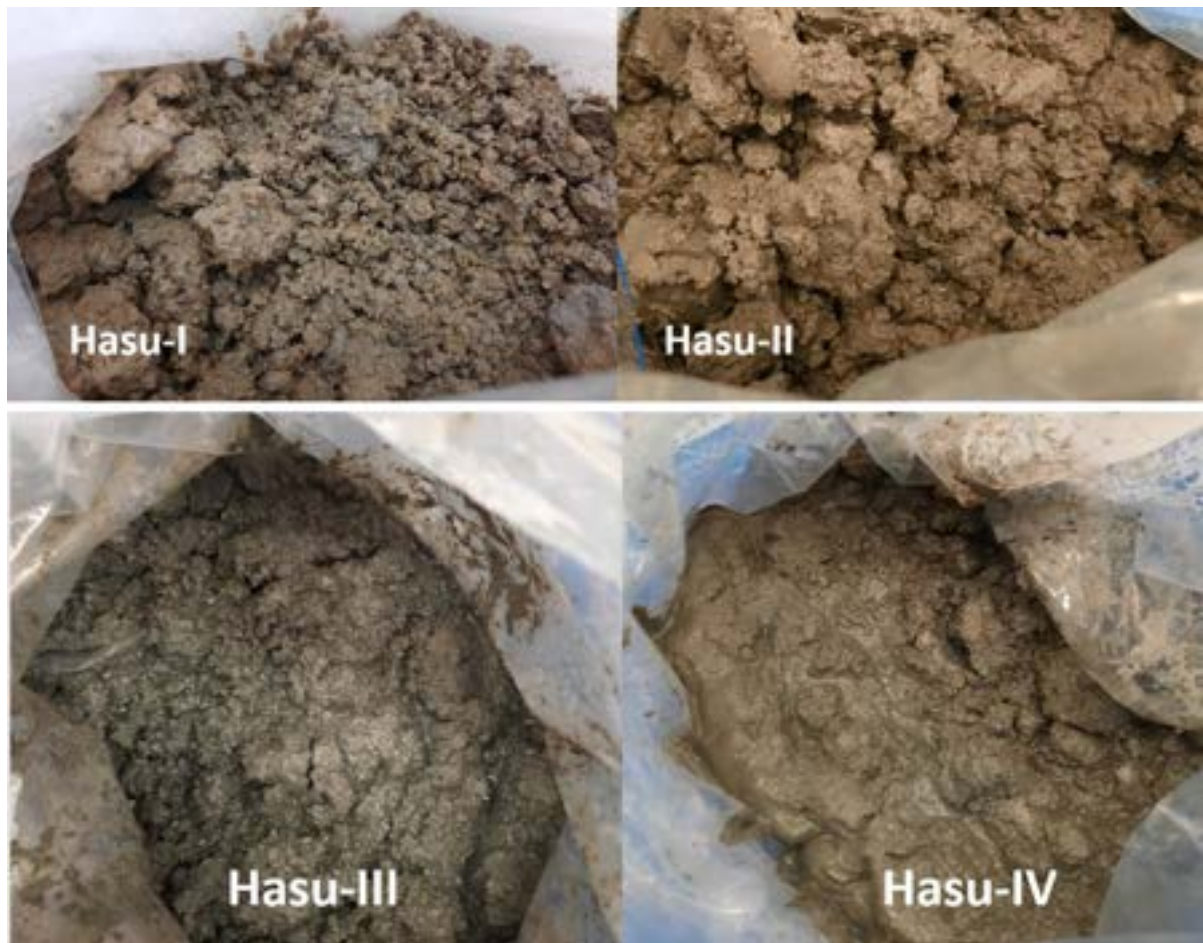
Jäädytys-sulatuskokeessa vesinäytteenotto ja seurantamittaukset suoritettiin viiden viikon välein. Näytettä sulatettiin noin vuorokauden ajan ennen näytteenottoa. Happamasta sulfaattimaanäytteestä erottunut vesi pipetoitiin näytteen pinnoilta ja näytepussista, vesinäytteenottoa on havainnollistettu kuvassa 15. Lisäksi näytteen painon ja koostumuksen muutosta seurattiin inkuboinnin aikana. Näytteistä HaSu I ja HaSu II ei erottunut riittävästi vettä tutkimuksen aikana. Näytteistä HaSu III ja HaSu IV otettiin vesinäytteet 4 kertaa.



Kuva 15. Vesinäytteenottoa.



Kuva 16. Happamat sulfaattimaanäytteet ennen homogenisointia ja inkubointia.



Kuva 17. Näytteet 10 viikon inkuboinnin ja kahden sulatuksen jälkeen.



Kuva 18. Jäädytys-sulatuskokeen näytteet 20 viikon inkuboinnin ja neljän sulatuksen jälkeen.

Kuvien 16-18 perusteella kaikista näytteistä erottui vettä näytteiden pinnalle, mikä näkyi näytteiden kiiltävänä pintana. Näytteiden HaSu I ja HaSu II koppurainen ja jämäkkä koostumus muuttui jäädytys-sulatussykliä myötä pehmeämmäksi ja elastisuus HaSu II näytteen kohdalla katosi. HaSu III ja HaSu IV näytteiden muovailtavuus huononi veden erottumisen myötä. Koostumuksen ei havaittu muuttuvan toisen ja neljännen sulatussyklin välillä. Suurin osa näytteestä erottuneesta vedestä saatiin kerättyä ensimmäisen sulatuksen yhteydessä, jonka jälkeen vettä erottui enää pääasiassa näytteen pinnalle.

Happamien sulfaattimaiden hapettuminen on kemiallinen reaktio, jossa sulfidimuotoinen rikki hapettuu välivaiheiden kautta sulfaatiksi esimerkiksi reaktioyhtälöiden 1 ja 2 mukaisesti (Hartikainen H., 2016, *Maaperän reaktiot. Maan vesi- ja ravinnetalous.*). Yleisesti oletetaan, että vähän orgaanista ainesta sisältävillä happamilla sulfaattimaille rikki esiintyy pääosin sulfidimuotoisena (FeS).



Näytteestä HaSu II tutkittiin kokonaisrikin pitoisuuden lisäksi sulfidisen rikin pitoisuus 20 viikkoa inkuboiduissa näytteissä (20°C ja -18°C). Hapettumisreaktioita ei oleteta tapahtuvan talvisin, jolloin näytteiden sisältämän sulfidisen rikin määrä tulisi oletuksen mukaan olla selvästi toisistaan poikkeava. Tulokset on esitetty taulukossa 9. Sulfidirikkitulosten sekä pH-arvon muutoksen perusteella pakkasessa säilytetty näyte ei muodosta sulfaattia seurantajakson aikana. Näytteen sisältämä sulfidisen rikin pitoisuus on lähes yhtä suuri kuin samasta näytteestä analysoitu kokonaisrikin pitoisuus. Kuvassa 8 esitetyn redox-potentiaaliseurantatulosten perusteella näyte hapettuu hiukan, mutta rikin olomuoto ei muutu.

Taulukko 9. Sulfidirikkitulokset.

Näyte	Sulfidinen rikki (mg/kg)	Kokonaisrikki (mg/kg)
HaSu II 20°C	3500	7600
HaSu II -18°C	7300	7900

4.4.1 Inkubointinäytteiden vesipitoisuuden muutos

Maanäytteiden massaa seurattiin sulatuksen yhteydessä, jolloin veden erottumista todennettiin myös massahäviön kautta. Tuloksia arvioidessa tulee huomioida, että kaikista näytteistä on otettu seurantanäytteitä tutkimuksen aikana yhteensä noin 50 g. Massaseurannan tulokset on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Jäädäytys-sulatuskokeen massamuutoksien tulokset.

Näyte	Näytteen massa (g)	Vesipitoisuus (w)	Massa (g)					erotus alkuloppu	Lopputilanteen vesipitoisuus (w)
			vko 5	vko 10	vko 15	vko 20			
HaSu I Vaasa	2106	66,7	2105	2095	2082	2060	47	64	
HaSu II Pori	1812	49,1	1811	1800	1777	1753	59	48	
HaSu III Malmi	2140	104	1817	1792	1722	1551	589	60	
HaSu IV Turku	1874	108	1594	1598	1524	1426	448	59	

Vesinäytteiden massa (g)					
	vko 5	vko 10	vko 15	vko 20	erotus alku- loppu
HaSu III Malmi	319	68	26	38	451
HaSu IV Turku	279	47	46	25	397

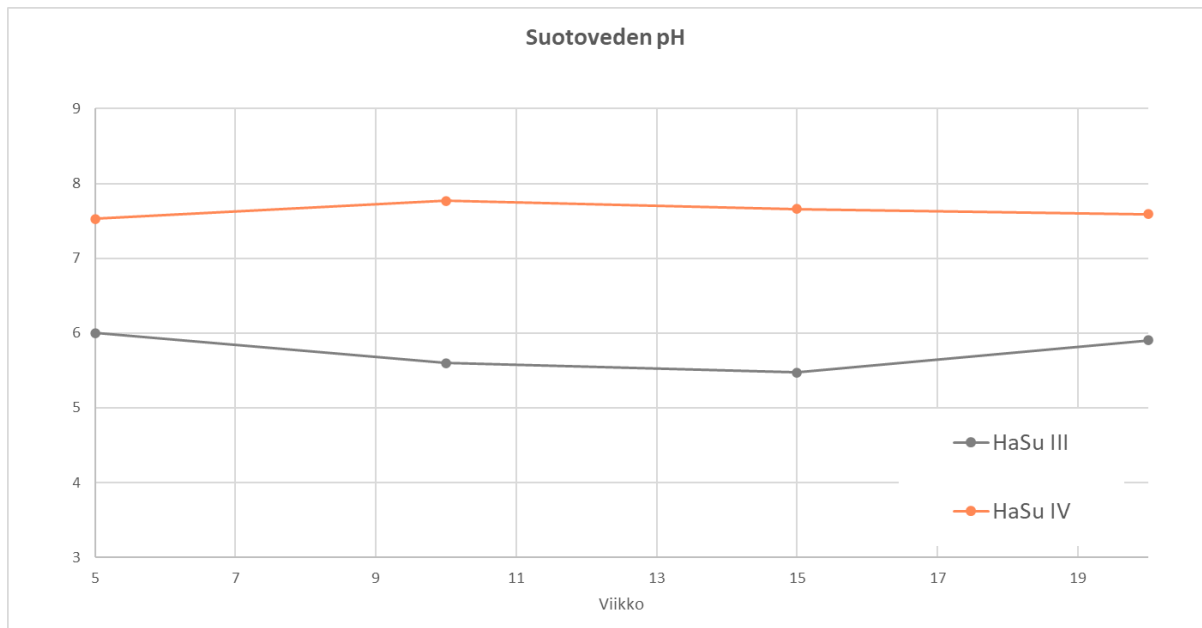
Taulukossa 10 esitettyjen tulosten perusteella näytteistä HaSu III ja HaSu IV erottuu vettä yli neljäsosan näytteen kokonaispainosta ja näytteiden alkuperäinen vesipitoisuus muuttuu veden erottumisen ja poistamisen myötä yli 40 prosenttiyksikköä. HaSu I ja HaSu II kohdalla massahäviön aiheuttaa näytteistä otetut seurantanäytteet ja vesipitoisuudet vastaavat alkuperäisten näytteiden vesipitoisuutta.

4.4.2 Vesinäytteiden seuranta- ja analyysitulokset

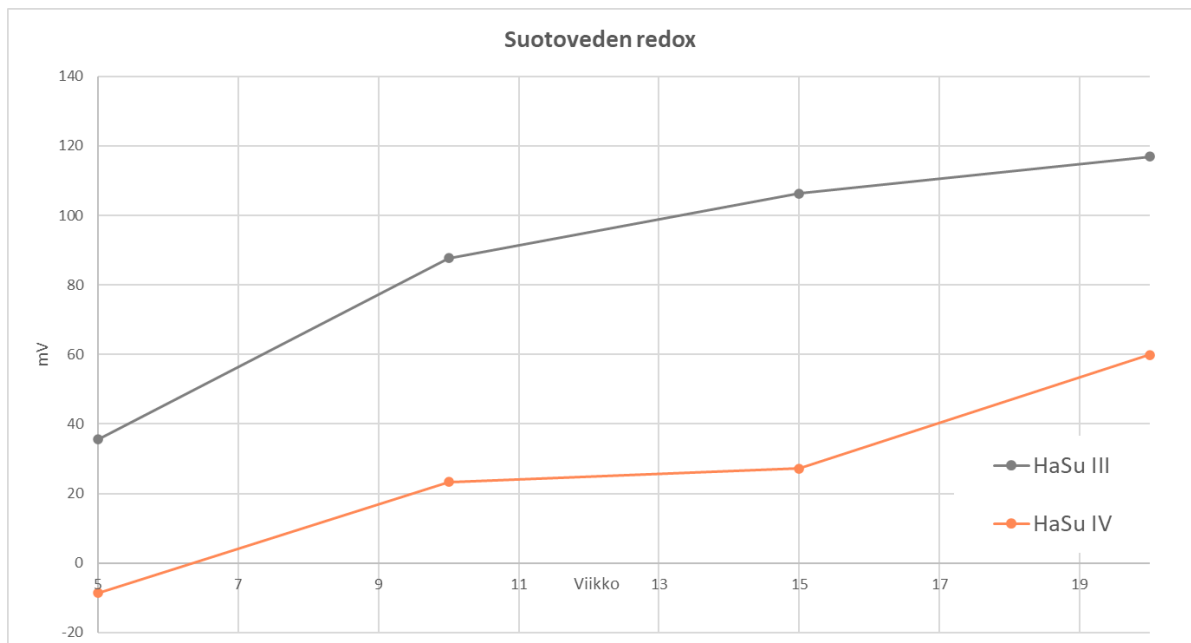
Vesinäytteisiin tarvittava vesimäärä saatiin erottumaan ainoastaan HaSu III ja HaSu IV näytteistä, vesinäytteiden määrät on esitetty taulukossa 10. Näytteistä analysoitiin pH-, redox- ja sähkönjohtavuus mittausten lisäksi jokaisella sulatuskerralla alkaliteetti tai asiditeetti (veden pH-arvon mukaan) ja sulfaatti. Lisäksi tutkimusten aluksi ja lopuksi määritettiin useampien metallein liukoiset pitoisuudet. Seuranta- ja analyysitulokset on esitetty kuvissa 19-22, analyysitodistukset ovat liitteessä 5.

Seurantatulosten perusteella näytteissä ei tapahdu suuria muutoksia seurannan aikana. Vesien pH-arvo pysyy samalla tasolla koko tutkimuksen ajan, ainoastaan redox-potentiaalissa todetaan lievää kasvua. Kuvassa 21 esitettyjen sähkönjohtavuus- ja sulfaattipitoisuustulosten perusteella myöskään näytteistä liukenevien aineiden määrä ei kasva seurannan aikana, sulfaatin liukoisuus näytteissä vaihtelee. HaSu IV:n korkean sähkönjohtavuuden aiheuttaa todennäköisesti näytteen sisältämä kloridi. Myös kuvassa 22 esitetty alkaliteetti ja asiditeetti, jotka kuvaavat veden puskurikykyä ja muuttuvat ennen pH:n muutoksia, pysyvät samalla tasolla.

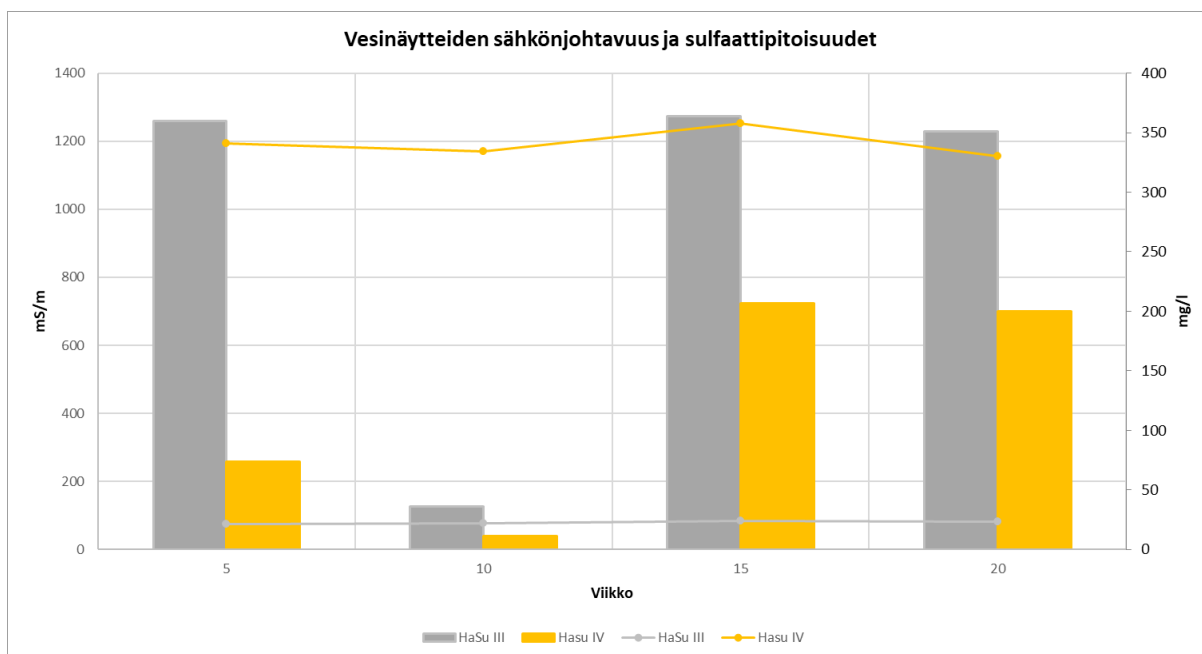
Tulos on pH-seurantatulosten perusteella odotettu. Erottuva vesi on näytteiden omaa huokosvettä, ja jos näytteeseen ei muodostu happoa, ei muutoksiakaan synny. Vesinäytetulokset vahvistavat kappaleessa 4.1 esitettyjä pH-seuranta ja redox-tuloksia -18°C näytteen käyttäytymiselle. Muista kuin jäädytetyistä näytteistä ei ollut mahdollista erottaa vettä testisarjojen yhteydessä.



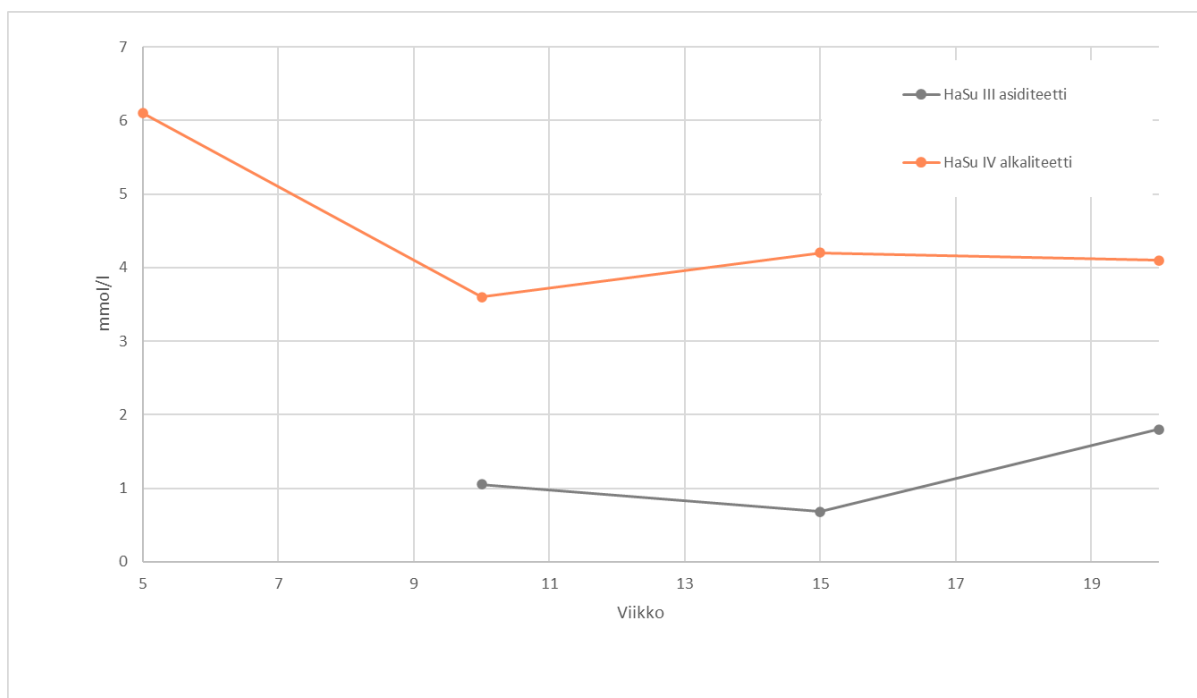
Kuva 19. Savinäytteistä erottuneen veden pH-tulokset.



Kuva 20. Savinäytteistä erottuneen veden redox-potentiaali.



Kuva 21. Savinäytteistä erottuneen veden sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuudet.



Kuva 22. Vesinäytteiden alkaliteetti ja asiditeetti.

Taulukko 11. Vesiinäytteiden metallien liukoiset pitoisuudet.

Alkuaine/ominaisuus	HaSu III Malmi VK05	HaSu III Malmi VK020	HaSu IV Turku VK05	HaSu IV Turku VK020
Alumiini (µg/l)	190	52,2	<5,0	<
Antimoni (µg/l)	<0,20	<	0,73	<
Arseeni (µg/l)	3,3	15,3	2,5	13
Elohopea (µg/l)	<0,020	<	<0,020	<
Kadmium (µg/l)	0,68	0,675	0,061	<
Koboltti (µg/l)	9,3	12,6	1,8	5
Kromi (µg/l)	<0,50	<	<0,50	<
Kupari (µg/l)	12	12,6	3,7	7,4
Lyijy (µg/l)	0,48	<	0,2	<
Mangaani (µg/l)	2600	2250	1200	850
Nikkeli (µg/l)	33	41,4	4,4	13
Rauta (µg/l)	570	387	<10	<
Sinkki (µg/l)	54	55,8	5,7	67
Vanadiini (µg/l)	0,22	<	1,2	4,6
Sulfaatti (mg/l)	360	351	74	200
Kloridi (mg/l)	4,5	5,85	3900	3700
Kokonaiskovuus (mmol/l)	18		19	
Liuenut kovuus (Ca+Mg) (mmol/l)		2,52		11

4.5 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet

Tutkimusten perusteella lämpötila vaikuttaa suuresti happamoitumisnopeuteen. Jäädetyttynä ja vuorokauden sulatuksen aikana näytteet eivät happamoidu, kun taas 30°C lämpötilassa näytteen pH laskee kahdessa viikossa arvoon neljä. Redox-potentiaali kasvaa mutta sen kasvuun vaikuttaa myös lämpötila. Mitä korkeampi se on sitä nopeammin myös redox-potentiaali kasvaa. Pakkasolosuhteissa sekä hapontuotto että redox-potentiaalın muutos on hyvin vähäistä. Havaintojen perusteella happamilla sulfaattimailla kaivutöiden ajoittaminen talvisaikaan vähentää happamoitumisen riskiä ympäristössä lämpimämpään ajankohtaan verrattaessa.

Luotettavin happamien sulfaattimaiden tunnistamismenetelmä on inkubointi, jossa pH:n muutosta seurataan laboratorio-olosuhteissa. Inkubointi tulee toteuttaa riittävän lämpöisessä olosuhteessa, koska liian viileässä reaktionopeus hidastuu. Happamien sulfaattimaanäytteiden käsittelyssä, erityisesti kun kyseessä on tutkimuspainotteinen näytteiden analysointi, tulee huomioida pH-tarkastelun osalta riittävän nopea käsittely, sillä ainoastaan pakkasessa varastoitaessa reaktiot pysähtyvät. Hapontuottopotentialin määrittäminen inkuboinnilla on myös syytä tehdä riittävä lämpimissä olosuhteissa (20°C -30°C), jotta näyte hapettuu mahdollisimman tehokkaasti.

Tutkimuksissa TPA-analyysistä saadut asiditeettitulokset olivat yli kaksinkertaiset verrattuna TIA-analyysillä saatuihin asiditeettituloksiin. Eroavaisuuden aiheuttaa vetyperoksidi, joka reagoi kaiken näytteen sisältämän rikin ja myös näytteen sisältämän orgaanisen aineksen kanssa. Luotettavampi arvio näytteen todellisesta potentiaalisesta asiditeetista saadaan TIA-analyysillä, koska se huomioi maa-aineksen luontaisen puskurikapasiteetin ja vain ilmakehän hapen vaikutuksesta hapettumaan kykenevä rikki hapettuu. Jatkotutkimuksissa voisi tarkastella vaikuttaako inkubointiaika tulokseen, eli kasvaako hapontuottopotentiali, kun näytettä inkuboidaan nykyistä suositusta pidempään. HaSu I näytteessä, joka oli jo tutkimusten alkaessa hapettunut, TIA ja TPA-analyysitulosten välinen ero oli kaikkein pienin.

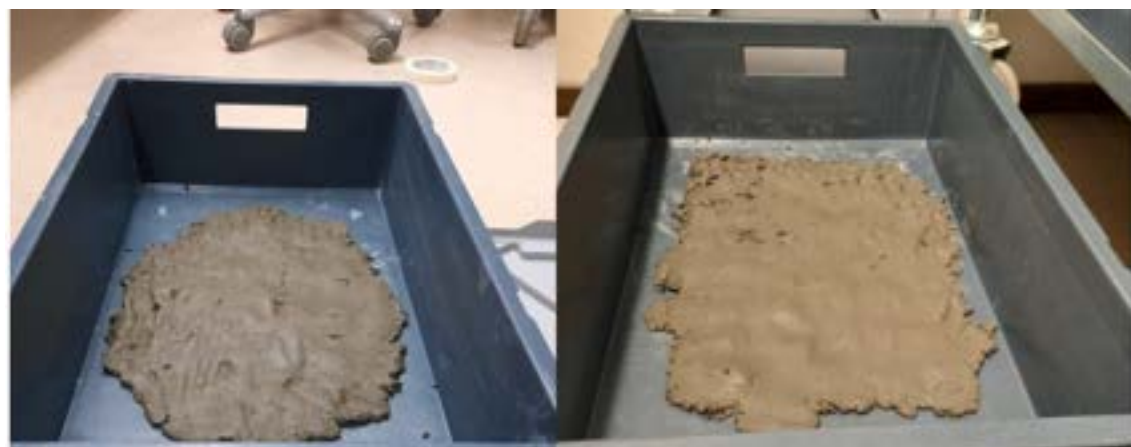
5. TUTKIMUSTULOKSET TUHKAT KALKIN KORVAAJINA NEUTRALOINNISSA

Neutralointimateriaalien todellista neutralointitehokkuutta ja seosten hapettumisnopeutta tutkittiin inkuboinnilla huoneenlämmössä noin +20 °C. Näytteet pidettiin inkuboinnin ajan luonnonkosteana kastelemalla näytteitä ionivaihdetulla vedellä kaksi kertaa viikossa. Koejärjestelyä on havainnollistettu kuvassa 23. Tutkimusten aikana näytteistä mitattiin pH, redox-potentiaali ja sähkönjohtavuus aluksi kahden viikon välein ja pH-arvojen tasaannuttua harvemmin. Kuvan 23 perusteella havaitaan, että neutraloinnissa käytetyt tuhkat muuttavat näytteiden koostumusta murumaiseksi käytettäessä suurimman varmuuskertoimen seossuhdetta eli määrällisesti eniten tuhkaa.

Kuvan 24 perusteella tuhkamäärän puolittaminen vähentää tuhkan vaikutusta seoksen koostumukseen. Tuhkan lujuuden kehittymisen oletetaan olevan suurinta seoksissa, jossa tuhkaa on käytetty eniten. 20 viikkoa kestäneen inkuboinnin jälkeen valituista näytteistä selvitettiin materiaalien ympäristöominaisuuksia, tutkimukset suoritettiin alihankintana Eurofins Environment Testing Oy:n laboratorioissa. Näytteistä analysoitiin myös 90 vrk:n puristuslujuus, joka kertoo seosmateriaalien lujittumisominaisuuksista.

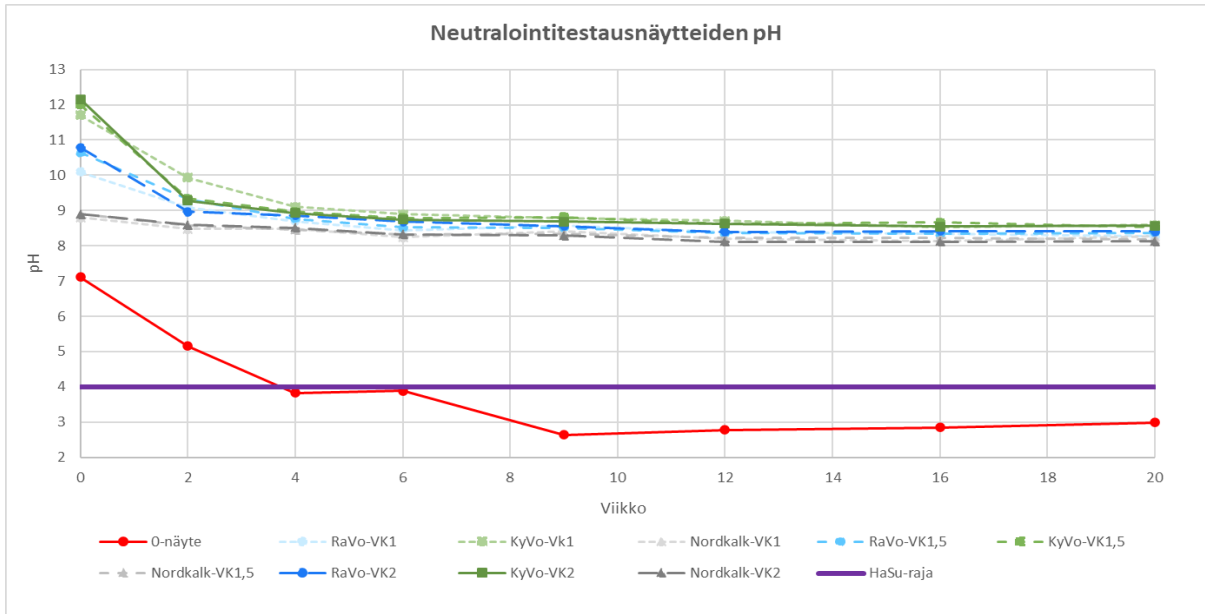


Kuva 23. Inkubointi-koejärjestely, keskellä kalkittu näyte ja sivuilla tuhalla neutraloidut näytteet. Näytteiden seossuhde on laskettu varmuuskertoimella 2.

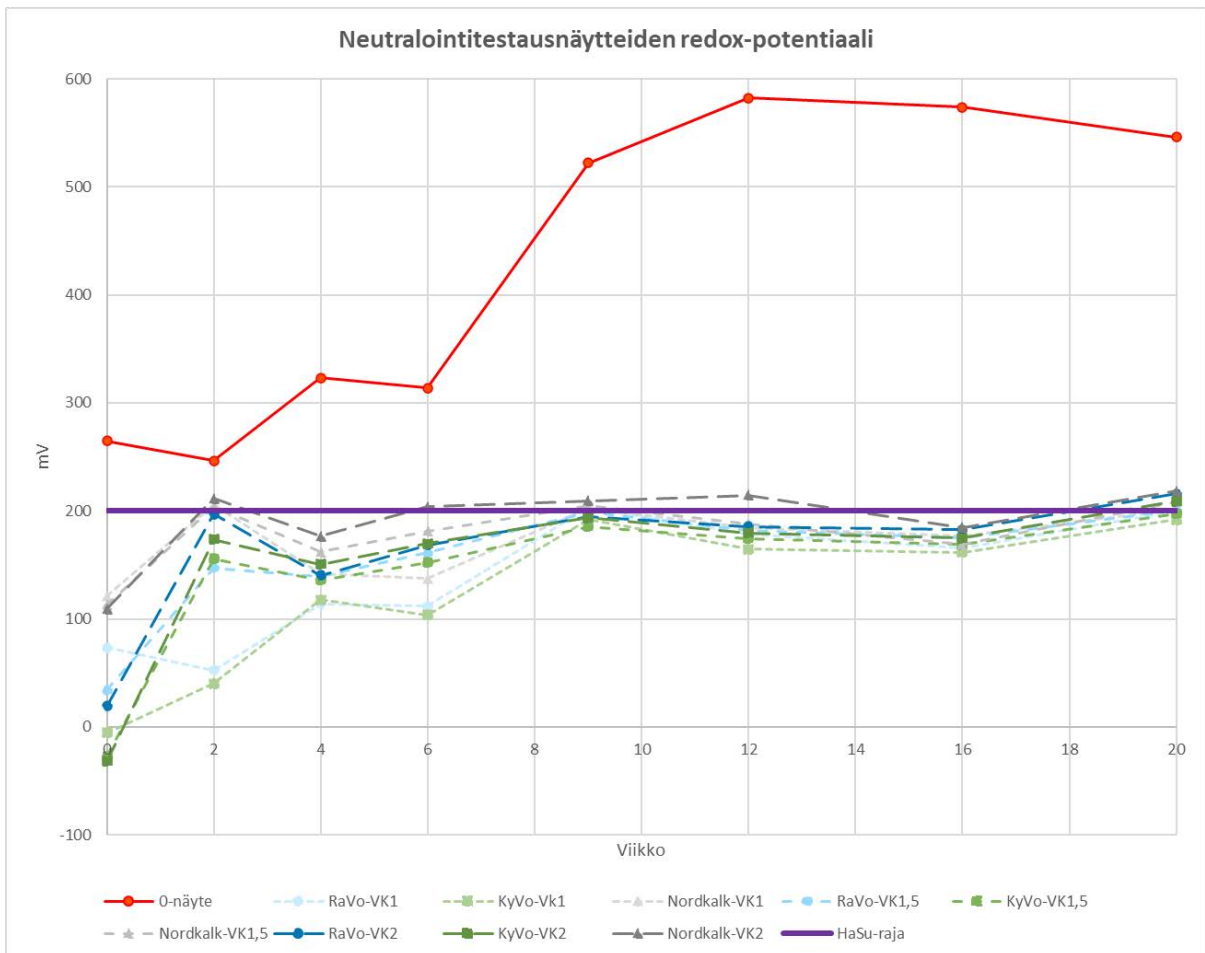


Kuva 24. Inkubointi-koejärjestely, tuhalla neutraloidut näytteet, joissa seossuhde laskettu varmuuskertoimella 1.

5.1 Seurantamittausten tulokset



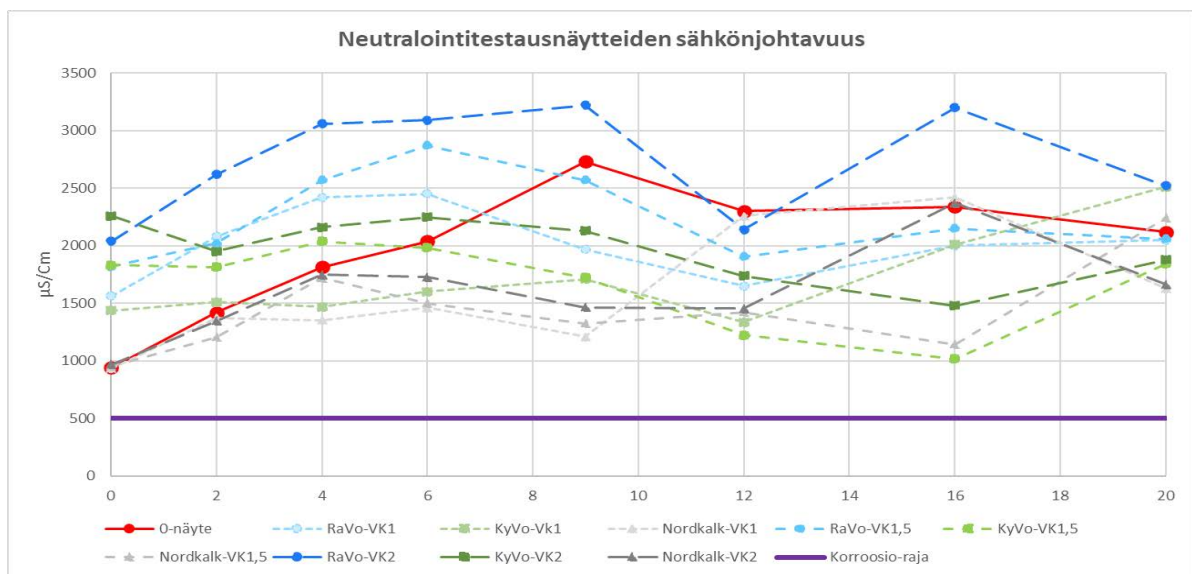
Kuva 25. Neutralointinäytteiden pH-tulokset.



Kuva 26. Neutralointinäytteiden redox-tulokset.

Happamien sulfaattimaiden tunnistamisrajana pidetään Suomessa pH arvoa 4,0. Seurantatulosten perusteella käsittelemätön hapan sulfaattimaa (HaSu II) hapettuu pH-arvoon <4,0 neljässä viikossa huoneenlämpöisessä laboratoriossa. Happaman sulfaattimaan pH tasoittui 9 viikon inkuboinnin jälkeen tasolle 2,7-3,0. Tutkimuksen päättyessä 20 viikon jälkeen käsittelemättömän HaSu II:n pH oli 3,0. Tuhkalla neutraloitujen seosten pH-arvot laskivat alun 10-12 -tasolta neljän viikon jälkeen noin 9:ään ja tasoittuivat yhdeksän viikon jälkeen noin 8,5. Kalkilla neutraloiduissa seoksissa pH-arvot olivat aluksi 8,8-8,9 ja laskivat kahdessa viikossa tasolle 8,5. Tutkimuksen aikana pH-arvon trendi oli hitaasti laskeva kaikissa tutkituissa seoksissa ja viikolla 20 seosten pH-arvot olivat välillä 8,1-8,6.

Käsittelemättömän happaman sulfaattimaan redox potentiaali nousi heti kahden viikon inkuboinnin jälkeen hapettuneen ympäristön tasolle >200 mV. Inkuboinnin aikana kaikkien neutraloitujen näytteseosten redox-potentiaali tasoittuu noin 200 mV. Korkea redox-potentiaalinen arvo kuvastaa korkeaa hapettumisen astetta.



Kuva 27. Neutralointinäytteiden sähkönjohtavuustulokset.

Kaikkien neutraloitujen seosten sähkönjohtavuus on Väyläviraston (*Väylävirasto Eurokoodin soveltamisohje Geotkeninen suunnittelu-NCCI 7 14/2023*) tavanomaisesta poikkeavan maapohjan raja-arvon (500 µS/cm) ylittävä. Korkeimmat tulokset ovat Rauman biovoiman tuhkalla neutraloiduissa seoksissa, joissa tuhkaa on käytetty määrällisesti eniten. Sähkönjohtavuus kasvaa käsittelemättömässä HaSu II näytteessä tasolta 1000 µS/cm tasolle 2500 µS/cm, koska näytteeseen muodostuu hapetusreaktion seurauksena sähkönjohtavuutta nostavaa sulfaattia ja maaperän sisältämiä metalleja liukenee matalan pH-olosuhteen vaikutuksesta.

5.2 Lujuuskokeet

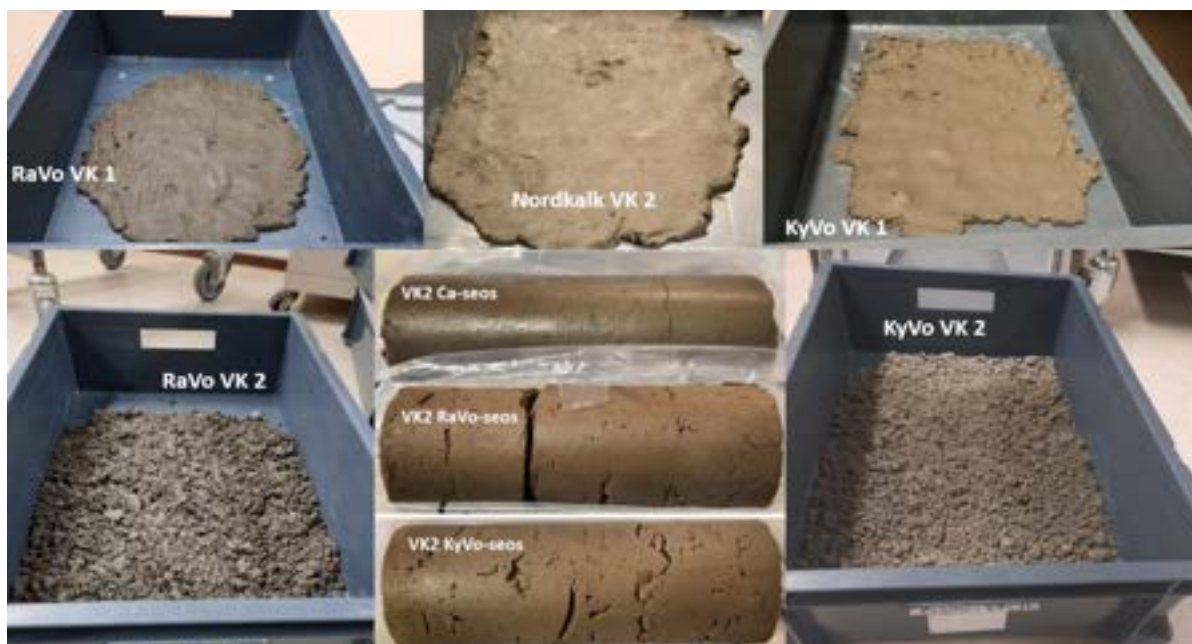
Varmuuskertoimella 2 muodostetuista seoksista tehtiin inkubointiseosten valmistamisen yhteydessä rinnakkaiset koekappaleet (A ja B) puristuslujuuden määrittämistä varten. Koekappaleet valmistettiin halkaisijaltaan 42 mm ja korkeudeltaan 90 mm kokoiisiin muotteihin, joihin seokset tiivistettiin käsin. Kappaleet säilytettiin kylmiössä noin +8°C lämpötilassa ja puristuslujuus määritettiin 90 vuorokauden lujittumisajan jälkeen. Koestus tehtiin Liikenneviraston ohjeen 17/2018 Liitteen 1 mukaisesti. Kappaleiden valmistusta on havainnollistettu kuvassa 28.



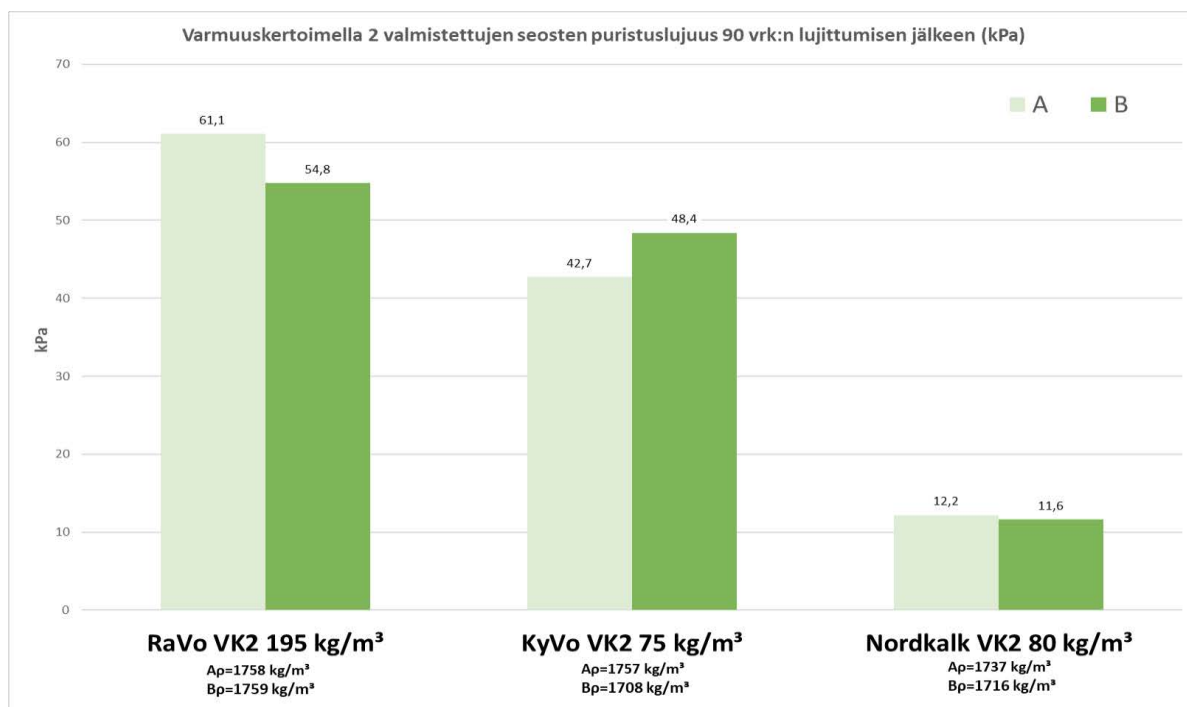
Kuva 28. Savimateriaalin homogenisointia vasemmalla, seoksen valmistus keskellä ja koekappaleen tiivistystä oikealla.

Aistinvaraisten havaintojen perusteella kalkkiseos oli muovailtavissa ja käsiteltävissä. Kalkkiseoksesta valmistettu koekappale tiivistyi hyvin (ei rakoja ja sileä pinta), mutta koekappale oli hauras (katkesi putkesta poistamisen yhteydessä). Tuhkaseokset olivat aistinvaraisesti tarkasteltuna koostumukseltaan murumaisia ja höttöisiä, kappaleita valmistettaessa havaittiin ammoniakkin hajua. Tiivistämisen jälkeen tuhkaseoksista valmistettuihin koekappaleisiin jäi rakoja ja ne olivat hauraita. Seoksia ja koekappaleita on havainnollistettu kuvassa 29.

Seoksia ja puristuskappaleita valmistettaessa arvioitiin materiaaleja myös käsiteltävyyden kannalta. Kaikki tutkitut seokset vaikuttivat pysyvän kasassa, koostumus oli tuhkaseoksissa murumainen ja höttöinen, kun tuhkaa oli näytteessä enemmän. Varmuuskertoimella 1 valmistetut tuhkaseokset olivat koostumukseltaan pehmeitä ja muovailtavia. Kalkkiseos oli muovailtavaa ja pehmeää käytetystä kalkkimäärästä riippumatta.



Kuva 29. Neutralointiseoksia VK 1 ja VK 2 ja koekappaleita seoksista VK2.



Kuva 30. Seoksista valmistettujen kappaleiden puristuslujuustulokset sekä koekappaleiden tiheydet.

Puristustulokset on esitetty kuvassa 30 ja puristuslujuuskäyrät liitteessä 6. Puristuslujuustulosten perusteella lujuusominaisuudet jäivät kalkkiseoksessa erittäin heikoiksi (<20 kPa) ja selvästi tuhkaseoksia heikommiksi. Määrällisesti kalkkia on käytetty seoksessa vastaava määrä kuin Kymin Voiman tuhkaa, mutta tuhalla saatu puristuslujuus oli nelinkertainen verrattuna kalkkiseokseen. Lujuuden osalta parhaimmat tulokset saatiin Rauman Voiman tuhalla (~58 kPa), jonka heikon neutralointikyvyn vaikutuksesta tuhkaa seostettiin runkoaineeseen kaikkein eniten. Tavanomaisesti sementtipohjaisilla sideaineilla päästään 200 kg/m³ sideainemäärällä 10-20 kertasiin puristuslujuustuloksiin ja 80 kg/m³ sideainemäärällä 5-10 kertasiin tuloksiin verrattuna pelkällä tuhalla neutraloitujen seosten puristuslujuustuloksiin.

Kymin Voiman tuhkaa käytettiin seoksessa vastaava määrä kuin kalkkia, määrä oli yli puolet vähemmän kuin Rauman Voiman tuhkaseoksissa. Kymin voiman tuhkasta valmistettujen seosten puristuslujuus oli ~46 kPa, joka oli noin 10 kPa vähemmän kuin Rauman Voiman tuhkaseoksissa. Määrävalintoihin vaikutti tuhkien neutralointikyky, jota on kuvattu kappaleessa 3.2.

5.3 Ympäristökelpoisuus

Vähiten (VK1) ja eniten neutralointiainetta (VK2) sisältäneet seokset testattiin 20 viikon inkuboinnin jälkeen 2-vaiheisella ravistelutesteillä, jonka lisäksi näytteistä määritettiin alkuaineiden kokonaispitoisuuksia ympäristöominaisuuksien selvittämiseksi. Vertailunäytteiksi valittiin kaupallisella kalkitsemistuotteella seossuhteilla VK1 ja VK2 valmistetut näytteet sekä käsittelemätön inkuboitu HaSu II Pori näyte. Analyysien tulokset on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 7. Taulukossa 13 on esitetty L/S suhteella 10 ravistelutestissä saadut tulokset ja niitä on verrattu Valtioneuvoston asetuksen kaatopaikosta (331/2013) pysyvän- sekä vaarattoman jätteen luokitteluraja-arvoihin.

Taulukko 12. Ympäristökelpoisuuden analyysitulokset verrattuna Valtioneuvoston asetuksen kaatopaikasta pysyvän- ja vaarattoman jätteen luokitteluraja-arvoihin.

Liukoisuus (mg/kg, LS = 10)	Inkuboidut näytteet							Pysyvän jätteen raja- arvo	Vaaratto- man jätteen raja- arvo
	HaSu II Pori	RaVo- tuhka VK1	RaVo- tuhka VK2	KyVo- tuhka VK1	KyVo- tuhka VK2	Nordkalk VK1	Nordkalk VK2		
Antimoni (Sb)	<0,01	0,57	0,83	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,06	0,7
Arseeni (As)	0,012	0,32	0,41	0,076	0,031	0,049	0,051	0,5	2
Barium (Ba)	<0,05	0,66	0,57	0,24	0,36	0,15	0,12	20	100
Elohopea (Hg)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	0,2
Kadmium (Cd)	0,057	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04	1
Koboltti (Co)	3,1	0,008	0,01	0,021	0,027	0,007	0,009		
Kromi (Cr)	0,57	0,097	0,033	0,018	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10
Kupari (Cu)	1,8	0,17	0,23	0,095	0,1	0,053	0,075	2	50
Lyijy (Pb)	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	0,5	10
Molybdeeni (Mo)	0,033	1	1,4	0,49	0,46	0,34	0,28	0,5	10
Nikkeli (Ni)	6,3	0,052	0,065	0,047	0,032	0,028	0,038	0,4	10
Seleeni (Se)	0,083	<0,04	0,057	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,1	0,5
Sinkki (Zn)	13	<0,05	0,076	<0,05	0,057	<0,05	0,09	4	50
Vanadiini (V)	0,12	0,25	0,13	0,26	0,066	0,26	0,2	-	-
Kloridi	1100	1400	1900	1200	1300	1100	870	800	15000
Sulfaatti	20000	6500	14000	3300	6200	3400	4200	1000	20000
Fluoridi	11	14	6,9	7,1	<5	8,9	<5	10	150
Liennut orgaaninen hiili (DOC)	200	230	200	260	190	250	250	500	800
pH (L/S=8)	3,3	6,1	7,5	8,7	8,3	8,2	5,1	-	6≤

Valtioneuvoston asetuksen kaatopaikasta (331/2013) pysyvän jätteen luokitteluraja-arvoihin verrattaessa neutraloimaton maa-aines ylittää pysyvän jätteen raja-arvon fluoridin, kadmiumin, kromin, nikkelin ja sinkin osalta, sekä vaarattoman jätteen raja-arvon pH:n suhteen. Rauman Biovoiman tuhkaista liukenee molemmissa seosvahvuuksissa tuhkille tyypillisiä raskasmetalleja antimonia ja molybdeeniä sekä VK1 seoksesta fluoridia yli pysyvän jätteen raja-arvon. Kaikista seoksista sulfaatti liukenee yli pysyvän jätteen raja-arvon. Runkoaineena käytetty hapan sulfaattimaa sisälsi kloridia, jonka liukoisuuteen ei voitu vaikuttaa neutraloinnilla.

Ravistelutestien perusteella maa-aineksen ympäristöominaisuudet paranevat neutraloimalla verrattuna käsittelemättömään ja 20 viikkoa inkuboituun HaSu II näytteeseen, mutta Rauman Biovoiman tuhalla neutraloitaessa antimonin ja molybdeenin liukeneminen lisääntyy ja on raja-arvot ylittävällä tasolla. Muilta osin tutkitut tuhkaseokset vastaavat ympäristöominaisuuksiltaan kaupallista neutralointituotetta.

Valmisteilla olevaan MASA-asetukseen (luonnos 281118 rev101218) on laadittu raja-arvot hyödynnettävän haitallisia aineita sisältävän maa-aineseoksen sekä kiinteytettävän maaperän tai maa-aineksen suurin sallittu haitallisten aineiden liukoisuus eri rakenteille. Taulukossa 14 verrataan seoksia MASA-asetusluonnoksen raja-arvoihin valli sekä kiinteytetty maa-aines ja maaperä rakenteille. Verrattaessa seosten liukoisuusarvoja MASA-asetuksen raja-arvoihin, tutkitut seokset täyttivät Kymin voiman tuhkan ja kalkin osalta hyödyntämiskohderakenteissa hyödyntämiselle asetetut raja-arvot. Rauman Voiman tuhalla neutraloidun maa-aineksen molybdeenin liukoisuus oli raja-arvotasolla VK1 seoksessa 1 mg/kg ja VK 2 seoksessa raja-arvon ylittävä 1,4 mg/kg, lisäksi antimonin pitoisuus VK 2 seoksessa oli raja-arvon (0,7 mg/kg) ylittävä.

Taulukko 13. 2-vaiheisen ravistelutestin tulosten vertailu MASA-asetusluonnoksessa (rev101218) esitettyihin hyödyntämisen raja-arvoihin.

Liukoisuus (mg/kg, LS 10)	Inkuboidut näytteet							MASA- asetusluonnoksen maarakentamis- kohteen raja-arvot	
	HaSu II Pori	RaVo- tuhka VK1	RaVo- tuhka VK2	KyVo- tuhka VK1	KyVo- tuhka VK2	Nordkalk VK1	Nordkalk VK2	Valli	Kiinteytetty maa-aines ja maaperä
Antimoni (Sb)	<0,01	0,57	0,83	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,7	0,7
Arseeni (As)	0,012	0,32	0,41	0,076	0,031	0,049	0,051	0,5	2
Barium (Ba)	<0,05	0,66	0,57	0,24	0,36	0,15	0,12	20	100
Elohopea (Hg)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,03	0,03
Kadmium (Cd)	0,057	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04	0,06
Koboltti (Co)	3,1	0,008	0,01	0,021	0,027	0,007	0,009		
Kromi (Cr)	0,57	0,097	0,033	0,018	<0,01	<0,01	<0,01	1	10
Kupari (Cu)	1,8	0,17	0,23	0,095	0,1	0,053	0,075	10	50
Lyijy (Pb)	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	0,5	10
Molybdeeni (Mo)	0,033	1	1,4	0,49	0,46	0,34	0,28	1	10
Nikkeli (Ni)	6,3	0,052	0,065	0,047	0,032	0,028	0,038	1,2	10
Seleen (Se)	0,083	<0,04	0,057	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	1	1
Sinkki (Zn)	13	<0,05	0,076	<0,05	0,057	<0,05	0,09	15	50
Vanadiini (V)	0,12	0,25	0,13	0,26	0,066	0,26	0,2	2	10
Kloridi	1100	1400	1900	1200	1300	1100	870	-	15000
Sulfaatti	20000	6500	14000	3300	6200	3400	4200	-	20000
Fluoridi	11	14	6,9	7,1	<5	8,9	<5	-	150

Tutkimusten perusteella toisella testatuista uusiomateriaaleilla neutraloitua happamaa sulfaattimaata voidaan hyödyntää asetustalon käyttökohdeissa, jos se muiden rakenteellisten ominaisuuksiensa ansiosta on sellaiseen sopivaa. On kuitenkin syytä ottaa huomioon, että raja-arvot ovat MASA-asetusluonnoksessa esitetyt, mutta kyseinen luonnos on hylätty. Tämän tilalle on suunniteltu laadittavan MASA-sääntely, joka mahdollisesti valmistuu vuoden 2024 loppuun mennessä.

Happaman sulfaattimaan hyötykäyttöön ei voida soveltaa Valtioneuvoston asetusta (843/2017) eräiden jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa (MARA-asetusta). Saatujen tulosten vertailu asetuksen raja-arvoihin on kuitenkin tehty seuraavassa, jotta saadut tulokset asettuisivat havainnolliseen mittakaavaan. Tulosten perusteella hapan sulfaattimaa ylittää kadmiumin liukoisuuden osalta peitettyjen rakenteiden raja-arvot, kromin liukoisuuden osalta peitetyn kentän raja-arvon, nikkelin liukoisuuden osalta kaikkien rakenteiden raja-arvot sekä sinkin osalta peitetyn ja päällystetyn kentän raja-arvot. Rauman Voiman varmuuskertoimella kaksi valmistettujen tuhaseosten antimonipitoisuus ylittää raja-arvot väylä-, kenttä-, valli- sekä pohjarakenteissa. Molybdeenin osalta Rauman Voiman tuhaseokset ylittävät raja-arvon peitettyssä kenttä ja vallirakenteissa.

Käsittelemättömässä happamassa sulfaattimaassa todettiin suurin sulfaattipitoisuus 20 000 mg/kg, joka ylittää sulfaatin liukoisuuden raja-arvot kaikissa MARA-asetuksessa esitetyissä rakenteissa. Kaikissa tutkituissa seosnäytteissä sulfaattipitoisuus ylittää tai on raja-arvoasolla peitettyjen valli- ja kenttärakenteiden osalta, lisäksi Rauman Voiman tuhalla varmuuskertoimella kaksi neutraloitu seos ylittävää päällystetyn kentän raja-arvon. Kloridin pitoisuus ylittää peitetyn kenttärakenteen raja-arvon 800 mg/kg kaikissa tutkituissa näytteissä ja korkein pitoisuus on Rauman Voimalla varmuuskertoimella kaksi valmistetussa seoksessa 1900 mg/kg, joka ylittää peitetyn vallin raja-arvon (1800 mg/kg). Fluoridin osalta peitetyn kentän raja-arvo ylittyy käsittelemättömässä ja Rauman Voiman tuhalla varmuuskertoimella yksi käsitellyssä seoksessa.

Taulukko 14. 2-vaiheisen ravistelutestin tulosten vertailu MARA-asetuksessa (834/2017) määritettyihin raja-arvoihin.

Liukoisuus (mg/kg, LS = 10)	Inkuboidut näytteet							Väylä	Kenttä	Valli
	HaSu II Pori	RaVo- tuhka VK1	RaVo- tuhka VK2	KyVo- tuhka VK1	KyVo- tuhka VK2	Nordkalk VK1	Nordkalk VK2	Peitetty	Peitetty	Peitetty
Antimoni (Sb)	<0,01	0,57	0,83	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,7	0,3	0,7
Arseeni (As)	0,012	0,32	0,41	0,076	0,031	0,049	0,051	1	0,5	0,5
Barium (Ba)	<0,05	0,66	0,57	0,24	0,36	0,15	0,12	40	20	20
Kadmium (Cd)	0,057	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04	0,04	0,04
Kromi (Cr)	0,57	0,097	0,033	0,018	<0,01	<0,01	<0,01	2	0,5	1
Kupari (Cu)	1,8	0,17	0,23	0,095	0,1	0,053	0,075	10	2	10
Lyijy (Pb)	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	0,5	0,5	0,5
Molybdeeni (Mo)	0,033	1	1,4	0,49	0,46	0,34	0,28	1,5	0,5	1
Nikkeli (Ni)	6,3	0,052	0,065	0,047	0,032	0,028	0,038	2	0,4	1,2
Seleeni (Se)	0,083	<0,04	0,057	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	1	0,4	1
Sinkki (Zn)	13	<0,05	0,076	<0,05	0,057	<0,05	0,09	15	4	15
Vanadiini (V)	0,12	0,25	0,13	0,26	0,066	0,26	0,2	2	2	2
Elohopea (Hg)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,03	0,01	0,03
Kloridi	1 100	1 400	1 900	1 200	1 300	1 100	870	3 200	800	1 800
Sulfaatti	20 000	6 500	14 000	3 300	6 200	3 400	4 200	5 900	1 200	3 400
Fluoridi	11	14	6,9	7,1	<5	8,9	<5	50	10	30
Liukoisuus (mg/kg, LS = 10)	Inkuboidut näytteet							Väylä	Kenttä	Teollisuus- ja varasto- rakennukse n pohjaraken ne
	HaSu II Pori	RaVo- tuhka VK1	RaVo- tuhka VK2	KyVo- tuhka VK1	KyVo- tuhka VK2	Nordkalk VK1	Nordkalk VK2	Päällystetty	Päällystetty	
Antimoni (Sb)	<0,01	0,57	0,83	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,7	0,7	0,7
Arseeni (As)	0,012	0,32	0,41	0,076	0,031	0,049	0,051	2	1,5	2
Barium (Ba)	<0,05	0,66	0,57	0,24	0,36	0,15	0,12	100	60	100
Kadmium (Cd)	0,057	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,06	0,06	0,06
Kromi (Cr)	0,57	0,097	0,033	0,018	<0,01	<0,01	<0,01	10	5	10
Kupari (Cu)	1,8	0,17	0,23	0,095	0,1	0,053	0,075	10	10	10
Lyijy (Pb)	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	2	2	2
Molybdeeni (Mo)	0,033	1	1,4	0,49	0,46	0,34	0,28	6	6	6
Nikkeli (Ni)	6,3	0,052	0,065	0,047	0,032	0,028	0,038	2	1,2	2
Seleeni (Se)	0,083	<0,04	0,057	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	1	1	1
Sinkki (Zn)	13	<0,05	0,076	<0,05	0,057	<0,05	0,09	15	12	15
Vanadiini (V)	0,12	0,25	0,13	0,26	0,066	0,26	0,2	3	3	3
Elohopea (Hg)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,03	0,03	0,03
Kloridi	1 100	1 400	1 900	1 200	1 300	1 100	870	11 000	2 400	11 000
Sulfaatti	20 000	6 500	14 000	3 300	6 200	3 400	4 200	18 000	10 000	18 000
Fluoridi	11	14	6,9	7,1	<5	8,9	<5	150	50	150

Taulukossa 15 on esitetty 20 viikkoa inkuboitujen näytteseosten sisältämiä metallien kokonaispitoisuuksia. Tutkimustodistus on esitetty liitteessä 4. Rauman biovoiman tuhka valmistetuissa seoksissa on suurempia kokonaispitoisuuksia kuin muissa tutkituissa seoksissa. Korkeammat kokonaispitoisuudet aiheuttaa tuhkan suuri määrä seoksessa, sillä heikomman neutralointikyvyn vuoksi tuhkaa seostettiin näytteisiin suurempi määrä kuin muita neutralointiaineita.

Rauman Voiman tuhka seos ylittää sinkin pitoisuuden osalta ylemmän ohjearvon (VK 2 seos), mutta sinkkiä ei kuitenkaan ravistelutestin perusteella liukene näytteestä. Molemmat tutkitut Rauman Voiman tuhka seokset ylittävät kynnysarvon ja/tai alemman ohjearvon antimonin, arseenin, kadmiumin, kuparin, lyijyn ja nikkelin osalta. Edellä mainituista metalleista ravistelutestin perusteella kuitenkin vain antimonia liukenee näytteestä jätteiden luokittelun raja-arvot ylittäviä

pitoisuuksia. Kymin Voiman tuhalla ja vertailutuotteena käytetyllä kalkilla neutraloitaessa kaikki tutkitut seokset alittavat VNa:n asetuksen (214/2007) mukaiset kynnsarvot.

Taulukko 15. Kokonaispitoisuudet 20 viikkoa inkuboiduista seoksista ja PiMa kynns- ja ohjearvot.

mg/kg ka.	Inkuboidut näytteet							PiMa raja-arvot (214/2007)		
	HaSu II - Pori	RaVo-VK1	KyVo-VK1	Nordkalk-VK1	RaVo-VK2	KyVo-VK2	Nordkalk-VK2	Kynns-arvo	alempi-ohjearvo	ylempi-ohjearvo
Alumiini (Al)	1400	24000	23000	22000	27000	22000	20000			
Antimoni (Sb)	< 0,5	12	<0,5	<0,5	23	<0,5	<0,5	2	10	50
Arseeni (As)	5,3	11	4,5	4,4	17	4,6	4,3	5	50	100
Barium (Ba)	56	220	150	110	330	170	100			
Elohopea (Hg)	<0,04	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	2	5
Kadmium (Cd)	<0,2	0,83	0,47	<0,2	1,6	0,79	<0,2	1	10	20
Koboltti (Co)	8,6	10	9	8,8	12	9,3	8,3	20	100	250
Kromi (Cr)	28	62	45	41	79	45	40	100	200	300
Kupari (Cu)	12	100	17	15	180	19	16	100	150	200
Lyijy (Pb)	7,4	62	9,5	8,6	110	11	8,4	60	200	750
Mangaani (Mn)	280	750	610	440	1000	780	430			
Molybdeeni (Mo)	1,2	2,4	<2	<2	3,5	<2	<2			
Nikkeli (Ni)	20	37	22	21	50	24	20	50	100	150
Rauta (Fe)	20000	28000	25000	25000	32000	26000	24000			
Rikki (S)	7600	8400	7700	7600	9200	9000	8000	HaSu-raja 2000		
Seleen (Se)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1			
Sinkki (Zn)	43	280	110	59	460	160	58	200	250	400
Vanadiini (V)	32	53	51	50	56	50	48	100	150	250

5.4 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet

Tutkimuksessa käytetty Kymin Voiman tuhka soveltuu inkubaatioseurannan ja ympäristöominaisuus-testauksen perusteella happamien sulfaattimaiden neutralointikäsitteilyyn yhtä hyvin, kuin tavanomaisesti käytetyt kaupalliset kalkitsemistuotteet. Tuhkan käyttö ei tämän tutkimuksen perusteella vaikuta haitta-aineiden liukenemiseen happamissa sulfaattimaissa verrattuna kaupalliseen kalkitsemistuotteeseen, kun käytetään neutralointikyvyltään riittävän tehokasta tuhkaa ja tuhkan määrä optimoidaan oikealle tasolle. Neutralointiaineen valinnassa tulee huomioida myös aineen kokonaispitoisuudet. Rauman Voiman tuhkan osalta heikko neutralointikyky ja sen vaikutuksesta suurempi määrällinen tarve aiheuttaa tuhkan sisältämien haitallisten aineiden kuten antimonin ja molybdeenin liukenemistä. Määräoptimoinnilla myös Rauman Voiman tuhalla voidaan saavuttaa esim. maankaatopaikkaympäristössä riittävä neutraloiva vaikutus.

Käsittlemättömästä hapettuneesta HaSu II liukenee pysyvän jätteen luokittelun raja-arvoja korkeampia pitoisuuksia mm. kadmiumia, kromia ja sinkkiä. Rauman Voiman tuhalla neutraloidusta HaSu II näytteestä liukenee testissä käytetyillä määrillä pysyvän ja/tai vaarattoman jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia antimonia ja molybdeeniä. Liukoisuudet ovat myös MASA ja MARA-asetuksen mukaisten raja-arvojen ylittäviä kaikissa esitetyissä sovellutuksissa.

Tuhkien neutralointikäytössä neutraloivan aineen määräoptimointi on erityisen tärkeää, jotta tuhkan luontaisesti sisältämät raskasmetallit eivät liukene neutraloiduista maa-aineksista. Tutkimuksissa ei huomioitu neutraloidun näytteen vesipitoisuutta, jolloin käytetyt neutralointiaineen määrät olivat suurehkoja. Määrään voidaan vaikuttaa myös käyttämällä TPA-analyysillä määritetyn hapontuoton sijaan TIA-analyysin tuloksia.

Tuhkien neutralointireaktio on tutkimuksen alkaessa voimakas ja pH-arvot olivat ensimmäisellä mittauskerralla 10-12. Jatkotutkimuksilla voitaisiin mahdollisesti osoittaa, että tilanne on hetkellinen ja pH tasaantuu nopeammin kuin tässä tutkimuksessa osoitetun 2-4 viikon aikana. Tällöin pH-seuranta tulisi painottaa ja tihentää ensimmäisten neljän viikon ajanjaksolle. Lisäksi tulisi selvittää onko määräoptimoinnilla vaikutusta pH-arvoon.

Neutralointiaineen määrää ja määräoptimointia voidaan arvioida monen laskentatavan avulla. Taulukkoon 16 on koottu kaikkien tutkimuksissa olleiden HaSu näytteiden kokonaisrikkipitoisuus sekä siitä laskettu hapontuottopotentiaali, mikäli kaikki rikki olisi rikkihappoa. Verrokkina taulukossa esitetään myös TPA- ja TIA-analyysien hapontuottopotentiaalitulokset. Taulukossa 17 on esitetty HaSujen neutralointiin tarvittava kalkkimäärä varmuuskertoimella 2 laskettuna, kun käytetään eri menetelmillä määritettyä hapontuottopotentiaalia.

Taulukko 16. Hapontuottopotentiaalın määritys eri menetelmillä, näytteen HaSu-I osalta rikkipitoisuutena on käytetty inkuboidun näytteen rikkipitoisuutta.

Näyte	S_{tot} (mg/kg ka)	S_{tot} (mmol H ⁺ /kg)	TPA (mmol H ⁺ /kg, pH 6,5)	TIA 20°C (mmol H ⁺ /kg, pH 6,5)
HaSu I Vaasa	1100	69	140	92
HaSu II Pori	7600	474	411	178
HaSu III Malmi	6500	405	388	144
HaSu IV Turku	1100	69	28	3

Taulukko 17. Neutraloivan aineen määrä eri menetelmillä määritettynä, kun neutralointituotteen Ca- 34 %. Laskennassa on käytetty varmuuskerrointa 2. Laskenta huomioi maa-aineksen vesipitoisuuden.

Näyte	S_{tot} neutraloivan aineen määrä (kg/m ³)	TPA (neutraloivan aineen määrä (kg/m ³))	TIA 20°C neutraloivan aineen määrä (kg/m ³)
HaSu I Vaasa	8	15	10
HaSu II Pori	63	55	24
HaSu III Malmi	33	32	12
HaSu IV Turku	6	2	0

Kokonaisrikkipitoisuuden mukaan laskettu tarvittava neutralointiaineen määrä on pääosin suurempi, kuin kemiallisesti määritetyn hapontuottopotentiaalın mukaan laskettu neutralointiaineen määrä, mikäli laskennassa käytetään samaa varmuuskerrointa. Neutralointiaineen määrä olisi vielä pienempi, jos käytetään luonnollisen hapettumisen (TIA) perusteella määritettyä hapontuottopotentiaalia. TIA-analyysillä saatu hapontuottopotentiaalitulokse indikoisi, että jopa 50 %:n kalkitsemismäärä TPA-analyysin tuloksiin verrattuna olisi riittävä.

Pienemmän rikkipitoisuuden näytteissä on huomattavissa ristiriitaisuutta. Hapettunut näyte HaSu I näyttäisi tutkimuksen perusteella omaavan huomattavasti korkeamman hapontuottopotentiaalın kuin näyte HaSu IV, vaikka näytteiden rikkipitoisuus on yhtä suuri. HaSu IV hapettuu peroksidihapetuksella kohtalaiselle tasolle ja luontaisella hapetuksella hapontuottopotentiaali jää pieneksi. Tutkimusten perusteella riskinarvioinnissa ja neutraloivan aineen laskennassa on syytä huomioda hapontuottopotentiaali. Rikkipitoisuuden perusteella HaSu I:n neutraloivan aineen määrä jää liian pieneksi neutraloimaan luontaisen hapontuoton, kun taas HaSu IV näytteessä rikkipitoisuuden perusteella laskettu neutralointiaineen määrä on jopa peroksidihapetukseen verrattuna liian suuri.

Ristiriitaisuus eri näytteiden hapontuottavuuden ja rikkipitoisuuden välillä osoittaa, että happamien sulfaattimaiden tunnistus on tehtävä aina tapauskohtaisesti sillä maa-aineksen vaihtelevat ominaisuudet ja happamoitusmisaste vaikuttavat oleellisesti saatuihin tuloksiin. Happaman sulfaattimaan tunnistaminen vaatii riittävän kattavaa analytiikkaa. Tunnistaminen on syytä tehdä useamman parametrin perusteella, ja vähintään rikkipitoisuuden määrittämisellä. Tämän jälkeen inkuboinnin perusteella voidaan todentaa ilmiön olemassaolo eli pH-arvon muutos, kun näyte pääsee kosketuksiin ilmakehän hapen kanssa. Riskinarvio ja neutralointitarpeen laskenta tulisi tehdä hapontuottopotentialin perusteella, jotta vältetään tarpeettomilta kustannuksilta.

LIITE 1 HAPPAMIEN SULFAATTIMAANÄYTTEIDEN LUOKITTELUTESTIEN TULOKSET

Projektin nimi		Projektin numero												
HaKaKo		1510073385												
Näytepiste / pvm	Määritetty	pH	TPA pH	inkubointi pH (20°C)	potentiaalinen asiditeetti (mmol H+ / kg, pH 6,5)	Hapontuotto-potentiaali	w [%]	H _n 550 °C [%]	Rakeisuusmääritys			Muut tutkimukset		Lisätietoja
	Maalaji **								Pesuseul.	Kuivaseul.	Areom.	Stot [mg/kg ka]		
HaSu-I Vaasa	siCl (laSa)	4,4	3,9	4,4	140	suuri	66,7	3,5	PP		x	<500	ρ = 1555 kg/m ³	
HaSu-II Pori	orSi (ljSi)	8,6	2,4	3,0	411	suuri	49,1	2,8	PP		x	7600	ρ = 1665 kg/m ³	
HaSu-III Malmi	Cl (liSa)	6,2	2,7	3,3	388	suuri	104	2,7			x	6500	ρ = 1420 kg/m ³	
HaSu-IV Turku	Cl (liSa)	7,8	4,8	6,4	28	kohtalainen	108	3,3			x	1100	ρ = 1420 kg/m ³ Näyte sisälsi kiviä, joita ei ole huomioitu vesipitoisuus- ja rakeisuusmääritys näytteissä	
													PP = Areometrikokeen jälkeen tehty pikkupesu	
* Silmämääräisessä maalajimäärityksessä on käytetty GEO-rakeisuuden perusteella tehdyn maalajimäärityksen yhteydessä on		Ramboll Finland Oy, Luopioinen <i>Emmi Ilonen</i> Emmi Ilonen Tutkija												
		Harri Jyrävä / Pyy Potila <i>Pyy Potila</i> Harri Jyrävä / Pyy Potila Tark.												
		20.12.2022 Pvm												

Lisätietoja: Kokonaisrikkimääritys tilattu alihankintana (tutkimustodistus liitteenä)

TPA pH on kemiallisesti hapetettu pH, joka saadaan välituloksena TPA -määrityksessä. Tulos vastaa likimain NAG pH -tulosta

Testit on suoritettu seuraavien standardien tai ohjeiden mukaisesti:	
Vesipitoisuuden määrittäminen	SFS-EN ISO 17892-1:2014
Hehkutushäviön määrittäminen	SFS-EN 1997-2 5.6
Pesu- ja kuivaseulonta	SFS-EN ISO 17892-4:2016
Areometrikoe	SFS-EN ISO 17892-4:2016
Maalajimääritys (ISO-luok SFS 2008 179-1 - EN ISO 14688)	
Maalajimääritys (GEO-luok)	Korhonen, K.-H., Gardemeister, R. & Tamminen, M. 1974. Geotekninen maalajiluokitus. VTT.
pH-määritys	ISO 10390:2021
Potentiaalinen asiditeetti, hapetusvetyperoksidilla (TPA)	Visuri, M., et al. 2021. Maastokäyttösten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille. Tunnistus-hankkeen loppuraportti. SYKE



HaSu-I Vaasa

Raekoko [mm] Läpäisy

HaSu-II Pori

Raekoko [mm] Läpäisy

HaSu-III Malmi

Raekoko [mm] Läpäisy

HaSu-IV Turku

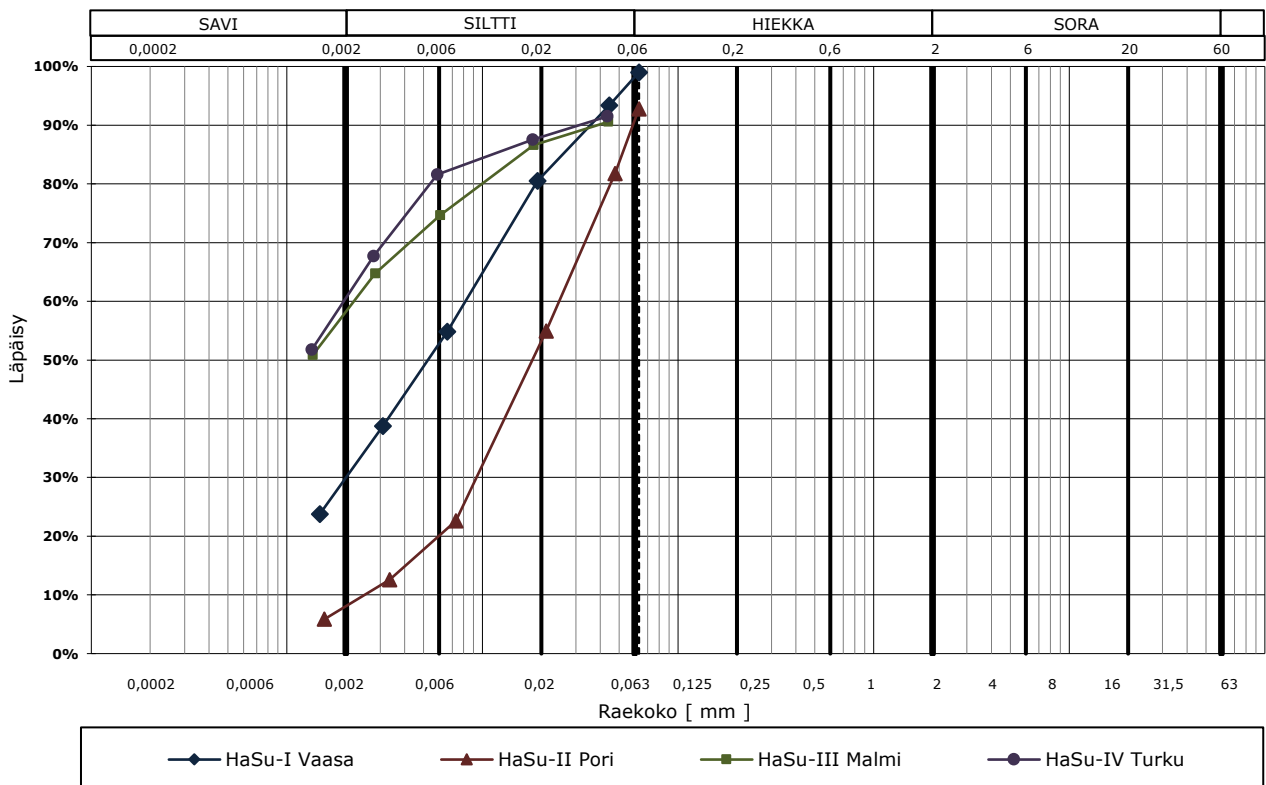
Raekoko [mm] Läpäisy

0,063	99 %
0,044	93 %
0,019	81 %
0,0066	55 %
0,0031	39 %
0,0015	24 %

0,063	93 %
0,048	82 %
0,021	55 %
0,0073	23 %
0,0034	13 %
0,0016	6 %

0,044	91 %
0,018	87 %
0,0061	75 %
0,0028	65 %
0,0014	51 %

0,043	91 %
0,018	88 %
0,0059	82 %
0,0028	68 %
0,0013	52 %



LIITE 2
HAPPAMIEN SULFAATTIMAANÄYTTEIDEN KOKONAISPITOISUUDET
LÄHTÖTILANTEESSA

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

HaKaKo

Näyttenumero	750-2022-00099585	750-2022-00099586	
Asiakkaan näytetunniste	HaSu-I Pori	HaSu-III Malmi	
Näytteen nimi	HaSu-I Pori (750-2022-00090450)	HaSu-III Malmi (750-2022-00090451)	
Näytematriisi	Maaperä	Maaperä	
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	
Vastaanottopäivä	09.12.2022	09.12.2022	
Näytteenottaja	Asiakas	Asiakas	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Kuiva-aine			
Kuiva-aine *	EPDRY %	68	49
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS			
Kuningasvesihajotus	EPE05	Tehty	Tehty
Alumiini (Al) *	EP0FW mg/kg ka	14000	38000
Antimoni (Sb) *	EP0FN mg/kg ka	<0.5	<0.5
Arseeni (As) *	EP0FH mg/kg ka	5.3	8.6
Elohopea (Hg) *	EP0FR mg/kg ka	<0.04	<0.04
Kadmium (Cd) *	EP0FP mg/kg ka	<0.2	0.21
Koboltti (Co) *	EP0FQ mg/kg ka	8.6	21
Kromi (Cr) *	EP0FJ mg/kg ka	28	63
Kupari (Cu) *	EP0G2 mg/kg ka	12	29
Mangaani (Mn) *	EP0G5 mg/kg ka	280	430
Lyijy (Pb) *	EP0FK mg/kg ka	7.4	16
Nikkeli (Ni) *	EP0FM mg/kg ka	20	54
Rauta (Fe) *	EP0G3 mg/kg ka	20000	42000
Sinkki (Zn) *	EP0GC mg/kg ka	43	110
Vanadiini (V) *	EP0FV mg/kg ka	32	76

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

19.12.2022



Noora Nurminen Analyysipalvelupäällikkö

NooraNurminen@eurofins.fi +358 445433186

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kuiva-aine						
EPDRY	Kuiva-aine	10% x <70% 3% x ≥70%	3 %	Kyllä	RA9000 (ISO 11465:1993)	EP
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
EPE05	Kuningasvesihajotus			Ei	RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002); RA9001 (EVS-EN 16171:2016)	EP
EP0FW	Alumiini (Al), 7429-90-5	40%	100 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FN	Antimoni (Sb), 7440-36-0	30%	0,5 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FH	Arseeni (As), 7440-38-2	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FR	Elohopea (Hg), 7439-97-6	25%	0,04 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FP	Kadmium (Cd), 7440-43-9	25%	0,2 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FQ	Koboltti (Co), 7440-48-4	30%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FJ	Kromi (Cr), 7440-47-3	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0G2	Kupari (Cu), 7440-50-8	25%	2 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0G5	Mangaani (Mn), 7439-96-5	25%	5 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FK	Lyijy (Pb), 7439-92-1	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FM	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0G3	Rauta (Fe), 7439-89-6	16%	50 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0GC	Sinkki (Zn), 7440-66-6	25%	3 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FV	Vanadiini (V), 7440-62-2	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP

Laboratorio

EP	Eurofins Environment Testing Estonia (Tallinn)	EVS-EN ISO/IEC 17025:2017 EAK L272
----	--	------------------------------------

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Näyte-erä EUAA56-00130082
Tilausviite 1510073385Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

HaKaKo-TP2

Näytenumero	750-2022-00099997		
Asiakkaan näytetunniste	Vaasa pinta hapettunut		
Näytematriisi	Maaperä		
Näytteen kuvaus	Maaperä		
Vastaanottopäivä	13.12.2022		
Näytteenottaja	Asiakas		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	
Kuiva-aine			
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	60	
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS			
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE18	Tehty	
Alumiini (Al)	RZ0Y2 mg/kg ka	20000	
Antimoni (Sb) *	RZ0VK mg/kg ka	<0,5	
Arseeni (As) *	RZ0VE mg/kg ka	5,1	
Elohopea (Hg) *	RZ0VL mg/kg ka	<0,1	
Kadmium (Cd) *	RZ0VM mg/kg ka	<0,2	
Koboltti (Co) *	RZ0VN mg/kg ka	7,3	
Kromi (Cr) *	RZ0VG mg/kg ka	55	
Kupari (Cu) *	RZ0W1 mg/kg ka	18	
Lyijy (Pb) *	RZ0VH mg/kg ka	12	
Mangaani (Mn) *	RZ0W3 mg/kg ka	230	
Nikkeli (Ni) *	RZ0VI mg/kg ka	15	
Rauta (Fe) *	RZ0VT mg/kg ka	33000	
Sinkki (Zn) *	RZ0W6 mg/kg ka	65	
Vanadiini (V) *	RZ0VJ mg/kg ka	64	

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

22.12.2022



Salla Partio Analyysipalvelupäällikkö

SallaPartio@eurofins.fi +358 44 7421564

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kuiva-aine						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	5%(<30%) 1,5%(>30%)	3 %	Kyllä	SFS 3008; SFS-ISO 11465; SFS-EN 15934	RZ
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
RZE18	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	RZ
RZ0Y2	Alumiini (Al), 7429-90-5	25%	10 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VK	Antimoni (Sb), 7440-36-0	25%	0,5 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VE	Arseeni (As), 7440-38-2	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VL	Elohopea (Hg), 7439-97-6	25%	0,1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VM	Kadmium (Cd), 7440-43-9	25%	0,2 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VN	Koboltti (Co), 7440-48-4	20%	1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VG	Kromi (Cr), 7440-47-3	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W1	Kupari (Cu), 7440-50-8	25%	5 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VH	Lyijy (Pb), 7439-92-1	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W3	Mangaani (Mn), 7439-96-5	25%	5 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VI	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	25%	2 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VT	Rauta (Fe), 7439-89-6	30%	10 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W6	Sinkki (Zn), 7440-66-6	25%	5 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VJ	Vanadiini (V), 7440-62-2	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
----	--	--------------------------------------

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Näyte-erä EUAA56-00127389
Tilausviite 1510073385

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

HaKaKo

Näyttenumero	750-2022-00090450	750-2022-00090451	
Asiakkaan näytetunniste	HaSu-I Pori	HaSu-III Malmi	
Näytematriisi	Maaperä	Maaperä	
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	
Vastaanottopäivä	08.11.2022	08.11.2022	
Näytteenottaja	Asiakas	Asiakas	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Kuiva-aine			
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	68	49
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS			
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE18	Tehty	Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	7600	6500

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

16.11.2022



Salla Partio Analyysipalvelupäällikkö
SallaPartio@eurofins.fi +358 44 7421564

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kuiva-aine						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	5%(<30%) 1,5%(>30%)	3 %	Kyllä	SFS 3008; SFS-ISO 11465; SFS-EN 15934	RZ
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
RZE18	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	RZ
RZ0W5	Rikki (S), 63705-05-5	25%	500 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
----	--	--------------------------------------

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Näyte-erä EUAA56-00129091
Tilausviite 1510073385

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

HaKaKo-TP2

Näyttenumero	750-2022-00096121	750-2022-00096122	750-2022-00096123	
Asiakkaan näytetunniste	Malmi runkoaine II	Vaasa pinta hapettunut	Vaasa syvä	
Näytematriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	
Vastaanottopäivä	28.11.2022	28.11.2022	28.11.2022	
Näytteenottaja	Asiakas	Asiakas	Asiakas	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos
Kuiva-aine				
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	56	60	81
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS				
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE18	Tehty	Tehty	Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	<500	<500	<500

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

02.12.2022



Noora Nurminen Analyysipalvelupäällikkö
NooraNurminen@eurofins.fi +358 445433186

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kuiva-aine						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	5%(<30%) 1,5%(>30%)	3 %	Kyllä	SFS 3008; SFS-ISO 11465; SFS-EN 15934	RZ
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
RZE18	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	RZ
RZ0W5	Rikki (S), 63705-05-5	25%	500 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
----	--	--------------------------------------

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Näyte-erä EUAA56-00130003
Tilausviite 1510073385Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

Näyttenumero	750-2022-00099736	
Asiakkaan näytetunniste	HaKaKo Turku Lauttaranta Maaperä	
Näytematriisi	Maaperä	
Näytteen kuvaus	Maaperä	
Vastaanottopäivä	12.12.2022	
Näytteenottaja	Asiakas	
Analyysit	Yksikkö	Tulos
Kuiva-aine		
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	48
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS		
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE18	Tehty
Alumiini (Al)	RZ0Y2 mg/kg ka	49000
Antimoni (Sb) *	RZ0VK mg/kg ka	<0,5
Arseeni (As) *	RZ0VE mg/kg ka	8,7
Elohopea (Hg) *	RZ0VL mg/kg ka	0,16
Kadmium (Cd) *	RZ0VM mg/kg ka	0,21
Koboltti (Co) *	RZ0VN mg/kg ka	20
Kromi (Cr) *	RZ0VG mg/kg ka	87
Kupari (Cu) *	RZ0W1 mg/kg ka	44
Lyijy (Pb) *	RZ0VH mg/kg ka	47
Mangaani (Mn) *	RZ0W3 mg/kg ka	550
Nikkeli (Ni) *	RZ0VI mg/kg ka	34
Rauta (Fe) *	RZ0VT mg/kg ka	48000
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	1100
Sinkki (Zn) *	RZ0W6 mg/kg ka	140
Vanadiini (V) *	RZ0VJ mg/kg ka	77

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

16.12.2022



Salla Partio Analyysipalvelupäällikkö

SallaPartio@eurofins.fi +358 44 7421564

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kuiva-aine						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	5%(<30%) 1,5%(>30%)	3 %	Kyllä	SFS 3008; SFS-ISO 11465; SFS-EN 15934	RZ
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
RZE18	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	RZ
RZ0Y2	Alumiini (Al), 7429-90-5	25%	10 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VK	Antimoni (Sb), 7440-36-0	25%	0,5 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VE	Arseeni (As), 7440-38-2	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VL	Elohopea (Hg), 7439-97-6	25%	0,1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VM	Kadmium (Cd), 7440-43-9	25%	0,2 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VN	Koboltti (Co), 7440-48-4	20%	1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VG	Kromi (Cr), 7440-47-3	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W1	Kupari (Cu), 7440-50-8	25%	5 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VH	Lyijy (Pb), 7439-92-1	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W3	Mangaani (Mn), 7439-96-5	25%	5 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VI	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	25%	2 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VT	Rauta (Fe), 7439-89-6	30%	10 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W5	Rikki (S), 63705-05-5	25%	500 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W6	Sinkki (Zn), 7440-66-6	25%	5 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VJ	Vanadiini (V), 7440-62-2	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN 16171	RZ

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
----	--	--------------------------------------

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

LIITE 3 NEUTRALOIVIEN MATERIAALIEN KOKONAISNEUTRALOINTIKYKY



Tutkimusno EUFI05-00018155
Asiakasno YB0001208
Neutralointikyky Tuhkat

Ramboll Finland Oy
Emmi Ilonen
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND
s-posti: emmi.ilonen@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus
HaKaKo

Näyttenumero	693-2022-00045021
Näytteen kuvaus	Tuhka
Asiakkaan näyttenumero	KyVo tuhka II
Matriisi	Tuhka
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	08.11.2022
Analysointi aloitettu	08.11.2022
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Neutralointikyky	YBC30	% Ca	35,7

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

22.11.2022



Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC30	Neutralointikyky	<10:±0.5%Ca >10:±5%	1	Ei	SFS-EN 12945:2014 + A1:2016:en	YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu
----	----------------------

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Tutkimusno EUFI05-00018155
Asiakasno YB0001208
Neutralointikyky Tuhkat

Ramboll Finland Oy
Emmi Ilonen
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND
s-posti: emmi.ilonen@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus

HaKaKo

Näyttenumero	693-2022-00045020
Näytteen kuvaus	Tuhka
Asiakkaan näyttenumero	RaVo tuhka I
Matriisi	Tuhka
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	08.11.2022
Analysointi aloitettu	08.11.2022
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Neutralointikyky	YBC30	% Ca	14,0

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

22.11.2022



Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC30	Neutralointikyky	<10:±0.5%Ca >10:±5%	1	Ei	SFS-EN 12945:2014 + A1:2016:en	YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu
----	----------------------

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

LIITE 4 NEUTRALOIVIEN MATERIAALIEN KOKONAISPITOISUUDET JA SEOSTEN KOKONAISPITOISUUDET

Näyte-erä EUAA56-00138215
Tilausviite 1510073385-05

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

HaKaKo-TP5

Näyttenumero	750-2023-00024695	750-2023-00024696	750-2023-00024697	750-2023-00024698	750-2023-00024699
Asiakkaan näytetunniste	HaSu II -Pori	RaVo-VK1	KyVo-VK1	Nordkalk-VK1	RaVo-VK2
Näytematriisi	Maaperä	Muut kiinteät materiaalit	Muut kiinteät materiaalit	Muut kiinteät materiaalit	Muut kiinteät materiaalit
Näytteen kuvaus	Maaperä	Tuhkan ja maa-aineksen seos	Tuhkan ja maa-aineksen seos	Kalkin ja maa-aineksen seos	Tuhkan ja maa-aineksen seos
Vastaanottopäivä	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023
Näytteenottopäivä	18.04.2023	18.04.2023	18.04.2023	18.04.2023	18.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas	Asiakas	Asiakas	Asiakas	Asiakas
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset					
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY	%		98	98	98
Kuiva-aine * EPDRY	%	93			89
Kiinteät aineet, kokonaispitoisuudet					
sulfidinen S	GQKS0	%	0,35		
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS					
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE18		Tehty	Tehty	Tehty
Kuningasvesihajotus	EPE05		Tehty		
Alumiini (Al)	RZ0Y2	mg/kg ka	24000	23000	22000
Antimoni (Sb)	RZ0VK	mg/kg ka	12	<0,5	<0,5
Arseeni (As)	RZ0VE	mg/kg ka	11	4,5	4,4
Barium (Ba)	RZ0VF	mg/kg ka	220	150	110
Elohopea (Hg)	RZ0VL	mg/kg ka	<0,1	<0,1	<0,1
Kadmium (Cd)	RZ0VM	mg/kg ka	0,83	0,47	<0,2
Koboltti (Co)	RZ0VN	mg/kg ka	10	9,0	8,8
Kromi (Cr)	RZ0VG	mg/kg ka	62	45	41
Kupari (Cu)	RZ0W1	mg/kg ka	100	17	15
Lyijy (Pb)	RZ0VH	mg/kg ka	62	9,5	8,6
Mangaani (Mn)	RZ0W3	mg/kg ka	750	610	440
Molybdeeni (Mo)	RZ0VP	mg/kg ka	2,4	<2	<2
Nikkeli (Ni)	RZ0VI	mg/kg ka	37	22	21
Rauta (Fe)	RZ0VT	mg/kg ka	28000	25000	25000
Rikki (S)	RZ0W5	mg/kg ka	8400	7700	7600
Seleeni (Se)	RZ0VQ	mg/kg ka	<1	<1	<1
Sinkki (Zn)	RZ0W6	mg/kg ka	280	110	59

Näytenumero	750-2023-00024695	750-2023-00024696	750-2023-00024697	750-2023-00024698	750-2023-00024699
Asiakkaan näytetunniste	HaSu II -Pori	RaVo-VK1	KyVo-VK1	Nordkalk-VK1	RaVo-VK2
Näytematriisi	Maaperä	Muut kiinteät materiaalit	Muut kiinteät materiaalit	Muut kiinteät materiaalit	Muut kiinteät materiaalit
Näytteen kuvaus	Maaperä	Tuhkan ja maa-aineksen seos	Tuhkan ja maa-aineksen seos	Kalkin ja maa-aineksen seos	Tuhkan ja maa-aineksen seos
Vastaanottopäivä	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS					
Vanadiini (V)	RZ0VJ mg/kg ka	53	51	50	56
Barium (Ba) *	EP0FI mg/kg ka	56			
Molybdeeni (Mo) *	EP0FS mg/kg ka	1,2			
Seleeni (Se) *	EP0G9 mg/kg ka	<1			
Alkuaineet, päästöt					
Mikroaaltohajotus HNO3/HF	RZE19	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

Näyttenumero	750-2023-00024700	750-2023-00024701	750-2023-00024702	750-2023-00024703	750-2023-00024704	
Asiakkaan näytetunniste	KyVo-VK2	Nordkalk-VK2	RaVo-tuhka	KyVo-tuhka	Nordkalk-Vampula	
Näytematriisi	Muut kiinteät materiaalit	Muut kiinteät materiaalit	Muut kiinteät materiaalit	Muut kiinteät materiaalit	Muut kiinteät materiaalit	
Näytteen kuvaus	Tuhkan ja maa-aineksen seos	Kalkin ja maa-aineksen seos	Lentotuhka	Lentotuhka	Kalkki	
Vastaanottopäivä	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023	20.04.2023	
Näytteenottopäivä	18.04.2023	18.04.2023	18.04.2023	18.04.2023	18.04.2023	
Näytteenottaja	Asiakas	Asiakas	Asiakas	Asiakas	Asiakas	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY	%	92	99	100	100	86
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE18	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Alumiini (Al)	RZ0Y2 mg/kg ka	22000	20000	40000	23000	2300
Antimoni (Sb)	RZ0VK mg/kg ka	<0,5	<0,5	140	1,7	<0,5
Arseeni (As)	RZ0VE mg/kg ka	4,6	4,3	88	4,5	<1
Barium (Ba)	RZ0VF mg/kg ka	170	100	1400	1100	110
Elohopea (Hg)	RZ0VL mg/kg ka	<0,1	<0,1	0,62	<0,1	<0,1
Kadmium (Cd)	RZ0VM mg/kg ka	0,79	<0,2	9,1	11	0,21
Koboltti (Co)	RZ0VN mg/kg ka	9,3	8,3	39	9,9	1,1
Kromi (Cr)	RZ0VG mg/kg ka	45	40	270	69	9,0
Kupari (Cu)	RZ0W1 mg/kg ka	19	16	1100	55	<5
Lyijy (Pb)	RZ0VH mg/kg ka	11	8,4	680	31	7,3
Mangaani (Mn)	RZ0W3 mg/kg ka	780	430	4400	5500	270
Molybdeeni (Mo)	RZ0VP mg/kg ka	<2	<2	16	7,4	<2
Nikkeli (Ni)	RZ0VI mg/kg ka	24	20	210	47	6,6
Rauta (Fe)	RZ0VT mg/kg ka	26000	24000	57000	18000	2800
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	9000	8000	17000	14000	1600
Seleen (Se)	RZ0VQ mg/kg ka	<1	<1	1,4	<1	<1
Sinkki (Zn)	RZ0W6 mg/kg ka	160	58	2600	1500	13
Vanadiini (V)	RZ0VJ mg/kg ka	50	48	66	21	15
Alkuaineet, päästöt						
Mikroaaltohajotus HNO3/HF	RZE19	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Sami Tyrväinen Analyysipalvelupäällikkö

SamiTyrvaainen@eurofins.fi +358 50 434 4092

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	5%(<30%) 1,5%(>30%)	3 %	Ei	SFS 3008; SFS-ISO 11465; SFS-EN 15934	RZ
EPDRY	Kuiva-aine	10% x <70% 3% x ≥70%	3 %	Kyllä	RA9000 (ISO 11465:1993)	EP
Kiinteät aineet, kokonaispitoisuudet						
GQKS0	sulfidinen S, 7704-34-9		0,01 %	Ei	Sis. men., Spektrofotometri (IR)	GQ
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
RZE18	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	RZ
EPE05	Kuningasvesihajotus			Ei	RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002); RA9001 (EVS-EN 16171:2016)	EP
RZ0Y2	Alumiini (Al), 7429-90-5	25%	10 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VK	Antimoni (Sb), 7440-36-0	25%	0,5 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VE	Arseeni (As), 7440-38-2	25%	1 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VF	Barium (Ba), 7440-39-3	20%	1 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VL	Elohopea (Hg), 7439-97-6	25%	0,1 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VM	Kadmium (Cd), 7440-43-9	25%	0,2 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VN	Koboltti (Co), 7440-48-4	20%	1 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VG	Kromi (Cr), 7440-47-3	25%	1 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W1	Kupari (Cu), 7440-50-8	25%	5 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VH	Lyijy (Pb), 7439-92-1	25%	1 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W3	Mangaani (Mn), 7439-96-5	25%	5 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VP	Molybdeeni (Mo), 7439-98-7	20%	2 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VI	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	25%	2 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VT	Rauta (Fe), 7439-89-6	30%	10 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W5	Rikki (S), 63705-05-5	25%	500 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VQ	Seleeni (Se), 7782-49-2	25%	1 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0W6	Sinkki (Zn), 7440-66-6	25%	5 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
RZ0VJ	Vanadiini (V), 7440-62-2	25%	1 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
EP0FI	Barium (Ba), 7440-39-3	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FS	Molybdeeni (Mo), 7439-98-7	25%	0,9 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0G9	Seleeni (Se), 7782-49-2	35%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
Alkuaineet, päästöt						

Alkuaineet, päästöt						
RZE19	Mikroaaltohajotus HNO ₃ /HF			Ei	Sis. men. EF3009, Hajotus (mikroaalto)	RZ

Laboratorio		
EP	Eurofins Environment Testing Estonia (Tallinn)	EVS-EN ISO/IEC 17025:2017 EAK L272
GQ	Eurofins Environment Testing Finland (Jyväskylä)	
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

LIITE 5
VAASAN HAPPAMAN SULFAATTIMAANÄYTTEEN RAVISTELUTESTI,
INKUBOITUJEN NÄYTTEIDEN KOKONAISPITOISUUDET JA
VESINÄYTTEIDEN LIUKOISET PITOISUUDET



Tutkimusno EUFI05-00021376
 Asiakasno YB0001208
 1510073385-02

Ramboll Finland Oy
 Emmi Ilonen
 Itsehallintokuja 3
 02600 Espoo
 FINLAND
 s-posti: emmi.ilonen@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus
 HaKaKo-TP2

Näyttenumero	693-2023-00019014
Näytteen kuvaus	Maaperä
Asiakkaan näyttenumero	HaSu-I Vaasa 20oC
Matriisi	Maaperä
Näytteenottopäivä	28.04.2023
Vastaanottopäivä	04.05.2023
Analysointi aloitettu	04.05.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Alkaliniteetti	YSB01	mmol/l	0,04
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	84,4
Orgaaninen kokonaishiili (TOC) *	YBB32	% ka	1,7
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=2 *	YBJ21		6,3
Sähkönjohtavuus L/S=2 *	YBJ31	mS/m	10
Arseeni (As) L/S=2 *	YB0GQ	mg/kg ka	<0,002
Barium (Ba) L/S=2 *	YB0GR	mg/kg ka	<0,01
Kadmium (Cd) L/S=2 *	YB0H1	mg/kg ka	<0,001
Koboltti (Co) L/S=2	YB0H2	mg/kg ka	<0,001
Kromi (Cr) L/S=2 *	YB0GT	mg/kg ka	<0,002
Kupari (Cu) L/S=2 *	YB0H3	mg/kg ka	<0,01
Elohopea (Hg) L/S=2 *	YB0H0	mg/kg ka	<0,001
Molybdeeni (Mo) L/S=2 *	YB0H4	mg/kg ka	<0,002
Nikkeli (Ni) L/S=2 *	YB0GU	mg/kg ka	<0,002
Lyijy (Pb) L/S=2 *	YB0GS	mg/kg ka	<0,001
Antimoni (Sb) L/S=2 *	YB0GY	mg/kg ka	<0,002
Seleeni (Se) L/S=2 *	YB0H6	mg/kg ka	<0,01
Vanadiini (V) L/S=2 *	YB0GV	mg/kg ka	<0,002
Sinkki (Zn) L/S=2 *	YB0HB	mg/kg ka	0,017
Kloridi L/S=2 *	YB0QB	mg/kg ka	<10



Näyttenumero	693-2023-00019014
Näytteen kuvaus	Maaperä
Asiakkaan näyttenumero	HaSu-I Vaasa 20oC
Matriisi	Maaperä
Näytteenottopäivä	28.04.2023
Vastaanottopäivä	04.05.2023
Analysointi aloitettu	04.05.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyytit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
Fluoridi L/S=2 *	YB0QC	mg/kg ka	2,4
Sulfaatti L/S=2 *	YB0QA	mg/kg ka	83
DOC L/S=2 *	YBJ01	mg/kg ka	150
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=8 *	YBJ22		4,2
Sähkönjohtavuus L/S=8 YBJ32		mS/m	10
* Arseni (As) L/S=10 (Kum.) *	YB0NH	mg/kg ka	<0,01
Barium (Ba) L/S=10 (Kum.) *	YB0NI	mg/kg ka	<0,05
Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.) *	YB0NQ	mg/kg ka	<0,005
Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	YB0NR	mg/kg ka	<0,004
Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.) *	YB0NJ	mg/kg ka	<0,01
Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.) *	YB0P0	mg/kg ka	<0,05
Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.) *	YB0NP	mg/kg ka	<0,004
Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.) *	YB0NS	mg/kg ka	<0,01
Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.) *	YB0NL	mg/kg ka	<0,01
Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.) *	YB0NK	mg/kg ka	<0,005
Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.) *	YB0NN	mg/kg ka	<0,01
Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.) *	YB0NT	mg/kg ka	<0,04
Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.) *	YB0NM	mg/kg ka	<0,01
Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.) *	YB0P3	mg/kg ka	0,13
Kloridi L/S=10 (Kum.) *	YB0QE	mg/kg ka	<50
Fluoridi L/S=10 (Kum.) *	YB0QF	mg/kg ka	<5
Sulfaatti L/S=10 (Kum.) *	YB0QD	mg/kg ka	350
DOC L/S=10 (Kum.) *	YBJ02	mg/kg ka	310

*Menetelmä on akkreditoitu.



Kommentti

EOL-tilaus (006-13663-19810)

Alkaliniteetti mitattu L/S8 uutteesta.

ALLEKIRJOITUS

24.05.2023



Toni Mäkelä Analyysipalvelupäällikkö 4-H94 Waste Testing Oulu

ToniMakela@eurofins.fi +358 503111081

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YSB01	Alkaliniteetti	<0.1:±0.01mmol/l >0.1:±10%	0,01	Ei	Sis. men. (titraus pH 4,5 ja 4,2), Titraus	YS
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YBB32	Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	<1.5:±0.3%yks.ka >1.3:±20%	0,5	Kyllä	SFS-EN 15936:2022	YB
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ21	pH L/S=2	± 0.3 pH yks.		Kyllä	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ31	Sähkönjohtavuus L/S=2	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Kyllä	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GQ	Arseeni (As) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GR	Barium (Ba) L/S=2	<0.065:±0.01mg/kgka >0.065:±15%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H1	Kadmium (Cd) L/S=2	<0.007:±0.001mg/kgka >0.007:±14%	0,001	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H2	Koboltti (Co) L/S=2	<0.008:±0.001mg/kgka >0.008:±13%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GT	Kromi (Cr) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H3	Kupari (Cu) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H0	Elohopea (Hg) L/S=2	<0.006:±0.001mg/kgka >0.006:±17%	0,001	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H4	Molybdeeni (Mo) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GU	Nikkeli (Ni) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GS	Lyijy (Pb) L/S=2	<0.005:±0.001mg/kgka >0.005:±20%	0,001	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GY	Antimoni (Sb) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H6	Seleeni (Se) L/S=2	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GV	Vanadiini (V) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0HB	Sinkki (Zn) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QB	Kloridi L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QC	Fluoridi L/S=2	<5:±0.75mg/kgka >5:±15%	1	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QA	Sulfaatti L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ01	DOC L/S=2	<50:±8mg/kgka >50:±16%	10	Kyllä	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ22	pH L/S=8	± 0.3 pH yks.		Kyllä	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB



L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ32	Sähköjohtavuus L/S=8	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Kyllä	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NH	Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NI	Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NQ	Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NR	Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	<0.028:±0.004mg/kgka >0.028:±14%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NJ	Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P0	Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	<0.23:±0.05mg/kgka >0.23:±22%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NP	Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	<0.02:±0.004mg/kgka >0.02:±20%	0,004	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NS	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	<0.062:±0.01mg/kgka >0.062:±16%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NL	Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NK	Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NN	Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NT	Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	<0.2:±0.04mg/kgka >0.2:±20%	0,04	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NM	Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	<0.067:±0.01mg/kgka >0.067:±15%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P3	Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QE	Kloridi L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QF	Fluoridi L/S=10 (Kum.)	<20:±4mg/kgka >20:±20%	5	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QD	Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ02	DOC L/S=10 (Kum.)	<200:±40mg/kgka >200:±20%	50	Kyllä	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB

Laboratorio		
YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Näyte-erä EUAA56-00139310
Tilausviite 1510073385-02

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

HaKaKo-TP2

Näyttenumero	750-2023-00028719	750-2023-00028720	750-2023-00028721	750-2023-00028722	750-2023-00028723
Asiakkaan näytetunniste	HaSu-I Vaasa -18oC	HaSu-II Pori -18oC	HaSu-III Malmi -18oC	HaSu-I Vaasa +8oC	HaSu-II Pori +8oC
Näytematriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Vastaanottopäivä	03.05.2023	03.05.2023	03.05.2023	03.05.2023	03.05.2023
Näytteenottopäivä	27.04.2023	27.04.2023	27.04.2023	27.04.2023	27.04.2023
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset					
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%		68	62	81
Kuiva-aine *	EPDRY %	61	69	63	85
Kiinteät aineet, kokonaispitoisuudet					
sulfidinen S	GQKS0 %		0,73		
Rikki (S)	GQKS1 %				0,11
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS					
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE18		Tehty	Tehty	Tehty
Kuningasvesihajotus	EPE05	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka		7900	8400	7700
Alumiini (Al) *	EP0FW mg/kg ka	21000	14000	38000	23000
Antimoni (Sb) *	EP0FN mg/kg ka	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arseeni (As) *	EP0FH mg/kg ka	7,3	5,2	9,3	7,7
Barium (Ba) *	EP0FI mg/kg ka	100			
Elohopea (Hg) *	EP0FR mg/kg ka	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Kadmium (Cd) *	EP0FP mg/kg ka	<0,2	<0,2	0,23	<0,2
Koboltti (Co) *	EP0FQ mg/kg ka	7,8	9,5	22	8,2
Kromi (Cr) *	EP0FJ mg/kg ka	43	32	64	45
Kupari (Cu) *	EP0G2 mg/kg ka	19	14	30	19
Mangaani (Mn) *	EP0G5 mg/kg ka	210	330	440	220
Lyijy (Pb) *	EP0FK mg/kg ka	12	8,4	17	13
Nikkeli (Ni) *	EP0FM mg/kg ka	19	22	55	20
Molybdeeni (Mo) *	EP0FS mg/kg ka	1,1			
Rauta (Fe) *	EP0G3 mg/kg ka	49000	25000	64000	48000
Sinkki (Zn) *	EP0GC mg/kg ka	55	52	110	56
Seleeni (Se) *	EP0G9 mg/kg ka	<1			

Näyttenumero	750-2023-00028719	750-2023-00028720	750-2023-00028721	750-2023-00028722	750-2023-00028723	
Asiakkaan näytetunniste	HaSu-I Vaasa -18oC	HaSu-II Pori -18oC	HaSu-III Malmi -18oC	HaSu-I Vaasa +8oC	HaSu-II Pori +8oC	
Näytematriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	
Vastaanottopäivä	03.05.2023	03.05.2023	03.05.2023	03.05.2023	03.05.2023	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
Vanadiini (V) *	EP0FV mg/kg ka	50	37	77	53	38

Näyttenumero	750-2023-00028724	750-2023-00028725	750-2023-00028726	750-2023-00028727	750-2023-00028728	
Asiakkaan näytetunniste	HaSu-III Malmi +8oC	HaSu-I Vaasa +30oC	HaSu-II Pori +30oC	HaSu-III Malmi +30oC	HaSu-IV Turku -18oC	
Näytematriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	
Vastaanottopäivä	03.05.2023	03.05.2023	03.05.2023	03.05.2023	03.05.2023	
Näytteenottopäivä	27.04.2023	27.04.2023	27.04.2023	27.04.2023	27.04.2023	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	82		72	82	63
Kuiva-aine *	EPDRY %	83	81	72	83	63
Kiinteät aineet, kokonaispitoisuudet						
Rikki (S)	GQKS1 %		0,11			
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE18	Tehty		Tehty	Tehty	Tehty
Kuningasvesihajotus	EPE05	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	5900		7200	10000	1600
Alumiini (Al) *	EP0FW mg/kg ka	39000	23000	15000	38000	36000
Antimoni (Sb) *	EP0FN mg/kg ka	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arseeni (As) *	EP0FH mg/kg ka	8,9	7,8	5,2	9,7	11
Elohopea (Hg) *	EP0FR mg/kg ka	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Kadmium (Cd) *	EP0FP mg/kg ka	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,26
Koboltti (Co) *	EP0FQ mg/kg ka	21	8,2	9,7	20	22
Kromi (Cr) *	EP0FJ mg/kg ka	59	45	32	60	63
Kupari (Cu) *	EP0G2 mg/kg ka	26	19	15	25	33
Mangaani (Mn) *	EP0G5 mg/kg ka	390	210	330	410	430
Lyijy (Pb) *	EP0FK mg/kg ka	17	13	8,5	17	20
Nikkeli (Ni) *	EP0FM mg/kg ka	53	20	22	51	50
Rauta (Fe) *	EP0G3 mg/kg ka	66000	50000	28000	71000	58000
Sinkki (Zn) *	EP0GC mg/kg ka	96	55	52	94	110
Vanadiini (V) *	EP0FV mg/kg ka	72	53	37	73	72

Näyttenumero	750-2023-00028729 750-2023-00028730		
Asiakkaan näytetunniste	HaSu-IV Turku +8oC	HaSu-IV Turku	+30oC
Näytematriisi	Maaperä	Maaperä	
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	
Vastaanottopäivä	03.05.2023	03.05.2023	
Näytteenottopäivä	27.04.2023	27.04.2023	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus RZDRY *	%	89	65
Kuiva-aine * EPDRY	%	87	66
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS			
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE18	Tehty	Tehty
Kuningasvesihajotus	EPE05	Tehty	Tehty
Rikki (S)	RZ0W5 mg/kg ka	1300	1300
Alumiini (Al) *	EP0FW mg/kg ka	38000	37000
Antimoni (Sb) *	EP0FN mg/kg ka	<0,5	<0,5
Arseeni (As) *	EP0FH mg/kg ka	9,8	8,5
Elohopea (Hg) *	EP0FR mg/kg ka	<0,04	<0,04
Kadmium (Cd) *	EP0FP mg/kg ka	0,23	0,27
Koboltti (Co) *	EP0FQ mg/kg ka	23	22
Kromi (Cr) *	EP0FJ mg/kg ka	58	59
Kupari (Cu) *	EP0G2 mg/kg ka	30	33
Mangaani (Mn) *	EP0G5 mg/kg ka	410	400
Lyijy (Pb) *	EP0FK mg/kg ka	20	18
Nikkeli (Ni) *	EP0FM mg/kg ka	52	46
Rauta (Fe) *	EP0G3 mg/kg ka	63000	59000
Sinkki (Zn) *	EP0GC mg/kg ka	98	100
Vanadiini (V) *	EP0FV mg/kg ka	66	68

*Menetelmä on akkreditoitu.

Lisätiedot

Näytteeltä 750-2023-00028719 on jäänyt tekemättä rikki -analyysi ositusvirheestä johtuen.

YHTEYSHENKILÖ

Sami Tyrväinen Analyysipalvelupäällikkö

SamiTyrvainen@eurofins.fi +358 50 434 4092

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Kiinteistä näytteistä tehtävät tutkimukset						
RZDRY	Kuiva-ainepitoisuus	5%(<30%) 1,5%(>30%)	3 %	Kyllä	SFS 3008; SFS-ISO 11465; SFS-EN 15934	RZ
EPDRY	Kuiva-aine	10% x <70% 3% x ≥70%	3 %	Kyllä	RA9000 (ISO 11465:1993)	EP
Kiinteät aineet, kokonaispitoisuudet						
GQKS0	sulfidinen S, 7704-34-9		0,01 %	Ei	Sis. men., Spektrofotometri (IR)	GQ
GQKS1	Rikki (S), 7704-34-9		0,01 %	Ei	Sis. men., Spektrofotometri (IR)	GQ
Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
RZE18	Mikroaaltohajotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	RZ
EPE05	Kuningasvesihajotus			Ei	RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002); RA9001 (EVS-EN 16171:2016)	EP
RZ0W5	Rikki (S), 63705-05-5	25%	500 mg/kg ka	Ei	SFS-EN 16171	RZ
EP0FW	Alumiini (Al), 7429-90-5	40%	100 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FN	Antimoni (Sb), 7440-36-0	30%	0,5 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FH	Arseeni (As), 7440-38-2	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FI	Barium (Ba), 7440-39-3	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FR	Elohopea (Hg), 7439-97-6	25%	0,04 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FP	Kadmium (Cd), 7440-43-9	25%	0,2 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FQ	Koboltti (Co), 7440-48-4	30%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FJ	Kromi (Cr), 7440-47-3	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0G2	Kupari (Cu), 7440-50-8	25%	2 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0G5	Mangaani (Mn), 7439-96-5	25%	5 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FK	Lyijy (Pb), 7439-92-1	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FM	Nikkeli (Ni), 7440-02-0	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP

Alkuaineet, kiinteä matriisi, pitoisuus kuiva-ainetta kohti, ICP-MS						
EP0FS	Molybdeeni (Mo), 7439-98-7	25%	0,9 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0G3	Rauta (Fe), 7439-89-6	16%	50 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0GC	Sinkki (Zn), 7440-66-6	25%	3 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0G9	Seleeni (Se), 7782-49-2	35%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP
EP0FV	Vanadiini (V), 7440-62-2	25%	1 mg/kg ka	Kyllä	RA9001 (EVS-EN 16171:2016); RA9001 (EVS-EN ISO 15587-1:2002)	EP

Laboratorio		
EP	Eurofins Environment Testing Estonia (Tallinn)	EVS-EN ISO/IEC 17025:2017 EAK L272
GQ	Eurofins Environment Testing Finland (Jyväskylä)	
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

HaKaKo-vesinäytteet vko 5

Näyttenumero	750-2023-00002815 750-2023-00002816		
Asiakkaan näytetunniste	HaKaKo 12.1.2023 HaSu III Malmi	HaKaKo 12.1.2023 HaSu IV Turku	
Näytematriisi	Jätevesi	Jätevesi	
Näytteen kuvaus	Jätevesi	Jätevesi	
Vastaanottopäivä	18.01.2023	18.01.2023	
Näytteenottopäivä	12.01.2023	12.01.2023	
Näytteenottaja	Asiakas	Asiakas	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Esikäsittely			
Suodatus (0,45 µm) RZE27		Tehty	Tehty
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset			
Alkaliteetti *	RZB14 mmol/l	<0,2	6,1
Liuennot happi (O ₂) RZB18	mg/l	5,4	9,3
Kloridi (Cl ⁻) *	RZB76 mg/l	4,5	3900
Sulfaatti (SO ₄) *	RZB86 mg/l	360	74
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HNO₃, ICP-MS			
Kokonaiskovuus *	RZL44 mmol/l	18	19
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO₃, ICP-MS			
Mikroaaltohajotus kuningasvesi *	RZE17	Tehty	Tehty
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS			
Alumiini (Al), liukoinen *	RZ0D0 µg/l	190	<5,0
Antimoni (Sb), liukoinen *	RZ0D5 µg/l	<0,20	0,73
Arseeni (As), liukoinen *	RZ0D6 µg/l	3,3	2,5
Elohopea (Hg), liukoinen *	RZ0DJ µg/l	<0,020	<0,020
Kadmium (Cd), liukoinen *	RZ0DA µg/l	0,68	0,061
Koboltti (Co), liukoinen *	RZ0DG µg/l	9,3	1,8
Kromi (Cr), liukoinen *	RZ0DB µg/l	<0,50	<0,50
Kupari (Cu), liukoinen *	RZ0D2 µg/l	12	3,7
Lyijy (Pb), liukoinen *	RZ0DC µg/l	0,48	0,20

Näyttenumero	750-2023-00002815 750-2023-00002816		
Asiakkaan näytetunniste	HaKaKo 12.1.2023	HaKaKo 12.1.2023	
	HaSu III Malmi	HaSu IV Turku	
Näytematriisi	Jätevesi	Jätevesi	
Näytteen kuvaus	Jätevesi	Jätevesi	
Vastaanottopäivä	18.01.2023	18.01.2023	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS			
Mangaani (Mn), liukoinen *	RZ0D4 µg/l	2600	1200
Nikkeli (Ni), liukoinen *	RZ0E6 µg/l	33	4,4
Rauta (Fe), liukoinen *	RZ0DQ µg/l	570	<10
Sinkki (Zn), liukoinen *	RZ0DF µg/l	54	5,7
Vanadiini (V), liukoinen *	RZ0E2 µg/l	0,22	1,2

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

26.01.2023



Salla Partio Analyysipalvelupäällikkö

SallaPartio@eurofins.fi +358 44 7421564

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Esikäsittely						
RZE27	Suodatus (0,45 µm)			Ei	Sis. men., Suodatus	RZ
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
RZB14	Alkaliteetti	0,15mmol/l(<1,0) 15%(1,0)	0,2 mmol/l	Kyllä	SFS-EN ISO 9963-1, mod.	RZ
RZB18	Liuennot happi (O2)	0,2mg/l(<2) 10%(≥2)	0,2 mg/l	Ei	SFS-EN 25813:1993, mod.	RZ
RZB76	Kloridi (Cl-), 16887-00-6	10%	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZB86	Sulfaatti (SO4), 18785-72-3	12%(<4mg/l) 10%(>4mg/l)	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HNO3, ICP-MS						
RZL44	Kokonaiskovuus	15%(>0.027mmol/l) 25%(<0.027mmol/l)	0,005 mmol/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016	RZ
Alkuaineet, kokonaispitoisuus, HCl/HNO3, ICP-MS						
RZE17	Mikroaltohajotus kuningasvesi			Kyllä	SFS-EN ISO 15587-1	RZ
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0D0	Alumiini (Al), liukoinen, 7429-90-5	15%(>100µg/l) 19%(<100µg/l)	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D5	Antimoni (Sb), liukoinen, 7440-36-0	15%(>2µg/l) 16%(1-2µg/l) 25%(0,2-1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D6	Arseeni (As), liukoinen, 7440-38-2	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DJ	Elohopea (Hg), liukoinen, 7439-97-6	15%(>1µg/l) 20%(0,05-1µg/l) 40%(<0,05µg/l)	0,02 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DA	Kadmium (Cd), liukoinen, 7440-43-9	15%(>1µg/l) 17%(0,1-1µg/l) 20%(<0,1µg/l)	0,03 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DG	Koboltti (Co), liukoinen, 7440-48-4	15%(>0,2µg/l) 20%(<0,2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DB	Kromi (Cr), liukoinen, 7440-47-3	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D2	Kupari (Cu), liukoinen, 7440-50-8	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DC	Lyijy (Pb), liukoinen, 7439-92-1	15%(>0,2µg/l) 25%(<0,2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D4	Mangaani (Mn), liukoinen, 7439-96-5	15%(>20µg/l) 18%(<20µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0E6	Nikkeli (Ni), liukoinen, 7440-02-0	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DQ	Rauta (Fe), liukoinen, 7439-89-6	13%(>20µg/l) 20%(<20µg/l)	10 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DF	Sinkki (Zn), liukoinen, 7440-66-6	15%(>20µg/l) 20%(2-20µg/l) 30%(<2µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0E2	Vanadiini (V), liukoinen, 7440-62-2	15%(>1µg/l) 20%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ

Laboratorio		
RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

ASIAKAS

Nimi RAMBOLL FINLAND OY
Yhteyshenkilö Emmi Ilonen
Osoite PL 25
ESPOO 02601

Projekti - -
Asiakkaan viite **1510073385-002 HaKaKo**
Näytteiden lkm 2

NÄYTE

SGS Refno KE23-00772 R0
Raportointi pvm 28.02.2023
Saapumis pvm 22.02.2023
Aloituspvm 22.02.2023
Valmistumis pvm 28.02.2023

KOMMENTIT

Näytteenotto: 17.2.2023

ALLEKIRJOITUKSET



Anna-Mari Suortti
Laboratoriokemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

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

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	KE23-00772.001	KE23-00772.002
Näytteen nimi	HaKaKo 17.2.2023 HaSu III Malmi 3x	HaKaKo 17.2.2023 HaSu IV Turku 3x

Analyyssi Yksikkö DL

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

Sulfaatti	mg/l	0.3	12	3.8
-----------	------	-----	----	-----

Alkaliteetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Alkaliteetti	mmol/l	0.02	-	1.2
--------------	--------	------	---	-----

Asiditeetti vesinäytteestä Menetelmä: SFS 3005

Asiditeetti *	mmol/l	0.02	0.35	-
---------------	--------	------	------	---

Näyte-erä EUAA56-00136457
Tilausviite 1510073385-2

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

HaKaKo

Näyttenumero	750-2023-00018604	750-2023-00018605	
Asiakkaan näytetunniste	HaSu III Malmi 4x 22.3.2023 VKO15	HaSu IV Turku 3x 22.3.2023 2VKO15	
Näytematriisi	Jätevesi	Jätevesi	
Näytteen kuvaus	Savesta suotatunutta vettä	Savesta suotatunutta vettä	
Vastaanottopäivä	27.03.2023	27.03.2023	
Näytteenottopäivä	22.03.2023	22.03.2023	
Näytteenottaja	Asiakas		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset			
Alkaliteetti *	RZB14 mmol/l		1,4
Sulfaatti (SO4) *	RZB86 mg/l	91	69
Asiditeetti	RZC75 mmol/l	0,17	

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS

31.03.2023



Salla Partio Analyysipalvelupäällikkö

SallaPartio@eurofins.fi +358 44 7421564

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
RZB14	Alkaliteetti	0,15mmol/l(<1,0) 15%(1,0)	0,2 mmol/l	Kyllä	SFS-EN ISO 9963-1, mod.	RZ
RZB86	Sulfaatti (SO ₄), 18785-72-3	12%(<4mg/l) 10%(>4mg/l)	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZC75	Asiditeetti	0,010mg/l(<0,10mmol/l) 10%(>0,10mmol/l)	0,02 mmol/l	Ei	Sis. men. EF2064, Titraus	RZ

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
----	--	--------------------------------------

Tutkimustodistuksen jakelu: emmi.ilonen@ramboll.fi, merja.autiola@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Näyte-erä EUAA56-00139254
Tilausviite 1510073385-02

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND

HaKaKo-TP2

Näyttenumero	750-2023-00028505 750-2023-00028506		
Asiakkaan näytetunniste	HaKaKo HaSu-III Malmi HaKaKo HaSu-IV Turku vko 20 9x vko 20 10x		
Näytematriisi	Jätevesi Jätevesi		
Näytteen kuvaus	Savesta suotautunut vesi Savesta suotautunut vesi		
Vastaanottopäivä	03.05.2023 03.05.2023		
Näytteenottopäivä	27.04.2023 27.04.2023		
Näytteenottaja	Asiakas Asiakas		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Esikäsittely			
Suodatus (0,45 µm) RZE27		Tehty	Tehty
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset			
Alkaliteetti *	RZB14 mmol/l		0,41
Kloridi (Cl-) *	RZB76 mg/l	0,65	370
Sulfaatti (SO4) *	RZB86 mg/l	39	20
Asiditeetti	RZC75 mmol/l	0,20	
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS			
Alumiini (Al), liukoinen *	RZ0D0 µg/l	5,8	<5,0
Antimoni (Sb), liukoinen *	RZ0D5 µg/l	<0,20	<0,20
Arseeni (As), liukoinen *	RZ0D6 µg/l	1,7	1,3
Elohopea (Hg), liukoinen *	RZ0DJ µg/l	<0,020	<0,020
Kadmium (Cd), liukoinen *	RZ0DA µg/l	0,075	<0,030
Koboltti (Co), liukoinen *	RZ0DG µg/l	1,4	0,50
Kromi (Cr), liukoinen *	RZ0DB µg/l	<0,50	<0,50
Kupari (Cu), liukoinen *	RZ0D2 µg/l	1,4	0,74
Lyijy (Pb), liukoinen *	RZ0DC µg/l	<0,10	<0,10
Mangaani (Mn), liukoinen *	RZ0D4 µg/l	250	85
Nikkeli (Ni), liukoinen *	RZ0E6 µg/l	4,6	1,3
Rauta (Fe), liukoinen *	RZ0DQ µg/l	43	<10
Sinkki (Zn), liukoinen *	RZ0DF µg/l	6,2	6,7

Näyttenumero	750-2023-00028505 750-2023-00028506		
Asiakkaan näytetunniste	HaKaKo HaSu-III Malmi HaKaKo HaSu-IV Turku		
Näyttematriisi	vko 20 9x vko 20 10x		
Näytteen kuvaus	Jätevesi Jätevesi		
Vastaanottopäivä	Savesta suotautunut vesi Savesta suotautunut vesi		
	03.05.2023 03.05.2023		
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS			
Vanadiini (V), liukoinen *	RZ0E2 µg/l	<0,20	0,46
Kovuus (liuennut Ca + Mg)	RZL23 mmol/l	0,28	1,1

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Sami Tyrväinen Analyysipalvelupäällikkö

SamiTyrvainen@eurofins.fi +358 50 434 4092

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Esikäsittely						
RZE27	Suodatus (0,45 µm)			Ei	Sis. men., Suodatus	RZ
Yleiset vedestä tehtävät tutkimukset						
RZB14	Alkaliteetti	0,15mmol/l(<1,0) 15%(1,0)	0,2 mmol/l	Kyllä	SFS-EN ISO 9963-1, mod.	RZ
RZB76	Kloridi (Cl-), 16887-00-6	10%	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZB86	Sulfaatti (SO4), 18785-72-3	12%(<4mg/l) 10%(>4mg/l)	0,5 mg/l	Kyllä	Sis. men., IC, per. mm. SFS-EN ISO 10304-1:2009, IC-EC	RZ
RZC75	Asiditeetti	0,010mg/l(<0,10mmol/l) 10%(>0,10mmol/l)	0,02 mmol/l	Ei	Sis. men. EF2064, Titraus	RZ
Alkuaineet, liukoinen pitoisuus, ICP-MS						
RZ0D0	Alumiini (Al), liukoinen, 7429-90-5	15%(>100µg/l) 19%(<100µg/l)	5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D5	Antimoni (Sb), liukoinen, 7440-36-0	15%(>2µg/l) 16%(1-2µg/l) 25%(0.2-1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D6	Arseeni (As), liukoinen, 7440-38-2	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DJ	Elohopea (Hg), liukoinen, 7439-97-6	15%(>1µg/l) 20%(0.05-1µg/l) 40%(<0.05µg/l)	0,02 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DA	Kadmium (Cd), liukoinen, 7440-43-9	15%(>1µg/l) 17%(0.1-1µg/l) 20%(<0.1µg/l)	0,03 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DG	Koboltti (Co), liukoinen, 7440-48-4	15%(>0.2µg/l) 20%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DB	Kromi (Cr), liukoinen, 7440-47-3	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D2	Kupari (Cu), liukoinen, 7440-50-8	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,5 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DC	Lyijy (Pb), liukoinen, 7439-92-1	15%(>0.2µg/l) 25%(<0.2µg/l)	0,1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0D4	Mangaani (Mn), liukoinen, 7439-96-5	15%(>20µg/l) 18%(<20µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0E6	Nikkeli (Ni), liukoinen, 7440-02-0	15%(>1µg/l) 25%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DQ	Rauta (Fe), liukoinen, 7439-89-6	13%(>20µg/l) 20%(<20µg/l)	10 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0DF	Sinkki (Zn), liukoinen, 7440-66-6	15%(>20µg/l) 20%(2-20µg/l) 30%(<2µg/l)	1 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZ0E2	Vanadiini (V), liukoinen, 7440-62-2	15%(>1µg/l) 20%(<1µg/l)	0,2 µg/l	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2	RZ
RZL23	Kovuus (liuennut Ca + Mg)	15%(>0.027mmol/l) 25%(<0.027mmol/l)	0,005 mmol/l	Ei	SFS-EN ISO 17294-2	RZ

Laboratorio

RZ	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039
----	--	--------------------------------------

Tutkimustodistuksen jakelu: merja.autiola@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta.

LIITE 6

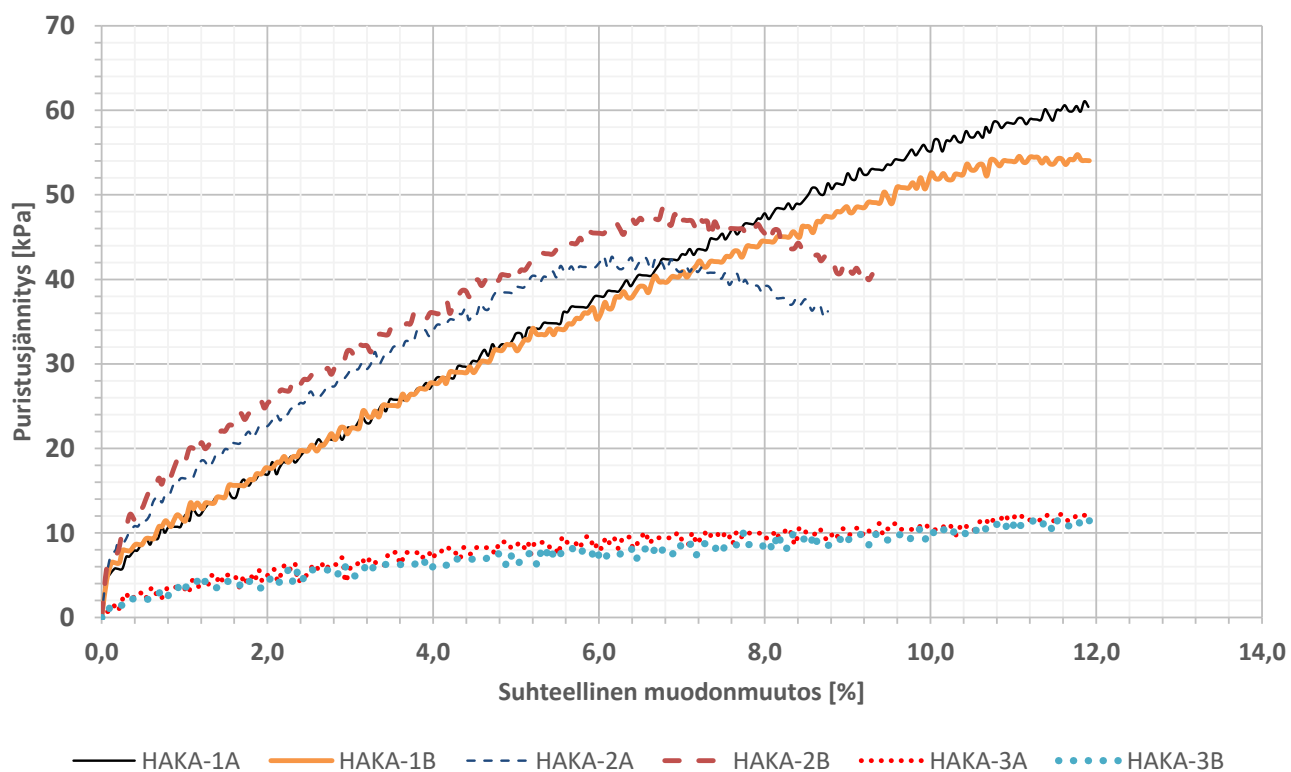
PURISTUSLUJUUSTULOKSET

Puristuslujuusmääritys

Laboratorio: Ramboll Luopioinen 23.2.2023

Projekti: 1510073385-005 Hakako

Koekappalenumero:	HAKA-1A	HAKA-1B	HAKA-2A	HAKA-2B	HAKA-3A	HAKA-3B
Puristuslujuus [kPa]:	61,1	54,8	42,7	48,4	12,2	11,6
	RaVo VK2		KyVo VK2		Nordkalk VK2	
Kappaleen tiheys [kg/m ³]:	1758	1759	1757	1708	1737	1716
Koestusikä [vrk]:	90					
Kuorm.nopeus [mm/min]:	1					
Halkaisija [mm]:	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Korkeus [mm]:	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0
Säilytyslämpötila [°C]:	8					
Lisätietoja:						



LIITE 7

INKUBOITUJEN NÄYTTEIDEN RAVISTELUTESTIT



Tutkimusno EUFI05-00021132
 Asiakasno YB0001208
 1510073385-05

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
 Itsehallintokuja 3
 02600 Espoo
 FINLAND
 s-posti: merja.autiola@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus
 HaKaKo-TP5

Näyttenumero	693-2023-00016922
Näytteen kuvaus	Maaperä
Asiakkaan näyttenumero	HaSu II-Pori
Matriisi	Maaperä
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	92,3
Orgaaninen kokonaishiili (TOC) *	YBB32	% ka	1,5
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=2 *	YBJ21		2,9
Sähkönjohtavuus L/S=2 *	YBJ31	mS/m	820
Arseeni (As) L/S=2 *	YB0GQ	mg/kg ka	0,007
Barium (Ba) L/S=2 *	YB0GR	mg/kg ka	<0,01
Kadmium (Cd) L/S=2 *	YB0H1	mg/kg ka	0,054
Koboltti (Co) L/S=2	YB0H2	mg/kg ka	2,9
Kromi (Cr) L/S=2 *	YB0GT	mg/kg ka	0,56
Kupari (Cu) L/S=2 *	YB0H3	mg/kg ka	1,4
Elohopea (Hg) L/S=2 *	YB0H0	mg/kg ka	<0,001
Molybdeeni (Mo) L/S=2 *	YB0H4	mg/kg ka	0,003
Nikkeli (Ni) L/S=2 *	YB0GU	mg/kg ka	5,8
Lyijy (Pb) L/S=2 *	YB0GS	mg/kg ka	0,001
Antimoni (Sb) L/S=2 *	YB0GY	mg/kg ka	<0,002
Seleeni (Se) L/S=2 *	YB0H6	mg/kg ka	0,089
Vanadiini (V) L/S=2 *	YB0GV	mg/kg ka	0,16
Sinkki (Zn) L/S=2 *	YB0HB	mg/kg ka	12
Kloridi L/S=2 *	YB0QB	mg/kg ka	1100
Fluoridi L/S=2 *	YB0QC	mg/kg ka	3,5



Näyttenumero	693-2023-00016922
Näytteen kuvaus	Maaperä
Asiakkaan näyttenumero	HaSu II-Pori
Matriisi	Maaperä
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyytit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
Sulfaatti L/S=2 *	YB0QA	mg/kg ka	18000
DOC L/S=2 *	YBJ01	mg/kg ka	160
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=8 *	YBJ22		3,3
Sähkönjohtavuus L/S=8	YBJ32	mS/m	130
* Arseeni (As) L/S=10	YB0NH	mg/kg ka	0,012
(Kum.) *			
Barium (Ba) L/S=10	YB0NI	mg/kg ka	<0,05
(Kum.) *			
Kadmium (Cd) L/S=10	YB0NQ	mg/kg ka	0,057
(Kum.) *			
Koboltti (Co) L/S=10	YB0NR	mg/kg ka	3,1
(Kum.)			
Kromi (Cr) L/S=10	YB0NJ	mg/kg ka	0,57
(Kum.) *			
Kupari (Cu) L/S=10	YB0P0	mg/kg ka	1,8
(Kum.) *			
Elohopea (Hg) L/S=10	YB0NP	mg/kg ka	<0,004
(Kum.) *			
Molybdeeni (Mo) L/S=10	YB0NS	mg/kg ka	0,033
(Kum.) *			
Nikkeli (Ni) L/S=10	YB0NL	mg/kg ka	6,3
(Kum.) *			
Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	YB0NK	mg/kg ka	<0,005
*			
Antimoni (Sb) L/S=10	YB0NN	mg/kg ka	<0,01
(Kum.) *			
Seleeni (Se) L/S=10	YB0NT	mg/kg ka	0,083
(Kum.) *			
Vanadiini (V) L/S=10	YB0NM	mg/kg ka	0,12
(Kum.) *			
Sinkki (Zn) L/S=10	YB0P3	mg/kg ka	13
(Kum.) *			
Kloridi L/S=10 (Kum.) *	YB0QE	mg/kg ka	1100
Fluoridi L/S=10 (Kum.) *	YB0QF	mg/kg ka	11
Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	YB0QD	mg/kg ka	20000
*			
DOC L/S=10 (Kum.) *	YBJ02	mg/kg ka	200

*Menetelmä on akkreditoitu.



ALLEKIRJOITUS

04.05.2023



Tomi Nevanperä Kemisti 4-H94 Waste Testing Oulu

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YBB32	Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	<1.5:±0.3%yks.ka >1.3:±20%	0,5	Kyllä	SFS-EN 15936:2022	YB
L/S2, 2-vaihe rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ21	pH L/S=2	± 0.3 pH yks.		Kyllä	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ31	Sähköjohtavuus L/S=2	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Kyllä	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GQ	Arseeni (As) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GR	Barium (Ba) L/S=2	<0.065:±0.01mg/kgka >0.065:±15%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H1	Kadmium (Cd) L/S=2	<0.007:±0.001mg/kgka >0.007:±14%	0,001	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H2	Koboltti (Co) L/S=2	<0.008:±0.001mg/kgka >0.008:±13%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GT	Kromi (Cr) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H3	Kupari (Cu) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H0	Elohopea (Hg) L/S=2	<0.006:±0.001mg/kgka >0.006:±17%	0,001	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H4	Molybdeeni (Mo) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GU	Nikkeli (Ni) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GS	Lyijy (Pb) L/S=2	<0.005:±0.001mg/kgka >0.005:±20%	0,001	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GY	Antimoni (Sb) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H6	Seleeni (Se) L/S=2	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GV	Vanadiini (V) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0HB	Sinkki (Zn) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QB	Kloridi L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QC	Fluoridi L/S=2	<5:±0.75mg/kgka >5:±15%	1	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QA	Sulfaatti L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ01	DOC L/S=2	<50:±8mg/kgka >50:±16%	10	Kyllä	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB
L/S10 kum., 2-vaihe rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ22	pH L/S=8	± 0.3 pH yks.		Kyllä	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ32	Sähköjohtavuus L/S=8	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Kyllä	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB



L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YB0NH	Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NI	Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NQ	Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NR	Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	<0.028:±0.004mg/kgka >0.028:±14%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NJ	Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P0	Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	<0.23:±0.05mg/kgka >0.23:±22%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NP	Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	<0.02:±0.004mg/kgka >0.02:±20%	0,004	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NS	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	<0.062:±0.01mg/kgka >0.062:±16%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NL	Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NK	Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NN	Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NT	Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	<0.2:±0.04mg/kgka >0.2:±20%	0,04	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NM	Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	<0.067:±0.01mg/kgka >0.067:±15%	0,01	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P3	Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Kyllä	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QE	Kloridi L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QF	Fluoridi L/S=10 (Kum.)	<20:±4mg/kgka >20:±20%	5	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QD	Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Kyllä	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ02	DOC L/S=10 (Kum.)	<200:±40mg/kgka >200:±20%	50	Kyllä	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB

Laboratorio		
YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Jakelu : emmi.ilonen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.





Tutkimusno EUFI05-00021132
 Asiakasno YB0001208
 1510073385-05

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
 Itsehallintokuja 3
 02600 Espoo
 FINLAND
 s-posti: merja.autiola@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus
 HaKaKo-TP5

Näyttenumero	693-2023-00016923
Näytteen kuvaus	Tuhkan ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	RaVo-VK1
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyytit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	98,3
Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	YBB32	% ka	1,4
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=2	YBJ21		7,3
Sähkönjohtavuus L/S=2	YBJ31	mS/m	580
Arseeni (As) L/S=2	YB0GQ	mg/kg ka	0,085
Barium (Ba) L/S=2	YB0GR	mg/kg ka	0,23
Kadmium (Cd) L/S=2	YB0H1	mg/kg ka	<0,001
Koboltti (Co) L/S=2	YB0H2	mg/kg ka	0,006
Kromi (Cr) L/S=2	YB0GT	mg/kg ka	0,014
Kupari (Cu) L/S=2	YB0H3	mg/kg ka	0,097
Elohopea (Hg) L/S=2	YB0H0	mg/kg ka	<0,001
Molybdeeni (Mo) L/S=2	YB0H4	mg/kg ka	0,98
Nikkeli (Ni) L/S=2	YB0GU	mg/kg ka	0,028
Lyijy (Pb) L/S=2	YB0GS	mg/kg ka	<0,001
Antimoni (Sb) L/S=2	YB0GY	mg/kg ka	0,25
Seleeni (Se) L/S=2	YB0H6	mg/kg ka	0,026
Vanadiini (V) L/S=2	YB0GV	mg/kg ka	0,053
Sinkki (Zn) L/S=2	YB0HB	mg/kg ka	<0,01
Kloridi L/S=2	YB0QB	mg/kg ka	1400
Fluoridi L/S=2	YB0QC	mg/kg ka	14



Näyttenumero	693-2023-00016923
Näytteen kuvaus	Tuhkan ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	RaVo-VK1
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
Sulfaatti L/S=2	YB0QA	mg/kg ka	4300
DOC L/S=2	YBJ01	mg/kg ka	150
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=8	YBJ22		6,1
Sähkönjohtavuus L/S=8	YBJ32	mS/m	130
Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	YB0NH	mg/kg ka	0,32
Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	YB0NI	mg/kg ka	0,66
Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	YB0NQ	mg/kg ka	<0,005
Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	YB0NR	mg/kg ka	0,008
Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	YB0NJ	mg/kg ka	0,097
Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	YB0P0	mg/kg ka	0,17
Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	YB0NP	mg/kg ka	<0,004
Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	YB0NS	mg/kg ka	1,0
Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	YB0NL	mg/kg ka	0,052
Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	YB0NK	mg/kg ka	<0,005
Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	YB0NN	mg/kg ka	0,57
Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	YB0NT	mg/kg ka	<0,04
Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	YB0NM	mg/kg ka	0,25
Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	YB0P3	mg/kg ka	<0,05
Kloridi L/S=10 (Kum.)	YB0QE	mg/kg ka	1400
Fluoridi L/S=10 (Kum.)	YB0QF	mg/kg ka	14
Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	YB0QD	mg/kg ka	6500
DOC L/S=10 (Kum.)	YBJ02	mg/kg ka	230

*Menetelmä on akkreditoitu.



ALLEKIRJOITUS

04.05.2023



Tomi Nevanperä Kemisti 4-H94 Waste Testing Oulu

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YBB32	Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	<1.5:±0.3%yks.ka >1.3:±20%	0,5	Ei	SFS-EN 15936:2022	YB
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ21	pH L/S=2	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ31	Sähkönjohtavuus L/S=2	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GQ	Arseeni (As) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GR	Barium (Ba) L/S=2	<0.065:±0.01mg/kgka >0.065:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H1	Kadmium (Cd) L/S=2	<0.007:±0.001mg/kgka >0.007:±14%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H2	Koboltti (Co) L/S=2	<0.008:±0.001mg/kgka >0.008:±13%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GT	Kromi (Cr) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H3	Kupari (Cu) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H0	Elohopea (Hg) L/S=2	<0.006:±0.001mg/kgka >0.006:±17%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H4	Molybdeeni (Mo) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GU	Nikkeli (Ni) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GS	Lyijy (Pb) L/S=2	<0.005:±0.001mg/kgka >0.005:±20%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GY	Antimoni (Sb) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H6	Seleeni (Se) L/S=2	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GV	Vanadiini (V) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0HB	Sinkki (Zn) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QB	Kloridi L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QC	Fluoridi L/S=2	<5:±0.75mg/kgka >5:±15%	1	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QA	Sulfaatti L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ01	DOC L/S=2	<50:±8mg/kgka >50:±16%	10	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ22	pH L/S=8	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ32	Sähkönjohtavuus L/S=8	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB



L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YB0NH	Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NI	Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NQ	Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NR	Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	<0.028:±0.004mg/kgka >0.028:±14%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NJ	Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P0	Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	<0.23:±0.05mg/kgka >0.23:±22%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NP	Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	<0.02:±0.004mg/kgka >0.02:±20%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NS	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	<0.062:±0.01mg/kgka >0.062:±16%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NL	Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NK	Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NN	Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NT	Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	<0.2:±0.04mg/kgka >0.2:±20%	0,04	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NM	Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	<0.067:±0.01mg/kgka >0.067:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P3	Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QE	Kloridi L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QF	Fluoridi L/S=10 (Kum.)	<20:±4mg/kgka >20:±20%	5	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QD	Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ02	DOC L/S=10 (Kum.)	<200:±40mg/kgka >200:±20%	50	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB

Laboratorio	
YB	Eurofins Ahma - Oulu

Jakelu : emmi.ilonen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Tutkimusno EUFI05-00021132
 Asiakasno YB0001208
 1510073385-05

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
 Itsehallintokuja 3
 02600 Espoo
 FINLAND
 s-posti: merja.autiola@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus
 HaKaKo-TP5

Näyttenumero	693-2023-00016926
Näytteen kuvaus	Tuhkan ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	RaVo-VK2
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyytit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	90,4
Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	YBB32	% ka	1,3
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=2	YBJ21		7,9
Sähkönjohtavuus L/S=2	YBJ31	mS/m	720
Arseeni (As) L/S=2	YB0GQ	mg/kg ka	0,12
Barium (Ba) L/S=2	YB0GR	mg/kg ka	0,14
Kadmium (Cd) L/S=2	YB0H1	mg/kg ka	<0,001
Koboltti (Co) L/S=2	YB0H2	mg/kg ka	0,008
Kromi (Cr) L/S=2	YB0GT	mg/kg ka	0,004
Kupari (Cu) L/S=2	YB0H3	mg/kg ka	0,14
Elohopea (Hg) L/S=2	YB0H0	mg/kg ka	<0,001
Molybdeeni (Mo) L/S=2	YB0H4	mg/kg ka	1,4
Nikkeli (Ni) L/S=2	YB0GU	mg/kg ka	0,037
Lyijy (Pb) L/S=2	YB0GS	mg/kg ka	<0,001
Antimoni (Sb) L/S=2	YB0GY	mg/kg ka	0,35
Seleeni (Se) L/S=2	YB0H6	mg/kg ka	0,044
Vanadiini (V) L/S=2	YB0GV	mg/kg ka	0,035
Sinkki (Zn) L/S=2	YB0HB	mg/kg ka	0,013
Kloridi L/S=2	YB0QB	mg/kg ka	2000
Fluoridi L/S=2	YB0QC	mg/kg ka	2,5



Näyttenumero	693-2023-00016926
Näytteen kuvaus	Tuhkan ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	RaVo-VK2
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
Sulfaatti L/S=2	YB0QA	mg/kg ka	5800
DOC L/S=2	YBJ01	mg/kg ka	120
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=8	YBJ22		7,5
Sähkönjohtavuus L/S=8	YBJ32	mS/m	230
Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	YB0NH	mg/kg ka	0,41
Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	YB0NI	mg/kg ka	0,57
Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	YB0NQ	mg/kg ka	<0,005
Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	YB0NR	mg/kg ka	0,010
Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	YB0NJ	mg/kg ka	0,033
Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	YB0P0	mg/kg ka	0,23
Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	YB0NP	mg/kg ka	<0,004
Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	YB0NS	mg/kg ka	1,4
Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	YB0NL	mg/kg ka	0,065
Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	YB0NK	mg/kg ka	0,007
Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	YB0NN	mg/kg ka	0,83
Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	YB0NT	mg/kg ka	0,057
Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	YB0NM	mg/kg ka	0,13
Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	YB0P3	mg/kg ka	0,076
Kloridi L/S=10 (Kum.)	YB0QE	mg/kg ka	1900
Fluoridi L/S=10 (Kum.)	YB0QF	mg/kg ka	6,9
Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	YB0QD	mg/kg ka	14000
DOC L/S=10 (Kum.)	YBJ02	mg/kg ka	200

*Menetelmä on akkreditoitu.



ALLEKIRJOITUS

04.05.2023



Tomi Nevanperä Kemisti 4-H94 Waste Testing Oulu

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YBB32	Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	<1.5:±0.3%yks.ka >1.3:±20%	0,5	Ei	SFS-EN 15936:2022	YB
L/S2, 2-vaihe rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ21	pH L/S=2	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ31	Sähkönjohtavuus L/S=2	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GQ	Arseeni (As) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GR	Barium (Ba) L/S=2	<0.065:±0.01mg/kgka >0.065:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H1	Kadmium (Cd) L/S=2	<0.007:±0.001mg/kgka >0.007:±14%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H2	Koboltti (Co) L/S=2	<0.008:±0.001mg/kgka >0.008:±13%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GT	Kromi (Cr) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H3	Kupari (Cu) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H0	Elohopea (Hg) L/S=2	<0.006:±0.001mg/kgka >0.006:±17%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H4	Molybdeeni (Mo) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GU	Nikkeli (Ni) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GS	Lyijy (Pb) L/S=2	<0.005:±0.001mg/kgka >0.005:±20%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GY	Antimoni (Sb) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H6	Seleeni (Se) L/S=2	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GV	Vanadiini (V) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0HB	Sinkki (Zn) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QB	Kloridi L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QC	Fluoridi L/S=2	<5:±0.75mg/kgka >5:±15%	1	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QA	Sulfaatti L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ01	DOC L/S=2	<50:±8mg/kgka >50:±16%	10	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB
L/S10 kum., 2-vaihe rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ22	pH L/S=8	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ32	Sähkönjohtavuus L/S=8	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB



L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YB0NH	Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NI	Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NQ	Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NR	Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	<0.028:±0.004mg/kgka >0.028:±14%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NJ	Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P0	Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	<0.23:±0.05mg/kgka >0.23:±22%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NP	Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	<0.02:±0.004mg/kgka >0.02:±20%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NS	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	<0.062:±0.01mg/kgka >0.062:±16%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NL	Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NK	Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NN	Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NT	Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	<0.2:±0.04mg/kgka >0.2:±20%	0,04	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NM	Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	<0.067:±0.01mg/kgka >0.067:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P3	Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QE	Kloridi L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QF	Fluoridi L/S=10 (Kum.)	<20:±4mg/kgka >20:±20%	5	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QD	Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ02	DOC L/S=10 (Kum.)	<200:±40mg/kgka >200:±20%	50	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB

Laboratorio	
YB	Eurofins Ahma - Oulu

Jakelu : emmi.ilonen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Tutkimusno EUFI05-00021132
Asiakasno YB0001208
1510073385-05

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND
s-posti: merja.autiola@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus
 HaKaKo-TP5

Näyttenumero	693-2023-00016924
Näytteen kuvaus	Tuhkan ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	KyVo-VK1
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	98,0
Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	YBB32	% ka	1,5
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=2	YBJ21		8,1
Sähkönjohtavuus L/S=2	YBJ31	mS/m	480
Arseeni (As) L/S=2	YB0GQ	mg/kg ka	0,021
Barium (Ba) L/S=2	YB0GR	mg/kg ka	0,15
Kadmium (Cd) L/S=2	YB0H1	mg/kg ka	<0,001
Koboltti (Co) L/S=2	YB0H2	mg/kg ka	0,014
Kromi (Cr) L/S=2	YB0GT	mg/kg ka	0,004
Kupari (Cu) L/S=2	YB0H3	mg/kg ka	0,047
Elohopea (Hg) L/S=2	YB0H0	mg/kg ka	<0,001
Molybdeeni (Mo) L/S=2	YB0H4	mg/kg ka	0,44
Nikkeli (Ni) L/S=2	YB0GU	mg/kg ka	0,025
Lyijy (Pb) L/S=2	YB0GS	mg/kg ka	0,002
Antimoni (Sb) L/S=2	YB0GY	mg/kg ka	0,004
Seleeni (Se) L/S=2	YB0H6	mg/kg ka	<0,01
Vanadiini (V) L/S=2	YB0GV	mg/kg ka	0,038
Sinkki (Zn) L/S=2	YB0HB	mg/kg ka	0,028
Kloridi L/S=2	YB0QB	mg/kg ka	1200
Fluoridi L/S=2	YB0QC	mg/kg ka	6,9



Näyttenumero	693-2023-00016924
Näytteen kuvaus	Tuhkan ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	KyVo-VK1
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
Sulfaatti L/S=2	YB0QA	mg/kg ka	3200
DOC L/S=2	YBJ01	mg/kg ka	150
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=8	YBJ22		8,7
Sähkönjohtavuus L/S=8	YBJ32	mS/m	70
Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	YB0NH	mg/kg ka	0,076
Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	YB0NI	mg/kg ka	0,24
Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	YB0NQ	mg/kg ka	<0,005
Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	YB0NR	mg/kg ka	0,021
Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	YB0NJ	mg/kg ka	0,018
Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	YB0P0	mg/kg ka	0,095
Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	YB0NP	mg/kg ka	<0,004
Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	YB0NS	mg/kg ka	0,49
Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	YB0NL	mg/kg ka	0,047
Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	YB0NK	mg/kg ka	<0,005
Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	YB0NN	mg/kg ka	<0,01
Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	YB0NT	mg/kg ka	<0,04
Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	YB0NM	mg/kg ka	0,26
Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	YB0P3	mg/kg ka	<0,05
Kloridi L/S=10 (Kum.)	YB0QE	mg/kg ka	1200
Fluoridi L/S=10 (Kum.)	YB0QF	mg/kg ka	7,1
Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	YB0QD	mg/kg ka	3300
DOC L/S=10 (Kum.)	YBJ02	mg/kg ka	260

*Menetelmä on akkreditoitu.



ALLEKIRJOITUS

04.05.2023



Tomi Nevanperä Kemisti 4-H94 Waste Testing Oulu

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YBB32	Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	<1.5:±0.3%yks.ka >1.3:±20%	0,5	Ei	SFS-EN 15936:2022	YB
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ21	pH L/S=2	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ31	Sähköjohtavuus L/S=2	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GQ	Arseeni (As) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GR	Barium (Ba) L/S=2	<0.065:±0.01mg/kgka >0.065:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H1	Kadmium (Cd) L/S=2	<0.007:±0.001mg/kgka >0.007:±14%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H2	Koboltti (Co) L/S=2	<0.008:±0.001mg/kgka >0.008:±13%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GT	Kromi (Cr) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H3	Kupari (Cu) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H0	Elohopea (Hg) L/S=2	<0.006:±0.001mg/kgka >0.006:±17%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H4	Molybdeeni (Mo) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GU	Nikkeli (Ni) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GS	Lyijy (Pb) L/S=2	<0.005:±0.001mg/kgka >0.005:±20%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GY	Antimoni (Sb) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H6	Seleeni (Se) L/S=2	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GV	Vanadiini (V) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0HB	Sinkki (Zn) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QB	Kloridi L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QC	Fluoridi L/S=2	<5:±0.75mg/kgka >5:±15%	1	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QA	Sulfaatti L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ01	DOC L/S=2	<50:±8mg/kgka >50:±16%	10	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ22	pH L/S=8	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ32	Sähköjohtavuus L/S=8	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB



L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YB0NH	Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NI	Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NQ	Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NR	Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	<0.028:±0.004mg/kgka >0.028:±14%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NJ	Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P0	Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	<0.23:±0.05mg/kgka >0.23:±22%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NP	Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	<0.02:±0.004mg/kgka >0.02:±20%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NS	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	<0.062:±0.01mg/kgka >0.062:±16%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NL	Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NK	Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NN	Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NT	Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	<0.2:±0.04mg/kgka >0.2:±20%	0,04	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NM	Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	<0.067:±0.01mg/kgka >0.067:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P3	Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QE	Kloridi L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QF	Fluoridi L/S=10 (Kum.)	<20:±4mg/kgka >20:±20%	5	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QD	Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ02	DOC L/S=10 (Kum.)	<200:±40mg/kgka >200:±20%	50	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB

Laboratorio	
YB	Eurofins Ahma - Oulu

Jakelu : emmi.ilonen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Tutkimusno EUFI05-00021132
 Asiakasno YB0001208
 1510073385-05

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
 Itsehallintokuja 3
 02600 Espoo
 FINLAND
 s-posti: merja.autiola@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus
 HaKaKo-TP5

Näyttenumero	693-2023-00016927
Näytteen kuvaus	Tuhkan ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	KyVo-VK2
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyytit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	92,9
Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	YBB32	% ka	1,4
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=2	YBJ21		7,9
Sähkönjohtavuus L/S=2	YBJ31	mS/m	510
Arseeni (As) L/S=2	YB0GQ	mg/kg ka	0,012
Barium (Ba) L/S=2	YB0GR	mg/kg ka	0,12
Kadmium (Cd) L/S=2	YB0H1	mg/kg ka	<0,001
Koboltti (Co) L/S=2	YB0H2	mg/kg ka	0,020
Kromi (Cr) L/S=2	YB0GT	mg/kg ka	<0,002
Kupari (Cu) L/S=2	YB0H3	mg/kg ka	0,047
Elohopea (Hg) L/S=2	YB0H0	mg/kg ka	<0,001
Molybdeeni (Mo) L/S=2	YB0H4	mg/kg ka	0,39
Nikkeli (Ni) L/S=2	YB0GU	mg/kg ka	0,017
Lyijy (Pb) L/S=2	YB0GS	mg/kg ka	<0,001
Antimoni (Sb) L/S=2	YB0GY	mg/kg ka	0,004
Seleeni (Se) L/S=2	YB0H6	mg/kg ka	0,017
Vanadiini (V) L/S=2	YB0GV	mg/kg ka	0,011
Sinkki (Zn) L/S=2	YB0HB	mg/kg ka	0,012
Kloridi L/S=2	YB0QB	mg/kg ka	1300
Fluoridi L/S=2	YB0QC	mg/kg ka	<1



Näyttenumero	693-2023-00016927
Näytteen kuvaus	Tuhkan ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	KyVo-VK2
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
Sulfaatti L/S=2	YB0QA	mg/kg ka	4200
DOC L/S=2	YBJ01	mg/kg ka	110
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=8	YBJ22		8,3
Sähkönjohtavuus L/S=8	YBJ32	mS/m	100
Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	YB0NH	mg/kg ka	0,031
Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	YB0NI	mg/kg ka	0,36
Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	YB0NQ	mg/kg ka	<0,005
Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	YB0NR	mg/kg ka	0,027
Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	YB0NJ	mg/kg ka	<0,01
Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	YB0P0	mg/kg ka	0,10
Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	YB0NP	mg/kg ka	<0,004
Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	YB0NS	mg/kg ka	0,46
Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	YB0NL	mg/kg ka	0,032
Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	YB0NK	mg/kg ka	<0,005
Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	YB0NN	mg/kg ka	0,010
Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	YB0NT	mg/kg ka	<0,04
Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	YB0NM	mg/kg ka	0,066
Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	YB0P3	mg/kg ka	0,057
Kloridi L/S=10 (Kum.)	YB0QE	mg/kg ka	1300
Fluoridi L/S=10 (Kum.)	YB0QF	mg/kg ka	<5
Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	YB0QD	mg/kg ka	6200
DOC L/S=10 (Kum.)	YBJ02	mg/kg ka	190

*Menetelmä on akkreditoitu.



ALLEKIRJOITUS

04.05.2023



Tomi Nevanperä Kemisti 4-H94 Waste Testing Oulu

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YBB32	Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	<1.5:±0.3%yks.ka >1.3:±20%	0,5	Ei	SFS-EN 15936:2022	YB
L/S2, 2-vaiheen rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ21	pH L/S=2	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ31	Sähkönjohtavuus L/S=2	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GQ	Arseeni (As) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GR	Barium (Ba) L/S=2	<0.065:±0.01mg/kgka >0.065:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H1	Kadmium (Cd) L/S=2	<0.007:±0.001mg/kgka >0.007:±14%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H2	Koboltti (Co) L/S=2	<0.008:±0.001mg/kgka >0.008:±13%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GT	Kromi (Cr) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H3	Kupari (Cu) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H0	Elohopea (Hg) L/S=2	<0.006:±0.001mg/kgka >0.006:±17%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H4	Molybdeeni (Mo) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GU	Nikkeli (Ni) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GS	Lyijy (Pb) L/S=2	<0.005:±0.001mg/kgka >0.005:±20%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GY	Antimoni (Sb) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H6	Seleeni (Se) L/S=2	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GV	Vanadiini (V) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0HB	Sinkki (Zn) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QB	Kloridi L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QC	Fluoridi L/S=2	<5:±0.75mg/kgka >5:±15%	1	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QA	Sulfaatti L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ01	DOC L/S=2	<50:±8mg/kgka >50:±16%	10	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB
L/S10 kum., 2-vaiheen rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ22	pH L/S=8	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ32	Sähkönjohtavuus L/S=8	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB



L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YB0NH	Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NI	Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NQ	Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NR	Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	<0.028:±0.004mg/kgka >0.028:±14%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NJ	Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P0	Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	<0.23:±0.05mg/kgka >0.23:±22%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NP	Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	<0.02:±0.004mg/kgka >0.02:±20%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NS	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	<0.062:±0.01mg/kgka >0.062:±16%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NL	Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NK	Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NN	Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NT	Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	<0.2:±0.04mg/kgka >0.2:±20%	0,04	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NM	Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	<0.067:±0.01mg/kgka >0.067:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P3	Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QE	Kloridi L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QF	Fluoridi L/S=10 (Kum.)	<20:±4mg/kgka >20:±20%	5	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QD	Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ02	DOC L/S=10 (Kum.)	<200:±40mg/kgka >200:±20%	50	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB

Laboratorio	
YB	Eurofins Ahma - Oulu

Jakelu : emmi.ilonen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Tutkimusno EUFI05-00021132
Asiakasno YB0001208
1510073385-05

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
FINLAND
s-posti: merja.autiola@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus
 HaKaKo-TP5

Näyttenumero	693-2023-00016925
Näytteen kuvaus	Kalkin ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	Nordkalk-VK1
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	98,0
Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	YBB32	% ka	1,5
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=2	YBJ21		7,8
Sähkönjohtavuus L/S=2	YBJ31	mS/m	460
Arseeni (As) L/S=2	YB0GQ	mg/kg ka	0,011
Barium (Ba) L/S=2	YB0GR	mg/kg ka	0,11
Kadmium (Cd) L/S=2	YB0H1	mg/kg ka	<0,001
Koboltti (Co) L/S=2	YB0H2	mg/kg ka	0,004
Kromi (Cr) L/S=2	YB0GT	mg/kg ka	<0,002
Kupari (Cu) L/S=2	YB0H3	mg/kg ka	0,023
Elohopea (Hg) L/S=2	YB0H0	mg/kg ka	<0,001
Molybdeeni (Mo) L/S=2	YB0H4	mg/kg ka	0,29
Nikkeli (Ni) L/S=2	YB0GU	mg/kg ka	0,013
Lyijy (Pb) L/S=2	YB0GS	mg/kg ka	<0,001
Antimoni (Sb) L/S=2	YB0GY	mg/kg ka	<0,002
Seleeni (Se) L/S=2	YB0H6	mg/kg ka	<0,01
Vanadiini (V) L/S=2	YB0GV	mg/kg ka	0,039
Sinkki (Zn) L/S=2	YB0HB	mg/kg ka	<0,01
Kloridi L/S=2	YB0QB	mg/kg ka	1000
Fluoridi L/S=2	YB0QC	mg/kg ka	8,4



Näyttenumero	693-2023-00016925
Näytteen kuvaus	Kalkin ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	Nordkalk-VK1
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
Sulfaatti L/S=2	YB0QA	mg/kg ka	3300
DOC L/S=2	YBJ01	mg/kg ka	130
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=8	YBJ22		8,2
Sähkönjohtavuus L/S=8	YBJ32	mS/m	70
Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	YB0NH	mg/kg ka	0,049
Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	YB0NI	mg/kg ka	0,15
Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	YB0NQ	mg/kg ka	<0,005
Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	YB0NR	mg/kg ka	0,007
Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	YB0NJ	mg/kg ka	<0,01
Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	YB0P0	mg/kg ka	0,053
Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	YB0NP	mg/kg ka	<0,004
Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	YB0NS	mg/kg ka	0,34
Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	YB0NL	mg/kg ka	0,028
Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	YB0NK	mg/kg ka	<0,005
Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	YB0NN	mg/kg ka	<0,01
Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	YB0NT	mg/kg ka	<0,04
Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	YB0NM	mg/kg ka	0,26
Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	YB0P3	mg/kg ka	<0,05
Kloridi L/S=10 (Kum.)	YB0QE	mg/kg ka	1100
Fluoridi L/S=10 (Kum.)	YB0QF	mg/kg ka	8,9
Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	YB0QD	mg/kg ka	3400
DOC L/S=10 (Kum.)	YBJ02	mg/kg ka	250

*Menetelmä on akkreditoitu.



ALLEKIRJOITUS

04.05.2023



Tomi Nevanperä Kemisti 4-H94 Waste Testing Oulu

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YBB32	Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	<1.5:±0.3%yks.ka >1.3:±20%	0,5	Ei	SFS-EN 15936:2022	YB
L/S2, 2-vaihe rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ21	pH L/S=2	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ31	Sähkönjohtavuus L/S=2	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GQ	Arseeni (As) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GR	Barium (Ba) L/S=2	<0.065:±0.01mg/kgka >0.065:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H1	Kadmium (Cd) L/S=2	<0.007:±0.001mg/kgka >0.007:±14%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H2	Koboltti (Co) L/S=2	<0.008:±0.001mg/kgka >0.008:±13%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GT	Kromi (Cr) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H3	Kupari (Cu) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H0	Elohopea (Hg) L/S=2	<0.006:±0.001mg/kgka >0.006:±17%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H4	Molybdeeni (Mo) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GU	Nikkeli (Ni) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GS	Lyijy (Pb) L/S=2	<0.005:±0.001mg/kgka >0.005:±20%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GY	Antimoni (Sb) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H6	Seleeni (Se) L/S=2	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GV	Vanadiini (V) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0HB	Sinkki (Zn) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QB	Kloridi L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QC	Fluoridi L/S=2	<5:±0.75mg/kgka >5:±15%	1	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QA	Sulfaatti L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ01	DOC L/S=2	<50:±8mg/kgka >50:±16%	10	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB
L/S10 kum., 2-vaihe rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ22	pH L/S=8	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ32	Sähkönjohtavuus L/S=8	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB



L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YB0NH	Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NI	Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NQ	Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NR	Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	<0.028:±0.004mg/kgka >0.028:±14%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NJ	Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P0	Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	<0.23:±0.05mg/kgka >0.23:±22%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NP	Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	<0.02:±0.004mg/kgka >0.02:±20%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NS	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	<0.062:±0.01mg/kgka >0.062:±16%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NL	Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NK	Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NN	Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NT	Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	<0.2:±0.04mg/kgka >0.2:±20%	0,04	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NM	Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	<0.067:±0.01mg/kgka >0.067:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P3	Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QE	Kloridi L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QF	Fluoridi L/S=10 (Kum.)	<20:±4mg/kgka >20:±20%	5	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QD	Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ02	DOC L/S=10 (Kum.)	<200:±40mg/kgka >200:±20%	50	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB

Laboratorio	
YB	Eurofins Ahma - Oulu

Jakelu : emmi.ilonen@ramboll.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.



Tutkimusno EUFI05-00021132
 Asiakasno YB0001208
 1510073385-05

Ramboll Finland Oy
Merja Autiola
 Itsehallintokuja 3
 02600 Espoo
 FINLAND
 s-posti: merja.autiola@ramboll.fi

Tilauksen kuvaus
 HaKaKo-TP5

Näyttenumero	693-2023-00016928
Näytteen kuvaus	Kalkin ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	Nordkalk-VK2
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyytit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Kuiva-ainepitoisuus	YBC15	%	99,0
Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	YBB32	% ka	1,5
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=2	YBJ21		6,8
Sähkönjohtavuus L/S=2	YBJ31	mS/m	450
Arseeni (As) L/S=2	YB0GQ	mg/kg ka	0,009
Barium (Ba) L/S=2	YB0GR	mg/kg ka	0,089
Kadmium (Cd) L/S=2	YB0H1	mg/kg ka	<0,001
Koboltti (Co) L/S=2	YB0H2	mg/kg ka	0,004
Kromi (Cr) L/S=2	YB0GT	mg/kg ka	0,002
Kupari (Cu) L/S=2	YB0H3	mg/kg ka	0,027
Elohopea (Hg) L/S=2	YB0H0	mg/kg ka	<0,001
Molybdeeni (Mo) L/S=2	YB0H4	mg/kg ka	0,23
Nikkeli (Ni) L/S=2	YB0GU	mg/kg ka	0,014
Lyijy (Pb) L/S=2	YB0GS	mg/kg ka	<0,001
Antimoni (Sb) L/S=2	YB0GY	mg/kg ka	<0,002
Seleeni (Se) L/S=2	YB0H6	mg/kg ka	<0,01
Vanadiini (V) L/S=2	YB0GV	mg/kg ka	0,024
Sinkki (Zn) L/S=2	YB0HB	mg/kg ka	<0,01
Kloridi L/S=2	YB0QB	mg/kg ka	850
Fluoridi L/S=2	YB0QC	mg/kg ka	<1



Näyttenumero	693-2023-00016928
Näytteen kuvaus	Kalkin ja maa-aineksen seos
Asiakkaan näyttenumero	Nordkalk-VK2
Matriisi	Muut rakennusmateriaalit
Näytteenottopäivä	
Vastaanottopäivä	20.04.2023
Analysointi aloitettu	20.04.2023
Näytteenottaja	Asiakas

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
Sulfaatti L/S=2	YB0QA	mg/kg ka	4000
DOC L/S=2	YBJ01	mg/kg ka	120
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002			
pH L/S=8	YBJ22		5,1
Sähkönjohtavuus L/S=8	YBJ32	mS/m	47
Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	YB0NH	mg/kg ka	0,051
Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	YB0NI	mg/kg ka	0,12
Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	YB0NQ	mg/kg ka	<0,005
Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	YB0NR	mg/kg ka	0,009
Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	YB0NJ	mg/kg ka	<0,01
Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	YB0P0	mg/kg ka	0,075
Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	YB0NP	mg/kg ka	<0,004
Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	YB0NS	mg/kg ka	0,28
Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	YB0NL	mg/kg ka	0,038
Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	YB0NK	mg/kg ka	0,012
Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	YB0NN	mg/kg ka	<0,01
Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	YB0NT	mg/kg ka	<0,04
Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	YB0NM	mg/kg ka	0,20
Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	YB0P3	mg/kg ka	0,090
Kloridi L/S=10 (Kum.)	YB0QE	mg/kg ka	870
Fluoridi L/S=10 (Kum.)	YB0QF	mg/kg ka	<5
Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	YB0QD	mg/kg ka	4200
DOC L/S=10 (Kum.)	YBJ02	mg/kg ka	250

*Menetelmä on akkreditoitu.



ALLEKIRJOITUS

04.05.2023



Tomi Nevanperä Kemisti 4-H94 Waste Testing Oulu

TomiNevanpera@eurofins.fi +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.


Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC15	Kuiva-ainepitoisuus	<25:±0.5%yks. >25:±2%	0,2	Ei	SFS-EN 15934:2012	YB
YBB32	Orgaaninen kokonaishiili (TOC)	<1.5:±0.3%yks.ka >1.3:±20%	0,5	Ei	SFS-EN 15936:2022	YB
L/S2, 2-vaih rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ21	pH L/S=2	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ31	Sähkönjohtavuus L/S=2	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GQ	Arseeni (As) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GR	Barium (Ba) L/S=2	<0.065:±0.01mg/kgka >0.065:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H1	Kadmium (Cd) L/S=2	<0.007:±0.001mg/kgka >0.007:±14%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H2	Koboltti (Co) L/S=2	<0.008:±0.001mg/kgka >0.008:±13%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GT	Kromi (Cr) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H3	Kupari (Cu) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H0	Elohopea (Hg) L/S=2	<0.006:±0.001mg/kgka >0.006:±17%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H4	Molybdeeni (Mo) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GU	Nikkeli (Ni) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GS	Lyijy (Pb) L/S=2	<0.005:±0.001mg/kgka >0.005:±20%	0,001	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GY	Antimoni (Sb) L/S=2	<0.01:±0.002mg/kgka >0.01:±20%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0H6	Seleeni (Se) L/S=2	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0GV	Vanadiini (V) L/S=2	<0.013:±0.002mg/kgka >0.013:±15%	0,002	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0HB	Sinkki (Zn) L/S=2	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QB	Kloridi L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QC	Fluoridi L/S=2	<5:±0.75mg/kgka >5:±15%	1	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QA	Sulfaatti L/S=2	<75:±9mg/kgka >75:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ01	DOC L/S=2	<50:±8mg/kgka >50:±16%	10	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB
L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YBJ22	pH L/S=8	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10523:2012.; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ32	Sähkönjohtavuus L/S=8	<15:±3mS/m >15:±20%	5	Ei	SFS-EN 27888:1994; SFS-EN 12457-3:2002	YB



L/S10 kum., 2-vaih. rav.testi SFS-EN 12457-3:2002						
YB0NH	Arseeni (As) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NI	Barium (Ba) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NQ	Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NR	Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.)	<0.028:±0.004mg/kgka >0.028:±14%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NJ	Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P0	Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.)	<0.23:±0.05mg/kgka >0.23:±22%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NP	Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.)	<0.02:±0.004mg/kgka >0.02:±20%	0,004	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NS	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.)	<0.062:±0.01mg/kgka >0.062:±16%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NL	Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.)	<0.056:±0.01mg/kgka >0.056:±18%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NK	Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.)	<0.025:±0.005mg/kgka >0.025:±20%	0,005	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NN	Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.)	<0.05:±0.01mg/kgka >0.05:±20%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NT	Seleeni (Se) L/S=10 (Kum.)	<0.2:±0.04mg/kgka >0.2:±20%	0,04	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0NM	Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.)	<0.067:±0.01mg/kgka >0.067:±15%	0,01	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0P3	Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.)	<0.25:±0.05mg/kgka >0.25:±20%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QE	Kloridi L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QF	Fluoridi L/S=10 (Kum.)	<20:±4mg/kgka >20:±20%	5	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YB0QD	Sulfaatti L/S=10 (Kum.)	<300:±45mg/kgka >300:±15%	50	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009; SFS-EN 12457-3:2002	YB
YBJ02	DOC L/S=10 (Kum.)	<200:±40mg/kgka >200:±20%	50	Ei	SFS-EN 1484:1997; SFS-EN 12457-3:2002	YB

Laboratorio

YB Eurofins Ahma - Oulu

Jakelu : emmi.ilonen@ramboll.fi

Huomautukset

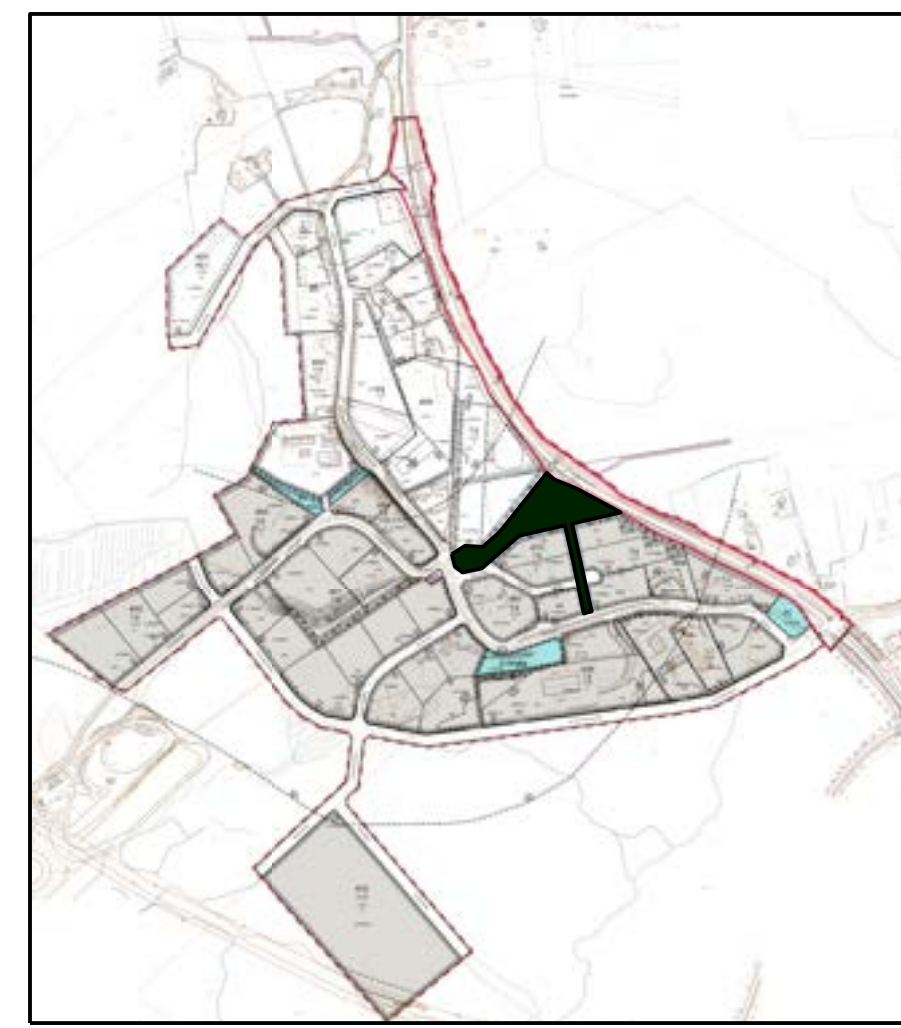
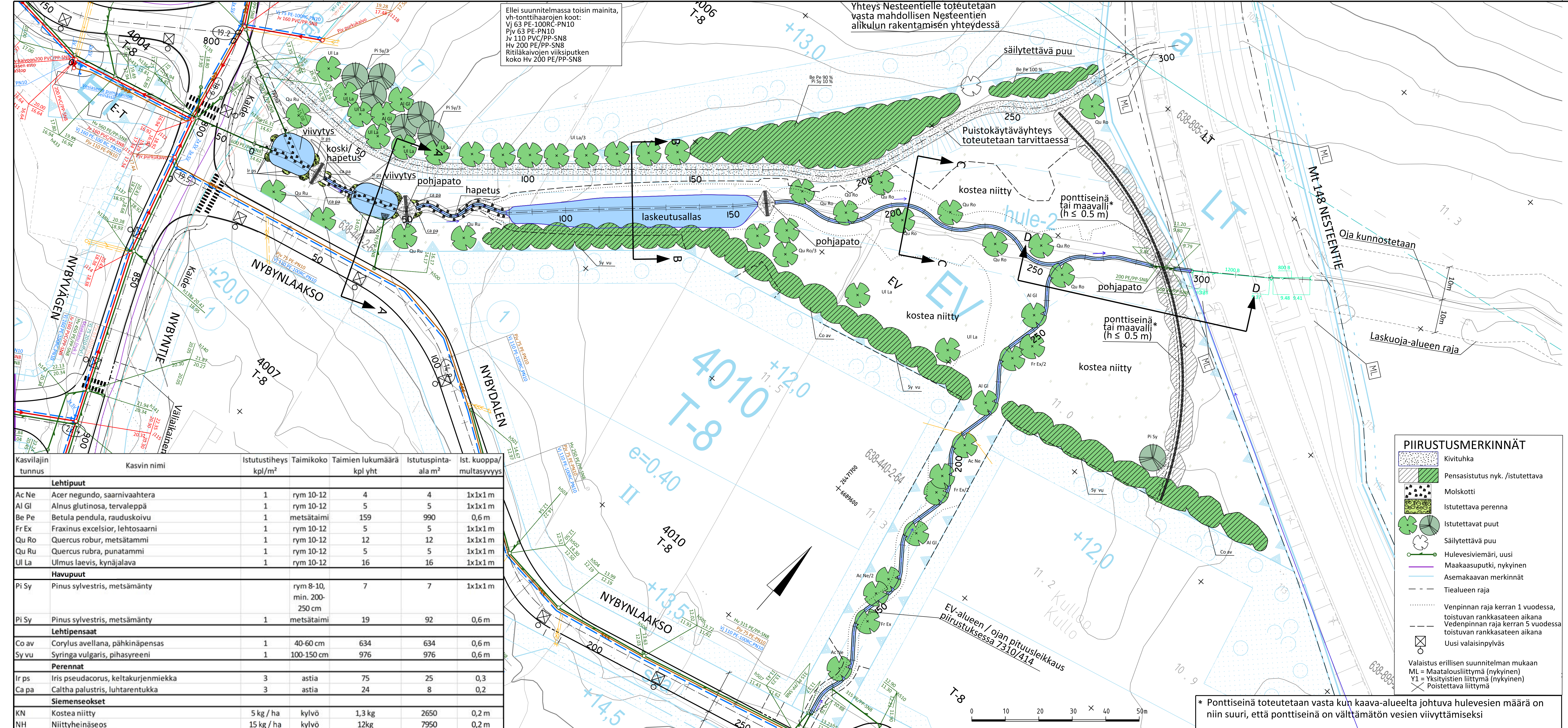
Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Liite 3

Esimerkkejä happaman sulfaattimaan suotovesien käsittelystä
kalkkisuotopato, kosteikon suunnitelmapiirustus,
kemikaaliaseman tasokuva

Ellei suunnitelmassa toisin mainita, vh-tonttihaarojen koot: Vj 63 PE-100RC-PN10 Pjv 63 PE-PN10 Jv 110 PVC/PP-SN8 Hv 200 PE/PP-SN8 Ritiläkaivojen viiksputken koko Hv 200 PE/PP-SN8

Yhteys Nesteentien toteutetaan vasta mahdollisen Nesteentien alikulun rakentamisen yhteydessä



Kasvilajin tunnus	Kasvin nimi	Istutustiheys kpl/m ²	Taimikoko	Taimien lukumäärä kpl yht	Istutuspinta-ala m ²	Ist. kuoppa/multasyvyys
Lehtipuut						
Ac Ne	Acer negundo, saarnivaahtera	1	rym 10-12	4	4	1x1x1 m
Al Gl	Alnus glutinosa, tervaleppä	1	rym 10-12	5	5	1x1x1 m
Be Pe	Betula pendula, rauduskoivu	1	metsätaimi	159	990	0,6 m
Fr Ex	Fraxinus excelsior, lehtosaarni	1	rym 10-12	5	5	1x1x1 m
Qu Ro	Quercus robur, metsätammi	1	rym 10-12	12	12	1x1x1 m
Qu Ru	Quercus rubra, punatammi	1	rym 10-12	5	5	1x1x1 m
Ul La	Ulmus laevis, kynäjalava	1	rym 10-12	16	16	1x1x1 m
Havupuut						
Pi Sy	Pinus sylvestris, metsämänty	1	rym 8-10, min. 200-250 cm	7	7	1x1x1 m
Pi Sy	Pinus sylvestris, metsämänty	1	metsätaimi	19	92	0,6 m
Lehtipensaat						
Co av	Corylus avellana, pähkinäpensas	1	40-60 cm	634	634	0,6 m
Sy vu	Syringa vulgaris, pihasyreeni	1	100-150 cm	976	976	0,6 m
Perennat						
Ir ps	Iris pseudacorus, keltakurjenmieikka	3	astia	75	25	0,3
Ca pa	Caltha palustris, luhtarentukka	3	astia	24	8	0,2
Siemenseokset						
KN	Kostea niitty	5 kg / ha	kylvö	1,3 kg	2650	0,2 m
NH	Niittyheinäseos	15 kg / ha	kylvö	12kg	7950	0,2 m

PIIRUSTUSMERKINNÄT

- Kivituha
- Pensasisutus nyk. /istutettava
- Molskotti
- Istutettava perenna
- Istutettavat puut
- Säilytettävä puu
- Hulevesiviemäri, uusi
- Maakaasuputki, nykyinen
- Asemakaavan merkinnät
- Tialueen raja
- Venpinnan raja kerran 1 vuodessa, toistuvan rankkasateen aikana
- Vedenpinnan raja kerran 5 vuodessa toistuvan rankkasateen aikana
- Uusi valaisinpylväs
- Valaistus erillisen suunnitelman mukaan
- ML = Maatalousliittymä (nykyinen)
- Y1 = Yksityisten liittymä (nykyinen)
- X = Poistettava liittymä

KOORDINAATIO ETRS-GK26, KORKEUSJÄRJ. N2000

A	1	Muutettu Nesteentien pohjoista liittymää	NHe	1.6.2020
Tunn. Lkm. Muutos			Mittaus	Päivä

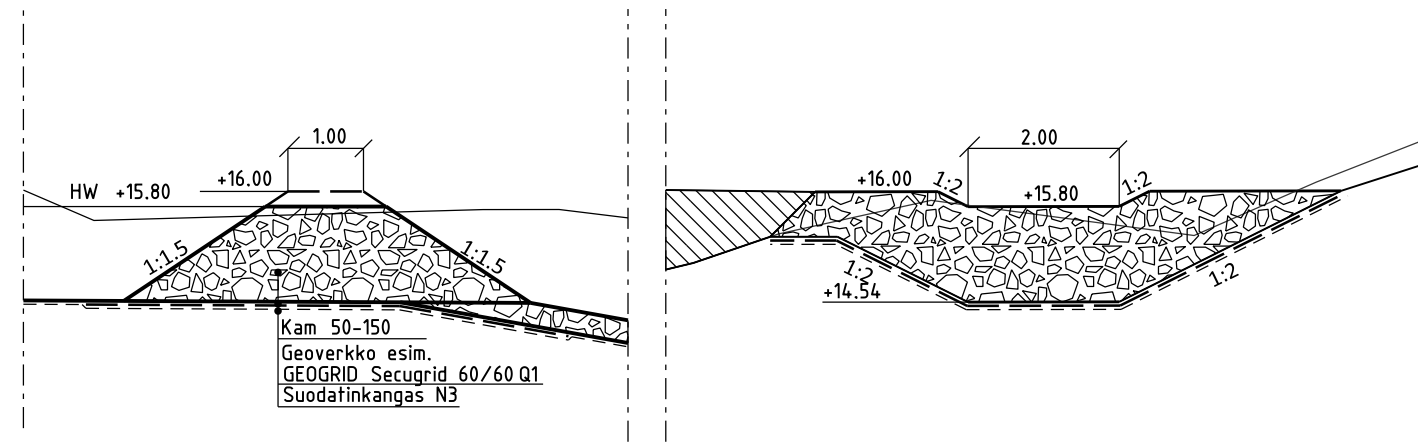
RAKENNUSSUUNNITELMA
KULLOON YRITYSALUE
EV-alue I
Hulevesien viivytys ja pyörätie Nesteentien laaksossa

PIIRUSTUS	ASEMAPIIRUSTUS	1:500	PORVOON KAUPUNKI KUNTATEKNIikka
Suunnittelija	Pvm		Rintamatorit B PL 23 06101 Porvoo
Piirt.	Tark.	Elina Leppänen	Kuntateknikkapäällikön vhp.
PORVOON VESI	Metsätien 2, Porvoo	Tark.	Arkkitehtinumero
BORG VATTEN	Metsätien 2, Borgå		357 / 03 / 19
DESTIA	Pvm	3.11.2020	Tark. A. Kosonen
			Suunn. Z. Hrasko-Johnson / M. Forsström

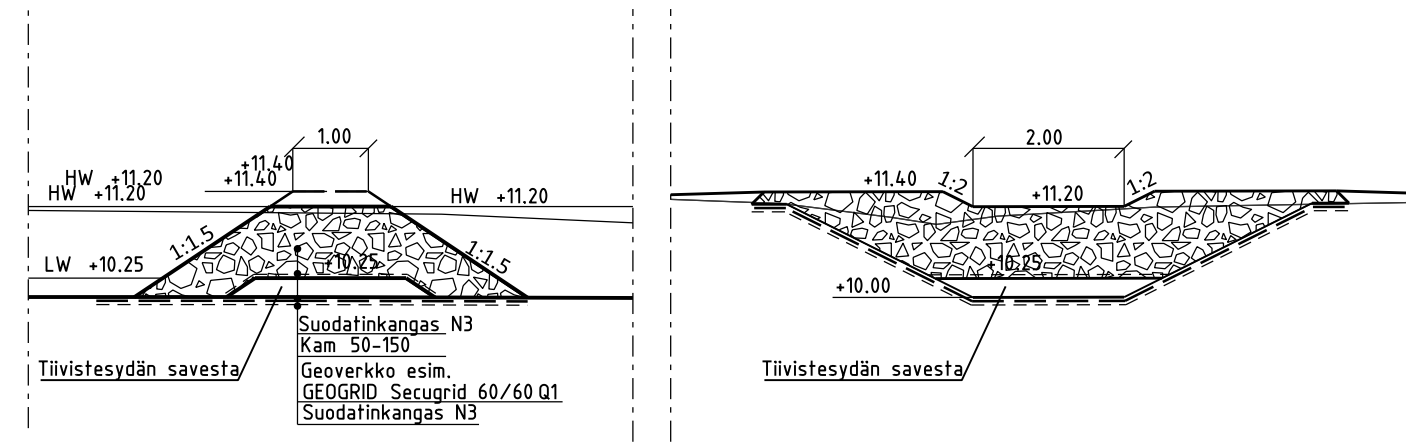
* Pönttiseinä toteutetaan vasta kun kaava-alueelta johtuva hulevesien määrä on niin suuri, että pönttiseinä on välttämätön vesien viivyttämiseksi



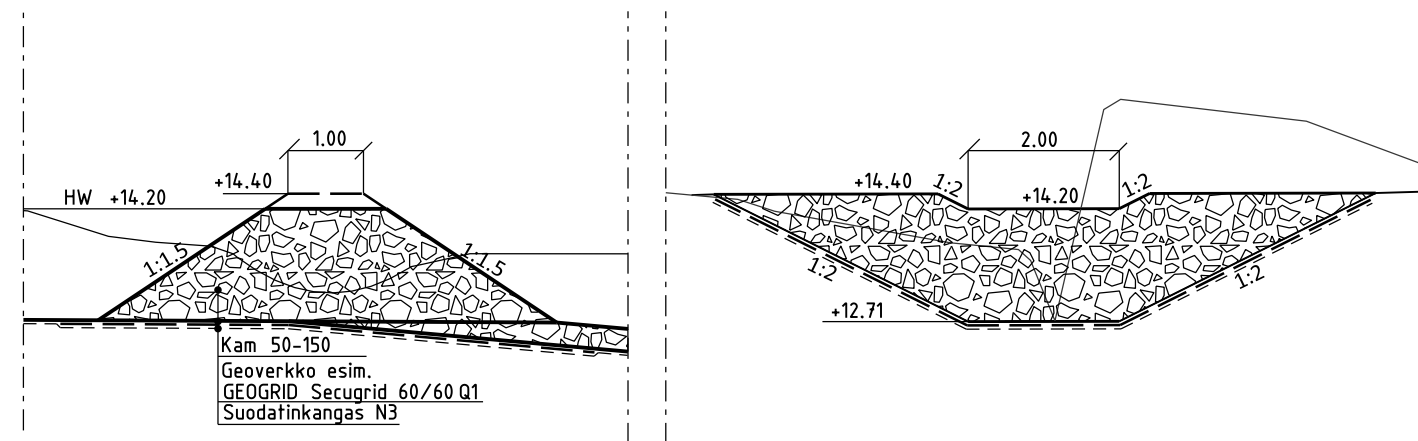
EV - alue/oja Nybyntieltä Nesteentielle
POHJAPATO PL:LLA 20 LEIKKAUKSET 1:100



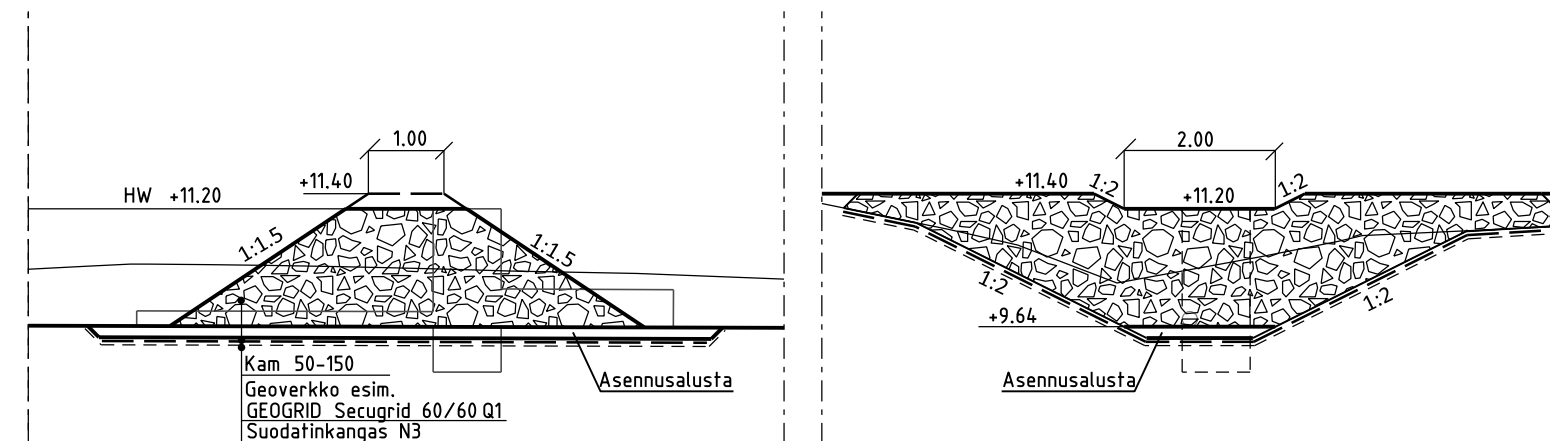
EV - alue/oja Nybyntieltä Nesteentielle
POHJAPATO PL:LLA 160 LEIKKAUKSET 1:100



EV - alue/oja Nybyntieltä Nesteentielle
POHJAPATO PL:LLA 50 LEIKKAUKSET 1:100

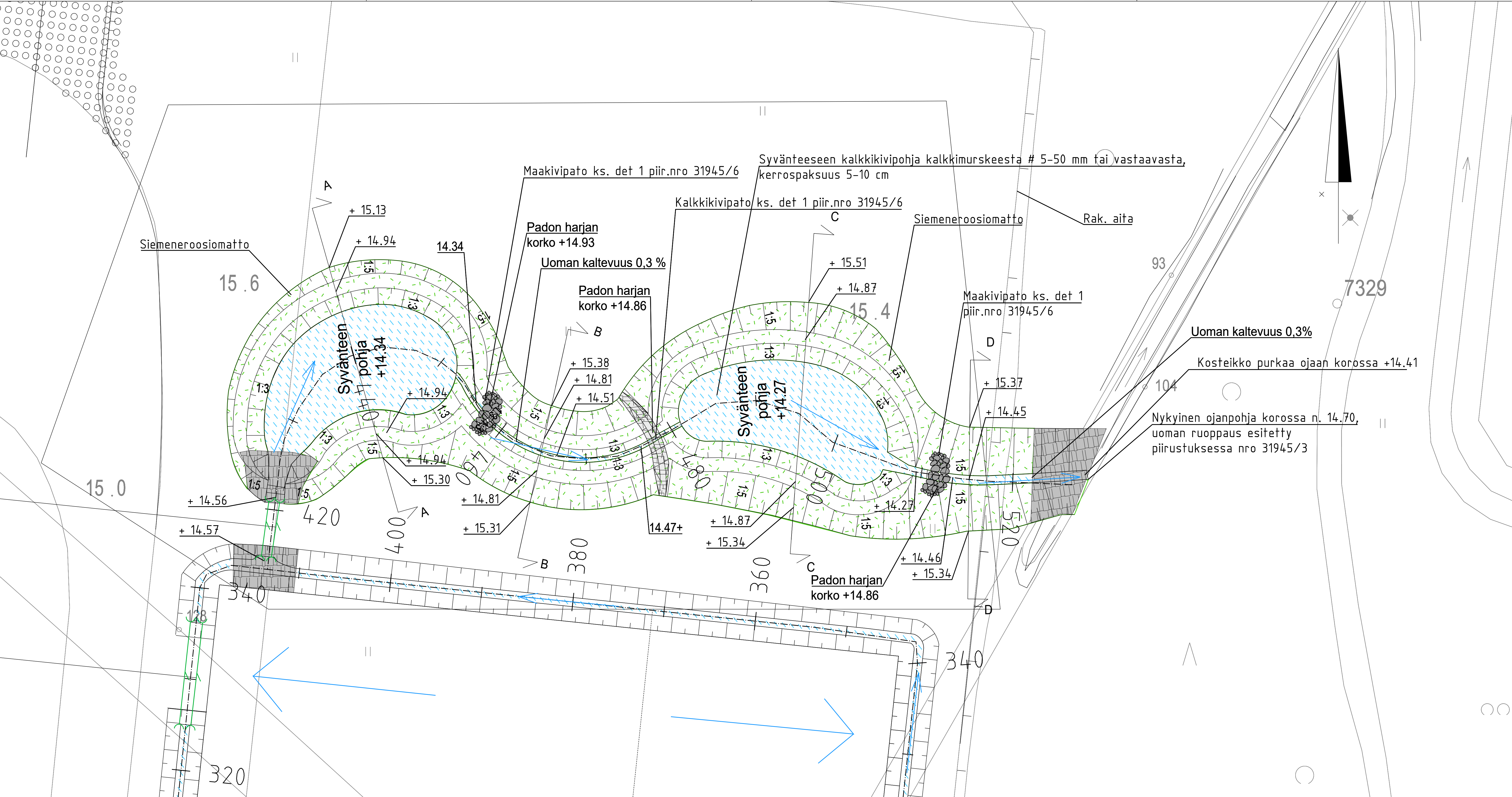


EV - alue/oja Nybyntieltä Nesteentielle
POHJAPATO PL:LLA 290 LEIKKAUKSET 1:100



KOORDINAATISTO ETRS-GK26, KORKEUSJÄRJ. N2000

PUISTOSUUNNITELMA		Piirustusno.
KULLOON YRITYSALUE		7310/417
EV-alue I Pohjapatojen leikkaukset		
Piirustuslaji ja mittakaava	RAKENNETTYPIPOIKKILEIKKAUKSET 1:100	PORVOON KAUPUNKI KUNTATEKNIikka
Suunnittelija	Pvm	Riikamatori B PL 23 06101 Porvoo
Piirt.	Tark. <i>Elina Leppänen</i>	Kuntatekniikkapäällikön vhp.
Porvoon vesi Mestarinte 2, Porvoo	Borgå vatten Mästarvägen 2, Borgå	Arkistonumero 357 / 03 / 19
DESTIA	Pvm 31.1.2020	Tark. <i>A. Kosonen</i> Suunn. <i>M. Forsström/ Z. Hrasko-Johnson</i>



- MERKINTÖJEN SELITYKSET
- kiviheitoke louheesta # 100-250 mm, 300 mm
-geolujite pohjamaan päälle
 - niitty lk B4
- 100% biohajoava siemeneroosiomatto luiskissa, Greenfix Covamat Plus 2B, Eg-Trading Oy tai vastaava
- Asennus valmistajan ohjeiden mukaan
- maon siemenseokset ks. työselustus
 - hulevesipainanteen pysyvän vesipinnan alue
- maapohja, ei siemenkylvöä tai eroosiomattoa

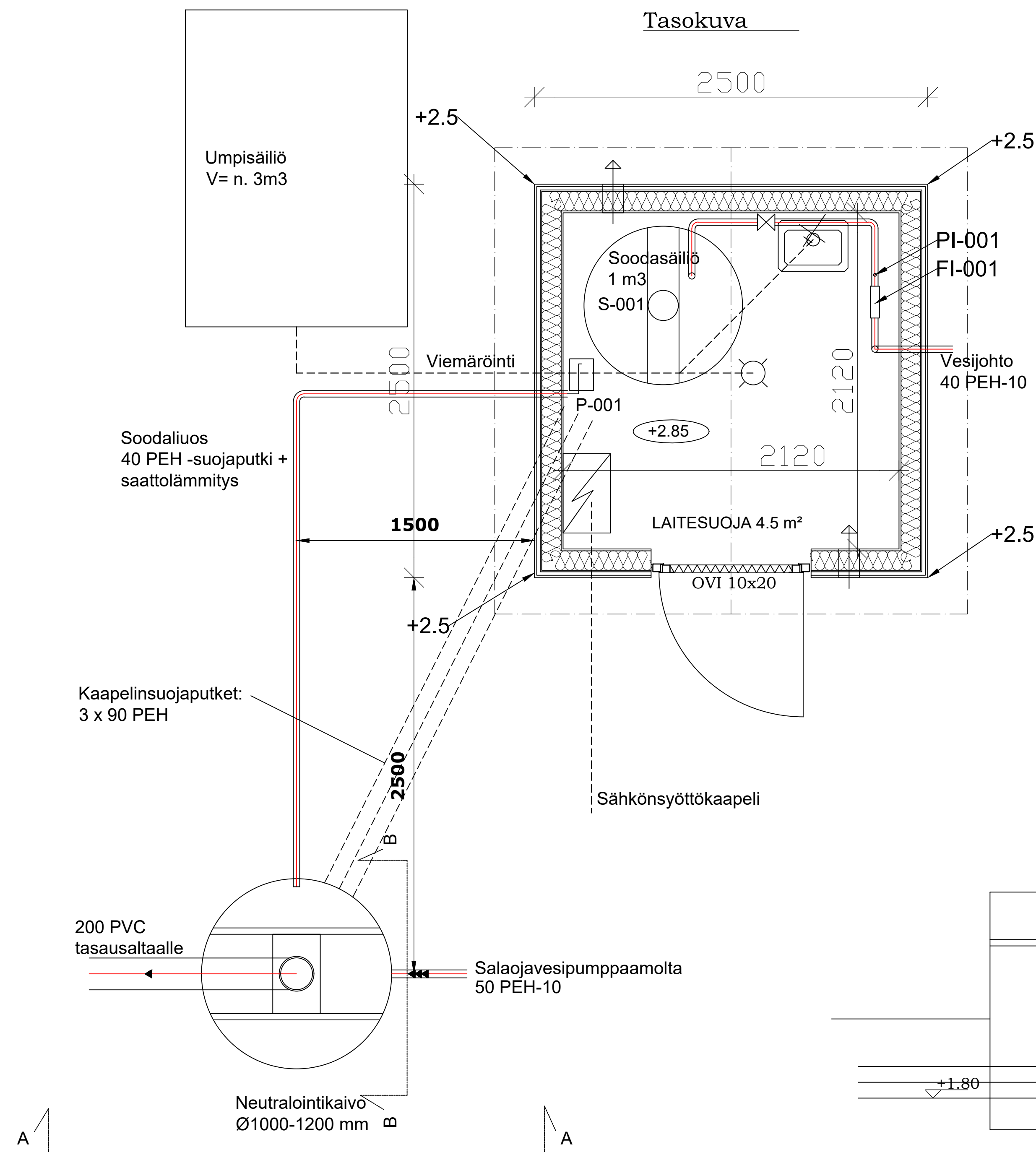
Helsinki		Kaupunkiympäristön toimiala		www.hel.fi	
KAUP. OSA, OSA-ALUE		38 Malmi, 382 Malmi lentokenttä		sähköposti: etunimi.sukunimi@hel.fi	
MALMINKENTÄN RAKENTAMISEN LOGISTIikka-ALUE					
Logistiikka-alueen kosteikko					
Asemapiirustus					
MK	LIITTYÄ	31945/1-11	NRO	31945/2	KHS
1:200	KORVAA	00000/000			KYLK
-	KORVATTU	00000/000	TASOKOORDINAATISTO:		HYV.
-	ASEMAKAAVA	00000	ETRS-GK25		27.10.2023
-	LIKENNES.	00000	KORKEUSJÄRJESTELMÄ:		TARK.
			N2000		27.10.2023
					PROJ.
					HYV.
					27.10.2023
					LAAT.
					27.10.2023

RAMBOLL Ramboll Finland Oy
 PL 25, Itsehallintokuja 3
 02601 ESPOO
 puh. 020 755 611

HYV. -
 TARK. 27.10.2023
 LAAT. 27.10.2023

Tiina Kiuru
 Ismo Rantanen
 Anni Orkoneva
 Maarit Leppänen

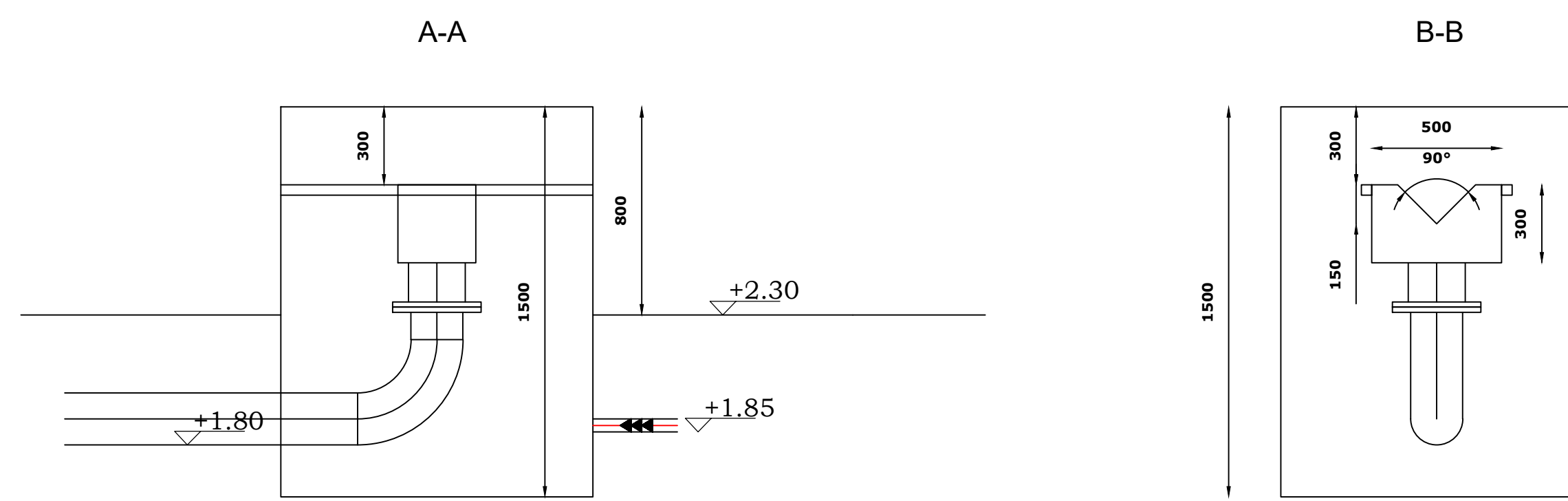
KEMIKAALIASEMA



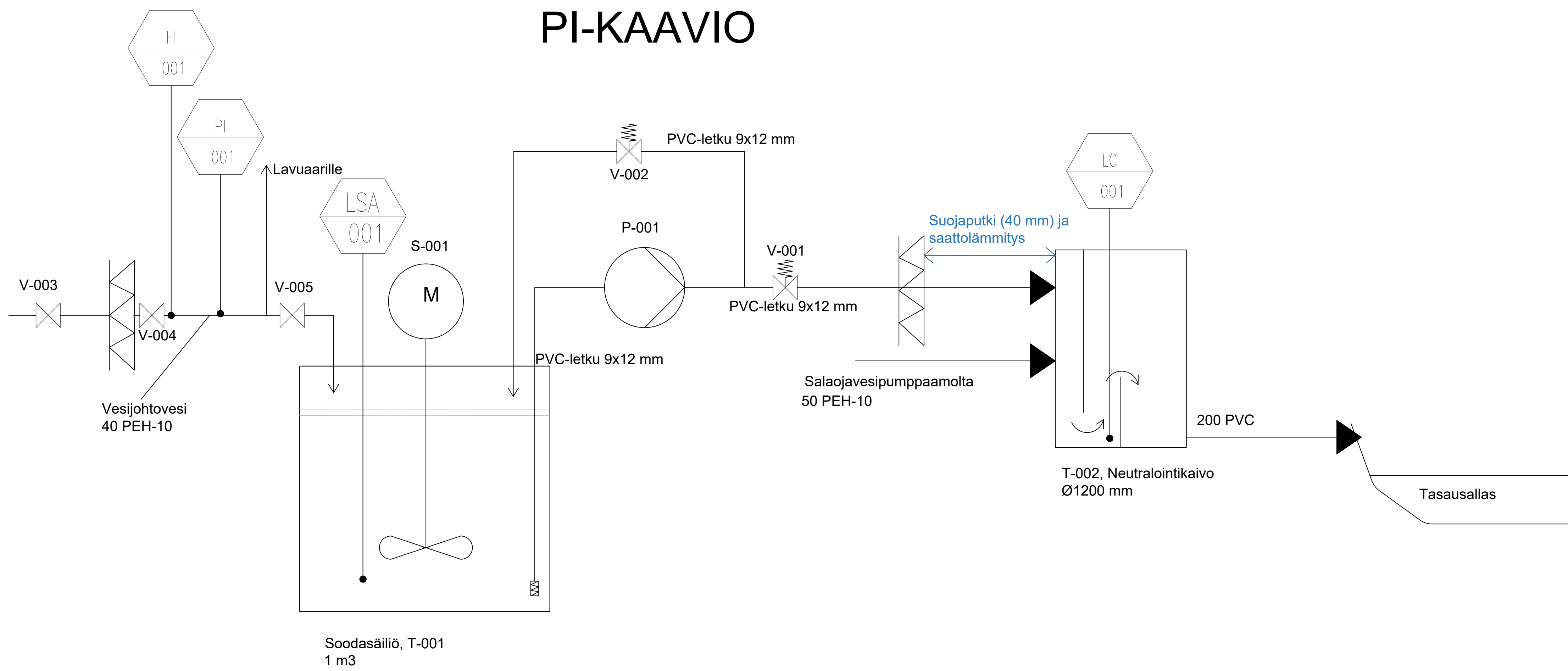
Kemikaaliasema hankitaan valmiina tilaelementtinä, Esim. Esari Basic

Kemikaaliaseman varusteet:

- lavuaari
- lattiakaivo
- sähköpatteri (puolilämmin tila, >10 °C)
- lattian kantavuus 1 000 kg/m²
- Tulo- ja poistoilmasäleiköt (painovoimainen ilmanvaihto)
- lukittava 10x20 teräksinen ulko-ovi (lukon sarjoitus tilaajan haluamaan sarjaan)
- U-arvo 0,29 W/m²K (alapohja&ulkoseinä), 0,26 W/m²K (yläpohja)
- paloluokka P3
- Kattopelti esim. T20-30W-1090, väri RR23 tummanharmaa
- Seinäpelti esim. T15-115V-1134, väri RR32 tummanharmaa
- Ulko-oven yläpuolella ulkovalaisin, liiketunnistintoiminnolla varustettu
- Sähkökeskus, josta laitetilan ja kaivon varusteiden sähköistys
- Laitetilan viemäröinti umpisäiliöön



PI-KAAVIO



P-001, kemikaalin annostelupumppu

- magneettitoiminen kalvoannostelupumppu
- säädettävä iskunpituus
- tuotto säädettävissä 0,2...45 l/h, 2 bar
- pumpattava aine: 5...25 % soodaliuos
- Esim. prominent Gamma GMXA 0245
- Pumpun käynti V-pato-virtaamamittauksen (LC-001) mukaan siten, että pumppu käy, kun virtaama >0 m³/h
- Imuletku PVC 9x12 mm soodasäiliöön + imusihti
- Paineputki d12 mm PVC-U, johon paineenpitovihti sekä haara takaisin säiliöön. Haaraan ylipaineventtiili
- Asennus seinälle telineelle

T-001, soodasäiliö

- pyöreä tai neliskantainen muovisäiliö, 1 m³
- Kanteen sekoittimen S-001 asennus
- Kannessa huoltoluukku, yhde pinnanmittaukselle sekä tulevalle vesijohtolle DN40

S-001, soodasäiliön sekoitin

- pysty akselinen nopeakierroksinen potkurisekoitin
- Asennus kiinteästi soodasäiliön kanteen

V-001

- paineenpitovihti
- Ylipaineventtiili
- Kumiliuventtiili + jatkokara ja karan hattu maan pinnalle
- Pallosulkuventtiili
- V-005
- Pallosulkuventtiili

FI-001, virtaamamittaus

- Mekaaninen vesimittari
- PI-001, painemittaus,
 - Mekaaninen painemittaus, viisarinäyttö
- LSA, pintamittaus
 - Paineanturi+lähetin (asennus suojaputkeen)
- LC-001, pintamittaus
 - Paineanturi+lähetin (asennus suojaputkeen)

T-002, neutralointikaivo

- muovikaivo
- halkaisija 1 200 mm
- varustetaan kuvien mukaisilla väliseinillä
- Pintamittaus LC-001
- Yhteet lähtevälle vedelle DN200, tulevalle vedelle DN40 sekä kemikaalille DN32
- Ulkopuolinen eristys s=100 mm, suulakepuristettu solumuovi
- Kannessa ja kaivon yläosissa sivuilla sisäpuolinen eristys s=100 mm, suulakepuristettu solumuovi
- Huoltoluukku 700x700 mm
- saranoitu
- lukittavissa
- lämpöeristetty, s=100 suulakepuristettu solumuovi

Tuom.	Lukuh.	Muut.	Nim.	Päiväys
Käyttökäsi	harkittu/ok	harkittu/ok	Uudenmaan metsätie	
Uudisrakennus				
Pori			KEMIKAALIASEMA	
			Laitetilan taso- ja leikkauspiirustus	
			PI-KAAVIO	
			VHT	
			XXX	
			VENEV	
			Teemu Heikkinen	
			XX.1.2022	

Liite 4

Maankäytön asiantuntijoiden aamukahvivilaisuuden esitysaineisto

Tervetuloa!

Happamat sulfaattimaat ja maankäytön suunnittelu -webinaari

RAMBOLL

Bright Ideas
Sustainable change.

Webinaarin ohjelma

9.00 – 9.05 Aloitus, Sari Suvanto

9.05 – 9.20 Hasut ja Kansallinen opas, Merja Autiola

9.20 – 9.30 Maankäytön suunnittelu, Minna Lehtonen

9.30 – 9.40 Työkalu ympäristöriskien vaikutuksen merkittävyyden arvioimiseksi, Sanna Vienonen

9.40 – 9.55 Kysymyksiä ja vastauksia

9.55 – 10.00 Lopetus





HaKaKo - Happamien sulfaattimaiden Kansallinen Koetoimintahanke

Hankkeen aikataulu: 8/2022-12/2023

Hankkeen rahoittajat: Helsingin kaupunki, Espoon kaupunki, Porin kaupunki, Turun kaupunki, Vaasan kaupunki, Väylävirasto, UPM, Ramboll Finland Oy

Hankkeen toteuttaja: Ramboll Finland Oy
(projektipäällikkö: Merja Autiola)

HaKaKo - Happamien sulfaattimaiden Kansallinen Koetoimintahanke

Hanke on jatkoa Ympäristöministeriön julkaisulle "[Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin: Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan](#)"

HaKaKo:ssa pureudutaan lisäämään tuntemusta happamista sulfaattimaista **tuottamalla koulutusaineistoa maankäytön suunnittelijoille** sekä täsmentämällä vaikuttavuuden arviointia hankekohtaisen työkalun avulla.

Tietoa lisätään myös seuraamalla valittujen kohteiden kuivatusolosuhteiden muutosta, materiaalin käyttäytymistä talviolosuhteissa ja eri lämpötiloissa.

Neutralointien suunnittelua ja vesien käsittelyä varten kootaan kokemuksia, tietoja, käytänteitä ja mahdollisuuksia passiivisista neutralointijärjestelmistä sekä testataan kalkitustuotteiden korvaamista lentotuhkilla.

Happamat sulfaattimaat

**Riskiä vai ei? Mitä happamat sulfaattimaat ovat?
Otteita julkaisusta Happamien sulfaattimaiden
kansallinen opas rakennushankkeisiin**

Merja Autiola
Ramboll
6.6.2023

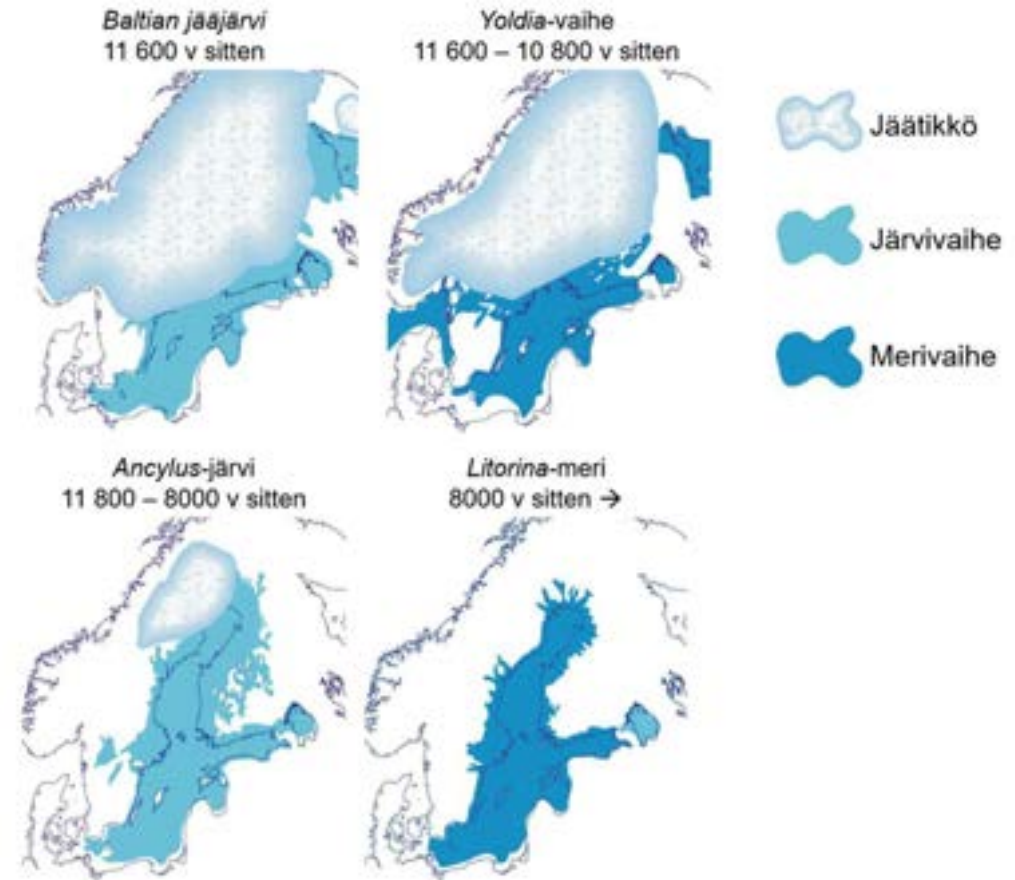
RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Happamien sulfaattimaiden esiintyminen Suomessa

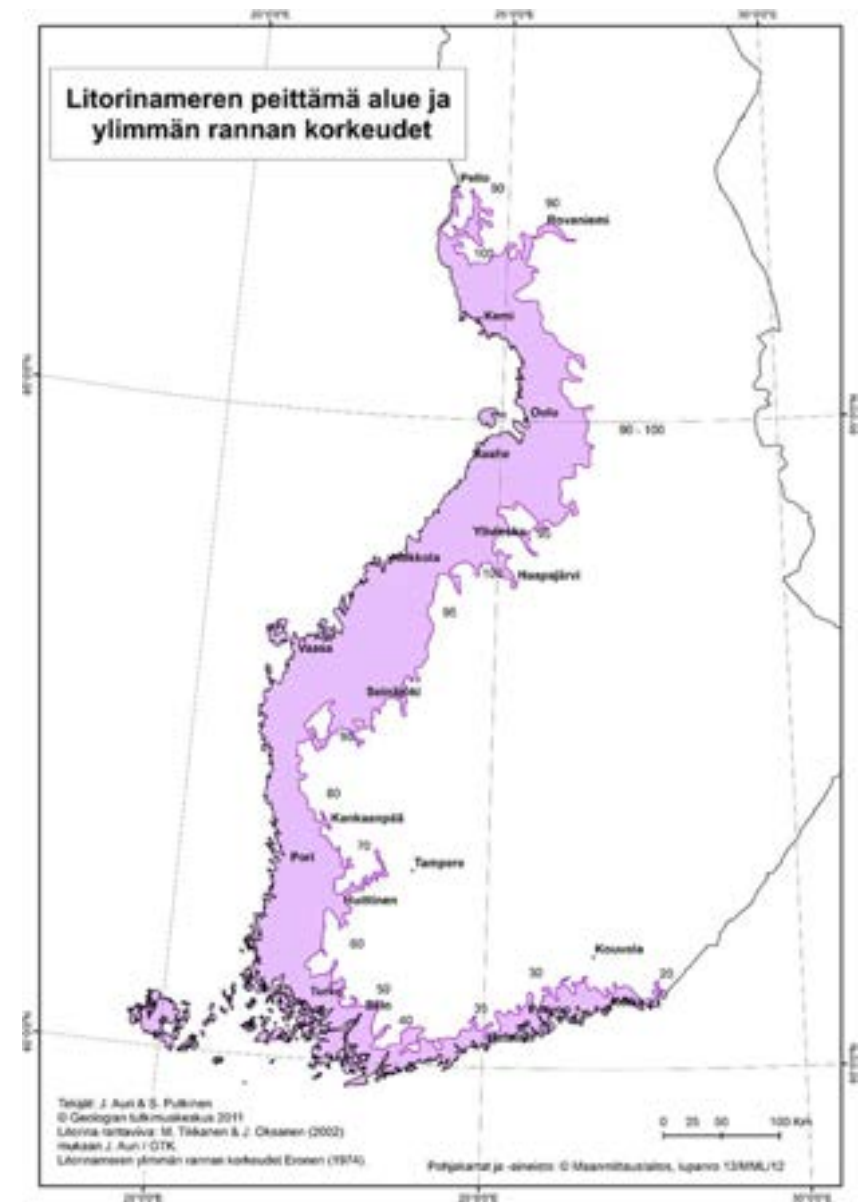
- ja maailmalla

- Rikkipitoisia pääasiassa veteen kerrostuneita sedimenttejä
 - Hapettomissa olosuhteissa pohjan kiintoaineksenbakteerit hajottavat orgaanista ainesta pelkistäen **sulfaatin sulfidiksi**, joka saostuu rautasulfideiksi
- HaSu-maita esiintyy maailmanlaajuisesti maankohoamisrannikoilla
 - Maailmassa n. 17 000 000 ha
- Suomessa sulfidisedimentit ovat kerrostuneet pääasiassa viime jääkauden jälkeisten *Ancylus*-järvivaiheen, *Litorina*-merivaiheen ja nykyisen Itämeren aikana
 - Esiintymien arvioidaan olevan Euroopan laajimmat
 - Tämän hetkisen arvio Suomessa on >300 000 ha, mutta on luultavasti lähempänä **1 000 000 ha**
- Eniten rikkiä sisältävät *Litorina*-merivaiheen ja sen jälkeen kerrostuneet liejuiset sedimentit



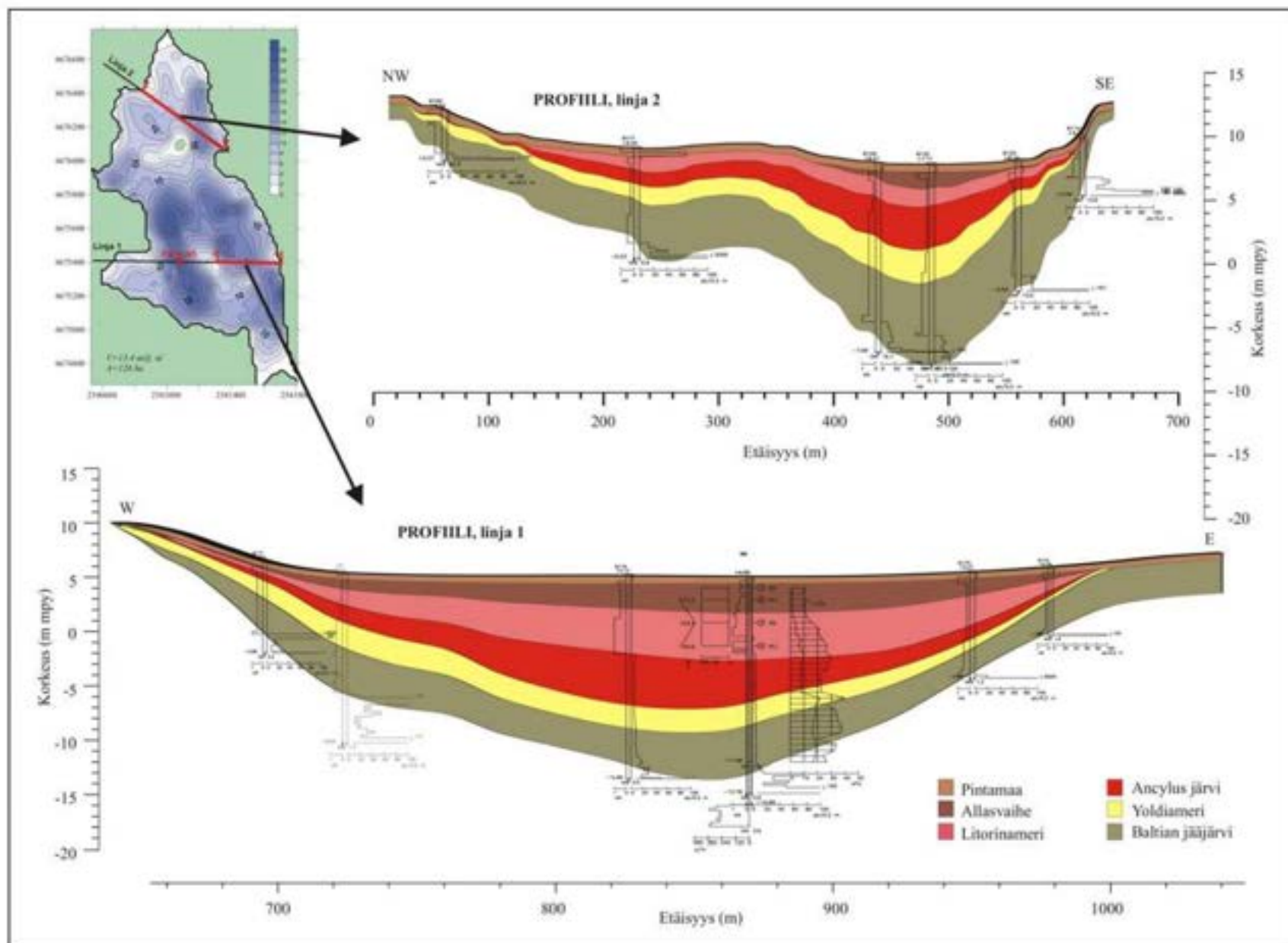
Happamien sulfaattimaiden esiintyminen Suomessa

- *Litorina*-meri on ulottunut noin 9 800 vuotta sitten ylimmillään
 - Perämeren seudulla yli 100 metrin;
 - Pohjanmaalla hieman alle 100 metrin;
 - Etelä-Suomessa noin 20 - 50 metrin korkeudelle nykyisen merenpinnan yläpuolelle (mpy)
- *Ancylus*-järvivaiheen kerrostumat ulottuvat tätäkin korkeammalla merenpinnasta, joskin ovat tyypillisesti vähärikkisempiä kuin Litorina-meren kerrostumat.



Esimerkki, Espoo Suurpelto

http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/p22_4_2007_39.pdf



pH-vaihtelu hasu-maan maaprofiilissa

pH 6-7

pH 3,7-5

pH > 7



Multakerros 25 cm

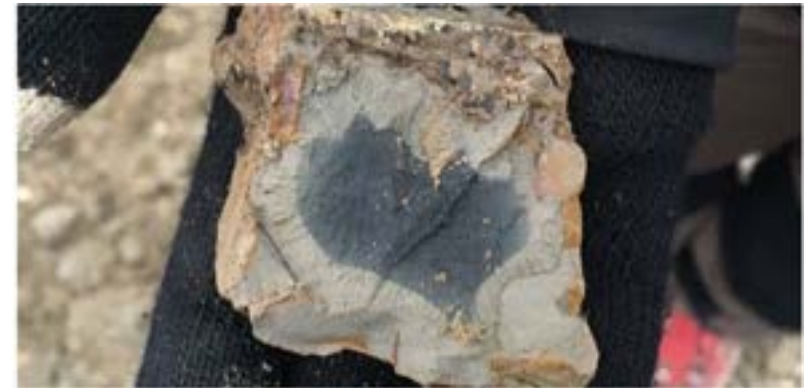
Murumainen rakenne ja rautasaostumia, Aktiivinen hapan sulfaattimaa

Hapettumaton musta kerros, Potentiaalinen hapan sulfaattimaa

Uudet kartoitus- ja riskinarviokriteerit

Menetelmä	Luotettavuus 1 - 5		Tunnistamisraja			
	Mineraalima a	Orgaanine n aines	Karkea mineraalimaa	Hieno mineraalimaa	Lieju (LOI>20%)	Turve
Maasto-pH	4	4	pH < 4	pH < 4	pH < 3	pH < 3
Musta väri	4	-	Toteaminen			
pH _{FOX}	4	-	pH < 3 tai pH < 4 ja ΔpH < 2,5		-	-
pH-inkubaatio (min 9vk)	5	5	pH < 4 ja ΔpH < 0,5		pH < 3 ja ΔpH < 0,5	
Nopeutettu pH-inkubaatio = NAG-pH / TPA pH	5	5	pH < 4 ja ΔpH < 0,5		pH < 3 ja ΔpH < 0,5	
Johtoluku _{FOX}	3	-	30	30	30	250
TRS (%)	4	4	0,06	0,2	-	-
Kokonaisrikki (%)	4	3	0,06	0,2	0,5	1
S _{FOX} (%)	4	3	0,06	0,2	0,5	1

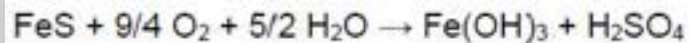
Maalaji	Hapontuottopotentiaali (mmol H ⁺ / kg, pH 6,5)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
Turve	<250	250 - 600	>600
Lieju	<100	100 - 200	>200
Hienorakeinen materiaali	<20	20 - 100	>100
Karkearakeinen materiaali	<6	6 - 20	>20



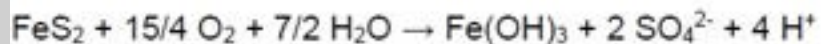
Happamien sulfaattimaiden ympäristövaikutukset

Vaikutukset vesistöissä

- Hapettumattomat **sulfidi**maat pohjavedenpinnan alapuolella sijaitessaan pysyvät neutraaleina, eivätkä ole haitaksi ympäristölleen
- Maankohoamisen ja/tai maankäytön myötä pohjaveden pinta laskee ja kyseiset pohjavedenpinnan alapuoliset maakerrokset altistuvat hapettumiselle
 - muuttuvat vähitellen aktiivisiksi happamiksi **sulfaatti**maiksi
- Maa-aineksen rikki muodostaa **rikkihappoa**, joka voimakkaasti laskee valumavesien pH-tasoa ja liuottaa metalleja maaperästä
 - **Vastaanottavien vesistöjen happamoituminen**
 - **Metallipitoinen, eliöstölle haitallinen valunta**
- HaSu-maiden hapettumisen vuoksi vesistöihin aiheutuvat metallipäästöt on arvioitu koko suomen teollisuutta suuremmiksi



Monosulfidin hapettuminen



Pyriitin täydellinen hapettuminen



Korroosiovaikutukset, maaperä korroosioympäristönä

Maaperän syövyttävyyteen vaikuttaa useita eri tekijöitä

- Maaperän kosteus (vesipitoisuus) → edellytys elektrolyysiliuoksen syntyyn
- Lämpötila → pääsääntöisesti nopeuttaa korroosiota
- pH-arvo → materiaalikohtainen vaikutus, hapen ympäristö usein haitallinen
- Veden- ja ilmanläpäisevyys → hapen saatavuus, vaikuttaa myös sähkönjohtavuuteen
- Happipitoisuus → edellytys korroosiolle (pl. anaerobisten bakteerien toiminta)
- Elektrolyyttipitoisuus tai sähkönjohtavuus → korroosionopeuteen vaikuttava
- Redox-potentiaali → pelkistävä vai hapettava ympäristö
- Rikin ja kloridin eri yhdisteet, etenkin sulfaatti- ja kloridi-ionipitoisuudet → suoraan korroosiota aiheuttavat ja/tai välillisesti elektrolyysin sähkönjohtavuutta lisäävät, betonin sulfaattikorroosio
- Hajavirrat ja bakteerien toiminta → merkittävät paikalliset vaikutukset

Teräksen korroosio hasu-ympäristössä

Hapettuneessa kerroksessa pysyvän pohjaveden yläpuolella hapen ja veden läsnä ollessa tapahtuvaa syöpymistä

Pelkistyneessä kerroksessa tapahtuu mikrobiologista korroosiota (Sulfaatinpelkistäjäbakteerit)

Betonin turmeltuminen hasu-ympäristössä

Betonin kestävyys maaperässä vaikuttavia kemiallisia tekijöitä ovat happamuus (pH <6,5), sulfaatti, magnesium, ammonium ja aggressiivinen hiilidioksidi sekä kloridi, joka voi vaikuttaa betonirakenteisiin korrodoimalla betoniteräksiä

Kun pH laskee <4,0, on betonin turmeltuminen erittäin nopeaa. Ohjeistuksen mukaan tässä pH-tasossa maaperän katsotaan olevan korroosio-ominaisuuksiltaan sellainen, ettei hyväksyttävää käyttöikää saavuteta millään betonikoostumuksella.

Vesien käsittely

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

VESIENKÄSITTELYN PERIAATTEET

Ensisijaisesti tulee pyrkiä estetämään happamien valuntojen synty

Tällä hetkellä ei ole olemassa pitkäaikaista, passiivista ja edullista vesien neutralointiratkaisua

Happamien suotovesien ja neutraalien hulevesien pitäminen erillään, jos tarvitsee neutraloida vesiä.

Voidaan myös joissain tilanteissa todeta, että onkin parempi laimentaa vähäiset happamat valunnat suurempaan neutraalien vesien joukkoon. Tällöin tulee tehdä riittävä vaikutusten ja riskien arviointi.

Happamien valuntojen ominaisuudet eivät ole stabiilit.

pH:n ja virtaaman vaihtelu, kiintoaineen ja humuksen määrä sekä muita tekijöitä vesissä, jotka vaikuttavat neutraloinnin tehoon.

Vesien esikäsittely on tarpeen

Kiintoaineen ja humuksen poistaminen vedestä ennen neutralointia.

Neutraloidusta vedestä tulee poistaa sakkautuvat metallit.

Neutraloinnin jälkeen tulee olla laskeutusallas tai vastavaa sakan poistoratkaisu, sillä neutraloinnissa ainakin osa liukoisessa muodossa olevista metalleista sakkautuu ja ne tulee poistaa vedestä ennen sen päästämistä purkuvesistöön



VESIENKÄSITTELYMAHDOLLISUUKSIA

• Pysyvät vesien käsittelymenetelmät

- Kalkkisuotopato
- Neutralointiasema
- Muiden neutralointimateriaalien käyttö maarakenteissa (esim. ojien vuoraus kalkkikivimurskeella, ei vielä käyttökokemuksia)

• Työnaikaiset vesien käsittelymenetelmät

- Neutralointikaivo
- Kalkkisuotopadot

→ vesienkäsittelymenetelmät tarvitsevat vielä lisätutkimuksia!!



Massanvaihto, mitä massoille voidaan tehdä.

Menettelyt, mikäli ei voida käyttää massanvaihtoa minimoivia pohjanvahvistusmenetelmiä.

MASSANVAIHTOMASSOJEN SIJOITTAMINEN

Sijoitustapa	Neutralointitarve
Välivarastointi	Vain > 1v varastointi ja herkäät alueet
Hyötykäyttö maisema- tai meluvallissa	Kyllä
Hyötykäyttö peltoaineksena, maanpinnan korotusmassana	Kyllä
Loppusijoitus maankaatopaikalla	Ei, Maankaatopaikalla oltava kuitenkin mahdollisuus vastaanottaa myös kalkittuja massoja, Muutoin kalkitus loppusijoituskohteen lupamääräysten mukaisesti
Loppusijoitus vesipinnan alapuolella (ruoppausmassat)	Ei, jos sijoittuu keskivesipinnan alapuolelle

- Tarpeelliset lähtötiedot Hasumaasta:
 - Kokonaisrikin vaihteluväli
 - Hapontuottopotentiaali
 - Inkuboitu pH
 - Massamäärät
- Erottelu matalan ja korkean rikkipitoisuuden massoihin jos työteknisesti mahdollista.
 - Erilaiset suojaustoimet mahdollisia
- Kalkitusohjeet löytyvät oppaasta. Laskenta joko rikkipitoisuuksien tai hapontuottopotentiaalin mukaan.

Näytteenotto

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

NOSTOJA TUTKIMUSTEN SUORITTAMISESTA

Maaperä:

1. **Näytteenottosyvyys** vähintään 50 cm kaivutason tai rakentamisen jälkeisen pv-pinnan alapuolelle
2. Oppaassa esitetty esimerkinomaisesti **näytepistetiheyksiä** (x kpl näytepistettä/pinta-ala), joita sovelletaan tapauskohtaisesti.

→ Tarkastelu kriittisesti ja monialaisesti, hyvä huomioida myös muut analyysitarpeet pima-, geo-, korroosio, kasvualusta tms. samanaikaisesti

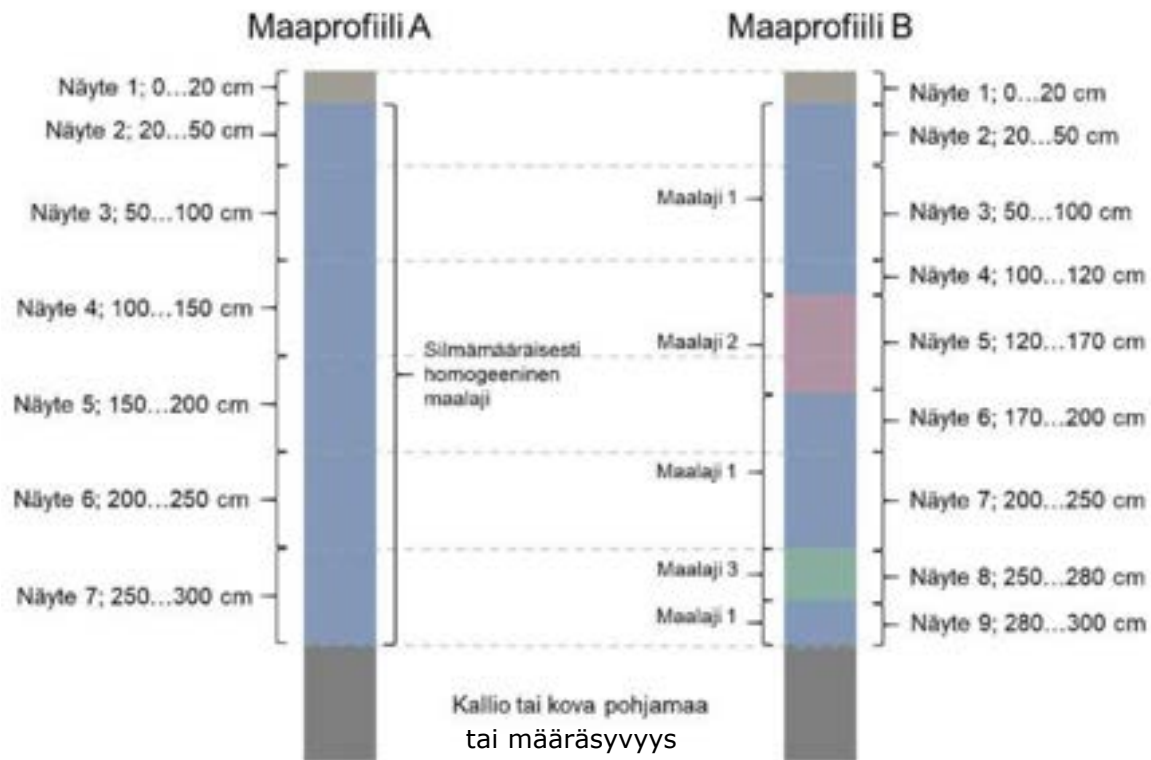
Vedet:

Vesinäytteenoton **ajankohtaan** vaikuttaa esimerkiksi

1. Runsaat sulamisvedet
2. Syyskierto
3. Kuivien kausien jälkeiset sadejaksot ("happopulssit")

→ Tarvitaan riittävän pitkäaikaista tietoa kaikilta vuodenajoilta

TUTKIMUSTEN OHJELMOINTI, NÄYTTEENOTTO



- HaSu-näytteenotosta laaditaan erillinen näytteenotto-ohje
- Näytteenotto määräsyyvyyteen jatkuvana näytteenottona
- Näytetiheys, näyteväli enintään 50 cm
- Näytemäärä vähintään 0,5 l / näyte
- Näytteet pakataan ilmatiiviiseen pussiin, josta **ilma puristetaan pois**
→ tärkeää, mikäli maasto-pH mitataan vasta laboratoriossa

TUTKIMUSTEN OHJELMOINTI, ANALYYSIT

Analyysi	Osuus näytteistä	Tarve
Maasto-pH	100%	Tunnistaminen
Kokonaisrikki-pitoisuus	100%	Tunnistaminen
Maalaji, vähintään silmämääräinen	100 %	Tunnistaminen
pH-inkubaatio	30 %	Tunnistaminen ja ilmiön aikaulottuvuuden hahmottaminen
Vesipitoisuus	30-50%	Hapettuneen ja pelkistyneen kerroksen rajapinnan määrittäminen
Hekkutushäviö	30-50%	Raja-arvokriteerien tarkistusta varten
Rakeisuus, laboratoriossa	10-30%	Raja-arvokriteerien tarkistusta varten
Hapontuotto-potentiaali, TPA tai TIA	10-30%	Tunnistaminen ja kalkitusmäärän laskennan perustieto
pHfox, NAG-pH	0-20%	Pikamäärittäminen, jos tunnistustarve on olemassa ennen rikkituloksen valmistumista

- Kaikista osanäytteistä analysoidaan maasto-pH (pH-taso laboratorioon saapumishetkellä tai maastossa) ja kokonaisrikkipitoisuus.
- Maastohavaintojen ja analyysien tulosten perusteella HaSu-asiantuntija valitsee näytteitä jatkoanalyysiin
- Valinta perustuen maalajiin, maasto-pH ja kokonaisrikkipitoisuuteen sekä lisätutkimusten tarkoituksenmukaisuuteen hankkeessa

Lupakäytännöt

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

LUPAKÄYTÄNNÖT

- Nykylainsäädäntö (YSL, MRL, vesilaki) ei ota selkeästi kantaa hasujen huomioimiseen rakentamishankkeissa.
- Kaivettuja hasuja ei sellaisenaan luokitella pimoiksi tai jätteeksi, vaan ne ovat rinnastettavissa mihin tahansa kaivettavaan maa-ainekseen ja niiden hyötykäyttö / loppusijoitus tapahtuu lähtökohtaisesti samoja kriteerejä noudattaen.
- Kuitenkin hasujen happamuuden vuoksi niiden **käsittelystä, välivarastoinnista tai loppusijoittamisesta** voi aiheutua **haittaa ympäristöön tai vesistöön**, jolloin em. toimet voivat **vaatia ympäristöluvan**.

*YSL § 6: Toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja niiden hallinnasta sekä haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista (**selvilläolovelvollisuus**).*

- Luvan/ilmoituksen tarve voi syntyä "sivutuotteena": esim. ojitusilmoitus, vesilupa pitkäaikaisesta pohjaveden pumppauksesta. Kaivantovesien pumppaaminen tehtävä kuntien työmaavesiohjeiden mukaisesti.
- Lupamenettelyn selkeyttämisen tarve on tunnistettu.
 - Miten valmisteilla oleva MASA-asetus ottaa kantaa hasuihin?

Happamat sulfaattimaat

Maankäytön suunnittelu

Minna Lehtonen

Ramboll

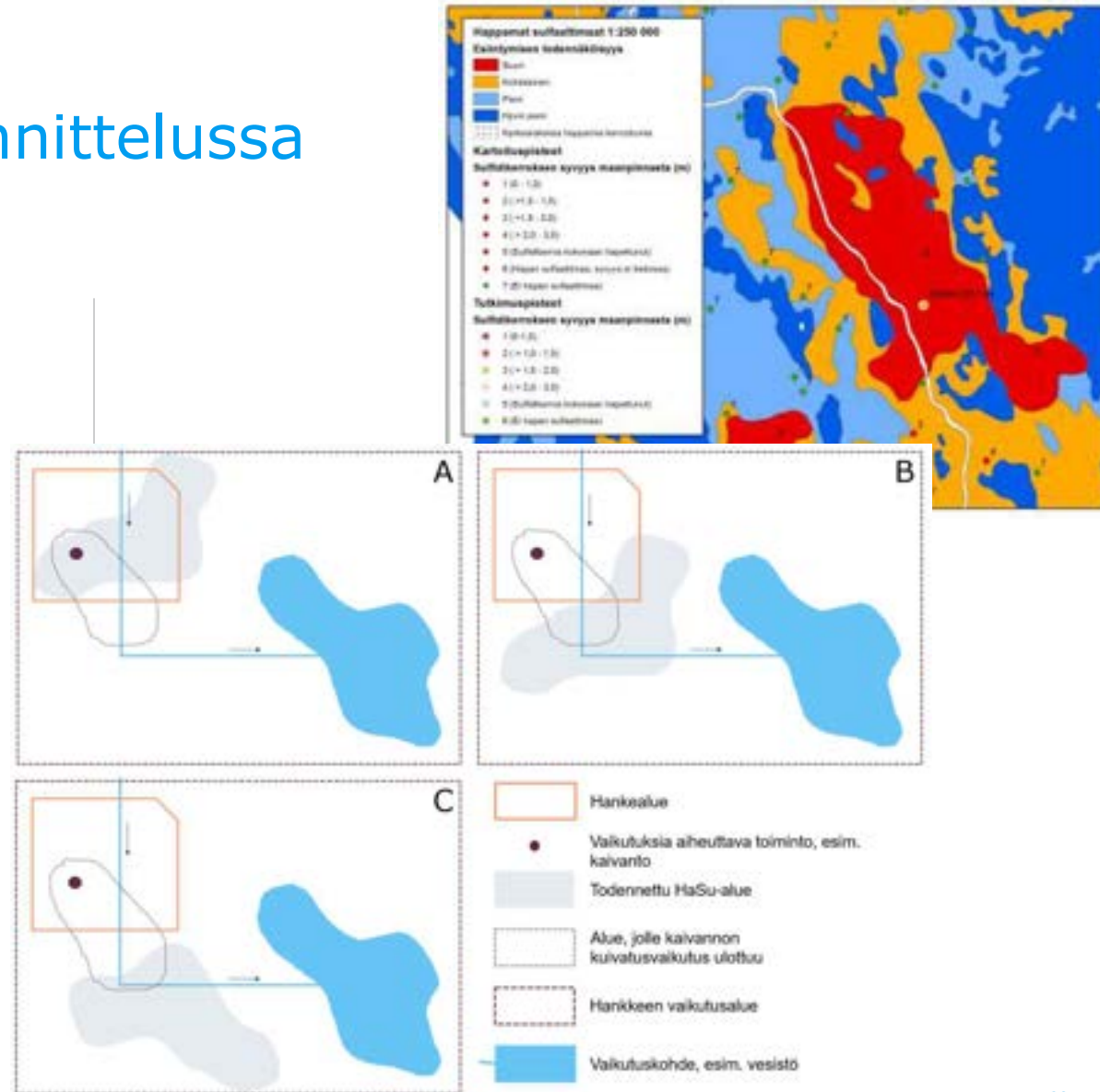
6.6.2023

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Huomiointi maankäytön suunnittelussa

- Kaavoituksen tarkoitus on edistää toimivaa elinympäristöä, joka on myös ekologisesti kestävä.
 - Kaavoitukseen ja muun maankäytön suunnitteluun sisältyy olennaisena osana niiden vaikutusten arviointi
 - HaSu-maista voi aiheutua haittaa niin eliöstölle, infrastruktuurirakenteille kuin vesistöille
- huomioitava nämä vaikutukset ja mahdollistaa niiden haittojen vähentäminen

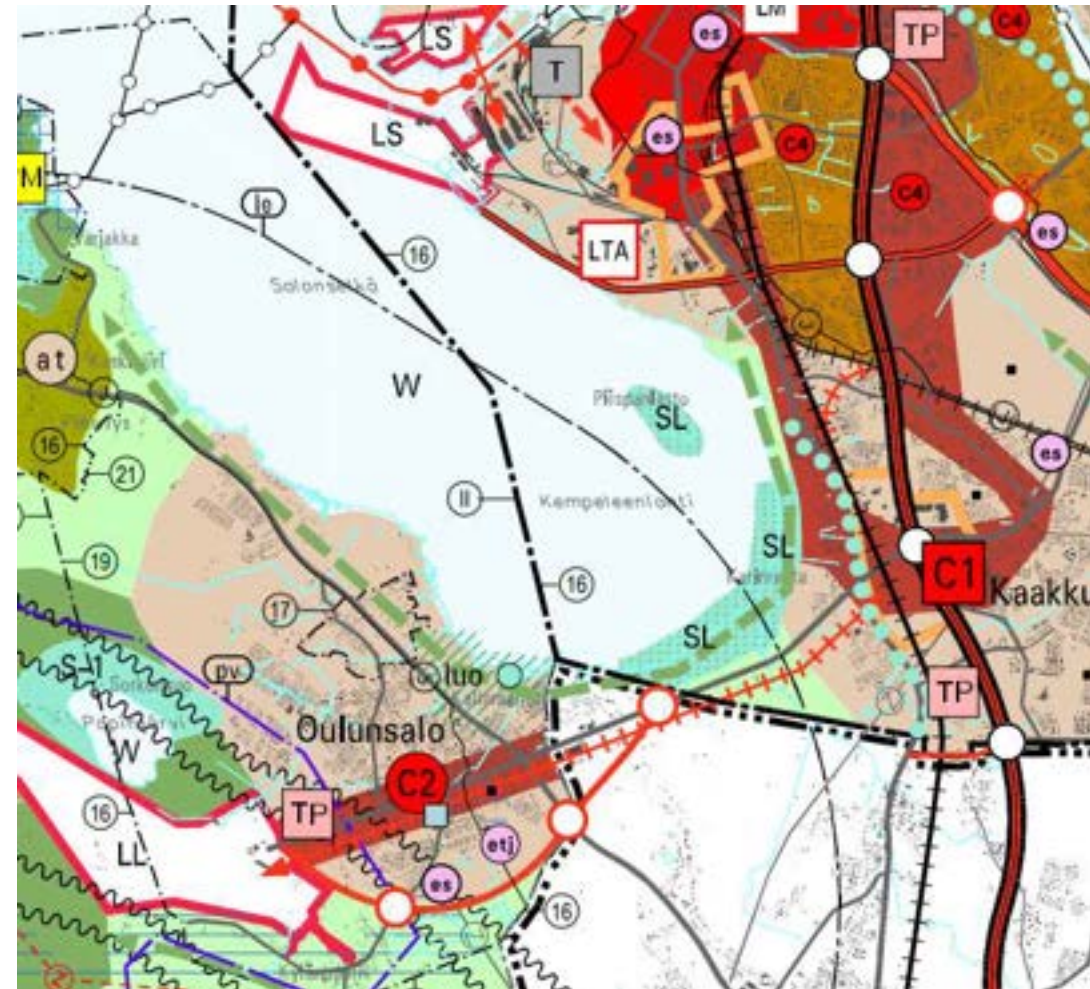


Yleiskaava

- ✓ Kunnan yleispiirteinen maankäytön suunnitelma
- ✓ Yhdyskunnan eri toimintojen sijoittumisen ohjaaminen ja toimintojen yhteensovittaminen
- ✓ Kestävän kehityksen periaatteet, johon vaikutukset happamista sulfaattimaistakin sisältyvät etenkin eliöstön ja vesistövaikutusten osalta
- ✓ Otetaan huomioon rakennetun ympäristön ja luonnonarvojen vaaliminen, ympäristöhaittojen vähentäminen sekä ympäristön ja luonnonvarojen kestävä käyttö

→ Näiden näkökulmien kautta happamat sulfaattimaat ja niiden aiheuttamat vaikutukset toimintoja sijoitettaessa

- ✓ Pohdittava mitkä alueet jätetään rakentamatta, missä sijaitsevat lisärakentamisalueet ja miten huomioidaan suojelualueita, joihin happamat sulfaattimaat voivat vaikuttaa
- ✓ Yleiskaavatasolla tarkkuustason voidaan ajatella olevan esim. GTK:n tekemä kartoitus todennäköisyydestä happamien sulfaattimaiden esiintymiselle



Esimerkki: Yleiskaavasta

4.13.4 Happamat sulfaattimaat ja mustaliuskeet

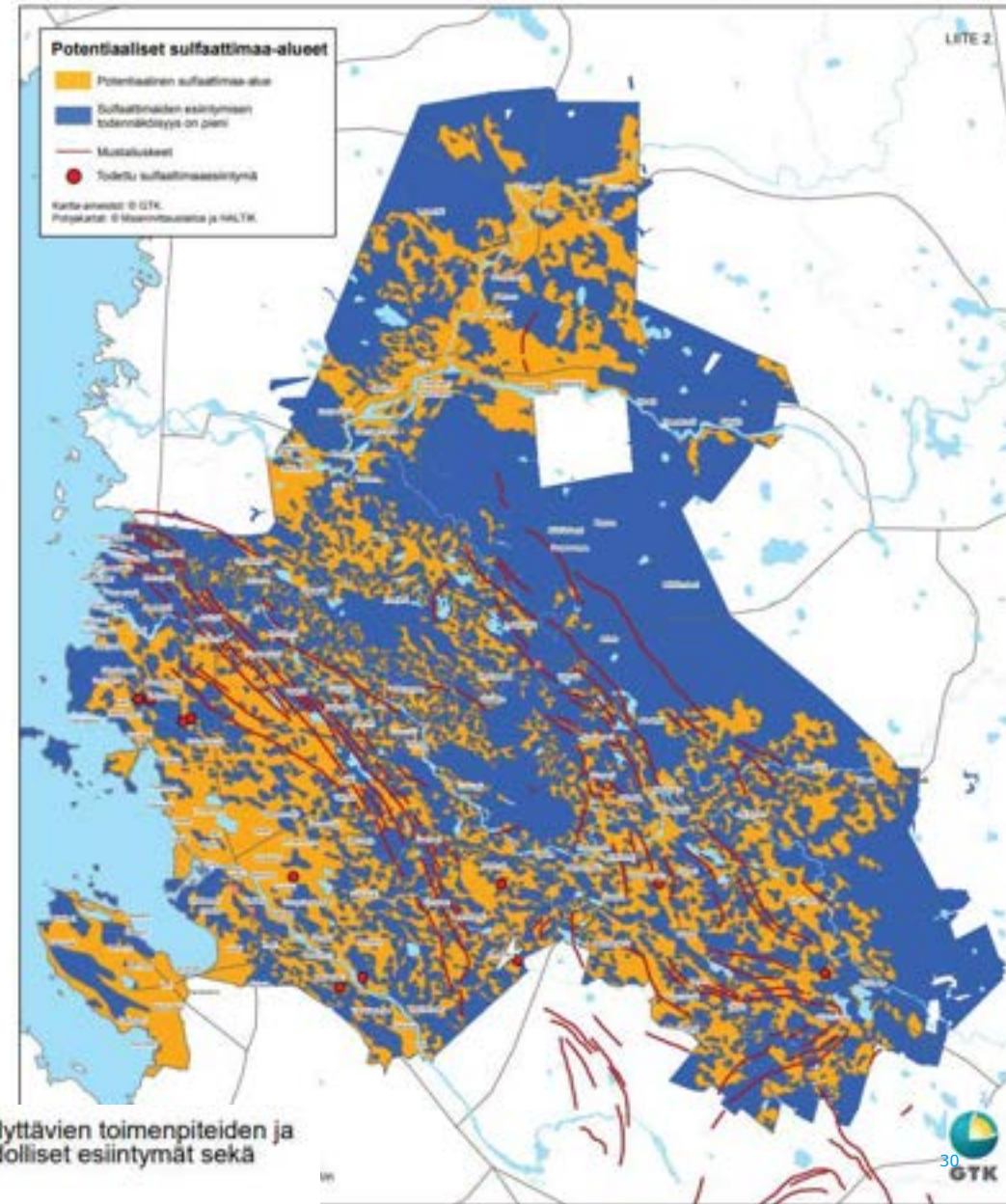
Maaperän ja vesistöjen happamoituminen sekä haitallisten metallien liukeneminen heikentävät pintavesien kemiallista ja ekologista tilaa. Happamista sulfaattimaista aiheutuu ongelmia myös maatalouden tuottavuuteen ja kasvillisuuden monimuotoisuuteen, pohjaveden pilaantumista sekä teräs- ja betonirakenteiden syöpmistä rakentamisessa.

GTK:n laatiman esiselvityksen mukaisesti on liitekartalla 22 osoitettu potentiaaliset sulfaattimaat sekä mustaliuskealueet. Potentiaalisia sulfaattimaita on hyvin laajoilla alueilla. GTK:n tavoitteena on myöhemmin laatia tarkempi kartoitus Oulun alueella.

Yleiskaavassa on annettu yleismääräys happamien sulfaattimaiden ja mustaliuskeiden huomioimisesta tarkemmassa suunnittelussa. Asia tulee huomioida mm. kaikessa rakentamisessa, maa- ja metsätaloudessa sekä turvetuotannossa. Vaikutukset vesistöön, pohjaveteen ja rakenteisiin tulee tarkemmassa suunnittelussa tutkia tarkoituksenmu-

YLEISET KAAVAMÄÄRÄYKSET

8. Yksityiskohtaisemmassa maankäytön suunnittelussa ja maa- ja kallioperän muokkausta edellyttävien toimenpiteiden ja rakentamisen suunnittelussa tulee selvittää happamien sulfaattimaiden ja mustaliuskeiden mahdolliset esiintymät sekä tarvittaessa esittää toimenpiteet niistä johtuvien haittojen ehkäisemiseksi.



Asemakaava

- Kunta vastaa asemakaavoituksesta
- Ohjaa maankäyttöä ja rakentamista mm. paikallisten olosuhteiden edellyttämällä tavalla
- Määritellään mitä alueella säilytetään sekä mitä, mihin ja millä tavalla saa rakentaa
- Ei saa aiheuttaa elinympäristön laadun merkittävää heikkenemistä
- Vaikutukset on arvioitava asemakaavan laadinnan yhteydessä
- Voidaan antaa määräyksiä, jotka voivat koskea myös toimenpiteitä haitallisten ympäristövaikutusten estämiseksi tai rajoittamiseksi
- Kaavamääräyksissä voidaan esittää selvitys-, tutkimus- ja haittojen vähentämisvaatimuksia
- Selvitysten oikea-aikaisuus!



Asemakaava

Asemakaavoitusprosessin aikana voidaan tarkastella toimintojen sijoittelun, kuivatuksen tason, vesienkäsittelyn ja yksityiskohtaisten kaavamääräysten avulla keinoja minimoida rakentamisesta aiheutuvat haitat hasu-mailla.

Tutkimukset

1. Esikartoitus on järkevä tapa aluksi selvittää ja tutkia happamien sulfaattimaiden esiintymistä alueella.

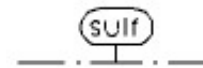
Jos hasu-materiaalia todetaan olevan sellaisissa paikoissa ja/tai maakerroksissa, joista voi aiheutua haittaa joko infra-rakenteille tai ympäristölle rakentamistoimien johdosta ->

2. Lisäkartoitus, jossa selvitetään rakentamiskohteen tarpeiden mukaisesti HaSu-materiaalien ominaisuuksia ja hapontuottokykyä

YLEISET MÄÄRÄYKSET:

Alueelle ei saa rakentaa kellaria.

Kaava-alueen maaperässä esiintyy hapanta valumaa (pH alle 5,5) tuottavaa sulfidisavea. Alueella tapahtuvassa kaikessa rakentamisessa tulee varautua toimenpiteisiin happaman valuman syntymisen sekä sen haittojen ehkäisemiseksi. Rakenteiden ulottuessa sulfidimaakerroksiin tulee huomioida maaperän happamuus maanalaisten rakennusmateriaalien valinnassa. Rakentamistoimenpiteitä suunniteltaessa on vältettävä pohjaveden tason laskua. Happamat valumat tulee hallita ja käsitellä asianmukaisesti ennen vesistöön pääsyä. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on varauduttava aiheuttamansa happaman valuman neutralointikäsittelyyn. Hulevesien viivytysaltaat on rakennettava ennen alueen varsinaista rakentamista, jotta mahdollisesti rakentamisaikainen hapanta valuma saadaan neutraloitua.

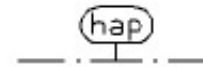


Potentiaalinen hapanta sulfaattimaa-alue. Happamoitumisriski on otettava huomioon rakenteiden suunnittelussa, kaivutöissä, massanvaihoissa ja maa-aineksen läjityksessä happamoitumishaittojen ennaltaehkäisemiseksi. Tonttien ja katujen rakentamisessa tulee varautua maanpinnan nostoon. Pohjaveden pintaa ei saa alentaa. Alin sallittu kuivatustaso +20,4. Korkeusjärjestelmä N2000.

Kellareiden rakentaminen on alueella kielletty.

Happamoitumista aiheuttavan maalajin alue. Happamoitumisriski on otettava huomioon rakenteiden suunnittelussa, kaivutöissä, massanvaihoissa ja maa-aineksen läjityksessä happamoitumishaittojen ennaltaehkäisemiseksi. Tonttien ja katujen rakentamisessa tulee varautua maanpinnan nostoon. Pohjaveden pintaa ei saa alentaa. Alin sallittu kuivatustaso +18,4. Korkeusjärjestelmä N2000.

Kellareiden rakentaminen on alueella kielletty.



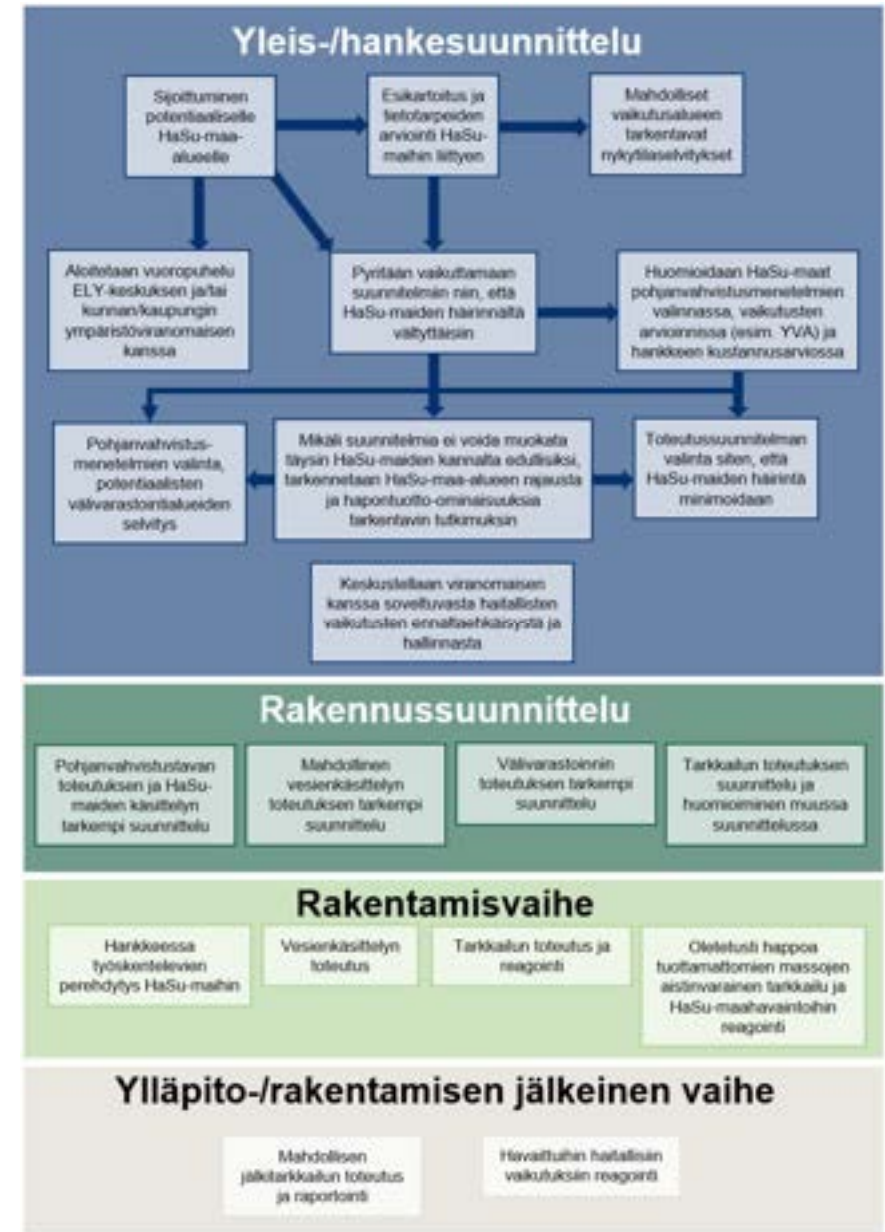
Hasu-maiden huomiointi eri hankevaiheissa

Hanke- ja yleissuunnitteluvaihe

- Sijoittuminen Hasu-alueelle
- Esikartoitus
- Vaikutusalueen selvitys
- Vuoropuhelu tilaajan ja ELY-keskuksen kanssa
- Vaikutusten arviointi

Tie-, rata- tai katusuunnitteluvaihe

- Tarvittavat lisätutkimukset
- Suunnitelmaratkaisuiden valinta
- Tilavaraukset



Hasu-maiden huomiointi eri hankevaiheissa

Rakennussuunnitteluvaihe

- Pohjavahvistusten suunnittelu
- Massojen käsittelyn ja läjityksen suunnittelu
- Mahdollisen vesienkäsittelyn suunnittelu
- Tarkkailun suunnittelu

Rakentaminen

- Hasu-perehdytys työmaalla (myös valvojan tulee ymmärtää mistä on kyse)
- Vesienkäsittelyn toteutus
- Tarkkailu ja seuranta
- Työn edetessä maamassojen ominaisuuksien tarkkailu ja lisäselvitykset tarvittaessa

Ylläpitovaihe

- Mahdollinen jälkitarkkailu
- Havaittuihin vaikutuksiin reagointi



Huomiointi maankäytön suunnittelussa

- HaSu-maiden aiheuttamien haittojen ennaltaehkäiseminen lähtee maankäytön suunnittelusta
- Lähtötietoja saadaan
 - GTK:n ennakkotietokartta-aineisto
 - Maaperätutkimukset
 - Laboratorioanalyysit
 - Vaikutusalueiden nykytilaselvitykset
- Suunnittelun ohjaus, suunnitteluratkaisut
 - Mitä rakennetaan ja minne
 - Tasauksen suunnittelu ja kuivatustaso
 - Työn aikaiset ratkaisut
 - Pysyvät ratkaisut
- Vaikutusten arviointi
 - Työkalun hyödyntäminen eri kaavavaiheissa
 - Tiedon karttumisen suunnitteluvaiheesta toiseen ja vaikutusten arvioinnin tarkentuminen
 - Koko elinkaaren aikaiset vaikutukset



	Pieni	Keskisuuri	Suuri	Tiedon luotettavuus + / ++ / +++ (Esim. oletettu / laskettu / mitattu)	Muistiinpanot (kuvaus / lisätieto / lähteet)	Tulos
1) Hankealueen ympäristön herkkyys vaikutuksille						
Hankkeen vaikutusalueen laajuus	Paikallinen, pistemäinen, suppea	Keskisuuri	Laaja, alueellinen			
Rakentamistoimien kesto	Lyhytaikainen	Kohtuullisen pitkä	Pitkä			
2) Vastaanottavan vesistön herkkyys vaikutuksille						
Vesistön koko	Meri	Järvi ja joki	Oja, puro, lampi, noro			
Vesistön puskurikyky	Suuri	Kohtalainen	Pieni tai olematon			
Kasvillisuus ja eliöstö	Happamille sulfaattimaille tyypillinen kasvillisuus, osmankäämit yms.	Tavanomainen lajisto	Herkkä eliöstö, vaelluskalat, simpukat, di-rektiivilajit			
3) Rakentamistoimien aiheuttamien muutosten suuruus						
	Kuivatussyvyyden muutos (esim. ojitus, kaivannot, pumppaus)	Ei selkeää muutosta pohjavedenpinnan nykyiseen vaihtelutason	Voi vaikuttaa pohjavedenpinnan tasoon jonkun verran	Vaikuttaa selkeästi pohjavedenpinnan tasoon		

Happamat sulfaattimaat

**Työkalu rakentamishankkeen
ympäristöriskien vaikutuksen merkittävyyden arvioimiseksi**

Sanna Vienonen

Ramboll

6.6.2023

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

1. Arvioidaan kartoitustiedon tarve rakennushankkeen perusteella:

- Mitä rakennetaan ja mihin vaikutetaan?
 - Millaisia maanmuokkaustoimia on tarpeen tehdä, kuinka laajalla alueella ja kuinka pitkäkestoisesti
- Muuttuuko kuivatussyvyys?
 - Ojitukset, pohjavesipinnan alentaminen
- Massanvaihtoja tulossa?
 - Massojen käsittelytarve
 - Välivarastointi alueella vai ulkopuolella
 - Loppusijoituspaikka alueella vai ulkopuolella
- Tarvitseeko huomioida maanalaisten rakenteiden korrosio?

2. Listataan rakennushankkeen toimenpiteet, joilla mahdollisiin HaSu-maihin kajotaan.

3. Kerätään tietoa ympäristöolosuhteista:

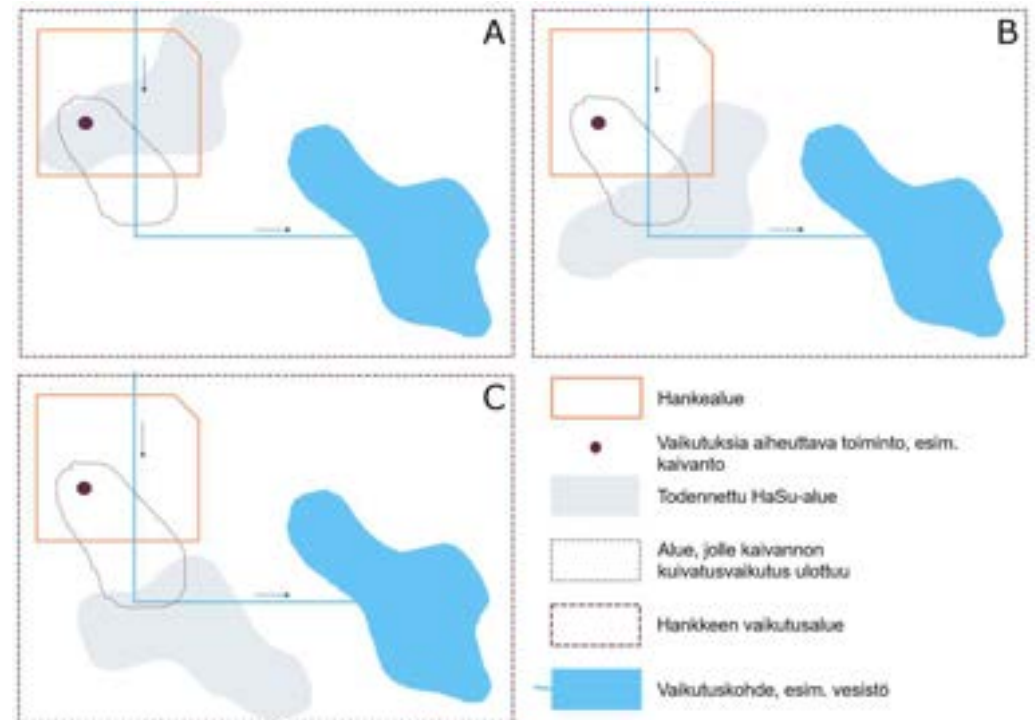
- Suunnittelualan maaperästä
- Mustaliuskeiden ja HaSu-maiden todennäköisestä esiintymisestä
- Aiemmistä kairaustiedoista
- Alustava tieto alueen luontoarvoista sekä rakennushankkeen valuma-alueella vastaanottavan vesistön tilasta (esim. alkaliteetti)
- Mahdolliset PIMA-alueet ja niiden tutkimustulokset

ESISELVITYKSET ENNEN TYÖKALUN KÄYTTÖÄ

VAIKUTUSALUE

Esimerkki vaikutusalueen määräytymisestä

- A. vaikutuksia aiheuttava toiminto sijoittuu HaSu-maalle
 - B. toiminto ei ole HaSu-maalla, mutta HaSu-maita esiintyy hankealueella ja toiminnon vaikutus ulottuu niihin
 - C. hankealueelle ei sijoitu lainkaan HaSu-materiaaleja, mutta koska toiminnon vaikutus ulottuu niihin, aiheuttaa toiminta vaikutuksia
- Kaikissa tapauksissa vaikutusalueen laajuus on sama ulottuen hankealueen kuivatusvedet vastaanottavaan vesistöön saakka



TYÖKALU VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYDEN ARVIOIMISEKSI, LOPPUTULOS

- Jotta hankkeen vaikutusmuodot ja vaikutukset ympäristöön tulevat kattavasti käydyksi läpi kirjataan vaikutusten merkittävyyden arviointityökaluun tiedot:
 - Hankkeesta
 - Tulevista kuivatusolosuhteista
 - Kaivettavista massamääristä
 - Suunnitelluista rakenteista
 - Massan laadusta ja hapontuottopotentiaalista
 - Mahdollisesta loppusijoituspaikasta
 - Ympäristön olosuhteista

Rakentamishankkeen ympäristövaikutusten merkittävyyden arviointi -työkalu				
Hankkeen nimi:				
Arvioinnin suorittaja:				
Päivämäärä:				
Arviointikriteeri	Vaikutusarvio	Vaikutus	Tiedon luotettavuus	Tiedonlähteet/Muistutanot
Hankealueen ympäristön herkkyys vaikutuksille				
	Hankkeen vaikutusalueen laajuus	Keskisuuri	Laskettu	
	Rakentamistoimien kesto	Lyhytaikainen	Oletettu	
Vastaanottavan vesistön herkkyys vaikutuksille				
Vesistö	Vesistön koko	Järvi, joki	Mitattu	
	Vesistön puskerikyky	Kohtalainen	Mitattu	
Elleistö	Kasvillisuus ja eliöstö	Tavanomainen lajisto	Oletettu	
Rakentamistoimien aiheuttamien muutosten suuruus				
Kuivatus	Kuivatussyvyyden muutos	Voi vaikuttaa pohjavedenpinnan tasoon jonkun verran	Oletettu	
	Kuivatusalueen laajuus	Pistemäinen ja paikallinen	Oletettu	
	Kesto	Pysyvä	Oletettu	
	Kaivanto- ja luvveden määrä	Kohtalainen	Oletettu	
Massanvaihto ja massan ominaisuudet sekä välivarastointi /loppusijoitus	Kaivettavan ja välivarastoitavan massan määrä	Kohtalainen	Laskettu	
	Välivarastointiaika (Välivarastoinnin maksimi on 3 vuotta, jonka jälkeen voidaan pitää jo loppusijoituksena)	Lyhytaikainen tai ei välivarastointia	Laskettu	
	Kokonaisrikkipitoisuus (mg/kg kuiva-ainetta)	Merkittävä	Mitattu	
	Hapontuottopotentiaali (kgH ₂ SO ₄ /t)	Merkittävä	Mitattu	
	Loppusijoitus	Hankealueella käsiteltynä	Oletettu	
Yhteenveto				
Hankealueen ympäristön herkkyys vaikutuksille				
Vastaanottavan vesistön herkkyys vaikutuksille				
Rakentamistoimien aiheuttamien muutosten suuruus				
Rakennushankkeen ympäristövaikutusten kokonaismerkittävyys				



Kysely happamista sulfaattimaista maankäytön suunnittelijoille

Kysely

<https://link.webpolsurveys.com/S/2B15E885153DCA95>

Kiinnostavia linkkejä

Kansallinen opas

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163782>

Vaikuttavuuden arvioinnin työkalu

<https://www.uusiomaarakentaminen.fi/uusiomaarakentamisen-ohjeistus>

GTK:n happamien sulfaattimaiden karttapalvelu

<https://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>

GTK:n pohjatutkimusrekisteri

<https://gtkdata.gtk.fi/Pohjatutkimukset/index.html>

Kiitos osallistumisesta!

Yhteystiedot:

Merja Autiola

merja.autiola@ramboll.fi

Puh. 040 576 4798

Yhteystiedot:

Sari Suvanto

sari.suvanto@ramboll.fi

Puh. 040 136 6543

Liite 5
Maankäytön asiantuntijoiden kyselyn kysymykset

Liite 5

Maankäytön asiantuntijoiden kysely

- Mitä kuntaa edustat?
- Mikä on sinun toimenkuvasi?
- Millaisesta materiaalista juuri sinä hyötyisiet?
- Millaista ohjeistusta, koulutusta ja opastusta tarvitset aihealueeseen?
- Tunnistatko HaSu-mailla rakentamisen yleisimmät ongelmat?
- Onko kunnassanne jo laadittu HaSu-maihin liittyen kaavamääräyksiä?
 - Kerro tarkemmin, miten.
 - Kerro tarkemmin, miksi ja miten kunnassasi toimitaan.
- Tarvitaanko kaavamääräyksistä esimerkkejä?
 - Kerro tarkemmin, millaisia.
- Kuinka yksityiskohtaisia kaavamääräysten tulisi olla koskien HaSu-maita?
- Jos HaSu-maita esiintyy kunnassanne, onko esiintymän laajuudesta ja sen vaikutuksista tehty kaavoituksen yhteydessä kartoituksia tai erillisselvityksiä?
- Onko kunnassanne ollut kaavahankkeita, jotka sijoittuvat HaSu -maiden esiintymisalueelle?
- Kuuluvatko kartoitukset kaavoitettavalla alueella mielestänne kunnalle vai rakentajalle vastuulle?
- Kuuluvatko kartoitukset kaavoitettavalla alueella mielestänne kunnalle vai rakentajalle vastuulle?
- Minkä selvityksen yhteydessä HaSu-kartoitukset ovat tähän mennessä tehty?
- Minkä selvityksen yhteydessä HaSu-kartoitukset ovat tähän mennessä tehty?
- Millä kaavatasolla / alueella edellisessä kysymyksessä mainittuja selvityksiä on tehty?
- Millä kaavatasolla / alueella edellisessä kysymyksessä mainittuja selvityksiä on tehty?
- Onko teidän kunnassanne olemassa selkeä prosessi, miten happamat sulfaattimaat otetaan huomioon kaavoituksessa?
 - Kerro tarkemmin, millainen prosessi ja miten HaSu huomioidaan.
 - Kerro tarkemmin, miksi ei.
- Onko HaSu:sta aiheutunut kaavamuutostarpeita?
 - Kerro tarkemmin millaisia.
- Missä yhteydessä kunnassanne on tällä hetkellä annettu määräyksiä HaSu-maiden huomioimisesta rakentamisessa?
- Missä yhteydessä kunnassanne on tällä hetkellä annettu määräyksiä HaSu-maiden huomioimisesta rakentamisessa?
- Oletko halukas haastatteluun?
- Muuta, mitä haluat kertoa aiheeseen liittyen?

Liite 6
Ohje Vaikutusten arviointi -työkalun käyttöön

Päivämäärä 1.3.22024

HAKAKO - HAPPAMIEN
SULFAATTIMAI DEN KANSALLINEN
KOETOIMINTAHANKE
OHJE VAIKUTUSTEN
ARVIOINTI -TYÖKALUN
KÄYTTÖÖN

OHJE VAIKUTUSTEN ARVIOINTI -TYÖKALUN KÄYTTÖÖN

Projekti HAppamien sulfaattimaiden Kansallinen KOetoimintahanke
Versio [1.2], 1.3.2024
Laatija Sanna Vienonen
Tarkastaja Merja Autiola
Hyväksyjä HaKaKo-ohjausryhmä, Eeva Nuotio, Anna Bonde, Esa Hirvijärvi

Ramboll
Vohlisaarentie 2 B
36760 LUOPIOINEN

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://fi.ramboll.com>

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	2
2.	Esikartoitus ja tietotarpeiden kokoaminen	2
2.1	Kartta-aineisto	2
2.2	Tieto happamista sulfaattimaista tai niiden esiintymisriskistä alueella, näytteenotto	3
2.3	Ympäristön nykyinen herkkyys happamoitumiselle	3
3.	Työkalun käyttö	3
3.1	Hankkeen vaikutusalueen laajuus	4
3.2	Rakentamistoimien kesto	6
3.2.1	Rakentamisajankohta	7
3.3	Vastaanottavan vesistön herkkyys vaikutuksille	8
3.3.1	Vesistön koko	10
3.3.2	Vesistön puskurikyky	11
3.3.3	Vesistön herkkyys ekologisen ja kemiallisen tilaluokituksen heikkenemiselle	12
3.3.4	Kasvillisuus ja eliöstö	14
3.4	Rakentamistoimien aiheuttamien muutosten suuruus	15
3.4.1	Kuivatukseen liittyvät tekijät	15
3.4.2	Kaivettavan ja välivarastoitavan massan määrä ja välivarastoinnin kesto	16
3.4.3	Maaperän kokonaisrikkipitoisuus ja hapontuottopotentiali	18
3.4.4	Loppusijoitus	19
4.	Tulosten tulkinta	20
5.	Lähteet	20

1. JOHDANTO

Tämä opas täsmentää happamien sulfaattimaiden vaikutusten arviointiin tarkoitettun työkalun käyttöä ja ohjeistaa arvioimaan työkaluun syötettäviä arvioita.

Työkaluun on pyritty keräämään kaikki tunnistetut muuttujat, joita rakentamisen - ja maankäytön suunnittelussa voi tulla eteen ja joilla vaikutetaan HaSu-maiden hapettumiseen ja tätä kautta happamuuden lisääntymiseen.

Työkalua voidaan hyödyntää monipuolisesti hankkeen eri vaiheissa aina esikartoituksesta myöhempiin suunnitteluvaiheisiin. Suunnitelmien muuttuessa hankkeen edetessä voi esimerkiksi olla tarpeen tarkistaa vaikutusten merkittävyyttä uudelleen ja tämä voidaan helposti toteuttaa työkalun avulla. Työkalu toimii myös maankäytön suunnittelun ja kaavoituksen tarkistuslistana. Kokonaismerkittävyyden lisäksi arvioituja osakokonaisuuksia voi tulkita priorisointilistana mihin kiinnittää huomiota vaikutusten merkittävyyden alentamiseksi.

Työkalun päivitys on tehty osana HaKaKo- HAppamien sulfaattimaiden KAnsallinen KOetoimintahanketta. Päivitystyöstä ovat vastanneet Rambollissa Sanna Vienonen ja Merja Autiola. Ohjeistusta työkalun päivittämiselle saatiin HaKaKo-ohjausryhmän jäseniltä Eeva Nuotio, Anna Bonde ja Esa Hirvijärvi.

2. ESIKARTOITUS JA TIETOTARPEIDEN KOKOAMINEN

HaSu-maiden haittojen minimoiminen ja haitat huomioiva rakentamisen suunnittelu käynnistyy rakennushankkeen ympäristöolosuhteiden esikartoituksella, jonka alkuvaiheessa kerätään tietoa suunnittelualueen maaperästä, mustaliuskeiden ja/tai HaSu-maiden todennäköisestä esiintymisestä, aiemmista pohjatutkimus- tai muista tutkimustiedoista, sekä kootaan ainakin alustava tieto alueen luonnonarvoista ja vesistön tilasta. Myös varsinaisen rakennushankkeen toimenpiteet, joilla mahdollisiin HaSu-maihin kajotaan, listataan. Apuna jo tässä vaiheessa voidaan käyttää esitettyä vaikutusten merkittävyyden arviointityökalua sekä GTK:n kartta-aineistoja.

2.1 Kartta-aineisto

Arvio happamien sulfaattimaiden esiintymisestä alkaa tyypillisimmin GTK:n happamien sulfaattimaiden karttapalvelun kartoitusaineiston tarkastelusta (saatavilla <https://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>). Myöhemmissä tutkimusvaiheissa tieto tarkentuu ja GTK:n esikartoituksiin soveltuva aineisto saa vahvistusta. GTK:n karttapalvelun 1:250 000 mittakaavainen karttataso on tuotettu tulkitsemalla GTK:n valuma-aluekohtaisia maastokartoituksia (kairaukset) ja maaperä- ja lentogeofysikaalisia aineistoja sekä Maanmittauslaitoksen pohjakartta- ja korkeusaineistoja. Kartan tarkkuus ei usein riitä kiinteistökohtaiseen tarkasteluun. Karttojen kuvioiden minimikoko on noin 6 hehtaaria.

Kaupungeilla voi olla myös omia tarkempia kartoitustietoja, jotka kannattaa tarkistaa kunta ja kaupunkikohtaisesti. Esimerkkinä tästä Espoon kaupungin kartta-aineistot

<https://kartat.espoo.fi/ims> , jossa ympäristö -teeman alta löytyvät kartoitetut potentiaaliset happamat sulfaattimaat.

2.2 Tieto happamista sulfaattimaista tai niiden esiintymisriskistä alueella, näytteenotto

Mikäli hankealueelta ei ole ennestään olemassa HaSu-maihin liittyvää kartoitustietoa, toteutetaan esikartoituksen yhteydessä tarvittaessa näytteenotto.

Tarkemmat tutkimukset ovat työkalun soveltamisen jälkeen tarpeen, jos rakennus- tai kaavahankkeen todetaan esikartoituksen perusteella sijoittuvan HaSu-alueelle ja rakentamistoimilla todetaan olevan vaikutuksia ympäristöön HaSu-maihin kohdistuvien toimien vuoksi. Lisätutkimuksella tarkennetaan olemassa olevaa tietoa tai hankitaan täysin uutta tietoa, jota esikartoituksessa ei vielä ollut saatavilla. Tarkempi tutkimus voi olla tarpeen myös silloin, jos esikartoituksen aikana ei tehty HaSu-maihin liittyvää näytteenottoa lainkaan ja hankkeen suunnittelu on jo edennyt yleissuunnittelua/yleiskaavoitusta pidemmälle, eikä esikartoituksen mukainen tutkimus ole riittävä tarvittavan tiedon keräämiseksi. Lisätutkimuksen suunnittelu on rakennus- tai kaavahankkeen suunnittelijan ja happamiin sulfaattimaihin perehtyneen asiantuntijan vuoropuhelua asemakaavoituksen, rakennussuunnitteluvaiheen tai tie-/ratasuunnitteluvaiheen alussa ja aikana.

2.3 Ympäristön nykyinen herkkyys happamoitumiselle

Erityisesti olosuhteet, jotka alueella vallitsevat jo ennen hanketta, ovat kiinnostavia listattavia ja lähemmin selvitettäviä asioita. Ympäristö, johon rakentamista tai maankäyttöä suunnitellaan, voi olla jo valmiiksi kuormittunut HaSu-maiden aiheuttamista ongelmista. Lajisto on jo voinut supistua tai osin sopeutua vallitseviin olosuhteisiin, jolloin hankkeen vaikutukset eivät välttämättä lisää ongelmia, pikemminkin tuovat ne esiin. Toisaalta herkkä ympäristö, jossa harvinaista lajistoa esiintyy, joka on jo osoitus lajirikkaudesta, ei kestä happamoittavaa vaikutusta kuin korkeintaan hyvin hetkellisesti ja hallitusti.

3. TYÖKALUN KÄYTTÖ

Kun esikartoituksen tulokset ovat käytössä, voidaan tehdä tarkempia tarkasteluja siitä, missä laajuudessa hankkeessa HaSu-maat tulee huomioida ja mihin suunniteltuihin toimenpiteisiin niillä on merkitystä. Esikartoitustiedon perusteella voidaan suunnittelua viedä eteenpäin ja tehdä alustavia tarkasteluja eri rakentamistoimien vaihtoehtojen välillä.

Jotta hankkeen vaikutusmuodot ja vaikutukset ympäristöön tulevat kattavasti käydyksi läpi, kirjataan tiedot hankkeesta, sen tulevista kuivatusolosuhteista, kaivettavista massamääristä, suunnitelluista rakenteista, massan laadusta ja hapontuottopotentiaalista, mahdollisesta loppusijoituspaikasta sekä ympäristön olosuhteista vaikutusten merkittävyyden arviointityökaluun.

Työkalulla arvioidaan hankealueen ympäristön ja valuma-alueen pintavesiä vastaanottavan vesistön herkkyttä sekä rakentamistoimien aiheuttamien muutosten vaikutusten suuruutta. Näin saadaan arvioitavan hankkeen vaikutusten merkittävyys happamien sulfaattimaiden kannalta selvitettyä.

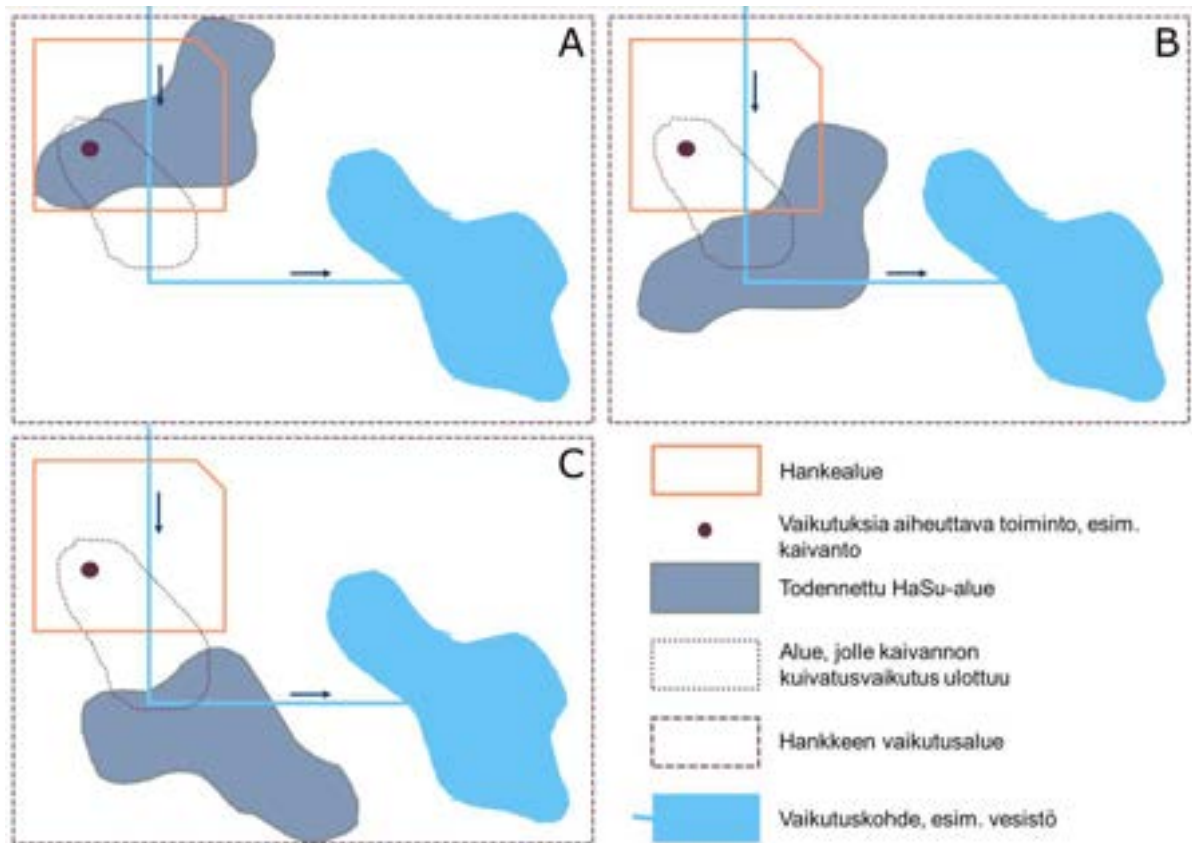
Seuraavissa luvuissa käsitellään vaikutusten merkittävyyden arviointityökalussa huomioitavat tekijät yksityiskohtaisemmin ja esitetään esimerkkejä työkalun hyödyntämisestä erityyppisissä hankkeissa.

3.1 Hankkeen vaikutusalueen laajuus

Hankealueella tarkoitetaan tyypillisesti aluetta, joka sisältää hankkeen kaikki fyysiset maanpäälliset ja maanalaiset osat. Vaikutuksella puolestaan tarkoitetaan ympäristön tilan muutoksen aiheuttamaa välitöntä tai välillistä seurausta ihmisille ja/tai luonnolle. Vaikutusalueella tarkoitetaan aluetta, jolla hankkeen arvioidaan aiheuttavan tai voivan aiheuttaa olennaisia muutoksia ympäristön tilaan. Vaikutusalueen raja on tyypillisesti hankkeen alkuvaiheessa laaja ja tarkentuu kun selvityksiin tai muuhun riittävään tietoon perustuvat arviot vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä on tehty.

HaSu-maiden osalta hankkeen vaikutusalue määräytyy tyypillisesti sen alueen mukaan, jolla ollaan suunnittelemassa rakentamistoimia ja jolla tiedettävästi esiintyy HaSu-maita. Vaikutusalueen laajuuden määrittämisessä on kuitenkin syytä huomioida mahdollisen kuivatustason muutoksen vaikutus laajemmalla alueella kuin pistemäisessä (esim. kaivanto) tai viivamaisessa (esim. oja) kohteessa, jossa rakentamistoimia tehdään.

Tätä havainnollistetaan seuraavassa kuvassa (Kuva 3-1). Kuvan mukaisesti kussakin tapauksessa vaikutusalueeksi määräytyy alue, jolle rakentamistoimien myötä kulkeutuu kuivatusvesiä. Koska vaihtoehdossa C HaSu-maat eivät sijoitu lainkaan hankealueelle, jää tällaisessa tapauksessa vaikutukset vastaanottavaan vesistöön huomioimatta, ellei hankkeen esikartoitusvaiheessa tarkastella aluetta laajemmin kuin vain hankealueen osalta. Mikäli esimerkkitapauksen hankealueelta ei olisikaan valumareittiä vesistöön, rajautuisi vaikutusalue todennäköisesti suppeammalle alueelle. Tämän vuoksi on aiheellista aloittaa tarkastelu laajalta alueelta ja rajata aluetta havaittujen todellisten tekijöiden perusteella. Kuvassa ei ole huomioitu mm. massanvaihtomassojen sijoituspaikan valintaa hankealueen ulkopuolella, mikä laajentaa vaikutusalueen tarkastelua jopa kahteen erilliseen vaikutusalueeseen.



Kuva 3-1. Esimerkki vaikutusalueen määräytymisestä. Tapauksessa A vaikutuksia aiheuttava toiminto sijoittuu HaSu-maalle. Tapauksessa B toiminto ei ole HaSu-maalla, mutta HaSu-materiaaleja esiintyy hankealueella ja toiminnon vaikutus ulottuu niihin. Tapauksessa C hankealueelle ei sijoitu lainkaan HaSu-materiaaleja, mutta koska toiminnon vaikutus ulottuu niihin, aiheuttaa toiminta vaikutuksia. Kaikissa tapauksissa vaikutusalueen laajuus on sama ulottuen hankealueen kuivatusvedet vastaanottavaan vesistöön.

Vaikutusten merkittävyyden arviointityökalussa:

- paikallisena vaikutusalueena voidaan pitää aluetta, jolta ei nykytilassa tai suunniteltujen rakentamistoimien myötä kulkeudu happamia valumavesiä vesistöihin tai muihin herkkiin kohteisiin tai lähtökohtaisesti alle neliökilometrin laajuinen alue (esim. alikulun pohjaveden pumppaustarve tai kiinteistön laajuinen pohjaveden alentamistarve).
- keskiuurena vaikutusalueena voidaan tyypillisesti pitää aluetta, jolla on yksi tai useampi vesistö, johon vaikutuksia voi kohdistua. Keskiuuren vaikutusalueen voisi aiheuttaa esimerkiksi asemakaava-alue, jolla esiintyy HaSu-maita osassa kaava-alueen useampien kiinteistöjen laajuudelta.
- laajasta, alueellisesta vaikutusalueesta puhutaan silloin, kun hankkeen vaikutukset ulottuvat laajalle alueelle, mahdollisesti useisiin vesistöihin tai esimerkiksi usean kunnan/kaupungin alueelle; lähtökohtaisesti useiden km² laajuiselle alueelle (esim. valtatie kuivatusolosuhteiden muutos useiden kilometrien tai neliökilometrien alueella).

Vaikutusalueen laajuuden määrittämisessä on syytä hyödyntää asiantuntijanäkemyksiä, kun tarkastellaan alueen virtausolosuhteita ja HaSu-maiden esiintymispotentiaalia. Virtausolosuhteita voi päätellä ojastojen ja järvien sijaintien mukaan; ojat, purot ja muut uomat johtavat yleensä järviin ja järvistä vesi purkautuu edelleen eteenpäin oja, puroja, jokia tms. uomia pitkin. Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunasta (<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/> > Hydrografia >

Valuma-alueet & Pintavesien virtausmalli valuma-alueet kolmas jakovaihe & Pintavesien virtausmalli yläpuolinen valuma-alue ha) voi tarkastella tietyllä tarkkuudella pintavesien valuma-alueita ja virtaussuuntia.

3.2 Rakentamistoimien kesto

Happamoitumiseen kuluva aika ja vaikutusten ilmeneminen suhteessa aikaan on huonosti tunnettu, mutta erittäin tärkeä ja huomioon otettava seikka rakentamistoimien vaikutusten merkittävyyttä arvioitaessa. Luonnontilassa tuhansia vuosia maassa säilynyt rikkivarasto pienenee nopeasti, kun maata kuivatetaan. Rikkivaraston pienentymisnopeuteen vaikuttavat muun muassa kuivatuksen tehokkuus sekä maa-aineksen laatu ja raekoko. Ajan myötä ongelmien painopistealueet muuttuvat vanhempien happamien sulfaattimaiden menettäessä happamuuspotentiaalin ja uusien maiden joutuessa kuivatuksen kohteiksi (esim. Palko ja Myllymaa, 1987). (Sutela ym., 2012)

Hapettumisnopeuteen vaikuttaa merkittävästi rikkipitoisuus, jonka kasvaessa myös maa-aineksen hapettumisnopeus näyttäisi uusimpien tutkimusten valossa kasvavan. Lisäksi happamien sulfaattimaiden kemialliset reaktiot ovat osittain myös mikrobiologisia, jolloin reaktionopeuteen vaikuttavat maaperän happi-, kosteus- ja lämpöolosuhteet. (Ilonen, 2021)

HaSu-maiden aiheuttamat vaikutukset ajoittuvat rakentamisen aikaiseen, toiminnan aikaiseen ja toiminnan päättymisen jälkeiseen aikaan. Vaikutuksia on hyvä arvioida hankkeen koko elinkaaren ajalta. Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa vaikutusten suuruus on siis tarpeen käydä läpi jopa neljästä eri näkökulmasta käsin luoden työkaluun omia välilehtiä eri tarkastelutasoille:

- Vaihe 0: Ennen rakentamista, nykytila
- Vaihe 1: Rakentamisen aika
- Vaihe 2: Toiminnan aika
- Vaihe 3: Toiminnan päättymisen jälkeen

Kun vaikutuksia on arvioitu hankkeen elinkaaren ajalta, nähdään myös ne seikat, joihin ensi sijassa on etsittävä vaikutuksia vähentäviä keinoja ja miten vaikutuksia on voitu mahdollisesti vähentää.

Kokemusperäisesti tiedetään, että karkeimmissa materiaaleissa reaktiot tapahtuvat ja happamoitusvaikutus tulee esille nopeasti, mutta koska reagoiva rikki ehtyy ajan myötä, ei vaikutus ole niin pitkäaikainen kuin vastaavasti hienoainespitoisemmassa maalajissa, jossa rikkipitoisuus on suurempi. Näin ollen hienorakeisemmassa massassa on enemmän aikaa rakentamistoimille, ennen kuin hapettuminen ehtii edetä koko massaansa, vaikka rikkipitoisuus ja tätä kautta hapontuottopotentiaali olisi suurempi kuin karkeammassa materiaalissa.

Viimeaikaisten tutkimusten (esim. Ilonen, 2021) perusteella inkuboinnin pH-seuranta antaa tietoa maa-aineksen happamoitumisen etenemiseen kuluneesta ajasta riittävän kosteissa olosuhteissa koskien happaman sulfaattimaan pintakerrosta, mutta menetelmällä ei saada tietoa hapettumisen etenemisestä syvyysuunnassa. Maastossa olosuhteet ovat hyvin erilaiset verrattuna laboratorioon esimerkiksi sääolosuhteiden, ilmankosteuden, sateiden ja pintavalunnan vaikutuksesta, jolloin happamoituminen saattaa luontaisesti olla hyvin vaihtelevaa verrattuna laboratorio-olosuhteisiin. Lisätutkimuksia tarvittaisiin edelleen siitä, kuinka nopeasti kuivunut maa-aines happamoituu ja vaikuttaa valumavesiin, kun olosuhteet muuttuvat kosteammiksi.

Läjitetyn potentiaalisen happaman sulfaattimaan hapettumista tulisi tutkia myös erilaisissa olosuhteissa esimerkiksi eri vuodenaikoina ja vaihtelevilla maalajeilla, jolloin saataisiin määriteltyä esimerkiksi ääriolosuhteita hapettumisnopeuden ja happamoitumisen näkökulmista (Ilonen, 2021).

Koska rakentamistoimet ovat aikajanalla enemmän pistemäisiä kuin jatkuvia toimia, tulee aika pilkkoa ainakin kahteen eri luokkaan:

- Rakentamisen aika, vaikutukset kestävät vain rakentamisen ajan
 - yksittäinen rakentamisurakka, jolla on selkeä alku- ja päätepiste
 - kaava-alueen rakentuminen kaavaa vastaavaksi, jossa usean rakentamishankkeen summana rakentamisaika voi olla hyvinkin pitkä
- Pysyvästi vaikuttavat rakentamistoimet, vaikutukset kestävät, kunnes rikki on ehtynyt
 - pysyvä pohjaveden pinnan/hapettumissyvyyden aleneminen
 - massanvaihtomassojen sijoittaminen vedenpinnan yläpuolelle

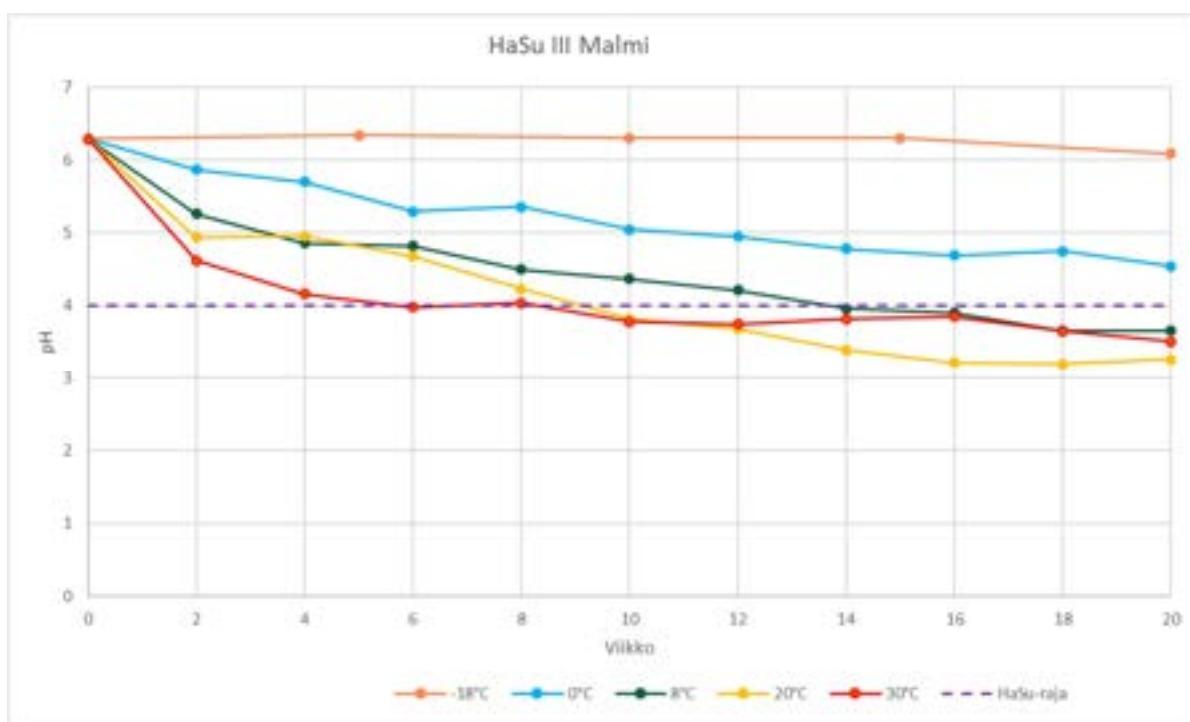
Samassa hankkeessa voi siis esiintyä osa-alueita, joilla vaikutukset ovat kestoiltaan lyhytaikaisia, kohtalaisen pitkiä ja pysyviä. Tämän vuoksi vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa rakentamistoimien kesto arvioitaessa on huomioitava aiemmin kuvattu koko hankkeen elinkaari, jotta vaikutusten ajallinen ulottuvuus huomioidaan oikein. Myös samalle alueelle sijoittuvien eri kestoisten ja tyyppisten hankkeiden yhteisvaikutuksia tulee pohtia vaikutusten merkittävyyttä arvioitaessa. Luontevinta yhteisvaikutusten pohdinta on maankäytön suunnittelun yhteydessä, yleis- ja asemakaavoituksessa, mutta sitä on syytä tarkastella myös myöhemmissä vaiheissa etenkin, jos HaSu-maiden olemassaolo on jäänyt kaavoitusvaiheessa huomioimatta.

3.2.1 Rakentamisajankohta

Rakennushankkeen ajoittaminen mahdollisuuksien mukaan viileälle ajanjaksolle on viimeaikaisten tutkimusten mukaan tehokas keino ehkäistä happamien valumavesien syntyä. Kaivuutoimet on paras sijoittaa talvisaikaan, jos se vain muutoin on rakennushankkeelle soveltuvaa. Kesäkautena vaikutukset ovat odotettavasti suurimmat riippuen hallintatoimista.

Ilosen selvityksessä (Ilonen 2023) laboratorio-olosuhteissa eri lämpötiloissa suoritetuissa happaman sulfaattimaan inkuboinneissa hapontuotto havaittiin varsin vähäiseksi pakkasolosuhteissa (-18°C). Lämpötiloissa 0°C ja +8°C inkuboinnin seurauksena havaittu happaman sulfaattimaan pH:n alenema oli selvästi pienempi kaikissa tutkituissa näytteissä verrattuna +20 ja +30°C lämpötiloissa suoritetuissa inkuboinneissa. Viileissä olosuhteissa neljän viikon inkubointi aiheutti 1-1,5 pH-yksikön aleneman. Alenema oli sitä suurempi, mitä korkeampi materiaalin rikkipitoisuus oli. Esimerkki inkuboinnin aikana havaituista pH-muutoksista on esitetty kuvassa 3-2.

Inkuboinnissa testattava materiaali altistetaan kauttaaltaan ilmakehän hapelle. Luonnossa hapettuminen on tehokkainta käsiteltävän massan ja maaperän pintaosassa.



Kuva 3-2. HaSu III pH-arvot eri lämpötiloissa. Lähde Ilonen E. 2023.

3.3 Vastaanottavan vesistön herkkyys vaikutuksille

Rakennushankkeen vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa on syytä huomioida erityisesti alueen pinta- ja pohjaviesiolosuhteet. Alueella luontaisesti vallitsevat pohja- ja pintavesien virtaussuunnat ja laatu ovat merkittäviä vaikutuskohteen herkkyuden määrittämisessä. Virtaussuuntien ja vesimäärien (erityisesti pinta- ja suoto- /hulevedet) ohella mahdolliset suojelliset arvot vaikutusalueella, vastaanottavan vesimuodostuman ekologinen ja kemiallinen tilaluokitus, sekä vesialueen virkistysarvo tulee huomioida. Myös vastaanottavan vesimuodostuman valuma-alueen kokoa ja herkkyyttä suhteessa muokattavan alueen kokoon on syytä tarkastella.

Esimerkiksi suurialaisella hankkeella voi olla pieneen luonnontilaiseen puroon suuri vaikutus, kun taas pienialainen hanke ei välttämättä juuri vaikuta suuren joen vedenlaatuun ja sitä myöten ekologiseen tai kemialliseen tilaan. Ekologisen ja kemiallisen tilan tarkastelussa tulisi aina huomioida se lähtökohta, että vesistön tilaa ei saa koskaan heikentää, ja hyvää huonommassa tilassa olevan vesimuodostuman tilaa tulee pyrkiä parantamaan eli hanke ei saisi estää vesimuodostuman hyvän tilan saavuttamista. Vesimuodostumia ja niiden ekologisen ja kemiallisen tilan luokittelua voi tarkastella Vesikartta-karttapalvelussa (<http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta>). Pintavesien luokittelusta ja vesistöjen ekologisesta ja kemiallisesta tilaluokittelusta löytyy tietoa vesi.fi- sivulta www.vesi.fi/vesitieto/pintavesien-luokittelun-periaatteet/ sekä Hertta-palvelusta https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat

Seuraavissa taulukoissa (Taulukko 3-1 ja Taulukko 3-2) on esitetty esimerkkejä vastaanottavan vesistön ja muun vaikutusalueen herkkyuden määrittämisestä eri tyyppisissä YVA-hankkeissa. Esimerkkitapauksissa kyseessä on ympäristövaikutusten arviointia (YVA-laki 252/2017) edellyttävät hankkeet, joissa vaikutusten

muodostuminen on erityyppistä. Tämän vuoksi esitettyjä kriteeristöjä tulee tarkastella vain esimerkkinä herkkyiden mahdollisista kriteereistä. Yksinään tilaluokituksen perusteella vesistön herkkyttä ei voida määrittää, vaan herkkyys määritetään tapauskohtaisesti arvioiden vesistön tilan heikkenemisriskiä kokonaisuutena huomioiden esimerkiksi vesistön puskurikyky. Alhaisen herkkyiden kohteeksi ei voida määritellä automaattisesti esimerkiksi tyydyttävässä tilassa olevaa vesimuodostumaa, jonka kasvillisuus voi olla jo tottunut happamiin valumavesiin. On myös muistettava, että minkään vesistön tilaa ei saa heikentää.

Taulukko 3-1. Esimerkkejä käytetyistä herkkyiden kriteereistä toteutetuista YVA-hankkeista. Mukailten Tampereen vesi (2011).

Kohteen herkkyys		
Alhainen	Kohtalainen	Suuri
Ei luonnonsuojelukohteita vaikutusalueella	Vaikutusalueella selvää potentiaalia/olemassa olevia suunnitelmia luonnonsuojelun toteuttamiseksi	Vaikutusalueella on Natura 2000- tai muu suojelualue
Valuma-alueen koko > 2 000 km ²	Valuma-alueen koko 200–2 000 km ²	Valuma-alueen koko <200 km ²
Vastaanottavan vesistön veden viipymä lyhyt <5 kk	Vastaanottavan vesistön veden viipymä keskimääräinen 5–18 kk	Vastaanottavan vesistön veden viipymä pitkä >18 kk
Tavanomainen, ympäristömuutoksille ei-herkkä lajisto	Harvinaisia lajeja esiintyy, mutta ne eivät ole ympäristön muutoksille herkkiä	Ympäristön muutoksille herkkiä, harvinaisia tai uhanalaisia lajeja esiintyy

Taulukko 3-2. Esimerkki herkkyiden kriteeristöstä Vaasan satamatien YVA-hankkeessa. Hankealueella tavattiin happamia sulfaattimaita laajalti, minkä vuoksi ne huomioitiin vaikutusten arvioinnissa. Mukailten Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, 2016.

Vaikutuskohteen herkkyys	Herkkyiden mahdollisia kriteerejä
Vähäinen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ei vedenottoa vaikutusalueella. ▪ Vaikutusalueella ei esiinny kalojen lisääntymis- tai poikasalueita. ▪ Alueella ei ole tulvavaaraa. ▪ Happamien sulfaattimaiden osuus hankealueesta on vähäinen
Kohtalainen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alueella on vedenottoa raakavedeksi. ▪ Vaikutusalueella esiintyy kalojen lisääntymis- tai poikasalueita, mutta lisääntymismenestys on korkeintaan tyydyttävä. ▪ Alue on todettu tulvaherkäksi tai alueella on tulvavaara. ▪ Happamien sulfaattimaiden osuus hankealueesta on kohtalainen
Suuri	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vedenotto talousvedeksi tai merkittävä raakavedenlähde. ▪ Vaikutusalueella esiintyy tärkeitä kalojen lisääntymis- tai poikasalueita, joiden lisääntymismenestys on hyvällä tasolla. ▪ Alueella on todettu tulvariskiä tai se kuuluu valtakunnallisesti merkittäviin tulvariskialueisiin. ▪ Happamien sulfaattimaiden osuus hankealueesta on suuri tai erittäin suuri.

Kunnissa voi olla myös tehtynä valmiiksi herkkien vesistöjen määrittelyä. Tällainen on tehty mm. Pääkaupunkiseudun työmaavesiohjeen laadinnan yhteydessä: [Pääkaupunkiseudun työmaavesiohje \(hsy.fi\)](https://www.hsy.fi).

Ohjeen laatimisen yhteydessä pääkaupunkiseudun kaupungit valmistelivat käytettävissä olevan aineiston perusteella erillisen karttatason kunkin kaupungin avoimeen karttapalveluun. Esimerkkinä tästä Espoon karttapalvelun <https://kartat.espoo.fi/ims> "Herkät vesikohteet". Karttatason tarkoituksena on helpottaa suunnittelijoita ja urakoitsijoita tunnistamaan kohteet, joiden työmaavesien hallinnassa tulee noudattaa erityistä varovaisuutta. Näin herkimät vesiluontokohteet pyritään suojaamaan ympäristövahingoilta ja nuhraantumiselta. Herkät vesikohteet -karttataso kattaa mm. erittäin uhanalaisen meritaimenen tiedossa olevat esiintymisalueet. Espoon ja pääkaupunkiseudun ohjeessa on mm. määritetty pH:n ohjearvo 6-9.

3.3.1 Vesistön koko

Vastaanottavan vesistön koolla on suuri rooli vesistön herkkyyden ja vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa. Pieni vesistö, kuten oja, puro tai lampi on huomattavasti herkempi HaSu-maiden hapettumisen aiheuttamalle happamoitumiselle ja metallikuormitukselle, kuin isompi järvi, joki tai meri.

Esimerkkinä herkkyydeltään:

- pieneksi voidaan katsoa valuma-alueeltaan >1000 km² suuret ja erittäin suuret jokityypit tai meri
- kohtalaiseksi 100 - 1000 km² keskisuuret jokityypit tai järvet
- suureksi <100 km² pienet joet tai jokea pienemmät virtavedet kuten purot ja norot sekä lammet.

Vastaanottavan vesistön kokoarviossa on syytä huomioida jossain määrin myös sen valuma-alueen koko. Mikäli pienikokoinen järvi vastaanottaa valumavesiä hyvin suurelta alueelta, on rajatulta alueelta peräisin oleva hapan valunta todennäköisesti vähemmän merkittävä verrattaessa järveen, jonka vesistä valtaosa on peräisin rakennustoimien kohteena olevalta rajatummalta alueelta ja tällä valuma-alueella tapahtuu happamuusvaihteluita. Järvityyppi voi myös vaikuttaa; esim. hyvin lyhytviipymäisiin järviin happamalla valunnalla on todennäköisesti vain vähäisiä tai ei lainkaan vaikutuksia.

Karkeasti voidaan todeta, että suuren painoarvon saavat vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa pienialaiset purot, lammet, luonnontilaiset ojat ja norot, joissa vesimassa on vähäinen ja virtaama suhteellisen vähäinen. Pieni painoarvo taas vesistön koon osalta annetaan vastaanottavan vesistön ollessa merialue, jossa vesimassa on suuri. Toki tässäkin on huomioitava kohdealue; myös meri voi olla herkkä, jos vedet johtuvat esim. suojaisaan merenlahteen, jonka vedenvaihto on rajoittunut.

Suuressa hankkeessa vastaanottavia vesistöjä ja valuma-alueita voi olla useita, jolloin tarkastelua tulisi tehdä paitsi kokonaisuuden näkökulmasta, myös vesistökohtaisesti huomioiden herkin vaikutuskohde. *Vaikutusten merkittävyys on kokonaiskuvassa syytä määrittää herkimmän vaikutuskohteen perusteella.*

Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunasta (<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>> Hydrografia > Valuma-alueet & Pintavesien virtausmalli valuma-alueet kolmas jakovaihe & Pintavesien virtausmalli yläpuolinen valuma-alue ha) voi tarkastella tietyllä tarkkuudella pintavesien valuma-alueita ja virtaussuuntia.

3.3.2 Vesistön puskurikyky

Veden alkaliteetti eli puskurikyky mittaa veden kykyä vastustaa pH-tason muutosta siihen happoa lisättäessä (Oravainen, 1999). Vesien happamoituminen näkyy ensin alkaliteetin laskuna ja sen jälkeen pH-tason laskuna. Kun alkaliteetin arvo on yli 0,2 millimoolia litraa kohti, puskurikyky voidaan meidän heikosti puskuroiduissa vesissämme luokitella erinomaiseksi.

Vähäjärvisissä joissamme puskurikyky heikkenee voimakkaasti tulvan aikana. Ilmiön syynä ovat lumensulamis- ja sadevedet. Jokien ja järvien puskurikykyyn vaikuttaa valuma-alueen laatu, jolloin herkimpiä happamoitumiselle ovat vähäravinteiset ja kirkasvetiset järvet ja lammet. Valuma-alueen peltovaltaisuus vähentää happamoitumista, koska peltoja kalkitaan ja lannoitetaan (Oravainen, 1999).

Valuma-alueen maankäyttöä voi tarkastella esim. Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunasta (<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>> Hydrografia > Valuma-alueet & Pintavesien virtausmalli valuma-alueet kolmas jakovaihe & Pintavesien virtausmalli yläpuolinen valuma-alue ha).

Mikäli tarkastelun kohteena olevasta vesistöstä ei ole olemassa ajantasaista tietoa alkaliteetista, voidaan näytteitä ottaa hyvinkin kustannustehokkaasti. Näyte kannattaisi ottaa syyskierron aikana, jolloin vesi on tasalaatuista. Loppukevällä sulamisvesien jo vaikuttaessa näytettä ei kannata ottaa (Oravainen, 1999). Mikäli näytteenotto on tarpeen, on kannattavaa pohtia, tarvittaisiinko samasta vesistöstä myös muuta aineistoa vaikutusten merkittävyyden arvioinnin tueksi. Tällaista tietoa voi olla esimerkiksi metallipitoisuudet ja pH-taso mahdollisen aiemman kuormituksen selvittämiseksi. On huomioitava, että pelkkä pH-tasojen tarkastelu ei anna vesistön happamoitumisesta luotettavaa kuvaa.

Taulukko 3-3. Vesistön puskurikyky alkaliteetin mukaan. Mukailten Oravainen, 1999.

Puskurikyky	Alkaliteetti (mmol/l)	Alttius happamoitumiselle	Puskurikyvyn vaikutus merkittävyyden arvioinnissa
Erinomainen	>0,2	Vähäinen	Pieni
Hyvä	0,1–0,2	Kohtalainen	Pieni
Tyydyttävä	0,05–0,1	Suuri	Keskisuuri
Välttävä	0,01–0,05	Erittäin suuri	Suuri
Huono	< 0,01	Erittäin suuri	Suuri

3.3.3 Vesistön herkkyys ekologisen ja kemiallisen tilaluokituksen heikkenemiselle

Hanke- ja vaikutusalueen olosuhteita tulee aina tarkastella tapauskohtaisesti ympäristön herkkyyden määrittämiseksi. Vastaanottavan vesistön herkkyyden määrittämisessä huomioidaan kaikki aiemmin esitellyt tekijät, kuten vesistön koko, puskurikyky ja vesistön kasvillisuus ja eliöstö, sekä mahdolliset suojelulliset arvot. Lisäksi luokiteltujen vesimuodostumien osalta huomioidaan herkkyys ekologisen ja/tai kemiallisen tilaluokituksen heikkenemiselle.

Happamien sulfaattimaiden ollessa kyseessä, vaikutukset kohdistuvat tyypillisimmin nimenomaan pintavesiin, minkä vuoksi on oleellista pohtia paitsi vaikutuskohteen herkkyyttä muutoksille, myös syntyvän happaman valunnan ja metallikuormituksen kulkeutumiseen ja laimenemiseen liittyviä tekijöitä. Myös mahdollisia poikkeusolosuhteita esim. ilmastonmuutoksen äärevöittämiä sääolosuhteiden lisääntyessä (kuivuus, rankkasateet, tulvat) on syytä pohtia, sillä niillä on vaikutusta veden virtaukseen, määrään ja laimenemiseen. Vesistö- ja merialueilla tulva-alueiden laajuutta voi tarkastella Tulvakeskuksen Tulvakarttapalvelusta <https://paikkatieto.ymparisto.fi/tulvakartat>.

Vesimuodostumia ja niiden ekologisen ja kemiallisen tilan luokittelua voi tarkastella Vesikartta-karttapalvelussa (<http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta>). Pintavesien luokittelusta ja vesistöjen ekologisesta ja kemiallisesta tilaluokittelusta löytyy lisää tietoa www.vesi.fi/vesitieto/pintavesien-luokittelun-periaatteet/. Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunasta (<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>) > Hydrografia > Pohjaeläinlajiston ennustettu muuttuneisuus voi tarkastella PUROHELMi-hankkeessa tuotettuja paikkatietopohjaisia mallinnusarvioita pienten virtavesien habitaatin ja pohjaeläinlajiston luonnontilan muuttuneisuudesta sekä valuma-alueen maankäyttöä (montako prosenttia valuma-alueesta on maatalousaluetta, rakennettua aluetta, ojitettua turvemaata tai puuston hakkuualuetta).

Kun tilaluokitusta arvioidaan osana tarkastelua, tulee huomioida, ettei tilaluokka määritä herkkyyttä. Lähtökohtaisesti tilaluokkaa ei saa huonontaa. Tilaluokituksiin pohjautuvassa herkkyyden arvioinnissa on huomioitava, että vesienhoidossa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin niitä vesiä, jotka on nimetty vesimuodostumiksi. Kaikkia pienempiä vesiä ei ole määritelty vesimuodostumiksi eivätkä ne siten kuulu luokittelun piiriin (Aroviita ym., 2019). Näistä vesistä ei välttämättä ole olemassa ajankohtaista tietoa vesistön tilasta ja herkkyydestä muutoksille. Näissä tapauksissa on syytä toteuttaa ainakin suppea näytteenotto ja maastokatselmus alueelle, jotta vaikutusten merkittävyyden arviointi voidaan tehdä luotettavasti.

Ekologisen ja kemiallisen tilan luokittelun periaatteet

Vesien tilaa arvioidaan ja luokitellaan ihmisten toiminnan aiheuttaman muutoksen perusteella. Pintavesimuodostumien tila perustuu ekologiseen ja kemialliseen tilaan sen mukaan kumpi niistä on huonompi (Aroviita ym., 2019). Ekologisen tilan viisiportaisessa luokittelussa tarkastelun kohteena ovat ensisijaisesti biologiset laatutekijät. Luokiteltavan vesimuodostuman tilaa verrataan olosuhteisiin, joissa ihmistoiminta ei ole aiheuttanut havaittua vaikutusta eliöstössä. Mitä vähäisempi ihmisen vaikutus on, sitä parempi on vesistön ekologinen laatu. Lisäksi arvioinnissa otetaan huomioon myös veden laatutekijät (mm. pH-taso, metallipitoisuudet, ravinteet) ja hydromorfologiset tekijät (mm. keskimääräinen talvialenema, vaellusesteet). Näin ollen kohteen ja vaikutusalueen herkkyyden arvioinnissa painoarvoa on erityisesti luonnontilaisilla vesistöillä, joihin ei voida lainsäädännön puitteissa kohdistaa hapanta valuntaa käytännössä lainkaan vaarantamatta vesimuodostuman tilaluokitusta (Suomen ympäristökeskus, 2021).

Karkeasti voidaan todeta, että mitä luonnontilaisempi tai luonnontilaisen kaltainen vesistö on, sitä herkempi se on myös happamoitumisesta ja metallikuormituksesta aiheutuville vaikutuksille. Ekologisen ja kemiallisen tilan tarkastelussa tulisi aina kuitenkin huomioida se lähtökohta, että vesistön tilaa ei saa heikentää ja hyvää huonomassa tilassa olevan vesistön tilaa tulisi pyrkiä parantamaan.

Pintavesien kemiallinen tila luokitellaan sellaisten EU:ssa tunnistettujen vaarallisten ja haitallisten prioriteettiaineiden perusteella, joille on asetettu laatumit (pitoisuudet) ja jotka määritellään Suomessa vaarallisten aineiden asetuksessa (direktiivi 2013/39/EU ja valtioneuvoston asetus Vna 2006/1022). Kemiallinen tila on huono, jos yksikin prioriteettiaine ylittää laatumit salliman pitoisuuden. Vuonna 2020 valmistuneen luokittelun mukaan hyvää kemiallista tilaa ei saavutettu yhdessäkään Suomen luokitellussa vesimuodostumassa (Suomen ympäristökeskus, 2021), koska PBDE-palontorjunta-aineen osalta laatumit tiukentui. Nikkelin (Ni) ja kadmiumin (Cd) osalta ympäristölaatumit ylittyi 0,6 % vesistöistä. Näiden metallien osalta pääasiallinen kuormituksen lähde ovat happamat sulfaattimaat ja niillä tapahtuva maanmuokkaus ja kuivatus.

Myös pohjaveden kemiallista ja määrällistä tilaa seurataan EU-direktiivien ja kansallisen lainsäädännön mukaisesti, ja tilan tulisi olla hyvällä tasolla. Kokonaistila määräytyy aina huonomman mukaan. Pohjavesien tilaluokittelu perustuu vesienhoitoasetuksessa annettuihin pohjaveden ympäristölaatumit sekä arvioihin todettujen pitoisuuksien vaikutuksista ympäristöön ja vedenhankintaan. Pohjaveden kemiallisen tilan katsotaan olevan hyvä, jos esimerkiksi tiettyjen vaarallisten aineiden määrät eivät ylitä EU-maiden asettamia raja-arvoja, jotka on määritetty ainakin seuraaville aineille ja ominaisuuksille: arseeni, kadmium, lyijy, elohopea, ammonium, kloridi, sulfaatti, nitriitit, fosfori (kokonaismäärä) / fosfaatit, trikloorietyleeni ja tetrakloorietyleeni sekä sähkönjohtavuus (veden sähkönjohtavuus kuvastaa siihen liuenneiden mineraalien pitoisuuksien määrää).

Vesienhoitosuunnitelmien päivityksen yhteydessä on tehty arvio suunniteltujen toimenpiteiden toteutumisesta ja vaikutuksista. Osana ihmistoiminnan vaikutusten arviointia on tunnistettu merkittävät pintavesimuodostumien tilaa heikentävät tekijät eli paineet. Yhtenä painetyyppinä arvioinnissa on *maankuivatus happamalla sulfaattimaidella*. Ote VEMU III Vesimuodostumat-aineistosta on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 3-3., Tiedonanto, Anssi Teppo, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, 2.12.2021.). Kuvasta on nähtävissä, että HaSu-maiden kuivatuksella ja siitä johtuvalla happamalla valunnalla on heikentävä vaikutus suureen osaan Suomen rannikkoalueen vesimuodostumista. Esimerkiksi Oulujoki-Iijoki vesienhoitoalueella happamien sulfaattimaiden kuivatuksen on arvioitu olevan merkittävä paine 24 pintavesimuodostumassa (Pohjois-Pohjanmaan -, Kainuun ja Lapin ELY-keskus, 2021).



Kuva 3-3. Ote VEMU III Vesimuodostumat – aineistosta, jossa vesistöihin kohdistuvaksi painetyypiksi on valittu maankuivatus happamilla sulfaattimailta. Aineistossa on nähtävillä ne vesimuodostumat, joiden tilaluokitukseen happamilla sulfaattimailta tapahtuvalla kuivatuksella on vaikutusta. Värikoodein on esitetty voimassa oleva ekologinen tilaluokka. Tiedonanto, Anssi Teppo, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, 2.12.2021.

3.3.4 Kasvillisuus ja eliöstö

Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa tulee huomioida vaikutusalueen ja erityisesti hapanta valuntaa ja mahdollista metallikuormitusta vastaanottavan vesistön nykytilassa esiintyvään kasvillisuuteen ja eliöstöön liittyvät tekijät. Tavanomaiseksi luokiteltava, ympäristön muutoksia sietävä lajisto on vähemmän herkkä muutoksille. Mikäli alueella esiintyy ympäristön muutoksille herkkiä, harvinaisia tai uhanalaisia lajeja, saa vaikutusten merkittävyys silloin tältä osin suuren painoarvon. Myös mahdolliset suojelliset ja virkistyselliset arvot vaikutusalueella on syytä tarkistaa ja tarvittaessa huomioida jo maankäytön suunnittelussa ja esikartoituksessa. Jos kasvillisuus- tai eliöstökartoituksia ei kohdealueen vesistöistä ole tehty, on syytä harkita kartoituksen tarpeellisuutta. Jos tietoa ei ole, sen voi valita työkalussa, jolloin tämän suhteen vaikutusarvio on neutraali.

Vesimuodostumia ja niiden ekologisen ja kemiallisen tilan luokittelua voi tarkastella Vesikartta-karttapalvelussa (<http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta>). Luokittelussa on huomioitu myös

kasvillisuus ja eliöstö. Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunasta (<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>> Hydrografia > Pohjaeläinlajiston ennustettu muuttuneisuus) voi tarkastella PUROHELMI-hankkeessa tuotettuja paikkatietopohjaisia mallinnusarvioita pienten virtavesien habitaatin ja pohjaeläinlajiston luonnontilan muuttuneisuudesta.

3.4 Rakentamistoimien aiheuttamien muutosten suuruus

3.4.1 Kuivatukseen liittyvät tekijät

HaSu-mailla suoritettavissa rakennustoimissa muutokset kuivatustasoon ovat oleellisimpia happaman valunnan muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä. Pohjavesipinnan (tai hapettumissyvyyden) alapuolella esiintyvät HaSu-materiaalit säilyvät stabiileina ja muuttumattomina, kun kuivatussyvyyttä ei keinotekoisesti muuteta. Usein rakennushankkeissa jonkin asteinen kuivatus on kuitenkin tarpeen, minkä vuoksi se täytyy huomioida hankkeen vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa.

Kuivatussyvyyden muutos

Kuivatussyvyyden muutoksen arvioinnissa on tarpeen olla alustavaa tietoa hankealueen luontaisesta pohjavedenpinnan tasosta sekä sen vaihtelusta ja erityisesti hapettumissyvyydestä, mikäli kuivatustoimet sijoittuvat HaSu-mailla. Pohjaveden pinnantasosta voi löytyä tietoa alueella tehtyjen pohjatutkimusten yhteydessä ja avoimesta ympäristötietojärjestelmästä (Hertta-palvelu www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat), josta voi tarkastella löytykö alueen läheltä pohjaveden havaintoputkia. On kuitenkin syytä huomioida, että tieto pinnantasosta voi olla vain tietyltä vuodenajalta tai kymmenien vuosien takaa, jolloin alueella tämän jälkeen tehdyt maanrakennus/kuivatustoimet, sateisuuden muutokset jne. ovat voineet vaikuttaa pohjaveden pinnantasoon. Pinta vaihtelee luonnollisesti myös vuodenaikojen mukaan; luotettavin pinnankorkeustieto on eri vuodenaikoina ja useiden vuosien ajalta otettujen mittausten trendi, joka kertoo luontaisesta vaihteluvälistä eli pohjavedenpinnan alimmat ja korkeimmat tasot. Jos pohjaveden pinnantasoa on rakennustoimien johdosta tarpeen seurata muutoinkin, voi olla tarpeen asentaa pohjavesiputki, jolloin saadaan ajantasaista tietoa.

Mikäli hankkeen toteuttamisen myötä kuivatustaso laskee merkittävästi nykytilasta alueella, jolla esikartoituksen perusteella esiintyy HaSu-maita, tulee asia huomioida keskisuuressa tai suurella painoarvolla.

- Suuri painoarvo asialla on silloin, jos pohjavesipinnan taso on tarpeen laskea merkittävästi luontaisen vaihteluvälin alinta tasoa matalammalle (> 1 m luontaisen alimman tason alapuolella).
- Pienen painoarvon asia saa silloin, jos kuivatustaso ja hapettumissyvyys eivät selkeästi muutu tai mikäli muutos on luontaisen vaihtelutason piirissä.

Kuivatusalueen laajuus

Kuivatusalueen laajuuden arvioinnissa huomioidaan paitsi toteutettavan kuivattavan toiminnon (esim. ojitus tai kaivanto) sijainnin lisäksi arvioitu kuivatusvaikutuksen ulottuvuus. Esimerkiksi suppeahko kaivanto, jota aktiivisesti pidetään esimerkiksi pumppauksin kuivana, voi aiheuttaa pohjavesipinnan tason laskua huomattavasti itse kaivantoa laajemmalla alueella. Laajuuden arvioinnissa on syytä huomioida erityisesti maa-aineksen laatu (vedenjohtavuusominaisuudet) ja pohjavedenpinnan luontaiset tasot ja vaihtelut. Maa-aineksen laadusta ja sitä kautta myös

vedenjohtavuusominaisuuksista saa tietoa alueella mahdollisesti aiemmin tehdyistä pohjatutkimusten tuloksista.

- Pienen merkittävyyden voi saada esimerkiksi yksittäinen hanke, johon liittyy yksi kapea-alainen kaivanto tai viivamainen oja.
- Keskisuuri merkittävyys asialla voi olla hankkeessa, jossa kuivatusta tarvitaan selkeästi yksittäistä pistettä tai viivamaista rakennetta laajemmalla alueella.
- Laajoissa hankkeissa, joissa kuivatussyvyyttä on tarpeen muuttaa esimerkiksi kokonaisella kaava-alueella, annetaan kuivatusalueen laajuudelle suuri merkittävyys.

Kuivatuksen kesto

Kuivatuksen kesto voidaan määritellä lyhyeksi ja siten merkittävyydeltään pieneksi, jos pysyviä muutoksia hankealueen kuivatustasoon ei ole tarpeen tehdä ja esimerkiksi kaivanto tai väliaikainen oja on käytössä vain lyhyen aikaa. Mikäli rakennustoimet kestävät useita kuukausia, jonka ajan aluetta on tarpeen kuivattaa, annetaan kuivatuksen kestolle keskisuuri merkittävyys. Tapauksissa, joissa kuivatussyvyyden ja mahdollinen paikallinen pohjavedenpinnan tason laskun muutos on pysyvä, on merkittävyys suuri.

Kaivanto- ja suotoveden määrä

Kaivettavan maa-aineksen ominaisuudet tulee huomioida myös kaivanto- ja suoto-/hulevesien määrän arvioinnissa. Maa-aineksen laadusta ja sitä kautta myös vedenjohtavuusominaisuuksista saa tietoa alueella mahdollisesti aiemmin tehdyistä pohjatutkimusten tuloksista. Vedenjohtavuutta voi arvioida maaperätietojen mukaan esim. Suomen ympäristökeskuksen sivuilla (www.syke.fi > Tutkimus & kehittäminen > Vesi > Mallit ja työkalut > Pohjaveden tyyppimallit > Pohjaveden virtausmallinnuksessa tarvittavia parametreja) esitettyjen taulukoiden avulla, joihin on koostettu eri maa- ja kivilajien vedenjohtavuuksia ja huokoisuuksia kirjallisuudesta (Mälkki, E. 1999. Pohjavesi ja pohjaveden ympäristö. 304 s. & Niemi, A., Kling, T., Vaittinen, T., Vahanne P., Kivimäki, A.-L. & Hatva, T. 1994. Tiesuolauksen pohjavesivaikutusten simulointi tyyppimuodostumissa. Tielaitoksen selvityksiä 66/1994. 60 s.)

- Alueilla, joilla kuivatussyvyys muuttuu vain vähän ja/tai maaperän vedenjohtavuus on heikko, on vesimäärillä pieni merkittävyys.
- Keskisuureksi ja suureksi merkittävyys nousee, kun kuivatettavan alueen laajuus kasvaa ja/tai kun maaperän vedenjohtavuusominaisuudet paranevat.
- Karkearakeisemmissa maa-aineksissa vedenjohtavuus on tyyppillisesti korkeampi, jolloin kaivantoihin voi kertyä vettä suuriakin määriä. Myös luontaisen pohjavesipinnan tason ollessa lähellä maanpintaa, muodostuu kaivantovesiä tyyppillisesti enemmän.

3.4.2 Kaivettavan ja välivarastoitavan massan määrä ja välivarastoinnin kesto

Kaivettavan ja välivarastoitavan maa-aineksen massamäärän merkittävyyden arvioinnissa on huomioitava ennen kaikkea välivarastoinnin kesto mutta myös välivarastoitavan HaSu-materiaalin ominaisuudet eli etenkin rikkipitoisuus, minkä kasvaessa myös merkittävyys kasvaa, vaikka massamäärä olisi pieni. Myös hankkeen vaikutusalueen suuruus vaikuttaa vaikutusten merkittävyyteen.

Massan määrä

Rakentamistoiminnan vuoksi hapelle altistuvan happaman sulfaattimaan määrä voidaan arvioida ennakkoon tehdyn happamien sulfaattimaiden kartoituksen sekä rakennussuunnitelmien avulla. Esikartoituksen perusteella on selvitetty happamien sulfaattimaiden esiintyminen rakennusalueella, niiden hapontuottopotentiaali eri maakerroksissa sekä mihin syvyyteen asti maaperä on nykyiseltään hapettunut. Rakennussuunnitelmien avulla voidaan arvioida, kuinka suuri massamäärä happamia sulfaattimaita tulee altistumaan hapelle kaivutöiden vaikutuksesta. Sedimenttien ruoppaus ja läjitysoppaan (Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015) mukaista rajaa voidaan soveltaa arvioitaessa välivarastoitavan maamassan aiheuttaman muutoksen suuruutta:

- pieni tai ei lainkaan välivarastointia 500 m³
- suuri yli 10 000 m³.

Arvioinnissa voidaan hyödyntää seuraavan taulukon (Taulukko 3-4) mukaista tarkastelua mikäli eksakti massamäärä ei ole tiedossa esikartoitusvaiheessa.

Taulukko 3-4. Esimerkki kaivettavan ja välivarastoitavan happoa tuottavan maa-aineksen massamäärän huomiointista vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa.

Kesto	Laajuus	Happamoitumisen aiheuttama riski**	Välivarastoitavien massojen määrän merkittävyys	
Ei välivarastointia	-	-	Ei lainkaan välivarastointia	
Lyhytaikainen (0–6 kk)	Paikallinen, pistemäinen, suppea	Pieni	Pieni	
	keskisuuri/suuri	Kohtalainen / Suuri*	Kohtalainen	Suuri
Kohtalaisen pitkä n. 1 vuosi ± 6kk	Paikallinen, pistemäinen, suppea	Kohtalainen / Suuri*	Kohtalainen	
	keskisuuri/suuri	Suuri*	Kohtalainen	Suuri
Pitkäaikainen > 1 vuosi (korkeintaan 3 vuotta)	Paikallinen, pistemäinen, suppea /	Kohtalainen / Suuri*	Kohtalainen	Suuri
	keskisuuri / suuri	Suuri*	Suuri	

* Vaatii erillisen hallintasuunnitelman

** Happamoitumisen aiheuttaman riskin arvioinnissa huomioidaan maa-aineksen hapontuottopotentiaali ja kokonaisrikkipitoisuus.

Välivarastoinnin kesto

Välivarastoinnilla tarkoitetaan kaivettujen maa-ainesten varastointia maanpinnalla väliaikaisesti ennen niiden sijoittamista lopulliseen käyttökohteeseen tai takaisin alkuperäiseen paikkaan. Maarakennustoiminnan seurauksena tulee runsaasti kaivumassoja, joista osa käytetään suoraan syntypaikalla tai lähialueen maarakentamiskohteessa. Huomattavan isolle osalle kaivumassoista ei tyypillisesti voida osoittaa välitöntä hyödyntämishanketta ja ne joudutaan välivarastoimaan ennen hyödyntämistä. HaSu-materiaalien läjitys välivarastointialueelle vaatii erityistä huomiota ja tulee huomioida hankkeen vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa. Ongelmia syntyy, jos kasalla oleva materiaali pääsee hapettumaan, kuivumaan ja sateen seurauksena muodostunut hapan valunta ohjautuu hallitsemattomasti ympäristöön.

Välivarastointi voi kestää korkeintaan 3 vuotta, minkä jälkeen puhutaan loppusijoituksesta.

- Lyhytaikaisena (pieni merkittävyys) välivarastointina voidaan pitää joitakin kuukausia (0 - 6kk) kestävä väliaikaista läjitystä.
- Kohtalaisen pitkäksi (keskisuuri merkittävyys) ajaksi luokitellaan noin vuoden kestävä välivarastointi
- Yhdestä vuodesta kolmeen vuoteen kestävä välivarastointia voidaan pitää pitkäaikaisena (suuri merkittävyys).

3.4.3 Maaperän kokonaisrikkipitoisuus ja hapontuottopotentiaali

Kokonaisrikkipitoisuus

Maa-aineksen rikkipitoisuutta voidaan käyttää potentiaalisen HaSu-materiaalin tunnistamiseen, sillä maanäytteen rikkipitoisuuden on todettu vastaavan yleisesti melko hyvin hapontuottopotentiaalia. Rikkipitoisuuden arvioinnissa on kuitenkin huomioitava myös maalaji, koska eri maalajeilla on erilainen puskurikyky, ja haitalliseen happamoitumiseen johtava happomäärä voi vaihdella eri maalajeissa merkittävästi. Rikkipitoisuuden tunnistusrajoja ja toimenpiderajoja on käsitelty Tunnistus-hankkeessa (Visuri ym., 2021). Näitä voidaan hyödyntää myös vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa tietyin varauksin.

Taulukko 3-5. Kokonaisrikkipitoisuuden merkitys vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa.

Maalaji	Kokonaisrikkipitoisuus (%)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
Hienorakeinen materiaali ($\leq 0,06$ mm)	< 0,1 %	> 0,1...1,0 %	> 1,0 %
Karkearakeinen materiaali ($> 0,06$ mm)	< 0,03 %	> 0,03 %	>0,5 %

Hapontuottopotentiaali

Maaperän hapontuottopotentiaali on yksi tärkeimmistä tekijöistä arvioitaessa HaSu-maista aiheutuvaa riskiä ja vaikutusten merkittävyyttä, sillä se kuvaa maaperässä hapettumisen yhteydessä muodostuvaa happomäärää, joka voi vapautua suotovesien mukana. Muodostuva happomäärä korreloi tyypillisesti myös erittäin hyvin liukenevien haitallisten metallien määrän kanssa. Happamien sulfaattimaiden hapontuottopotentiaalin on havaittu vaihtelevan melko paljon suhteessa maalajin raekokoon ja orgaanisen aineksen määrään, ja siksi hapontuottoa ja riskiä ympäristölle on arvioitava maalajikohtaisesti.

Maanäytteen hapontuottopotentiaalia voidaan arvioida asiditeetti-analyysin perusteella, jonka perusteella lasketaan maanäytteessä olevan hapon määrä yksikössä mmol H⁺/kg maanäytettä. Analyysi perustuu emäksen (NaOH) kulutukseen titratessa arvoon 6,5. Asiditeetti voidaan määrittää maastossa hapettuneesta näytteestä (TAA, aktiivinen hapan sulfaattimaamateriaali), inkuboidusta näytteestä (TIA) tai vetyperoksidilla hapetetusta (TPA) näytteestä. Potentiaalinen sulfidinen asiditeetti (TIA tai TPA) määritetään laboratoriossa hapetetusta näytteestä (inkubaatio tai vetyperoksidi), ja se kertoo näytteessä hapettumisen myötä syntyvän happamuuden määrän.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 3-6) on kuvattu Tunnistus-projektissa (Visuri ym., 2021) laadittu maalajikohtainen luokitus, jota voidaan hyödyntää erityisesti kohdekohtaisessa riskinarvioinnissa. Luokituksessa on kolme hapontuottoluokkaa (pieni, kohtalainen ja suuri). Erityisesti orgaanisissa materiaaleissa näkyvät asiditeettien korkeat tausta-arvot, jotka aiheutuvat muun muassa orgaanisista hapoista ja korkeasta kationinvaihtokyvystä.

Taulukko 3-6. Maalajikohtainen hapontuottoluokitus. Hapontuottopotentiaali määritetään titraamalla näyte natriumhydroksidilla pH-tasoon 6,5. Emäksen kulutuksesta lasketaan näytteessä oleva happomäärä yksikössä mmol H⁺ / kg.

Maalaji	Hapontuottopotentiaali (mmol H ⁺ / kg, pH 6,5)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
Turve	< 250	250–600	> 600
Lieju	< 100	100–200	> 200
Hienorakeinen materiaali (≤ 0,06 mm)	< 20	20–100	> 100
Karkearakeinen materiaali (> 0,06 mm)	< 6	6–20	> 20

HaSu-materiaalin hapontuottopotentiaalia voidaan arvioida myös ns. NAG-määrittelyllä (nettohapon tuotto), joka on aiemmin ollut laajalti käytössä maa-aineksen hapontuoton arvioinnissa. NAG-pH mittaus tehdään vetyperoksidilla hapetetusta maaperänäytteestä. Menetelmää on yleisesti käytetty kaivosteollisuudessa happoa tuottavan kiven kuten pyriitin hapontuottopotentiaalın arvioinnissa (GTK, 2015). Suomessa happaman sulfaattimaan rajana on yleisesti käytetty pH-tasoa 4,5. Jos näytteen pH on laskenut alle raja-arvon, on näyte happoa tuottavaa (GTK, 2015; AMIRA International, 2002). Nettohapon tuoton ja NAG-pH avulla voidaan arvioida maaperän happamoitumisesta aiheutuvaa riskiä seuraavan taulukon mukaisesti (Taulukko 3-7).

Taulukko 3-7. NAG-pH-tason ja nettohapon tuoton (NAG) avulla tehtävä hapontuottopotentiaalın arviointi (AMIRA International, 2002; GTK, 2015).

Maalaji	Nettohapon tuotto (kg H ₂ SO ₄ /tonni, pH 4,5)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
NAG-pH	≥ 4,5	< 4,5	< 4,5
NAG	0	≤ 5	> 5

3.4.4 Loppusijoitus

Jos maa-aines loppusijoitetaan ilman hyödyntämistarkoitusta esimerkiksi maankaatopaikalle, on toiminta luvanvaraista, koska maankaatopaikan toiminta lähtökohtaisesti edellyttää ympäristölupaa. Massojen loppusijoitus maankaatopaikalle voidaan tehdä ko. maankaatopaikan ympäristöluvan edellytysten mukaisesti. Tämän vuoksi pohdittaessa loppusijoitusta hankealueen ulkopuolelle on syytä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa kartoittaa mahdolliset

vastaanottoaikat. Mikäli valitulla loppusijoituspaikalla on asiaankuuluvat luvat ja edellytykset HaSu-materiaalien vastaanottoon, on loppusijoituksen vaikutus merkittävyyden arvioinnissa pieni.

Useissa tapauksissa maa-ainekselle löytyy hyötykäyttökohde hankealueelta. Maa-ainekset kuitenkin jäävät hankealueelle, joten mikäli happamuuden hallinta on huomioitu kohteen ja kyseessä olevan HaSu-materiaalin edellyttämällä tavalla, on vaikutus merkittävyyden arvioinnissa keski-suuri.

Suureksi vaikutus merkittävyyden arvioinnissa nousee silloin, jos happoa tuottavan maa-aineksen loppusijoitus tehdään hankealueella tai sen ulkopuolella ilman neutraloivaa käsittelyä tai muita happaman valunnan hallintakeinoja. Tällainen menettelytapa on käytännössä lainsäädännöllisesti mahdoton toteuttaa, minkä vuoksi riskien hallitsemiseksi täytyy menettelytapaa muuttaa ja vaikutusten merkittävyysarviointia muutosten jälkeen päivittää.

4. TULOSTEN TULKINTA

Arvioinnin tuloksena saadaan kokonaismerkittävyys. Lisäksi saadaan merkittävyys eri osakokonaisuuksille (ympäristön ja valuma-alueen pintavesiä vastaanottavan vesistön herkkyys sekä rakentamistoimien aiheuttamien muutosten suuruus) ja niiden osatekijöille. Näin voidaan huomata, mihin osatekijöihin vaikuttamalla voidaan vaikuttaa hankkeen merkittävyyteen ja mihin tekijöihin erityisesti tulisi hankkeessa kiinnittää huomiota vaikutusten vähentämiseksi.

- Jos vaikutuksen merkittävyys on joltain osin suuri, tulee toteuttaa toimenpiteitä rakentamisen aikana vaikutusten ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi.
- Jos merkittävyys on keski-suuri, tulee kiinnittää erityistä huomiota kyseiseen tekijään ja suorittaa tarkempia tutkimuksia tai tarkastella, voidaanko suunnitelmia muuttaa vaikutusten ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi. Vaikutusten vähentämiskeinot rakentamisen aikana on myös syytä olla varmistettuna.
- Jos merkittävyys on pieni, ei hankkeesta ole arvioitavissa vaikutuksia happamien sulfaattimaiden johdosta, mutta jos arvioidut tekijät tai olosuhteet muuttuvat, on arviointi syytä päivittää.

5. LÄHTEET

AMIRA International, 2002. ARD TEST HANDBOOK, Melbourne

Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S., Napari, M., Nylund, M., Kupiainen, V., Vienonen, S., Forsman, J., Suikkanen, T., Auri, J., Boman, A. & Mattbäck, S. 2022. Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin. Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022, 3. 152 s.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163782/YM_2022_3.pdf

GTK, 2015. Mine closure wiki: net acid generation. [Online] Available at:

[http://wiki.gtk.fi/web/mine-closure/wiki/-/wiki/Wiki/Net+Acid+Generation+\(NAG\)/pop_up;jsessionid=07b2e0d46660978967b5e2c44347](http://wiki.gtk.fi/web/mine-closure/wiki/-/wiki/Wiki/Net+Acid+Generation+(NAG)/pop_up;jsessionid=07b2e0d46660978967b5e2c44347)

Ilonen, E. 2023: Talviolosuhteet happamilla sulfaattimailla sekä tuhkat kalkin korvaajina neutraloinnissa. HaKako- HAppamien sulfaattimaiden Kansallinen Koetoimintahanke. Tutkimusraportti. 20.10.2023.

Ilonen E. 2021. HAppamien sulfaattimaiden hapettuminen, Reaktioihin vaikuttavat tekijät, tutkimusmenetelmät ja ympäristöriskien hallinta. Opinnäytetyö. LAB-ammattikorkeakoulu.

Oravainen R. 1999. Vesistötulosten tulkinta, opasvihkonen. KVVY Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys Ry

Pääkaupunkiseudun työmaavesiohje: [Pääkaupunkiseudun työmaavesiohje \(hsy.fi\)](https://www.hsy.fi/tyomaavesiohje)

Suomen ympäristökeskus, 2020. Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille – Tunnistus. Hankkeen www-sivu: https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus__kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Maastokayttoisten_tunnistusmenetelmien_kehittaminen_happamille_sulfaattimaille__Tunnistus

Visuri M., Nystrand M., Auri J., Österholm P., Nilivaara R., Boman A., Räisänen J., Mattbäck S., Korhonen A. ja Ihme R. 2021. Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille. Tunnistus -hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 43/2021. Helsinki.

Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015: Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöministeriö 2015. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/154833/OH_1_2015.pdf

Liite 7
HaKaKo webinaarin esitysaineistot

Tervetuloa!

HAppamien sulfaattimaiden
KAnsallinen
KOetoimintahanke -päätöswebinaari

RAMBOLL

Bright Ideas.
Sustainable change.

Webinaarin ohjelma

Tilaisuuden avaus, Mikko Suominen Helsingin kaupunki

Johdatus esityksiin, Kimmo Järvinen Ramboll

HaSumaat Malminkentällä, Akseli Toikka Ramboll

Havaintoja seurantakohteista, Emmi Ilonen Ramboll

Lämpötilan vaikutus hapettumiseen, Emmi Ilonen Ramboll

Tuhkat neutraloivina aineina kalkin korvaajina, Pyry Potila Ramboll

Kommenttipuheenvuorot

Eeva Nuotio EPOELY

Esa Hirvijärvi Vaasan kaupunki

Taina Koivisto Porin kaupunki

Kokemukset Oulun kaupungin sisäisten toimintatapojen määrittämisestä,
Merja Talvitie Oulun kaupunki ja Sari Suvanto Ramboll

Väyläviraston opas: Ylijäämämaiden hallinta tie- ja ratahankeissa,
Mauri Kulman Väylävirasto

GTK:n ajankohtaisinfo ja Fiksu-Hasu, Jaakko Auri GTK

Keskustelua



Mitä odotuksia sinulla on tämän seminaarin suhteen?

91 responses





HaKaKo - HAppamien sulfaattimaiden KAnsallinen KOetoimintahanke

Hankkeen aikataulu: 8/2022-2/2024

Hankkeen rahoittajat: Helsingin kaupunki, Espoon kaupunki, Porin kaupunki, Turun kaupunki, Vaasan kaupunki, Väylävirasto, UPM, Ramboll Finland Oy

Hankkeen toteuttaja: Ramboll Finland Oy

Jatkoa Ympäristöministeriön julkaisulle 2/2022

"Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin: Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan"

HaKaKo:ssa lisättiin tuntemusta happamista sulfaattimaista

- seuraamalla valittujen kohteiden kuivatusolosuhteiden muutosta
- keräämällä kokemuksia vesien käsittelystä
- haastatteleamalla kuntien edustajia käytänteistä, kokemuksista ja tietopuutteista
- tuottamalla koulutusaineistoa maankäytön suunnittelijoille

Ohjausryhmässä jäätiin pohtimaan, kenen vastuulle Suomessa valtakunnallisesti tiedon, käytänteiden ja ohjeiden laadinta sekä laadunvarmistus kuuluvat. Problematiikka on hyvin monialainen

Esim.: YM, MMM, SYKE, GTK?

Johdatus esityksiin ja raportteihin

Esitykset:

- Valikoidut seurantakohteet: Malminkenttä, Lauttaranta, ja Pohjois-Pori
- Tutkimukset: lämpötilan vaikutus hapettumisnopeuteen ja kalkin korvaaminen lentotuhkalla

Kimmo Järvinen

Ramboll

13.2.2024

Raportissa lisää seuraavista aiheista:

- kuivatusvesien neutralointi
- maankäytön suunnittelun haastavuus
- vaikuttavuuden arvioinnin työkalu 2.0

Tunnistettut lisätutkimustarpeet

- Labravertailututkimus, hasu-analytiikka, ProfTest

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Passiiviset neutralointijärjestelmät

Kerättiin kokemuksia erilaisista toteutetuista/suunnitelluista ratkaisuista

- Kalkkisuotopato
- Neutralointikaivo
- Kosteikko – kalkkisuotopato –yhdistelmä
- Kemikaaliasema

Johtopäätökset

- Ei voi suoraan kopioida toisesta kohteesta
- Veden määrä ja laatu vaihtelee
- Veden laadun ennakkoseuranta tärkeää
- Erilaisten olosuhteiden huomiointi
- Virtaaman säätö
- Padon koko ja muoto
- Neutralointimateriaalin raekoko
- Veden ominaisuuksien vaihtelu
- Vaatii yleensä tarkkailua ja seurantaa
- Jatkuvatoiminen anturi erittäin suositeltava
- Edelleen tarvitaan kokemuksia ja niiden dokumentointia



Maankäytön suunnittelu ja hasut

Haastatteluissa ilmennyttä:

- Happamien sulfaattimaihin liittyvän tieto ei edelleenkään tavoiteta kaikkia kuntia ja heidän maankäytöstä vastaavia henkilöitä
- Tietotarvetta on monella eri tasolla
- Tietoa löytyy hajanaisesti
- Tulisi olla enemmän konkreettisia malleja ja ohjeita
- Toivotaan, ettei tarvittaisi erityisasiantuntijoita, vaan asia saataisiin siihen muotoon, että jokainen pystyy sen omaksumaan ja huomioimaan työssään
- Osaaminen vaihtelee nykyisin merkittävästi sekä kunnissa että myös konsulteilla, rakennuttajilla, urakoitsijoilla
- Konsulteilta vaaditaan (oletetaan) osaamista aiheeseen ja hasujen huomioimista hankkeissa
- Viranomaisten osaaminen on myös vaihtelevaa esim. ELY:sta voi saada hyvin eritasoista ohjausta ja vaatimuksia

- Hankkeen vaikutusmuodot ja vaikutukset ympäristöön kartoitetaan työkalun avulla

- Tulevat kuivatusolosuhteet
- Kaivettavat massamäärät
- Suunnitellut rakenteet
- Massan laatu ja hapontuottopotentiaali
- Loppusijoituspaikka
- Ympäristön olosuhteet

- Työkalu on päivitetty ja sen käytölle on laadittu oma opas

TYÖKALU VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYDEN ARVIOIMISEKSI 2.0

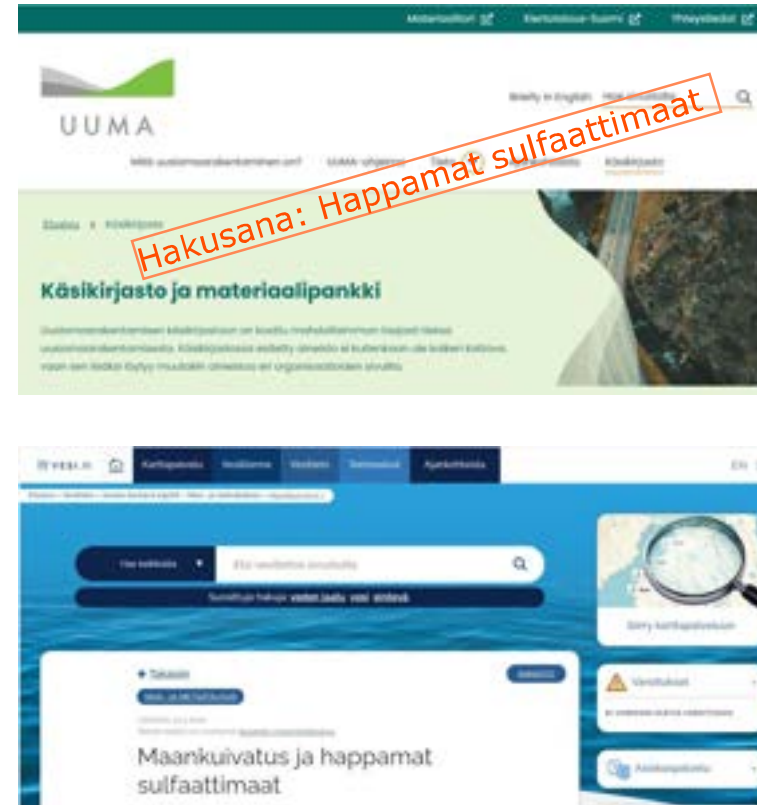
Rakentamishankkeen ympäristövaikutusten merkittävyyden arviointi -työkalu						
Hankkeen nimi:						
Arvioinnin suunnittaja:						
Päivämäärä:						
Arviointikriteerit	Vaikutussarvia	Vaikutus	Tiedon luotettavuus	Käytetyt kriteerit	Linkkejä tietolähteisiin	
Hankkeen ympäristön herkkyys vaikutuksille						
Hankkeen vaikutusalueen laajuus	Pinnatason ja kalteen	Varmuus ja osuus			Esim. Hankkeen vaikutusten F-tilin arvioinnin yhteydessä valmistajalle toimitettujen ympäristövaikutusarvioinnin yhteydessä	
Rakentamistoimen laajuus	Luhjalaitteen	Varmuus ja osuus				
Rakentamiskohta	Tähti	Varmuus ja osuus				
Väestön asuttavuuden herkkyys vaikutuksille						
Väestön laajuus	Osa, pieni, keski	Varmuus ja osuus			Esim. Hankkeen vaikutusten F-tilin arvioinnin yhteydessä valmistajalle toimitettujen ympäristövaikutusarvioinnin yhteydessä	
	Väestön paikallisuus					Arvio
Väestön laatu	Parhaalla tasolla	Arvio			Esim. Hankkeen vaikutusten F-tilin arvioinnin yhteydessä valmistajalle toimitettujen ympäristövaikutusarvioinnin yhteydessä	
	Keskitasoa ja alhaisempi					
Rakentamistoimen aiheuttamien muutosten suuruus						
Käytösolosuhteiden muutos	Välittömästi ja välillisesti	Varmuus ja osuus			Esim. Puhalluksen ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä	
	Käytösolosuhteiden laajuus					Arvio
	Käyttö- ja huollon aikaa					Arvio
Käytösolosuhteiden ja väestön asuttavuuden muutosten suuruus	Parhaalla tasolla ja välillisesti	Varmuus ja osuus			Esim. Väestön asuttavuuden arvioinnin yhteydessä	
	Väestön asuttavuus (Väestön asuttavuuden arvioinnin yhteydessä ja loppusijoituspaikalla)					Varmuus ja osuus
	Käytösolosuhteiden (ingot ja loppusijoituspaikat)					Varmuus ja osuus
	Hapontuottopotentiaali (D _{gH} , SO ₄ / T)					Arvio
Loppusijoitus	Luontotilan laajuus	Varmuus ja osuus				
Tulokset						
Hankkeen ympäristön herkkyys vaikutuksille			Jos merkittävyys on pieni, ei hankkeesta ole arvioitavaa vaikutuksia happeen saattamisten johdosta, mutta jos väestön asuttavuuden herkkyys vaikutuksille			
Väestön asuttavuuden herkkyys vaikutuksille			Jos vaikutuksen merkittävyys on jollain osin suuri, tulee toteuttaa toimintatapa rakentamisen aikana vaikutusten estämiseksi			
Rakentamistoimen aiheuttamien muutosten suuruus			Jos merkittävyys on keskeinen, tulee kiinnittää erityistä huomiota kysymään kytöksen ja suoritus kytöksen tuloksiin			
Rakentamishankkeen ympäristövaikutusten kokonaismerkittävyys						

HaKaKo-raportit Julkaistaan helmikuun lopussa 2024

<https://uusiomaarakentaminen.fi/materiaalipankki/>

Kiinnostavia linkkejä:

- Kansallinen opas
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163782>
- Vaikuttavuuden arvioinnin työkalu 1.0
<https://www.uusiomaarakentaminen.fi/uusiomaarakentamisen-ohjeistus>
- GTK:n happamien sulfaattimaiden karttapalvelu
<https://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>
- GTK:n pohjatutkimusrekisteri
<https://gtkdata.gtk.fi/Pohjatutkimukset/index.html>
- HaKaKo raportit ja vaikuttavuuden arvioinnin työkalu 2.0
<https://uusiomaarakentaminen.fi/materiaalipankki/>
- Yleistietoa lisää
<https://www.vesi.fi/vesitieto/maankuivatus-ja-happamat-sulfaattimaat/>



Onko jokin teema tai asia, mitä erityisesti toivoisit käsiteltävän webinaarissa?	Vastaus
Ovatko tällaiset maanrakennuskohteet aina ympäristöluvitettavia? Vai tarvittaisiinko tuhkan käyttöön erillinen ympäristölupa? Tai onko käsitystä, tulisiko lentotuhkien (jätteiden) käyttö neutraloinnissa, sisältymään Masaan?	Tuhkan käyttö toistaiseksi y-luvitettava. MASA-asetuksen tarkempi sisältö ei tiedossa
Samalla materiaalilla voinee olla kaksoisvaikutus sekä sideaineena että neutralointiaineena. Onko annostelun / reseptiikan kannalta mahdollista sekä neutraloida että stabiloida maaperä samalla kertaa hyödyntäen vain yhtä materiaalia?	Jos on kyseessä erityisen hyvä tuhkalaatu, voi lujuutta kehittyä. Tämä on tutkittava tapauskohtaisesti. Pelkkä kalkki ei kehittä lujuutta. Kts. myös Potilan esitys
Onko GTK:n kartta happamista sulfaattimaista ajan tasalla? Olisiko aina, kun on savimaata, tarpeen tutkia happamia sulfaattimaita esim. jos on tulossa esim. paalutusta rakennuksen alle?	Pisteverkko on paikoin harva, joten tarkentavia tutkimuksia on syytä tehdä kohteen tarpeet huomioiden.
Missä tapauksissa tulee tutkia sulfaattimaiden esiintymistä laboratorionäyttein ja miltä rakennushankkeilta tulee velvoittaa seurantaa?	Yleinen selvällövelvollisuus velvoittaa hankkeen omistajia. Silmäääräinen tunnistus ei riitä. Tutkittava aina tapauskohtaisesti.
Hulevesien neutraloinnin tulokset ja seuranta	HaKaKo-raportti 2/2024
Vesiensuojelukysymykset. Siis kuivatus- ja työmaavesien huomioiminen ja käsittely vesiympäristöille vaarattomiksi happamien sulfaattimaiden valumien suhteen.	Olellainen kysymys. Konkreettinen ohjeistus on hajanaista. Yleinen periaate, haittaa tai vaaraa ei saa aiheuttaa. Hankkeet ja vastaanottava vesistö ovat erilaisia. Tutustu työkaluun ja ohjeeseen riskien tunnistamiseksi. Myös kuntien hulevesiohjeista löytyy kriteereitä.
Rakentamisen aikainen toiminta, meren lähellä, ettei mereen valu mitään.	Merellä on lähtökohtaisesti hyvä neutralointikyky, mutta riskit tulee tästä huolimatta tunnistaa ja niitä vähentää. Työkalu+ ohje, HaKaKo-raportti 2/2024 sekä Kansallinen opas YM 3/2022 hyviä tietolähteitä.
Infoa siitä, onko kevytrakenteisissa ulkoiluteissa ja niiden yhteydessä toteutettavissa muissa kevyissä, ulkoilua ja kuntoilua palvelevissa rakenteissa ylipäätään tarpeellista ottaa huomioon HaSu -maita? (Jos on, niin miten?)	Merkitsevää on muutetaanko kuivatusolosuhteita ja tehdäkö massanvaihtoja. Käyttötarkoitus ei ole määräävä tekijä. Kts. Mm. Työkalu + ohje

Onko jokin teema tai asia, mitä erityisesti toivoisit käsiteltävän webinaarissa?	Vastaus
Kaupunkien käytännöt tonttien luovutuksissa. Mitä voidaan vaatia yksityisiltä toimijoilta happamien maiden käsittelyssä.	Problematiikkaa avataan Oulun kaupungin esityksessä. Kuntakohtaisia ratkaisuja. Tähän ei ole toistaiseksi yleistä ohjeistusta.
Pohjatutkimusten ohjelmointi ja tehtävät analyysit eri suunnitteluvaiheissa	Kts lisätietoja Kansallinen opas YM 3/2022
Mahdolliset vaikutukset hankkeiden kilpailutuksiin ja turvallisuuteen.	On huomioitava. Rakentamisen aikainen turvallisuus ei poikkea tavanomaisista savialueista. Urakoinnille on syytä laatia menettelyohje. Tällaista lausetta ei saa käyttää: "happamia sulfaattimaita havaittaessa" -lause. Ei näitä silmämääräisesti havaita. Vastuu on rakennuttajalla.
happamien sulfaattimaiden huomioiminen ojituksissa tai esimerkiksi turvetuotantoalueilla	ELY:t valvovat asiaa. HaKaKo-hankkeessa on keskitytty rakennushankkeisiin.
Miten ottaa hasut huomioon kaavoituksessa?	Huolellisesti :-), kts pohdintoja HaKaKo 2/2024 raportista lisää
Rakennuksien perustamistöissä huomioitavat asiat	Kuivatustason muutos ja kaivumassojen sijoitus sekä materiaalivalinnan korroosion vuoksi. Tiedostettava muutetaanko olosuhteita. Kts. Työkalu ja ohje.
Maisemarakentamisen mahdollisuudet HaSu:mailla. Esim. kaupunkien valtaajia on aikanaan suoristettu, mutta nykyisin pyritään palauttamaan ojien luonnollinen meanderoiva muotoilu; onko tällaisille toimille pohdittu keinoja vai tuleeeko aina lähteä maan muokkauksen minimoinnista? Vaikka itse muotoilulla saataisiin monimuotoisempaa ja virkistysellisempää lähiympäristöä?	Ei estä rakentamista. Olennaista on hallita negatiiviset vaikutukset. Voi tulla kustannusvaikutuksia, mutta ei estä.
IV. maankäytön suunnittelijoille kohdennettua aineistoa HaSujen huomioimisesta kaavoituksessa	HaKaKo-raportti 2/2024
III. lentotuhkan käyttömahdollisuus neutraloinnissa kalkin sijasta	Potilan esitys HaKaKo-raportti 2/2024
Happamien sulfaattimaiden huomioiminen maankäytön suunnittelussa / kaavoituksessa	HaKaKo-raportti 2/2024
Toivoisin että hulevesien hallintaa/käsittelyä tms HaSu mailla sivuttaisiin jossain esityksessä.	HaKaKo-raportti 2/2024

Q&A – Vastauksia ennakkoon lähetettyihin kysymyksiin

Kiitos osallistumisesta!

Kysymyksiä voi edelleen lähettää

Merja Autiola

merja.autiola@ramboll.fi

Puh. 040 576 4798

HASUT Malminkentällä

HAKAKO-Webinaari 2024

Akseli Toikka,
Site Solutions, Environment and Health

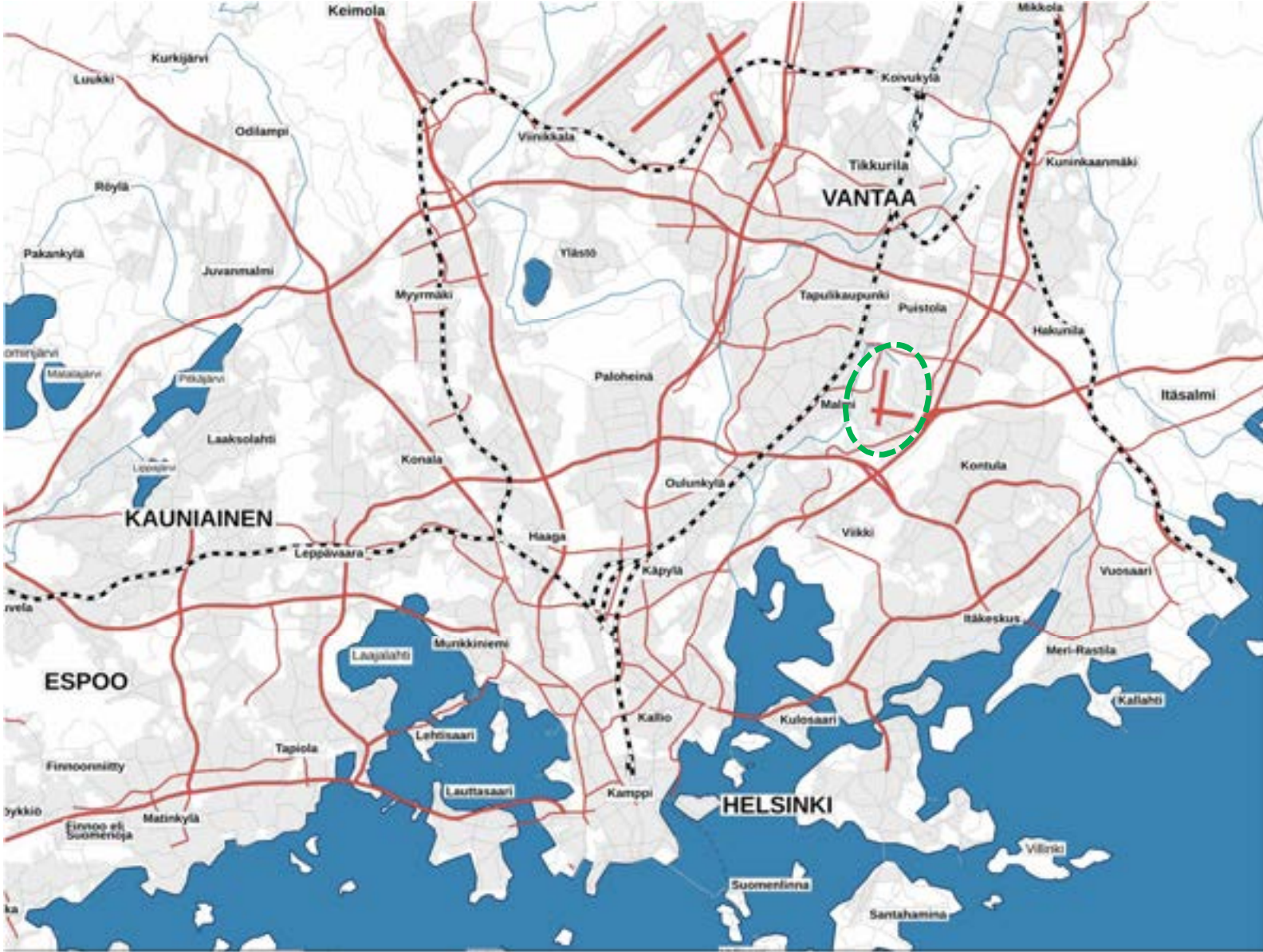
RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Sisältö

1. Yleistä Malminkentästä
2. HAKAKO vesiensuranta Malminkentällä
3. Muita koetoiminta hankkeita
4. Vaikutukset rakentamiseen

Malminkenttä



Malminkenttä

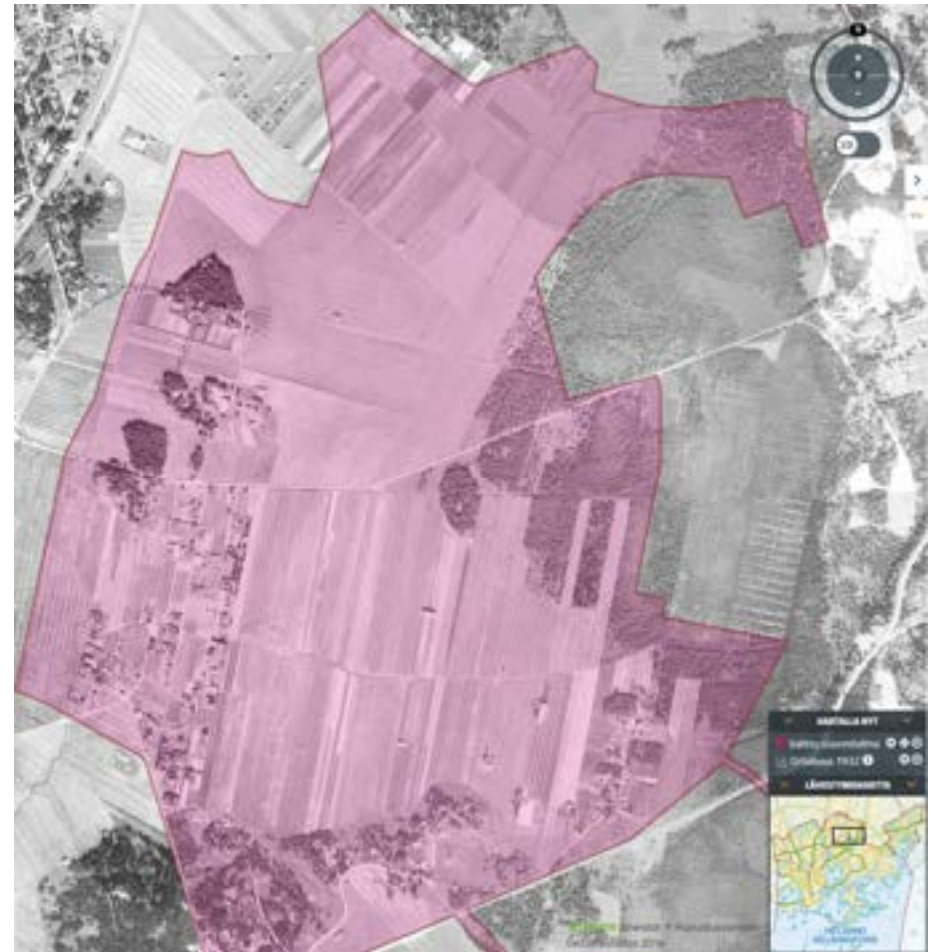
- 1936 -2021
Malmin
lentokenttä
- Tällä hetkellä
pääosin
virkistyskäytössä
- Rakentuu
tulevaisuudessa
asuinalueeksi



Historiaa



1800-luvun loppupuoli



Ilmakuva 1932

Historiaa



1943 ilmakuva



Ilmakuva 2010

Tulevaisuus

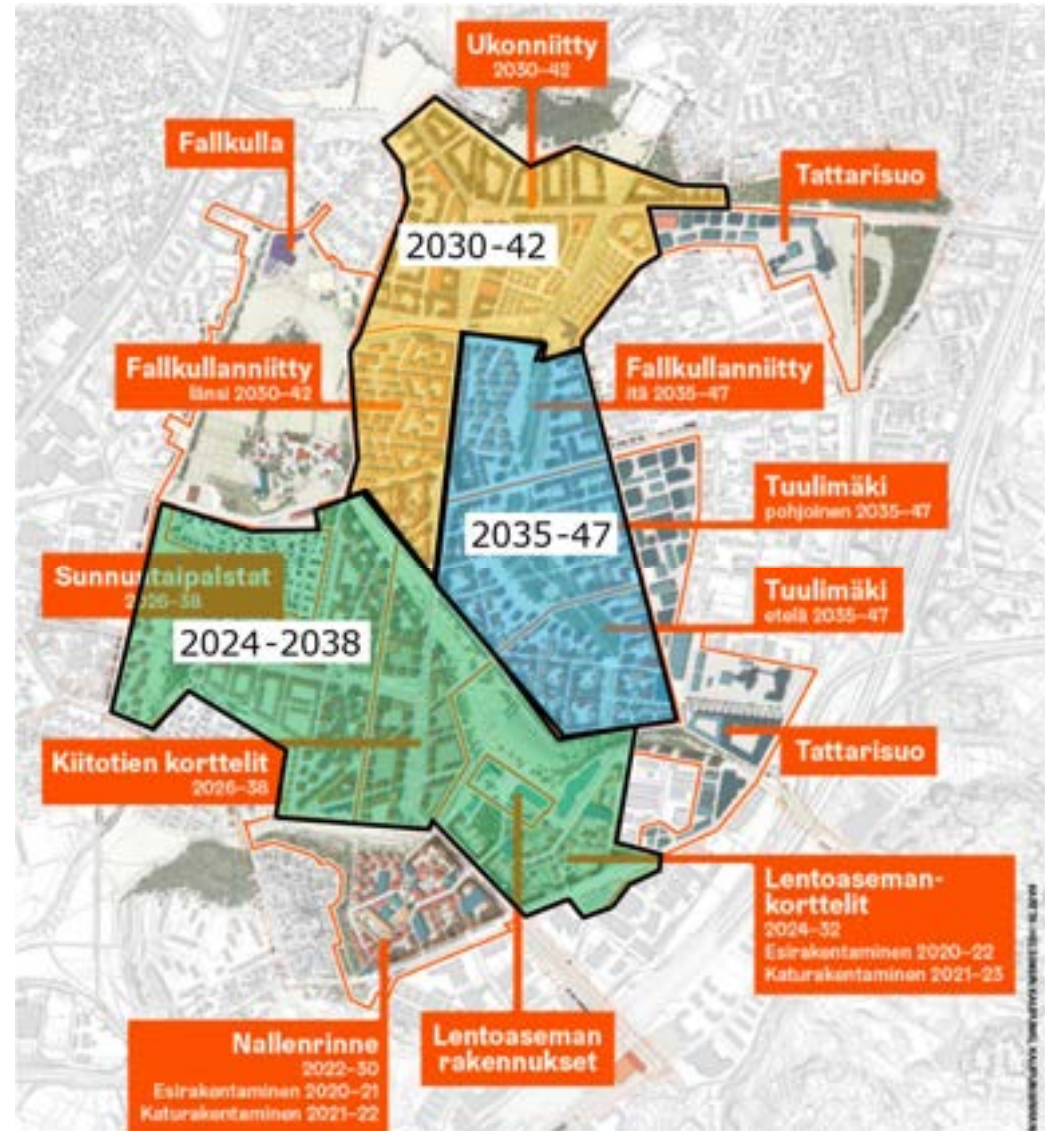
- Kaavarungon suunnittelualue n.330ha
- Asuntoja n.25 000 asukkaalle
- Kattava viheralueverkosto
- Tavoitteena hiilineutraali kaupunginosa



Havainnekuva kaavarunkoalueen suunnitellusta kaupunkirakenteesta

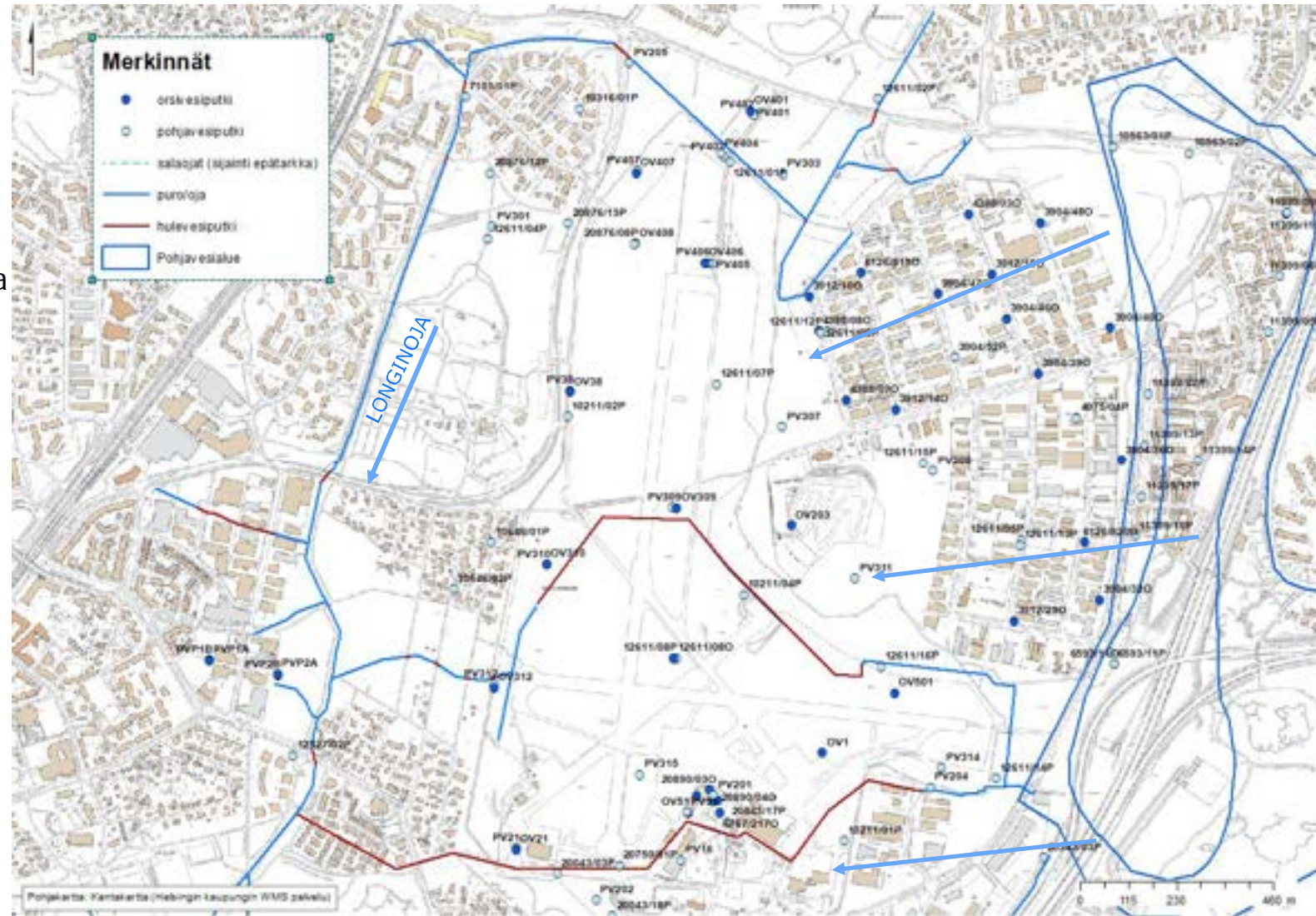
Tulevaisuus

- Koko alueen rakentaminen kestää noin 25–30 vuotta.
- Rakennettavia osa-alueita on 12, joista jokainen suunnitellaan omalla teemallaan.



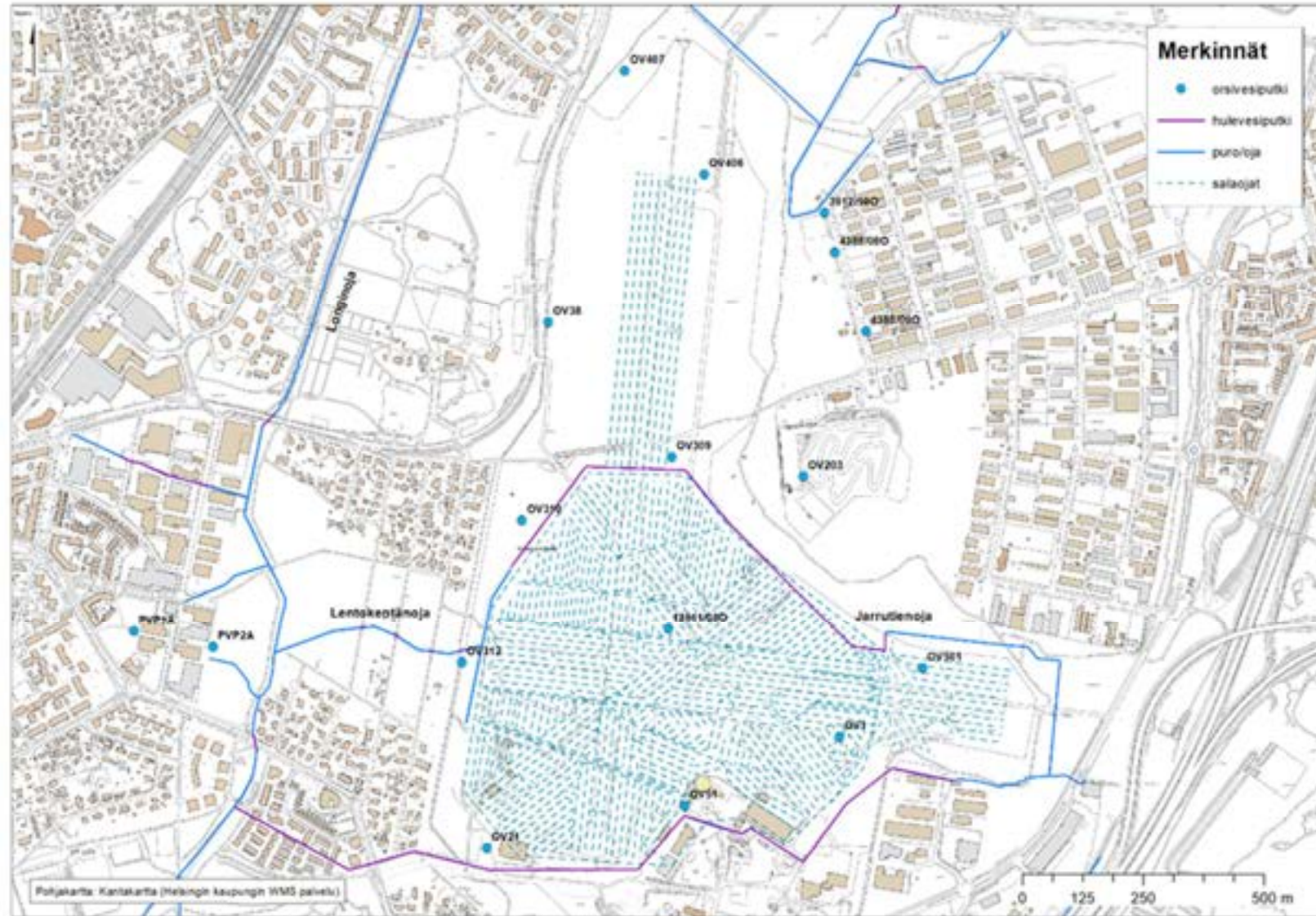
Vedet ja Ympäristö

- Kaavarunkoalueen läpi virtaa Longinoja
 - Kunnostettu taimenpuro
 - Herkkä vesistökohte
- Tattarisuon pohjavesialue alueen itälaidalla
 - Pohjavesi paineellista
 - Virtaus idästä länteen



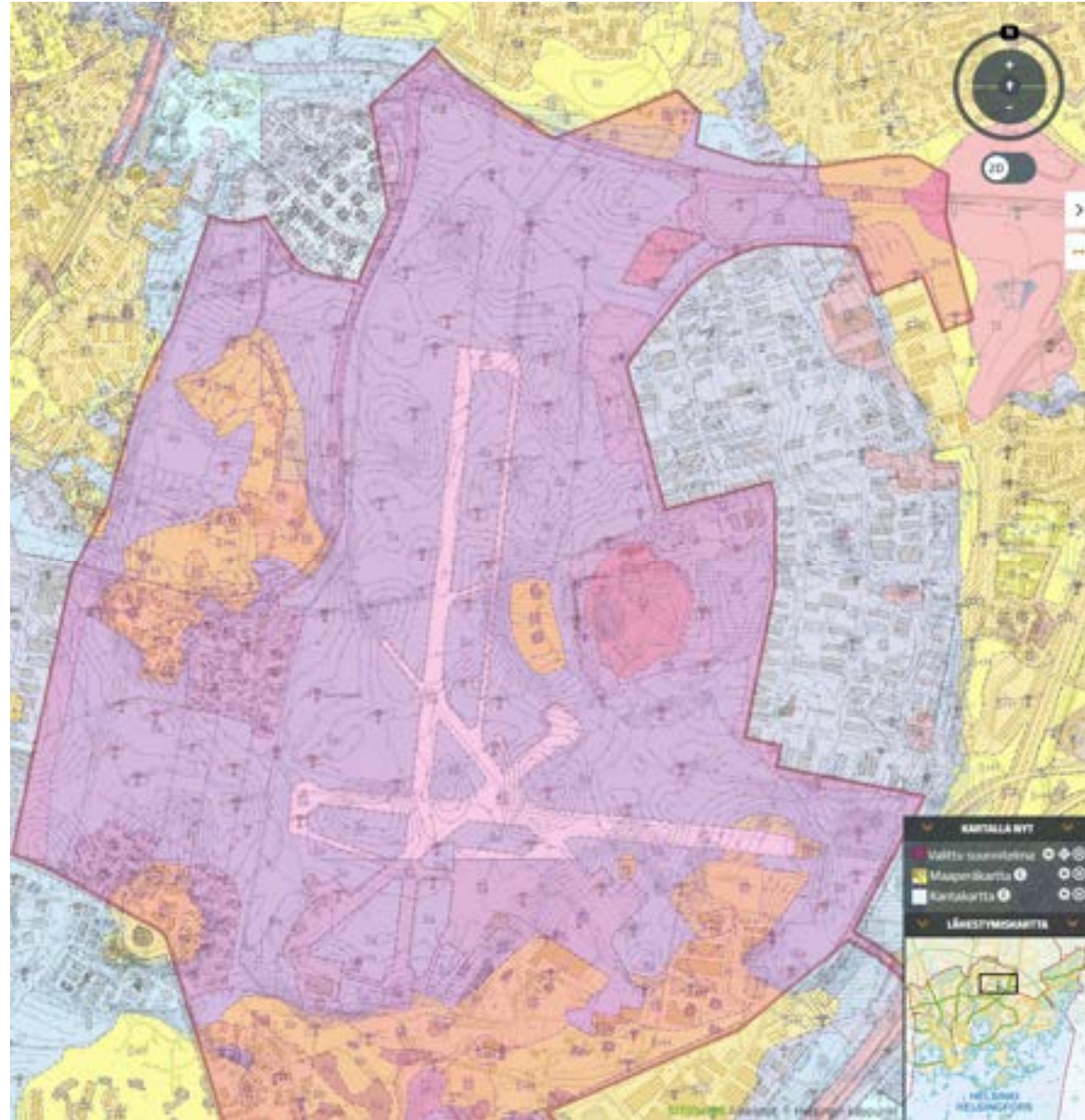
Vedet ja Ympäristö

- Kenttä-alue salaojitettu rakentamisen yhteydessä
- Salaojitus säätelee orsiveden pinnantasoa



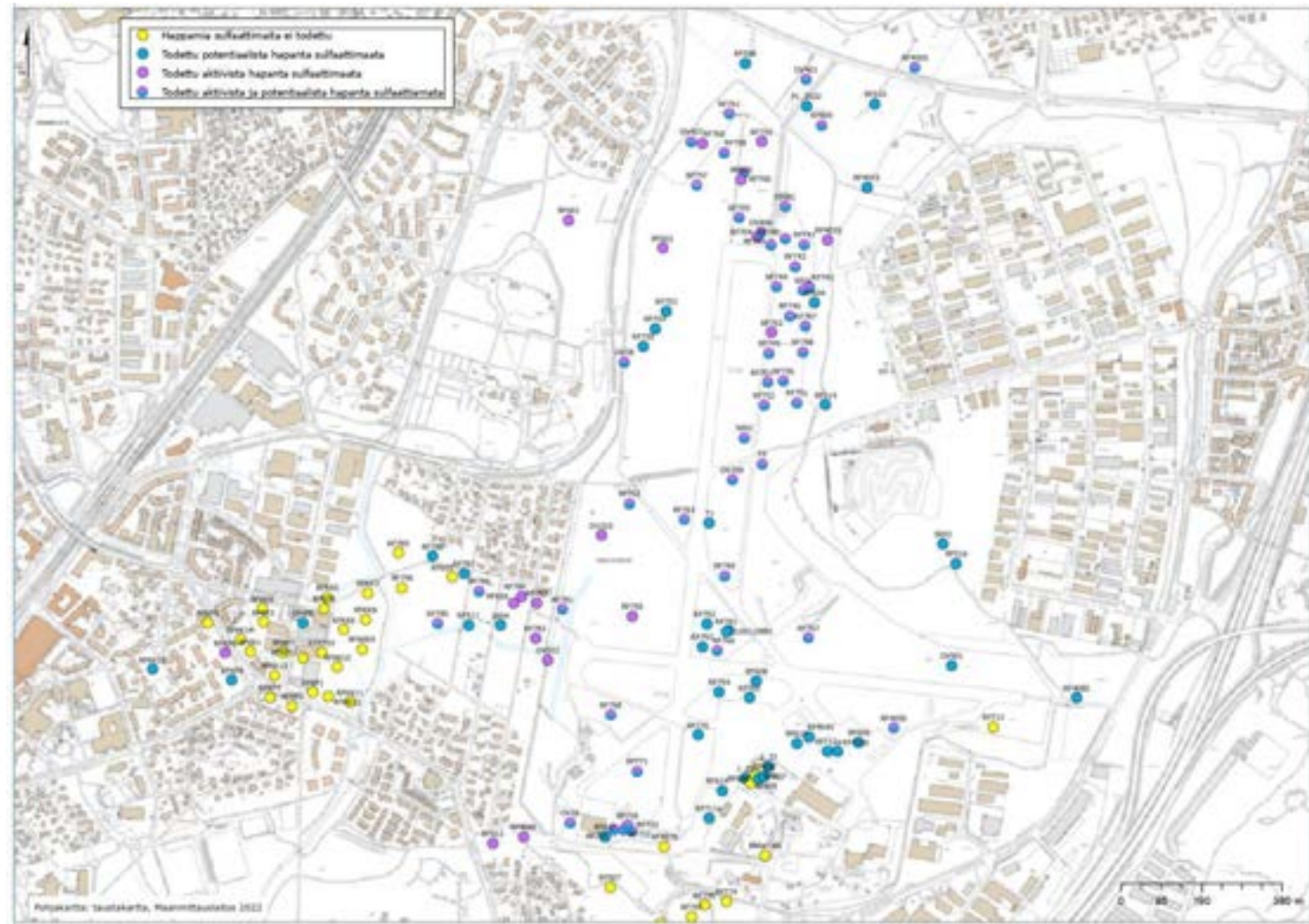
Maaperä

- Kenttä-alue pääosin savikolla
- Ympärillä kitkamaita
- Savikerroksen syvyys n. 10-15 m



Maaperätutkimukset

- Happamia sulfaattimaita tutkittu muiden maaperätutkimusten yhteydessä
- Kenttä-alueella todettu sekä aktiivisia että potentiaalisia happamia sulfaattimaita



Maakerrokset



Kasvukerros/ ohut täyttö

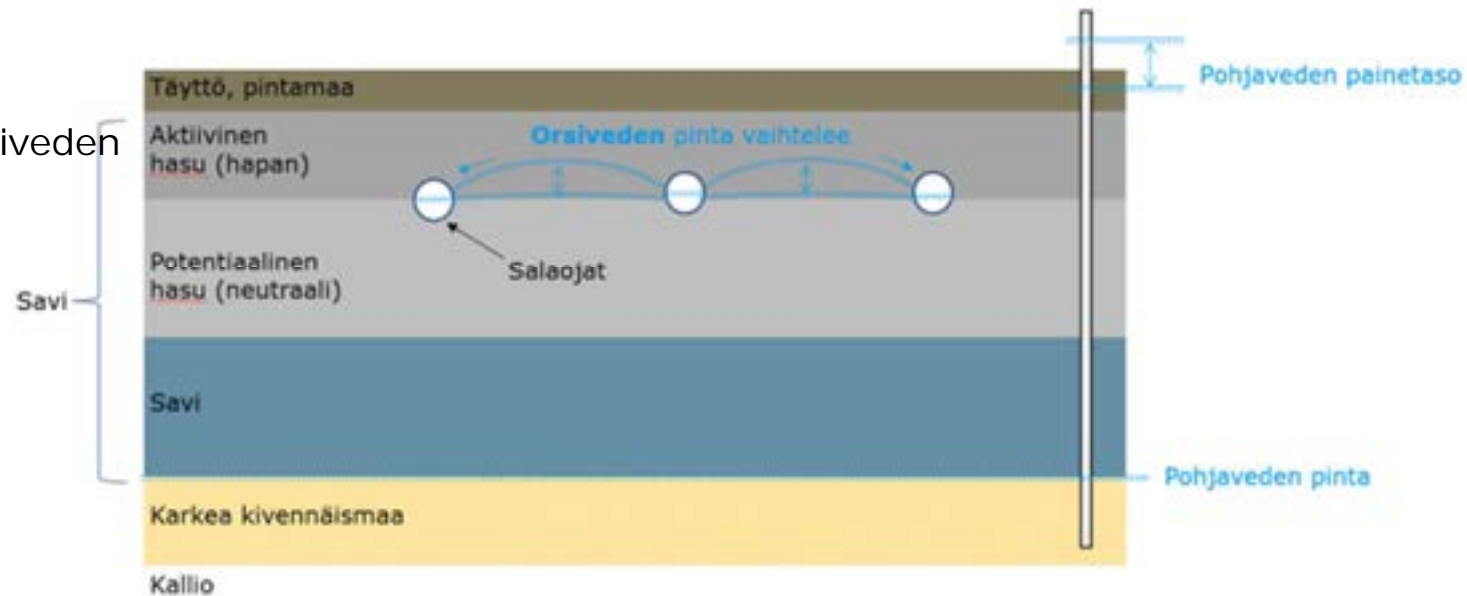
Aktiivinen HaSu,
pH 4-4,5
Rikkiä n 1000-2000mg/kg
Kuivaa, koppuraista ns.
"kuivakuorisavi"

Potentiaalinen HaSu,
pH 6- 7,
rikkiä jopa 10-20 000 mg/kg
Löysää, liejuista, huono kantavuus

Piste	Koordinaatit	Käytös	Käytön tyyppi	pH	NAGpH	NAG, hapon koncentraatio mg/kg	Maan laatu	E	Luokka
W74	0,0 - 0,2	0,0	0,2	4,3	2,8	10	kuiva	2 344	Ennen
	0,2 - 0,5	0,4	0,5	4,3	2,8	16	kuiva	5 000	Ennen
	0,5 - 1,0	0,5	1,0	4,1	2,2	2,1	kuiva	14 376	Ennen
	1,0 - 1,5	0,5	1,5	4,2	2,8	0,8	kuiva	1 000	Ennen
W74	0,0 - 0,4	0,4	0,4	4,2	2,8	15	kuiva	1 000	Ennen
	0,4 - 0,8	0,4	0,8	4,2	2,8	1,1	kuiva	1 000	Ennen
	0,8 - 1,2	0,5	1,2	4,3	2,8	5,1	kuiva	1 000	Ennen
	1,2 - 1,6	0,5	1,6	4,3	2,8	2,0	kuiva	1 000	Ennen
W74	0,0 - 0,4	0,4	0,4	4,2	2,8	2,0	kuiva	1 000	Ennen
	0,4 - 0,7	0,7	0,7	4,2	2,8	1,1	kuiva	1 000	Ennen
	0,7 - 1,1	0,5	1,1	4,2	2,8	5,0	kuiva	1 000	Ennen
	1,1 - 1,6	0,5	1,6	4,2	2,8	0,4	kuiva	4 877	Ennen
W74	0,0 - 0,4	0,4	0,4	4,4	2,8	1,0	kuiva	1 000	Ennen
	0,4 - 0,8	0,5	0,8	4,4	2,8	1,9	kuiva	2 398	Ennen
	0,8 - 1,4	0,5	1,4	4,3	2,8	3,8	kuiva	1 000	Ennen
	1,4 - 1,9	0,5	1,9	4,7	4,7	0,0	kuiva	1 000	Ennen
	1,9 - 2,5	0,4	2,5	4,8	4,8	0,0	kuiva	1 000	Ennen
W74	0,0 - 0,8	0,4	0,8	4,2	2,8	1,8	kuiva	2 375	Ennen
	0,8 - 1,4	0,5	1,4	4,3	2,8	8,7	kuiva	16 328	Ennen
	1,4 - 1,9	0,5	1,9	4,8	4,8	0,0	kuiva	1 000	Ennen
W74	0,0 - 0,3	0,3	0,3	4,8	4,8	4,0	kuiva	2 343	Ennen
	0,3 - 0,7	0,4	0,7	4,3	2,8	2,7	kuiva	6 294	Ennen
	0,7 - 1,2	0,4	1,2	4,3	2,8	1,2	kuiva	1 000	Ennen
	1,2 - 1,8	0,5	1,8	4,8	2,8	7,1	kuiva	11 140	Ennen
	1,8 - 2,3	0,3	2,3	4,8	2,8	7,1	kuiva	10 200	Ennen
W74	0,0 - 0,2	0,2	0,2	4,3	2,8	1,9	kuiva	4 839	Ennen
	0,2 - 0,5	0,3	0,5	4,3	2,8	1,1	kuiva	1 000	Ennen
	0,5 - 1,0	0,5	1,0	4,1	2,1	5,1	kuiva	11 046	Ennen
	1,0 - 1,5	0,5	1,5	4,8	2,8	0,1	kuiva	1 000	Ennen
	1,5 - 2,0	0,5	2,0	4,2	2,8	0,4	kuiva	2 830	Ennen
W76	0,0 - 0,4	0,4	0,4	4,7	4,7	8,2	kuiva	2 342	Ennen
	0,4 - 0,8	0,5	0,8	4,7	4,7	1,8	kuiva	3 947	Ennen
	0,8 - 1,2	0,5	1,2	4,8	4,8	0,0	kuiva	1 000	Ennen
	1,2 - 1,7	0,4	1,7	4,4	4,4	0,0	kuiva	1 000	Ennen
W71	0,0 - 0,3	0,3	0,3	4,4	4,4	1,3	kuiva	2 077	Ennen
	0,3 - 0,8	0,5	0,8	4,7	4,7	0,0	kuiva	1 000	Ennen
	0,8 - 1,3	0,5	1,3	4,2	2,8	0,0	kuiva	1 000	Ennen
	1,3 - 1,8	0,5	1,8	4,3	2,8	2,1	kuiva	10 700	Ennen
W72	0,0 - 0,5	0,5	0,5	4,3	2,8	1,8	kuiva	1 000	Ennen
	0,5 - 1,0	0,5	1,0	4,3	2,8	3,1	kuiva	1 404	Ennen
	1,0 - 1,5	0,5	1,5	4,3	2,8	6,1	kuiva	11 306	Ennen
	1,5 - 2,0	0,5	2,0	4,3	2,8	0,4	kuiva	1 000	Ennen
W71	0,0 - 0,4	0,4	0,4	4,6	4,6	1,3	kuiva	2 000	Ennen
	0,4 - 1,2	0,3	1,2	4,2	4,2	0,0	kuiva	1 000	Ennen
	1,2 - 2,0	0,8	2,0	4,3	4,3	0,0	kuiva	1 000	Ennen
	2,0 - 2,5	0,5	2,5	4,3	4,3	0,0	kuiva	1 000	Ennen
	2,5 - 3,0	0,5	3,0	4,7	4,7	0,0	kuiva	1 000	Ennen

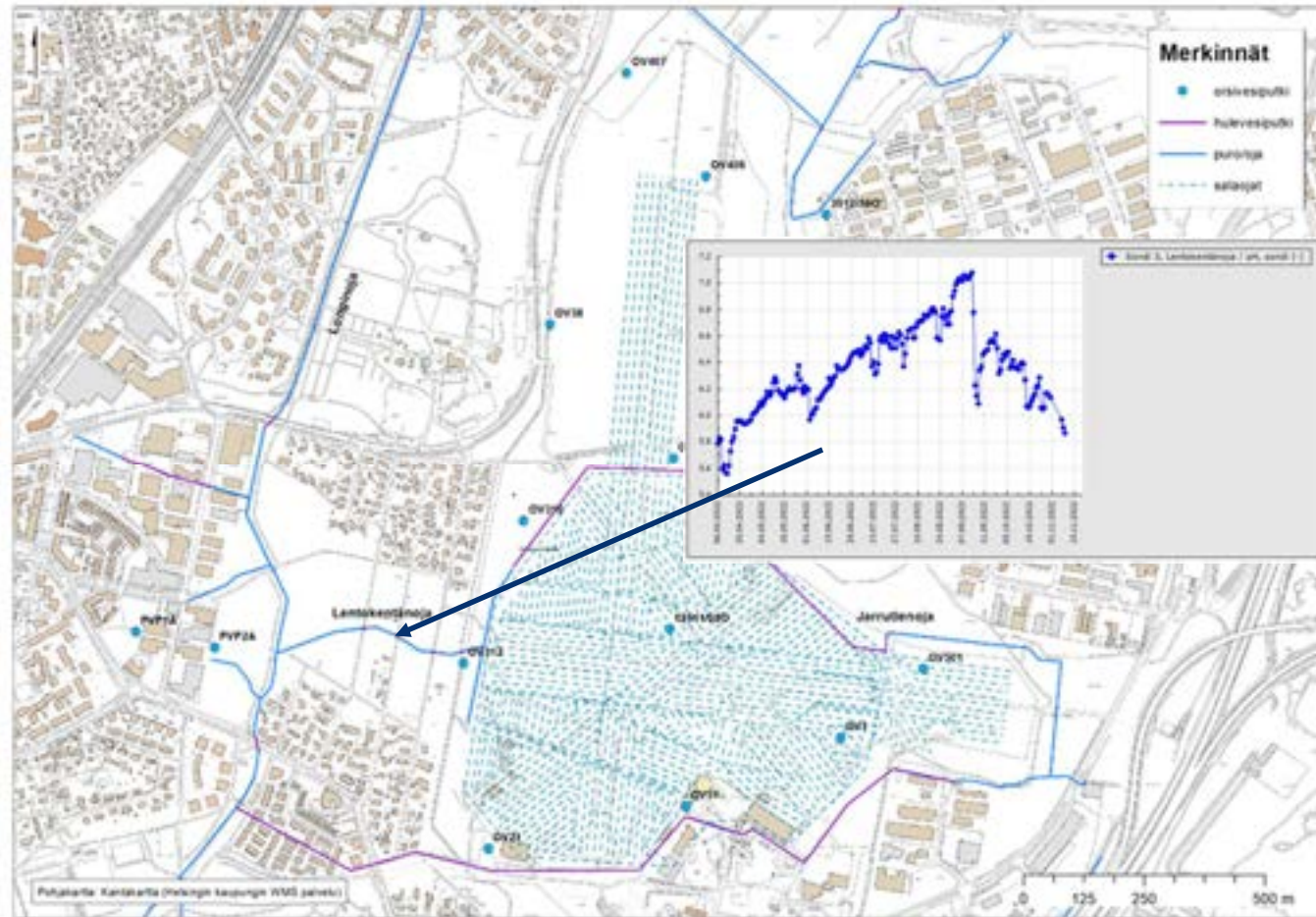
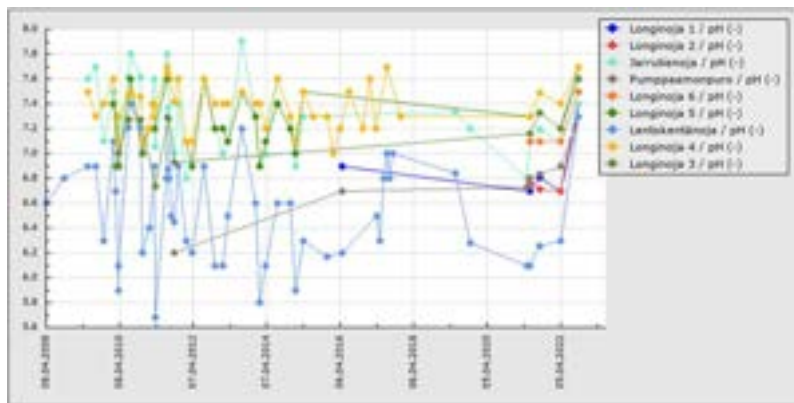
Maakerrokset

- Ojitus/ salaojitus tehty kenttää rakentaessa
 - happaman sulfaattimaan ylin kerros hapettunut lähes koko kenttäalueella
- Mitä rakentamisen aiheuttama orsiveden pinnanvaihtelut voi aiheuttaa tulevaisuudessa?



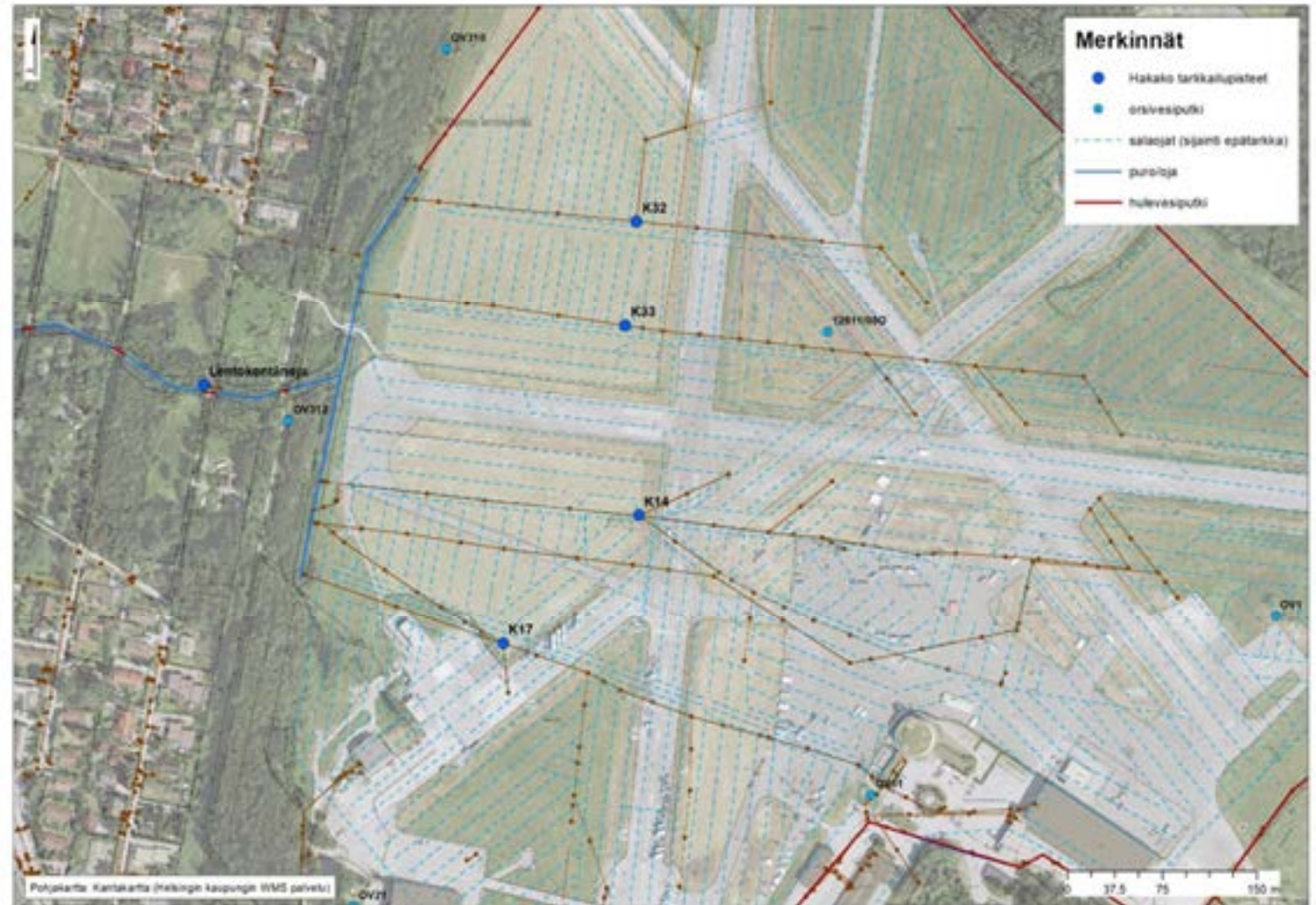
OV-pinnankorkeus ja Hasut

- Lentokenttänojan pH muita alueen vesiä alhaisempi
- Kerää salaojitetun alueen valumavedet
- pH:ssa suurta ajallista vaihtelua

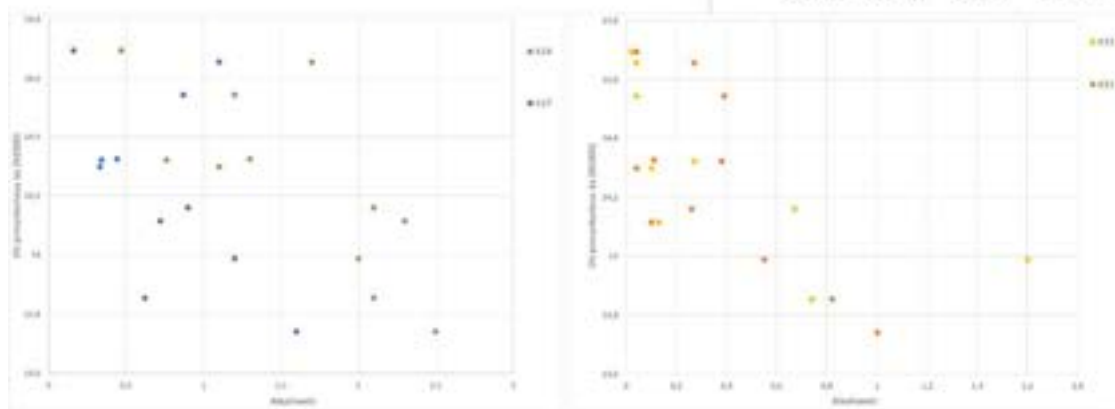
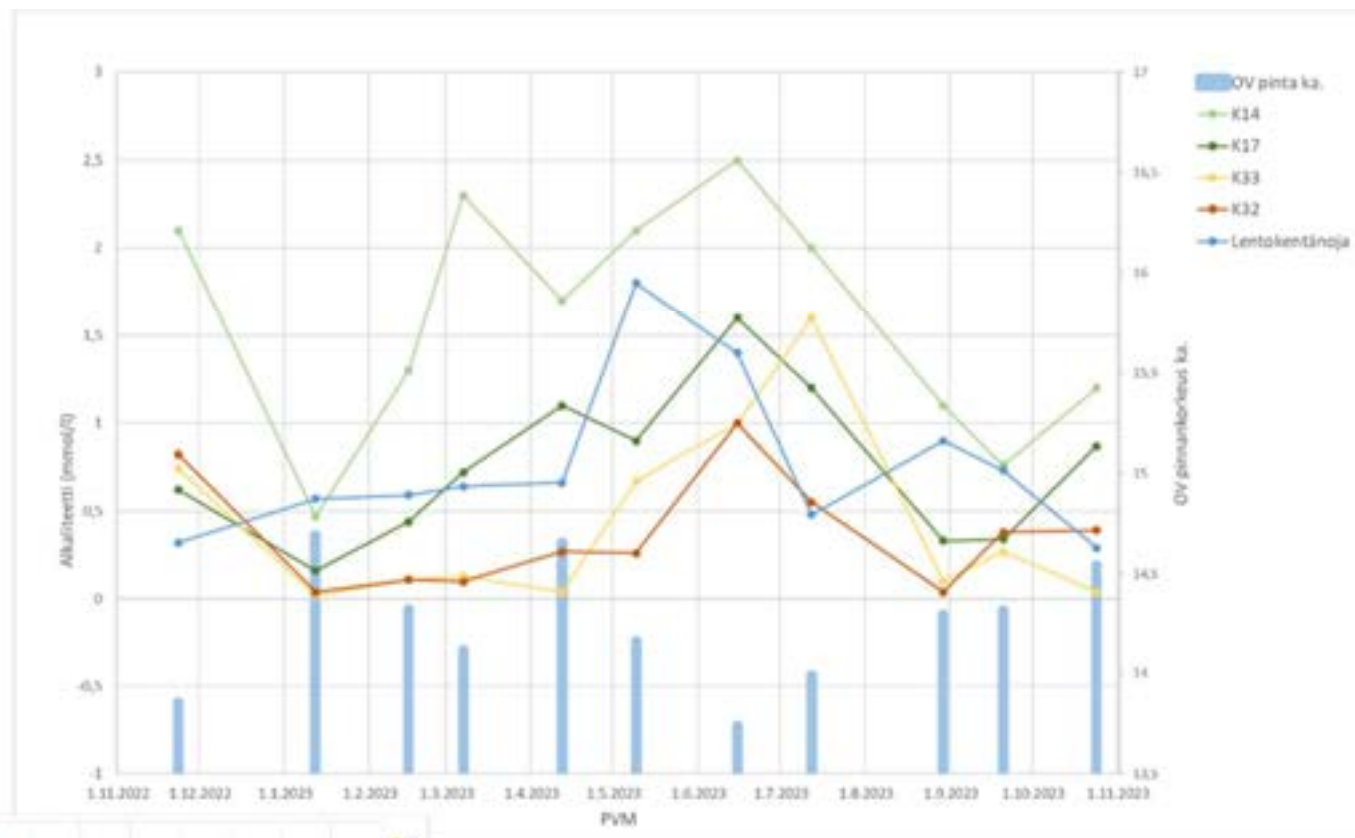


OV-pinnankorkeus ja Hasut

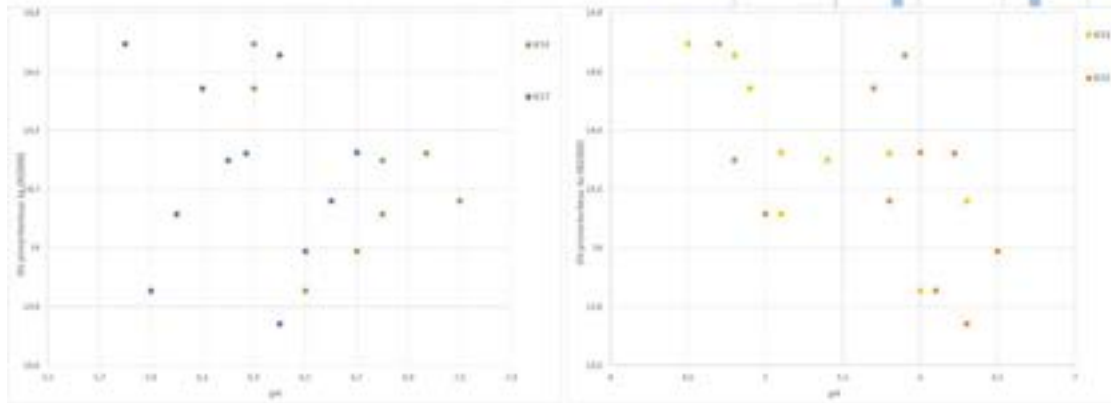
- HAKAKO- seuranta
 - 4 kaivoa (suotovesiä)
 - Lentokentänoja (keräävä vesistö)
 - Orsiveden pinnankorkeus
- Seuranta 12 kertaa vuoden 2023 aikana
- Miten OV-pinnankorkeuden vaihtelu vaikuttaa suotovesien laatuun?



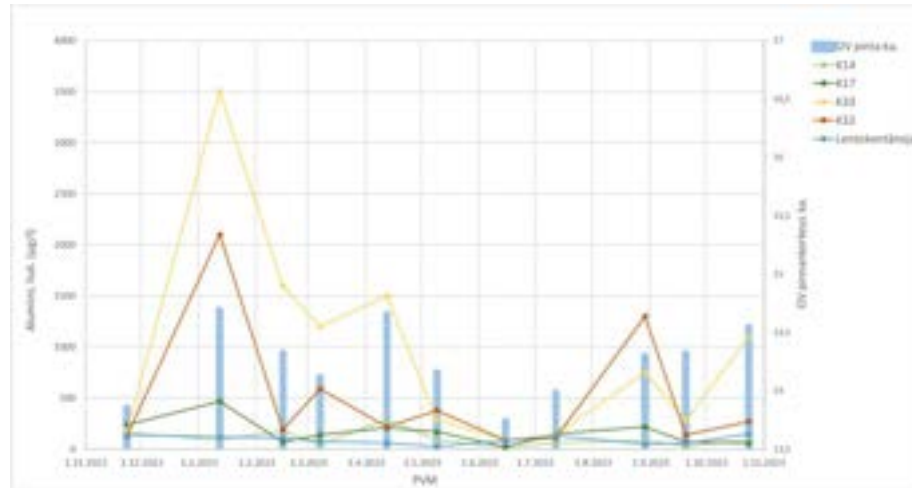
OV- pinnankorkeus ja suotovesien alkaliteetti



OV- pinnankorkeus ja suotovesien pH

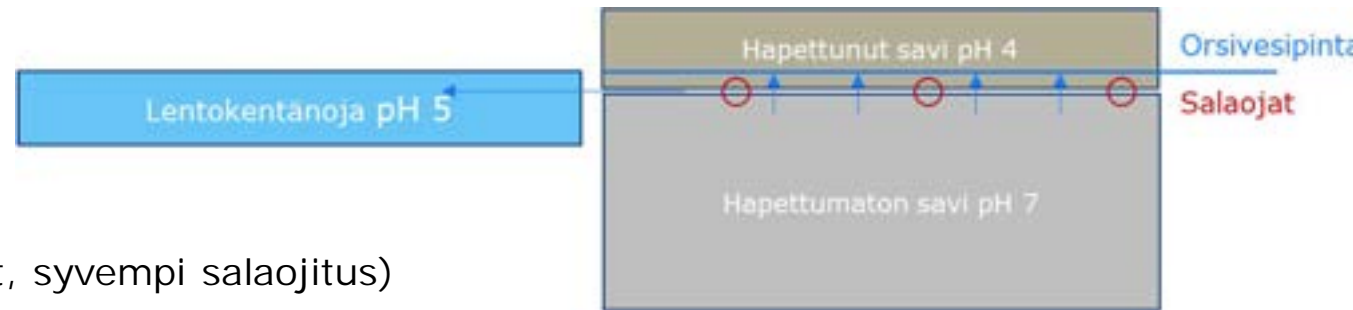


OV- pinnankorkeus ja suotovesien liuenneet aineet



OV-pinnankorkeus ja Hasut

- OV pinnankorkeus nousee (Sateet, lumen sulaminen, salaojien hajoaminen)
 - Vesi huuhtelee hapettunutta savikerrosta
 - suotovesien alkaliteetti ja pH laskevat.
 - Hapan vesi liuottaa maaperästä metalleja ja mineraaleja
 - Kuormitus vastaanottavaan vesistöön

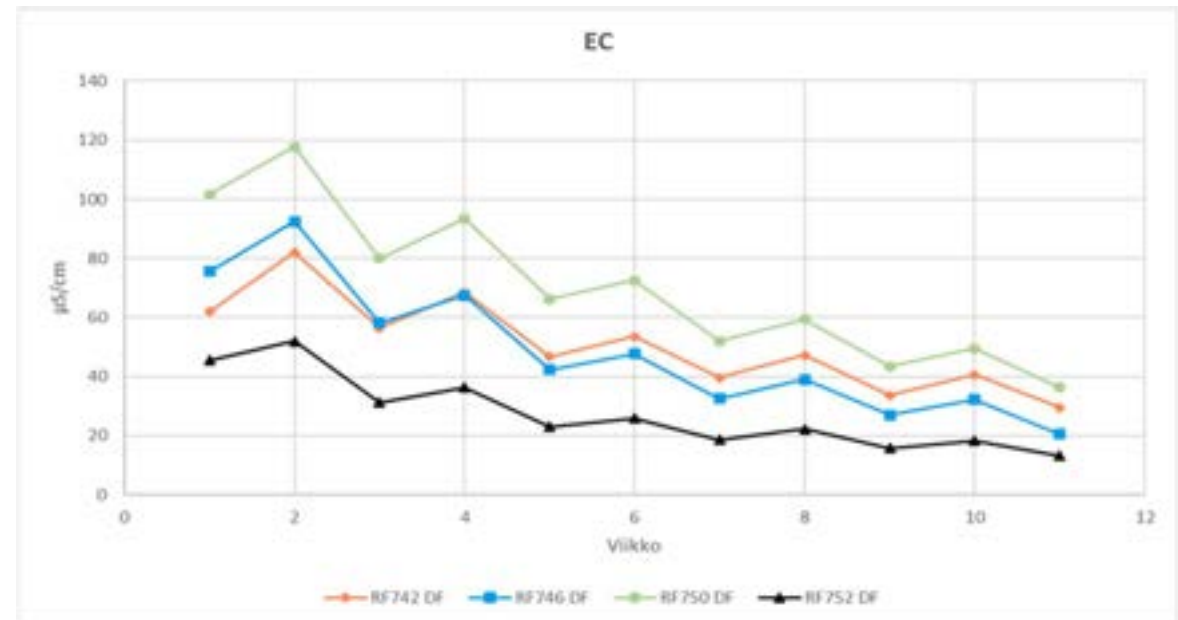


- OV pinnankorkeus laskee (Kuivat kaudet, syvempi salaojitus)
 - Potentialista hapanta sulfaattimaata paljastuu lisää
 - Uutta hapettumista
 - lisää suotovesiä kuormittavaa hapanta massaa

Muita koetoimintahankkeita

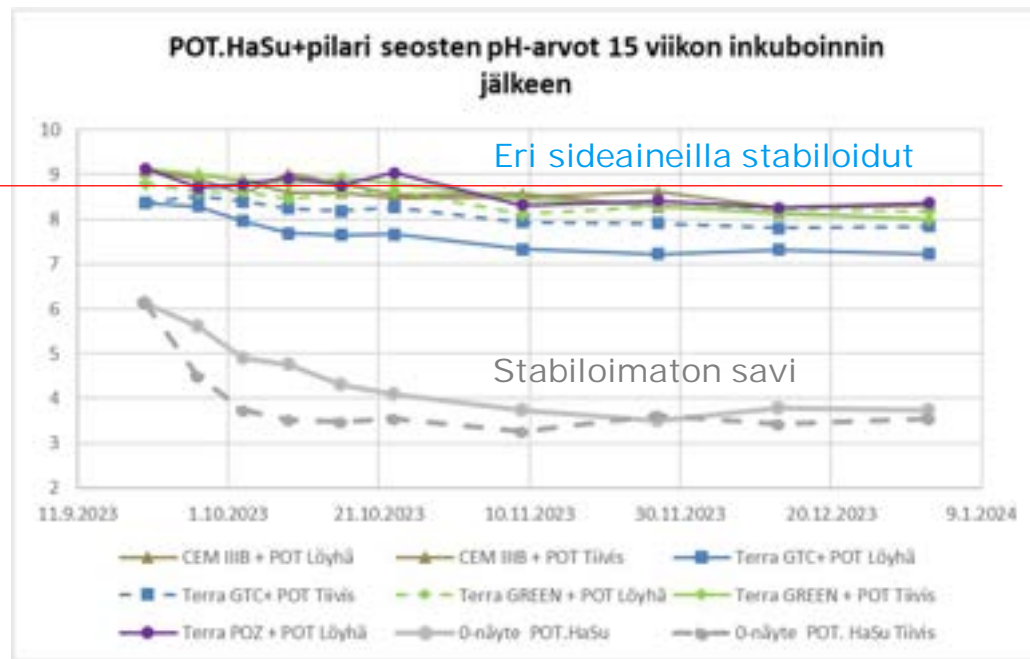
OV-pinnannousun laboratoriokeet

- OV-pinnannousun vaikutuksia mallinnettu laboratoriossa Diffuusiokokeella
 - Aktiiviset HaSu näytteet vedellä kyllästyneessä tilassa, jonka vettä vaihdettiin 2vk välein
 - Aineiden liukeneminen väheni ajan myötä kun lisähapettumista ei tapahdu



Muita koetoimintahankkeita

Stabiloitujen savien hapettumiskokeet



- Näytteitä on inkuboitu 15 viikkoa

→ Stabiloidun ja stabiloimattoman savien seokset

- Ei hapontuottoa (maan pH > 6,5) 15 viikon jälkeen
- Suotoveden pH-arvo neutraali

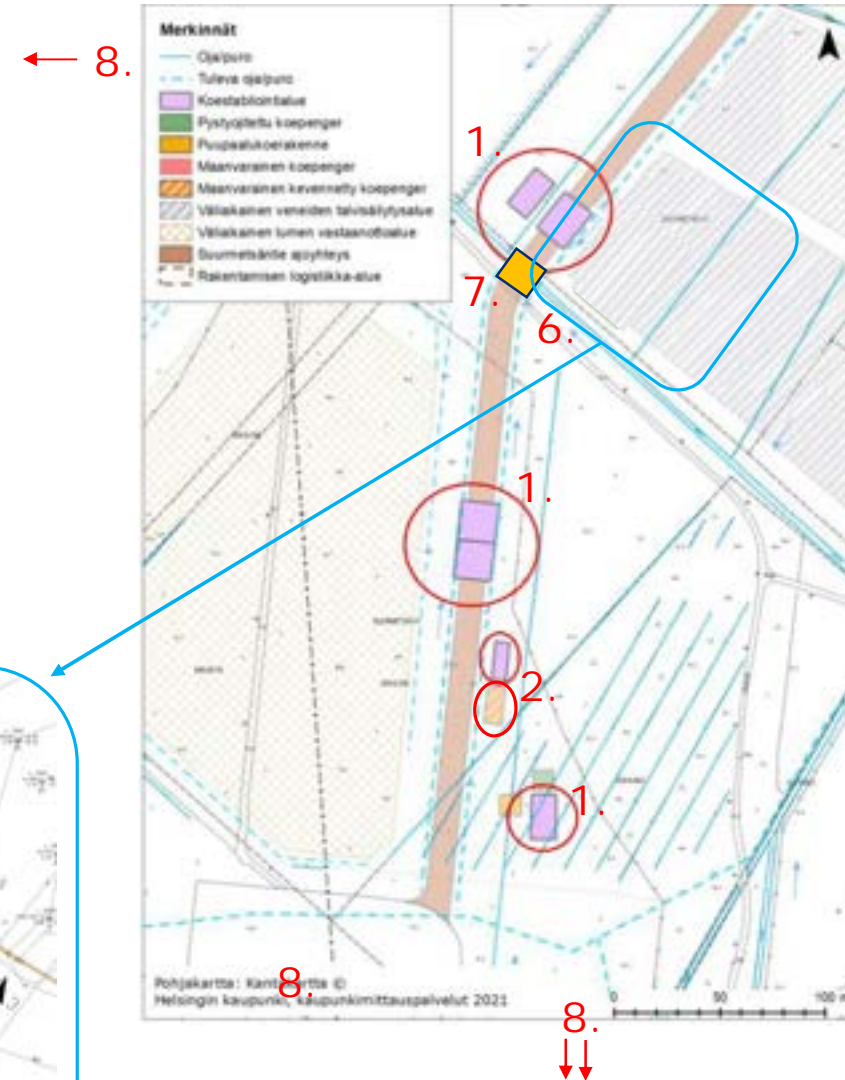
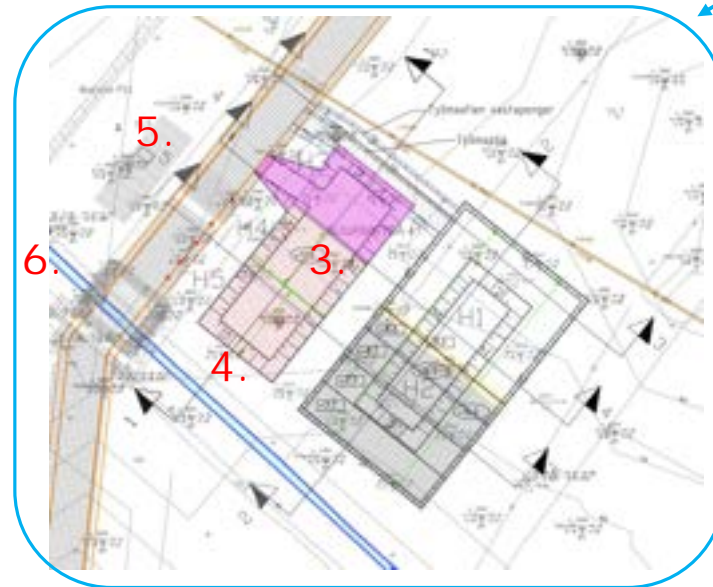
→ Stabiloimattoman hasu-saven (harmaat viivat):

- Maan pH-arvo laskenut < 4
- Suotoveden pH-arvo hapan (<5,0)



Muita koetoimintahankkeita Pohjarakennusmenetelmät ja korroosiotutkimukset

1. Koestabilointialueet (2022)
2. Stabiiloitu ja Kevennetty siirtymäkoerakenne (2022-23)
3. Maanvarainen koepenger (kevät 2024)
4. Pystyöjitettu koepenger (kevät 2024)
5. "Puupaalupohjanvahvistettu" koepenger (kevät 2024)
6. Puupaalukoepenkeret (kevät 2024)
7. Puupaalukoerakenne (talvi-kevät 2023)
8. Paalujen korroosiotutkimusalue, 4 kpl (kevät 2024)
9. Pysäköintialueiden pitkäaikaispainumaseuranta *
- 10....



Vaikutukset rakentamiseen ja suunnitteluun

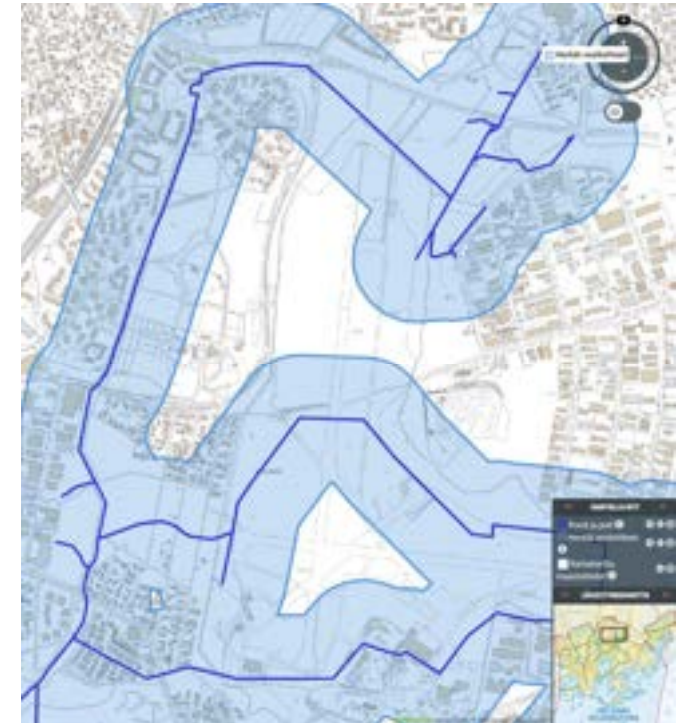
- Ympäristökysymykset aiheuttavat isoimmat haasteet esirakentamiselle
 - Kaivantovedet herkillä vesistökohteilla
 - Kaivuumassojen käsittely
 - Maaperän huono kantavuus
 - Maaperän korroosio-ominaisuudet
 - Päästötavoitteet

Helsingin Uutiset

Kaivinkone jumittui saveen Malmin kentän laidalla – Ohikulkija: "Ei kenttä kestä kaivamista"



Kaivinkone pamaa saveen Suomenatolien ja Malmin kentän välisellä alueella.



Vastaaminen haasteeseen eli mitä on jo tehty?

- Ohjeiden laadinta ja käyttöönotto hankkeissa
 - Malminkentän kaivuumaiden käsittelyohje ja tarkennettu työmaavesiohje
 - Ympäristöasiakirjat hankekohtaisesti
- Ajantasainen tiedonkeruu vesien seurannassa
 - Jatkuvat toimiset mittarit
 - Viikkonäytteenotot, vuosiseuranta
 - Tulosten online- seuranta ja jakaminen osapuolien välillä
- Uusien menetelmien etsiminen vesienkäsittelyyn
 - Neutralointi (esim. kalkkikivipadot, kaivot)
 - Hienoaineksen (savi) erotus kaivantovesistä
- Vaihtoehtoisten pohjanvahvistusmenetelmien etsintä
 - Koestabilointi ja koerakentaminen
 - Pyritään etsimään menetelmiä, jotka toimivat happaman sulfaattimaan neutraloinnissa ja vähentävät hiilidioksidipäästöjä
 - Etsitään ratkaisuja, joissa kaivuumaita tuotetaan mahdollisimman vähän

Bright
ideas.

Sustainable
change.



Kiitos!

Havainnot ja seurantakohteista

13.2.2024 Ins. AMK Emmi Ilonen

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.



Sisältö

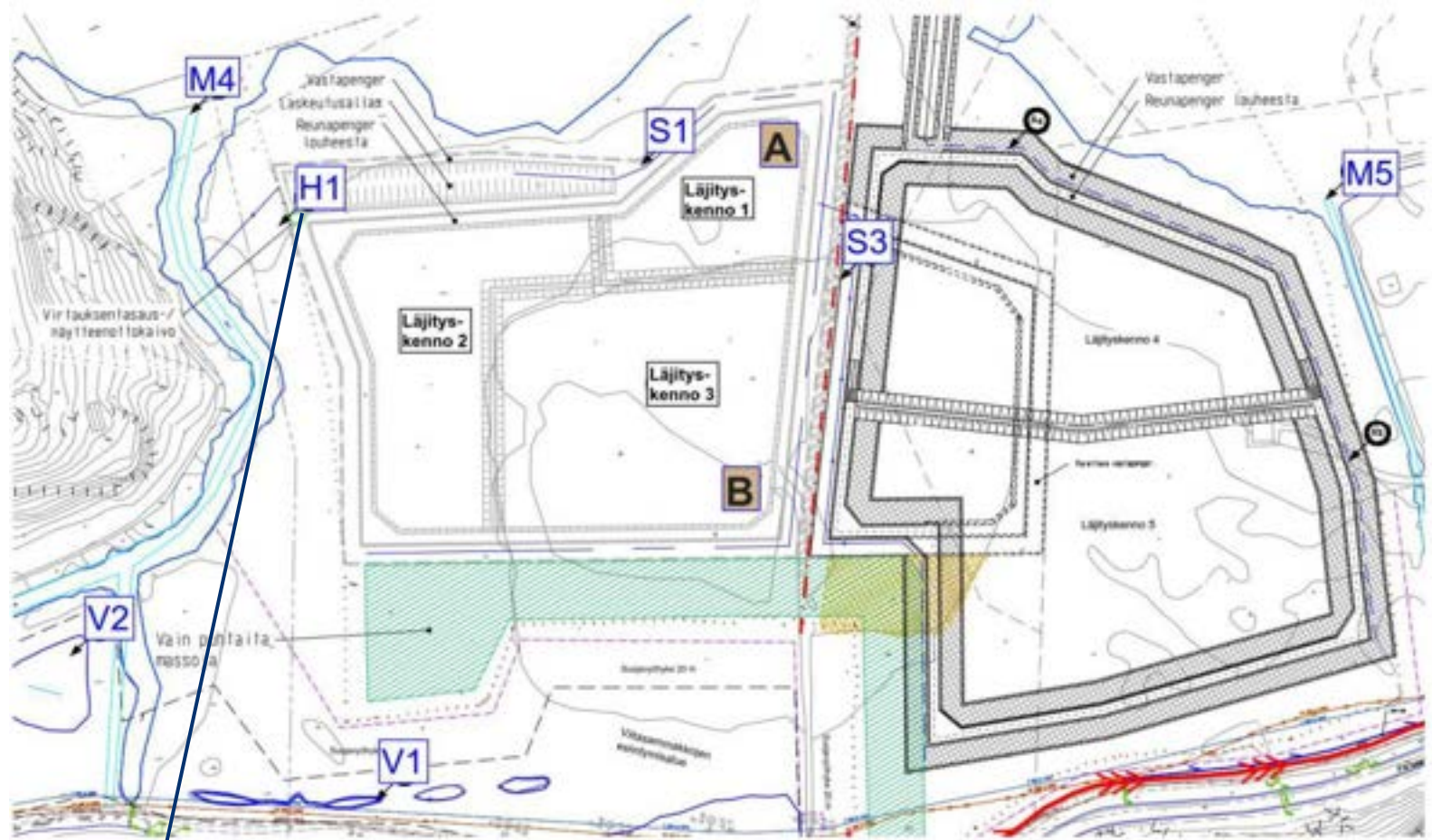


1. Turku, Lauttaranta
2. pH-arvon vaikutus veden alumiinipitoisuuksiin
3. Ruoppausmassan hapettuminen
4. Pohjois-Pori
5. Alkaliteetti ja pH
6. Alumiini- ja mangaanipitoisuudet
7. HaSu-analytiikka ja tutkimussuunnittelu
8. Yhteenveto

Kuvat: Marjatta Halme, Porin kaupunki 20.9.2023

Turku, Lauttaranta

- Ruoppausmassan läjitys päättyi 1/2023, seuranta 1/2023-11/2023
 - Kohteessa seurattiin **ruoppausmassasta suotautuvan veden laatua ja ruoppausmassan hapettumista**
- Kuiva kesä, suotovettä ei erottunut (ympärysojat S1 & S3 kuivia)
- Vesinäytteitä saatiin vain laskeutusaltaaseen kerääntyneestä pintavalunnasta

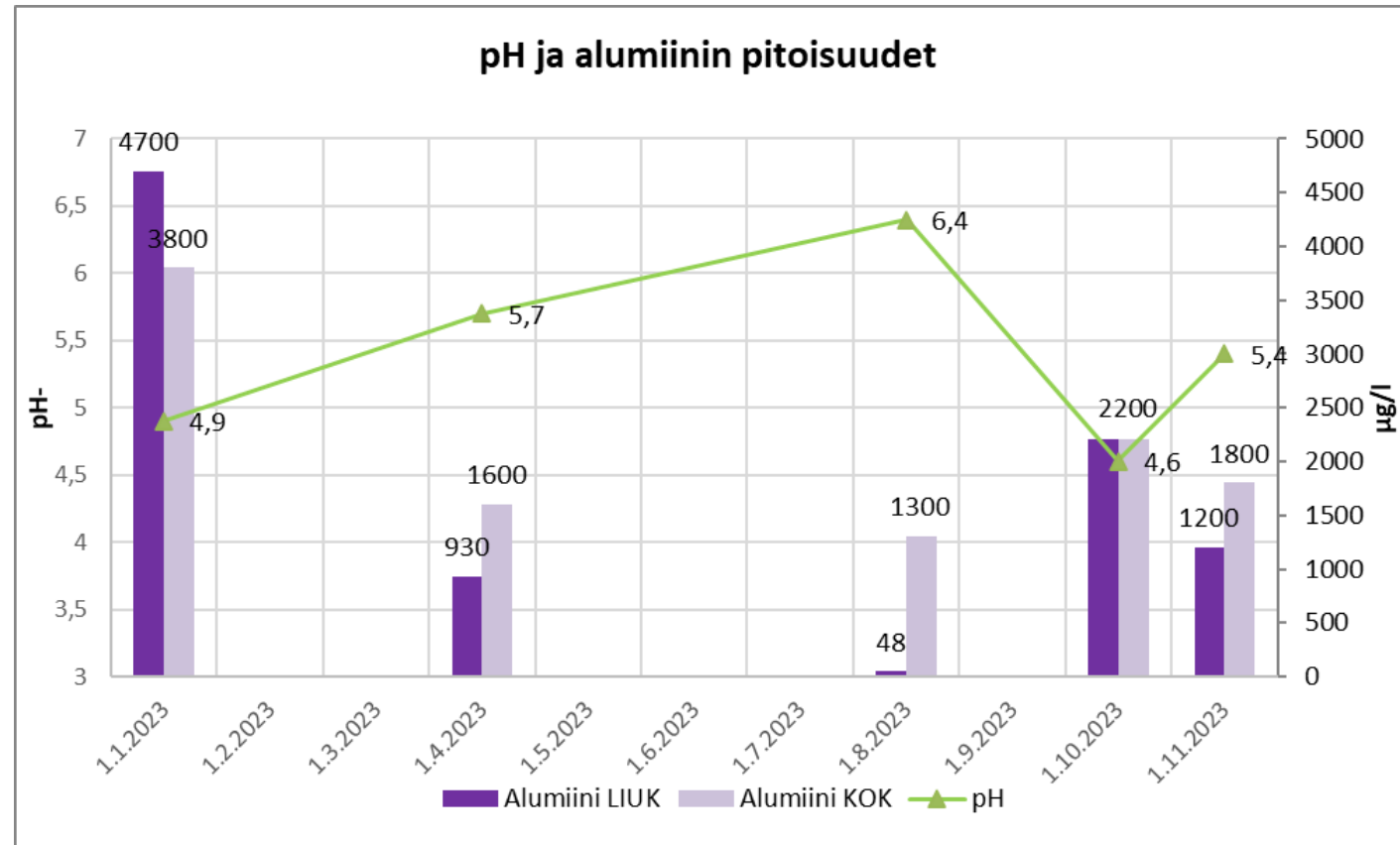


pH-arvon vaikutus veden alumiinipitoisuuksiin

- Happamassa vedessä alumiini on liukoissa muodossaan
- Liukoissa muodossa alumiinin biosaatavuus ja haittavaikutukset kasvavat
- Neutraalissa vedessä alumiini on vähiten haitallinen

→Alumiinia ehdotetaan lisättäväksi vesiympäristölle vaarallisiin ja haitallisiin aineisiin VNa 1022/2006

Suomen ympäristökeskus 2023: [Haitalliset aineet pintavesissä – Muutosehdotuksia vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetukseen \(helsinki.fi\)](#)



Ruoppausmassan hapettuminen

- Hapettuminen on edennyt pH-arvojen perusteella enintään 0,3 m
- pH-arvon lisäksi kohonneet redox-potentiaalin arvot ja sähkönjohtavuus indikoivat maan aineksen hapettumista
- 0,5 m näytteessä pH-arvon vaihtelu 5,1→8,1
→ Näytteenottoväli ja pH-mittaukset tehtävä tiheästi aktiivisen HaSu-kerroksen kartoittamiseksi

Näytepiste	Syvyys (m)	PVM	Kuiva-aine (%)	Vesipitoisuus (%)	Kokonaisriikki (mg/kg)	Sähkönjohtavuus (mS/m)	Redox (mV)	Maasto-pH	laboratorio-pH
A (Läjityskenno 1)	0 - 0,1	5.7.2023	63 %	59 %	1 200	180	270	5,8	6,1
	0,1 - 0,3		54 %	85 %	2 300	140	220	7,2	7,3
	0,3 - 0,5		51 %	96 %	2 700	130	210	7,1	7,8
	0 - 0,1	29.8.2023	75 %	33 %	3 000	110	210	6,8	4,9
	0,1 - 0,3		58 %	72 %	1 600	120	150	5,7	6,9
	0,3 - 0,5		55 %	82 %	<500	120	97	7,2	7,8
	0 - 0,1	3.10.2023	69 %	45 %	1 800	170	370	4,5	5,9
	0,1 - 0,3		64 %	56 %	2 100	150	240	7,3	7
	0,3 - 0,5		53 %	89 %	1 900	160	220	7,4	7,6
	0 - 0,1	9.11.2023	60 %	67 %	2 100	81	280	5,6	5,6
	0,1 - 0,3		55 %	82 %	2 300	72	250	7,0	7,5
	0,3 - 0,5		51 %	96 %	3 900	85	260	7,3	7,2
B (Läjityskenno 3)	0 - 0,1	5.7.2023	64 %	56 %	3 000	170	320	3,6	5,1
	0,1 - 0,3		50 %	100 %	3 400	120	190	7,5	7,9
	0,3 - 0,5		49 %	104 %	4 200	130	220	7,3	8,1
	0 - 0,1	29.8.2023	71 %	41 %	6 000	250	250	5,7	4
	0,1 - 0,3		57 %	75 %	4 300	240	240	4,6	5
	0,3 - 0,5		57 %	75 %	4 000	110	220	5,9	6,5
	0 - 0,1	3.10.2023	47 %	113 %	5 300	230	250	5,8	5,9
	0,1 - 0,3		42 %	138 %	7 100	220	220	7,6	7,3
	0,3 - 0,5		39 %	156 %	7 500	200	230	7,8	7,7
	0 - 0,1	9.11.2023	44 %	127 %	4 800	96	280	6,1	5
	0,1 - 0,3		39 %	156 %	7 500	78	250	7,7	7,4
	0,3 - 0,5		41 %	144 %	7 100	80	260	7,7	7,3



• Vertailunäytteet:

- NP 1, asemakaava-alueen yläpuoli
- NP 5, sulfidisavialueen oja

• Rakennuskohteen vedet:

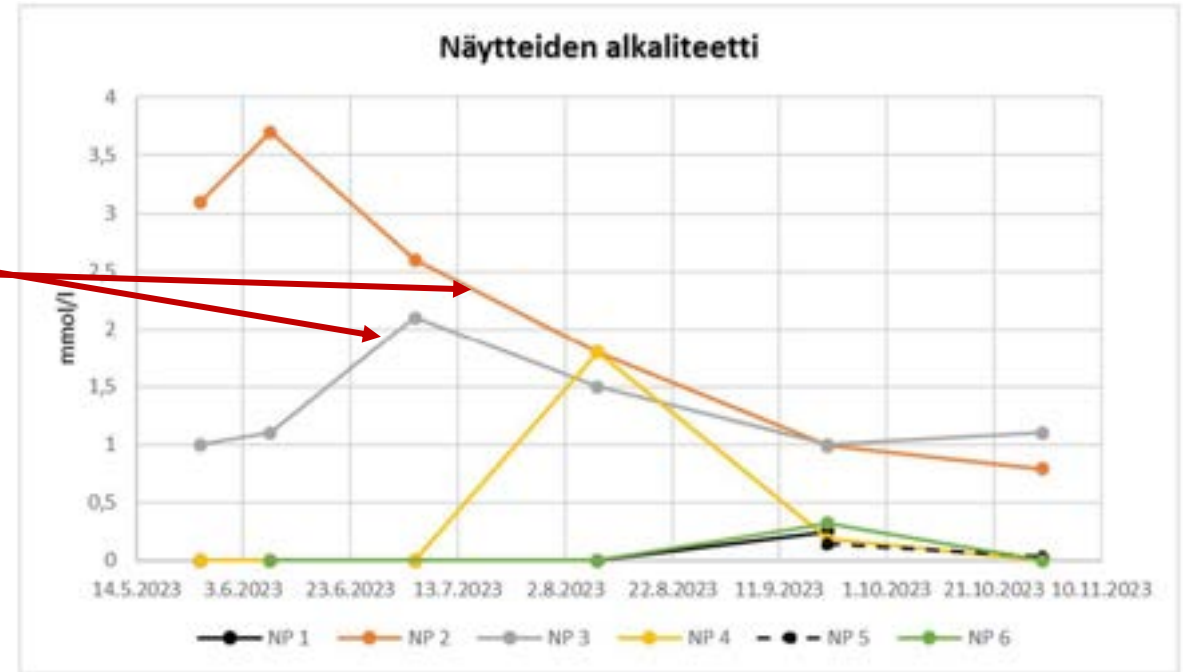
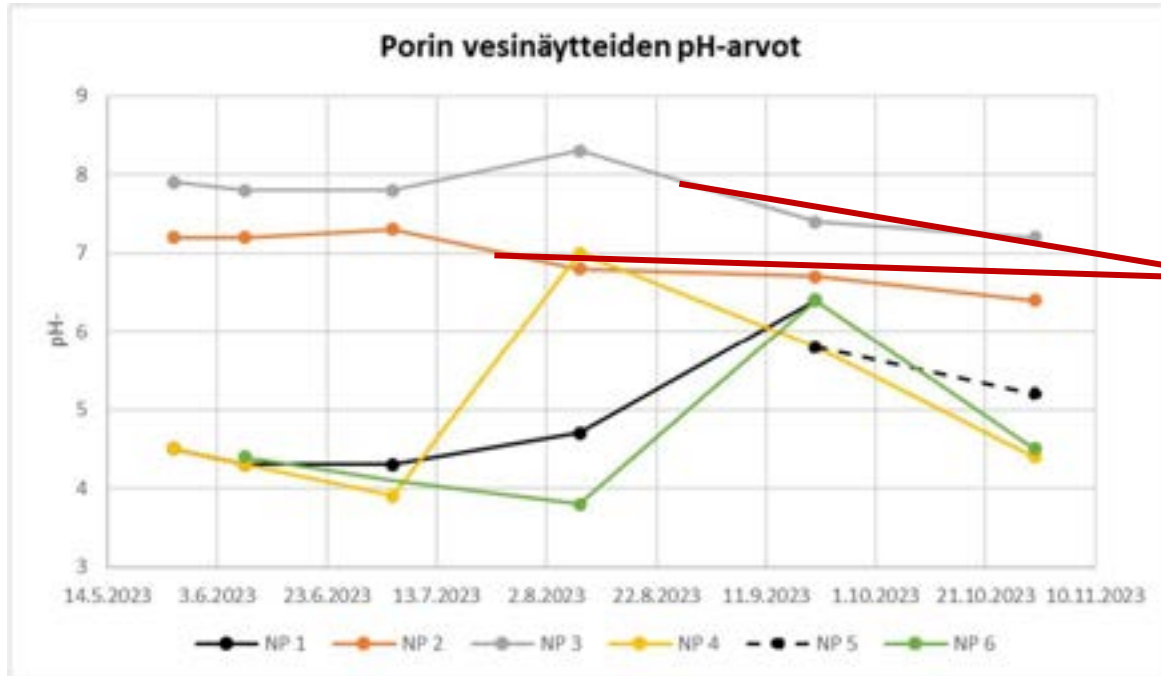
- NP 2, alikulun pumppaamojen vesi ennen tasausta
- NP 3, hulevesiallas johon pumppaamon vedet johdetaan

• Kosteikkoon kulkeutuvat ja pois johdetut vedet:

- NP 4, asemakaava-alueelta pois kosteikkoon johdettava vesi
- NP 6, kosteikosta poistuva vesi

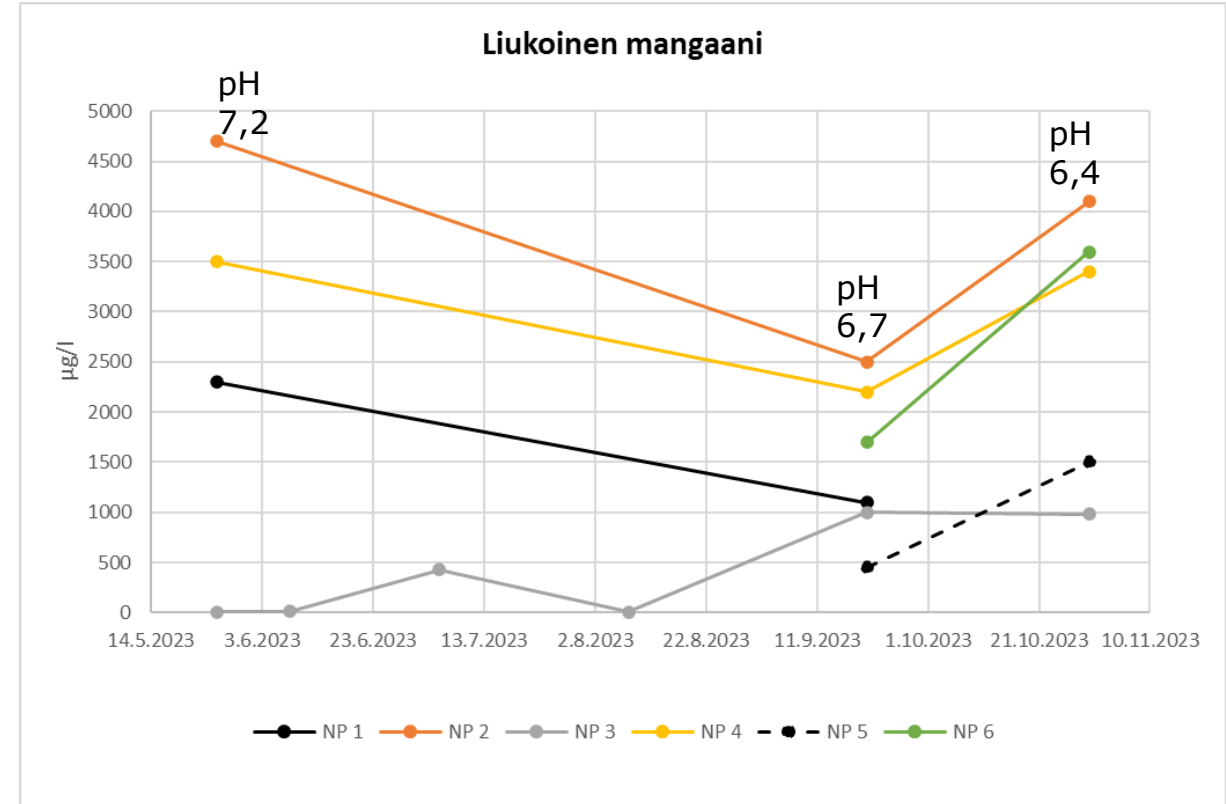
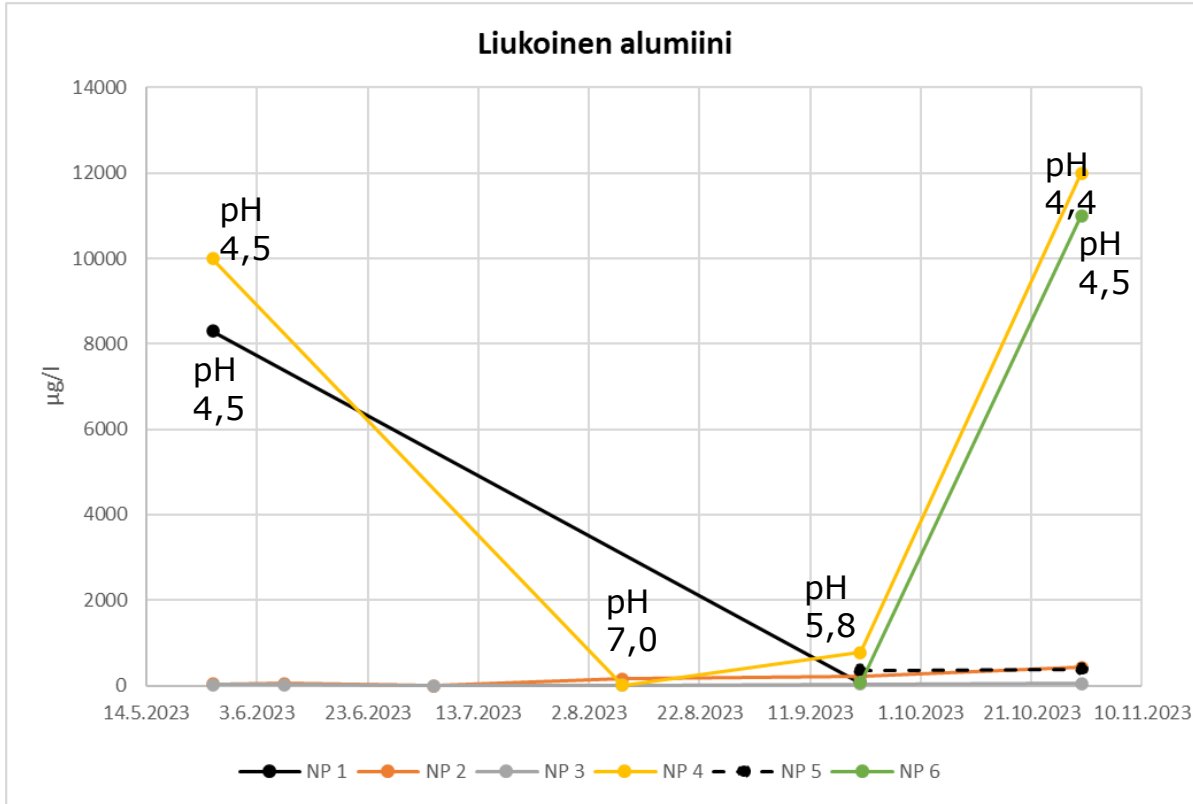
Työtila	Oletus
Tasot	Orto v. 2023, 5 cm/pix - UUSI (tarkastamaton), Liikenneväylät, Maastokohteet
Mittakaava	1 : 5000
Päivämäärä	29.01.2024 13:33:36
Käyttäjätunnus	porhm38

Alkaliteetti ja pH



Puskurikapasiteetti heikkenee näytepisteessä NP 2, vaikka pH-arvo on lähes neutraali

Alumiini- ja mangaanipitoisuudet



- Alumiinin liukoiset pitoisuudet ovat suuria happamissa vesinäytteissä
- Mangaani liukenee myös neutraaliin veteen

HaSu-analytiikka ja tutkimussuunnittelu



Marjatta Halme, Porin kaupunki 30.10.2023

- HaSu-oppaassa esitetyissä vedenlaatuparametreissa havaittiin tarkkailun aikana muutoksia kaikissa seurantakohteissa.
- Tutkimusten perusteella HaSu-alueilla tutkimusohjelman tulisi sisältää tarkkailua koskien ainakin seuraavia parametreja, joissa muutoksia havaitaan hapettumisen vaikutuksesta:
 - pH laskee
 - Alkaliteetti eli puskurikyky laskee
 - Sähkönjohtavuus kasvaa
 - Sulfaattipitoisuus kasvaa
 - Nikkeli-, sinkki ja kobolttipitoisuudet (liukoiset pitoisuudet) kasvavat
 - Alumiini-, rauta- ja mangaanipitoisuudet (liukoiset pitoisuudet) kasvavat

Yhteenvedo

Vedenlaadun seuranta

- Veden tilan kartoittamiseksi on tehtävä aluksi riittävän **tiheä seuranta**, jossa näytteenotto vähintään kuukausittain
- Veden tilan ja ominaisuuksien kartoitus vaatii riittävän **pitkän seuranta-ajan**, jolloin ilmiö ja vaikutukset havaitaan
 - Kuiva/kuuma kesä vs. sateinen kesä
- **Jatkuvatoimiset mittarit helpottavat seurantaa** ja vähentävät näytteenoton tarvetta, erityisesti kun korrelaatio pH-arvon ja pitoisuuksien välillä on selvillä

Hapettumissyvyyden seuranta

- Aktiivisen HaSu-kerroksen kartoitus maaperästä vaatii tiheän (max. 10 cm) näytteenoton ja/tai pH-mittauksen
- Ensimmäisinä kuivatusvuosina vaikutus kohdistuu vain HaSu-kerroksen pintaosaan → Veden tilan seurantajakso on useita vuosia kuivatustoimenpiteiden jälkeen

Lisää tutkimustietoa löytyy yhteenvedoraportin liitteestä 1



Kiitos!
Kysymyksiä?

Lämpötilan vaikutus hapettumiseen

13.2.2024 Ins. AMK Emmi Ilonen

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

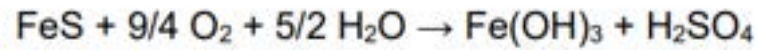
Sisältö

1. Hapettumisreaktio
2. Tutkitut näytteet
3. Tutkimusmenetelmät
4. Hapettumisseurannan tulokset
5. Hapontuottopotentialiaali
6. Yhteenveto



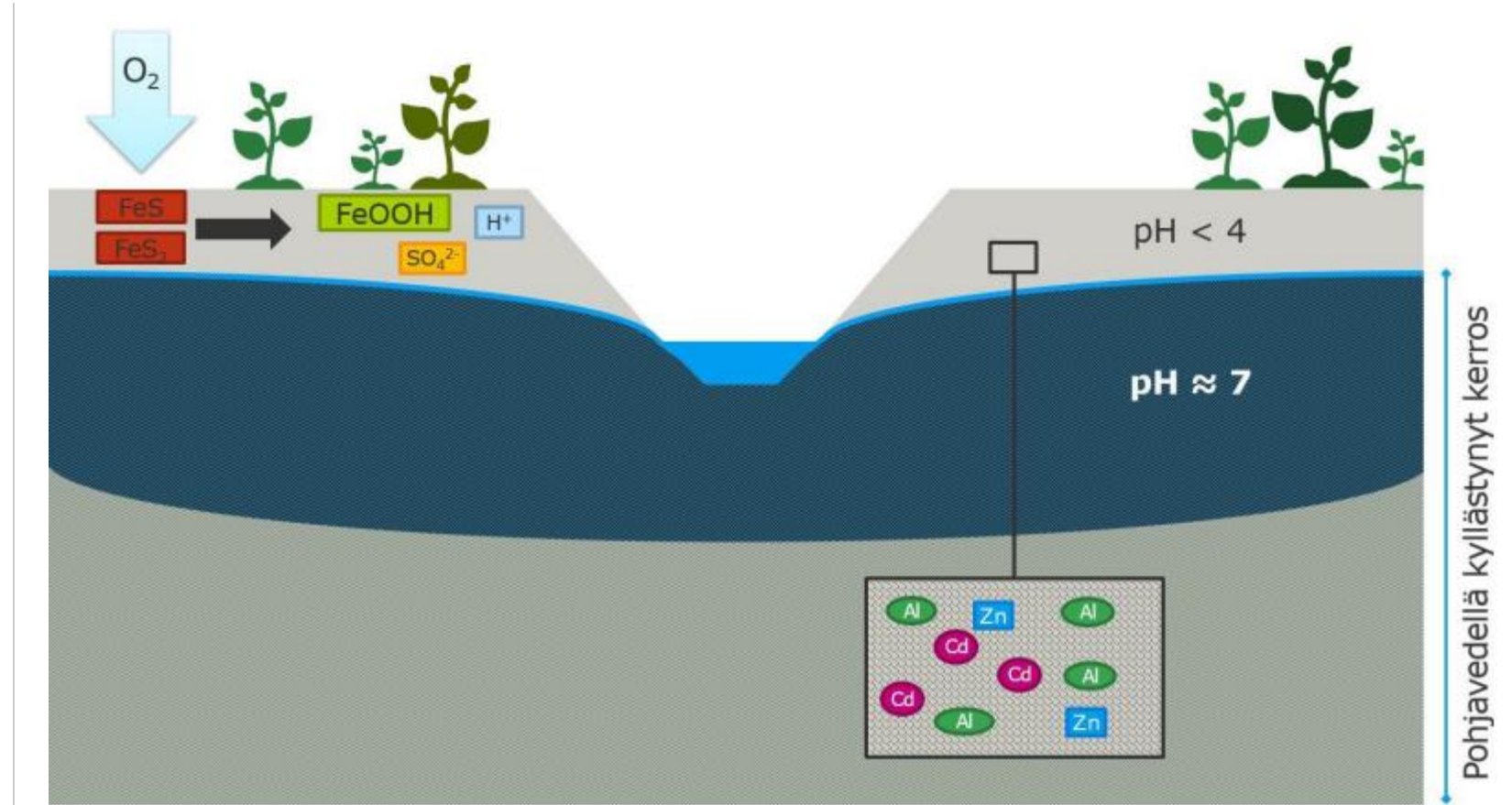
Hapettumisreaktio

- Hapettuminen tapahtuu, kun sulfidirikkipitoinen maa-aines pääsee kontaktiin ilmakehän hapen kanssa
- Reaktiossa muodostuu happamuutta (rikkihappoa)



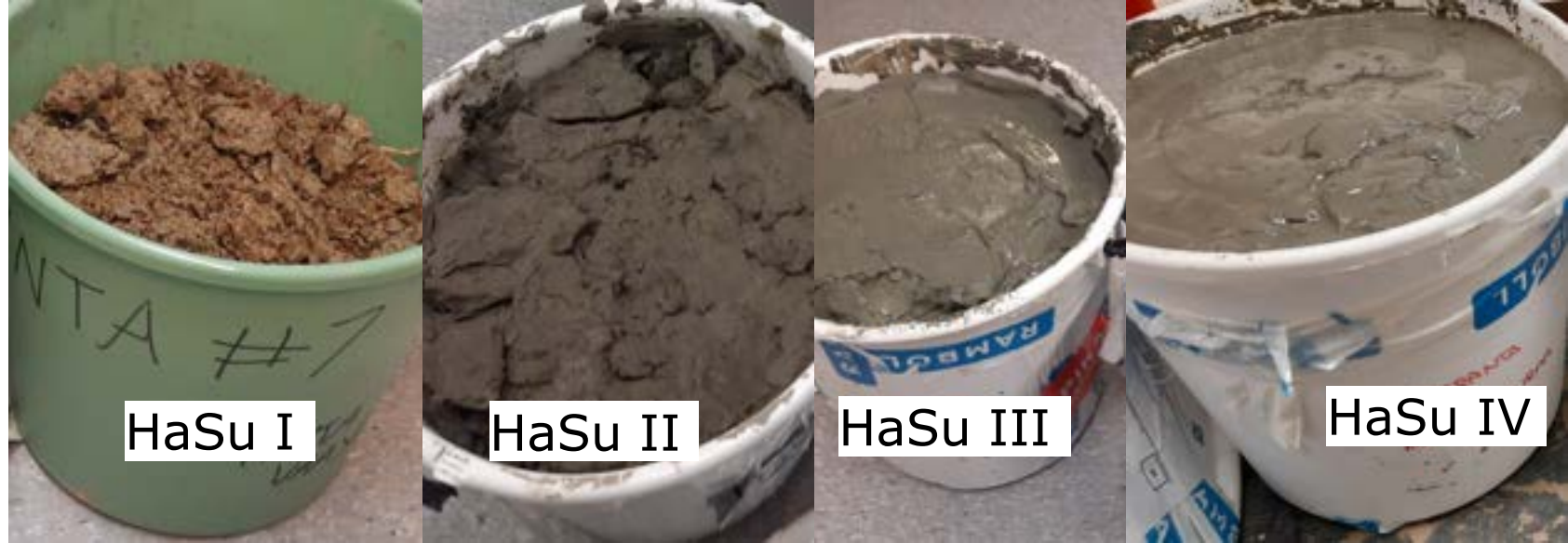
→Maaperän pH-arvo laskee

- Reaktionopeuteen vaikuttaa reagoivien aineiden ominaisuuksien lisäksi reaktiopinta-ala, **lämpötila** sekä katalyytti (bakteerit)



Tutkitut näytteet

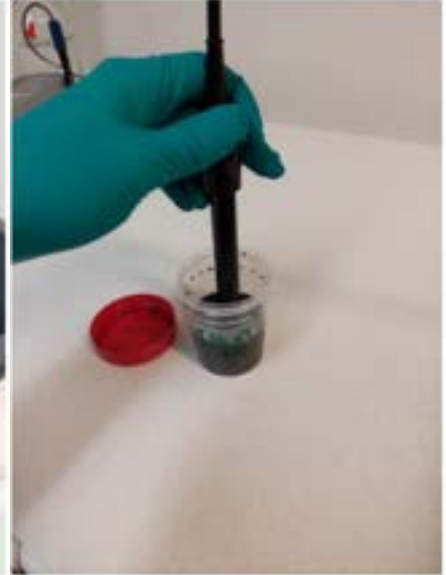
- HaSu II ja HaSu III korkeimmat rikkipitoisuudet ja suurin hapontuottopotentiaali
- HaSu I matala pH → Aktiivinen HaSu
- Näytteet pääosin savea, HaSu II silttiä



Näyte	Maa-laji	Tiheys ρ kg/m ³	pH	Kemiallisesti hapetettu pH (TPA-pH)	Inkuboitu pH 20 vko (20°C)	Potentiaalinen asiditeetti (mmol H ⁺ / kg, TPA pH 6,5)	Hapontuotto-potentiaali	W (%)	H _n (%) 550°C	S _{tot} (%)
HaSu I	laSa	1555	4,4	3,9	4,4	140	suuri	66,7	3,5	0,11
HaSu II	ljSi	1665	8,6	2,4	3,0	411	suuri	49,1	2,8	0,76
HaSu III	liSa	1420	6,2	2,7	3,3	388	suuri	104	2,7	0,65
HaSu IV	liSa	1420	7,8	4,8	6,4	28	kohtalainen	108	3,3	0,11

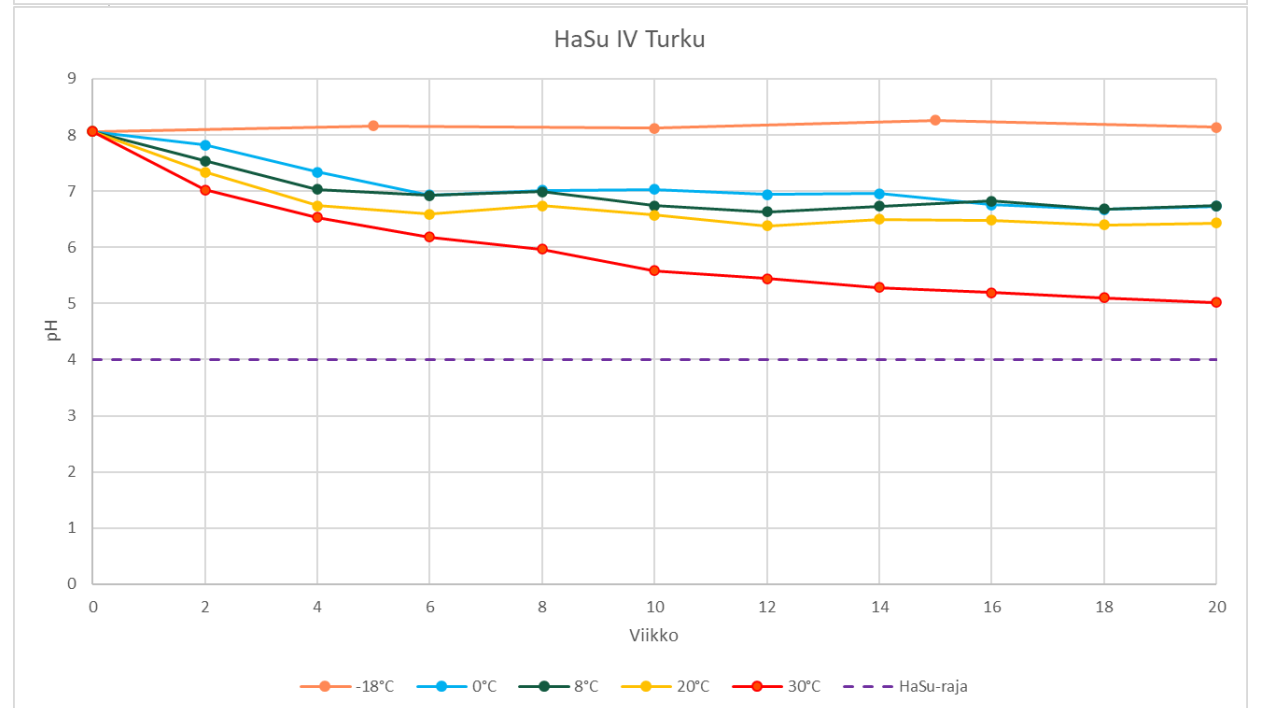
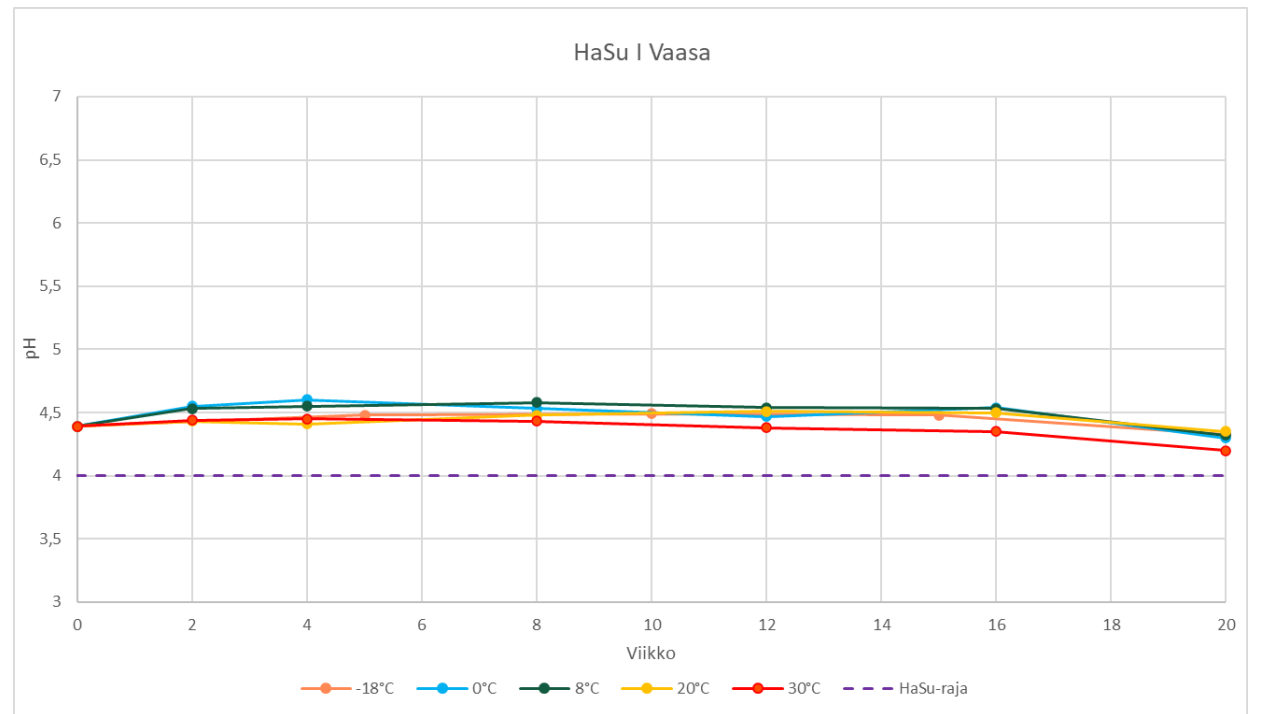
Inkubointi

- Näyte homogenisoitiin
- Näyte levitettiin ohueksi kerrokseksi astiaan
- Näyteastiat asetettiin viiteen eri lämpötilaan: -18°C , 0°C , $+8^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$ ja $+30^{\circ}\text{C}$.
- Näytteitä kasteltiin viikoittain
- pH-, redox- ja sähkönjohtavuusmittaukset tehtiin laatikosta kerätystä näytteestä vesi-maa suspensiosta



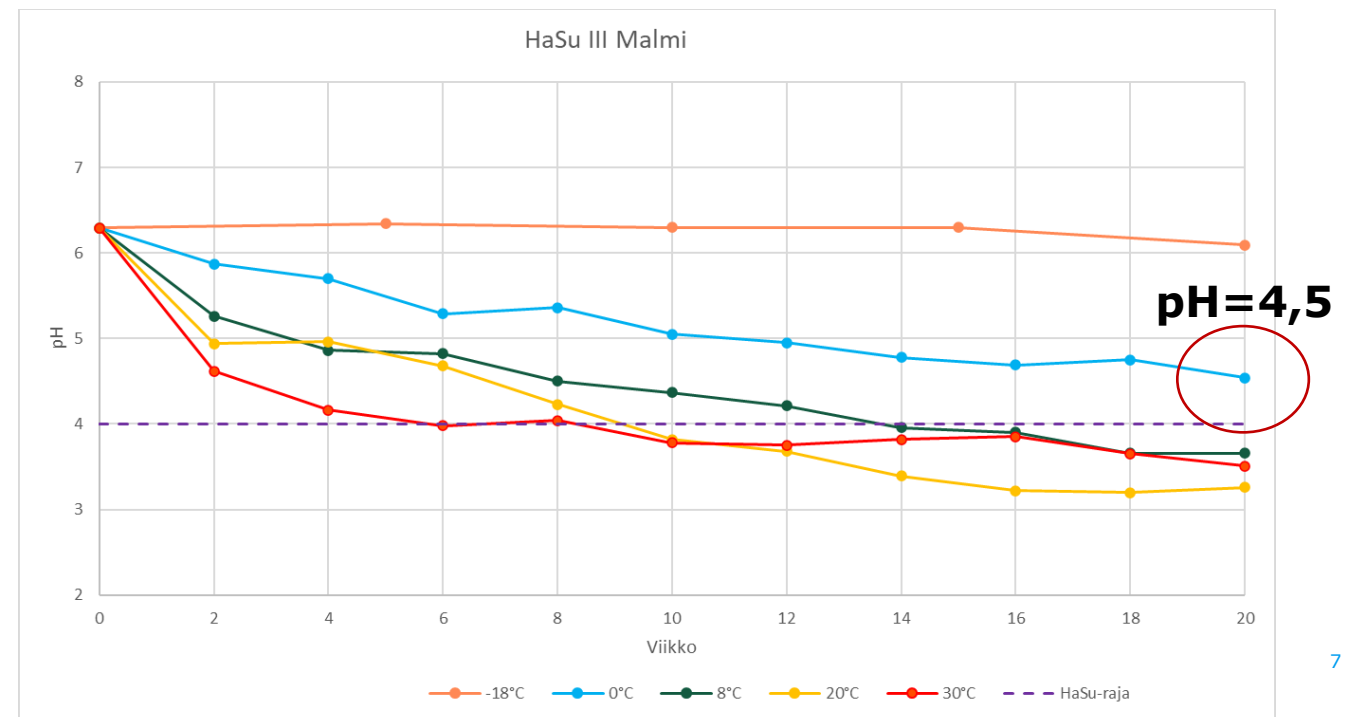
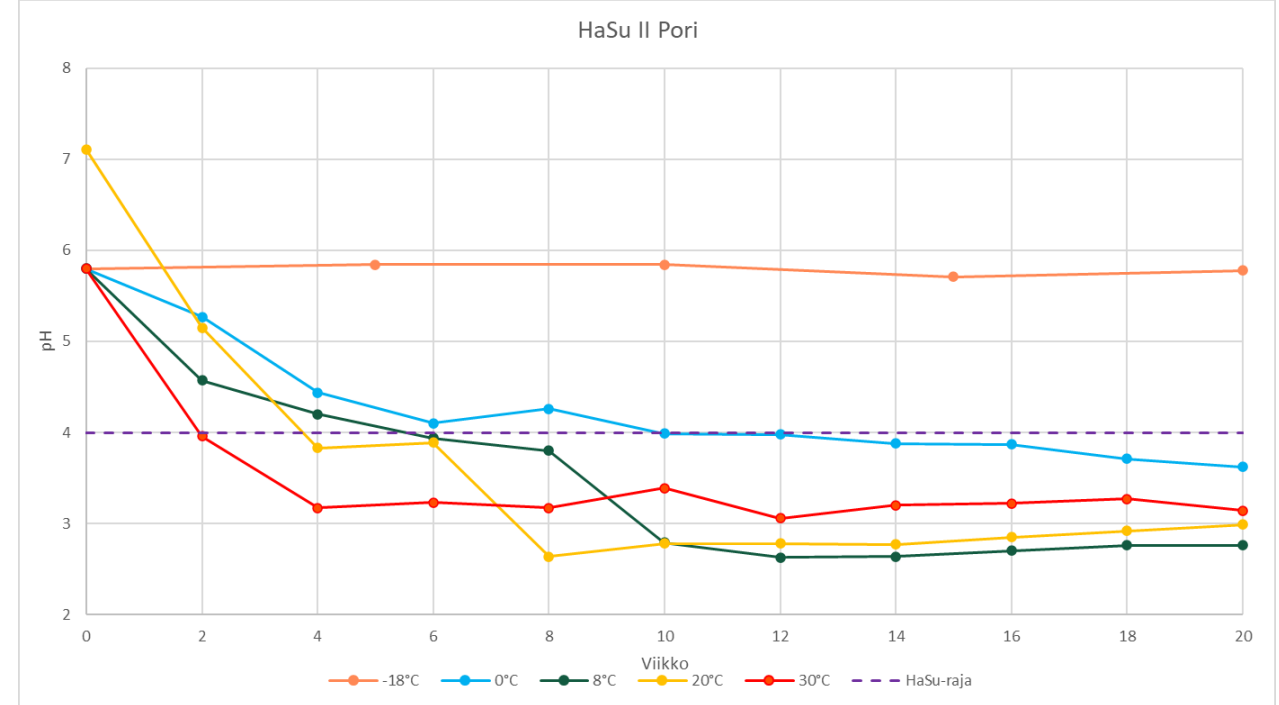
Vähärikkisten näytteiden hapettuminen

- Hapettuneen näytteen HaSu I pH-arvo ei muutu 20 viikon inkuboinnin aikana
- HaSu IV
 - pH-arvo ei muutu -18°C lämpötilassa
 - pH-arvon muutos 0°C lämpötilassa on hitaampi 8→7,8
 - pH-arvo laskee 30°C lämpötilassa 8→5



Suuren rikkipitoisuuden näytteiden hapettuminen

- Jäädetyttyjen näytteiden pH-arvo ei muutu 20 viikon inkuboinnin aikana
- 30°C lämpötilassa hapettuminen on nopeinta molemmilla näytteillä
- Kylmissä olosuhteissa (0°C) maaperän pH-arvo on molemmissa näytteissä >4,0 kuuden viikon inkuboinnin jälkeen
- Karkeamman HaSu II reaktionopeuteen lämpötilan vaikutus on vähäisempi



Hapontuottopotentiaali

- HaSu IV kaikissa näytteissä pieni hapontuottopotentiaali
- HaSu I kaikissa näytteissä kohtalainen tai suuri hapontuottopotentiaali

→ Näytteissä yhtä paljon rikkiä

- HaSu II ja HaSu III hapontuottopotentiaali vaihtelee erityisesti <0°C vs. 20/30°C
- TIA-analyysitulokset huomattavasti pienempiä kuin TPA-analyysin (peroksidihapetus) tulokset

Näyte-tunnus	Inkubointi lämpötila	pH-arvo ennen titrausta (TIA-pH)	TIA Hapontuottopotentiaali (mmol H+/kg, pH 6,5)	pH-arvo ennen titrausta (TPA-pH)	TPA Hapontuottopotentiaali (mmol H+/kg, pH 6,5), peroksidihapetus
HaSu I Vaasa	-18°C	3,7	111	3,9	140
	0°C	3,7	95		
	8°C	3,7	86		
	20°C	3,7	92		
	30°C	3,7	102		
HaSu II Pori	-18°C	4,3	27	2,4	411
	0°C	3,8	59		
	8°C	3,3	139		
	20°C	3,1	178		
	30°C	3,5	173		
HaSu III Malmi	-18°C	4,8	24	2,7	388
	0°C	4,1	51		
	8°C	3,8	91		
	20°C	3,4	144		
	30°C	3,7	120		
HaSu IV Turku	-18°C	6,5	2	4,8	28
	0°C	6,0	4		
	8°C	5,9	5		
	20°C	5,7	3		
	30°C	5,0	15		
		Pieni <20 Kohtalainen 20-100 Suuri >100	pH<4,0		

Yhteenveto

- Lämpötila vaikuttaa suuresti potentiaalisen HaSun hapettumisnopeuteen
→ Sijoittamalla kaivutyöt HaSu-alueilla viileään vuodenaikaan, voidaan hidastaa potentiaalisten HaSujen hapettumista ja haitallisten ympäristövaikutusten muodostumista
- TPA-analyysillä määritetty maksimaalinen hapontuottopotentiaali voi olla kaksi kertaa suurempi kuin TIA-analyysillä määritetty hapontuottopotentiaali
 - TPA-analyysi (vetyperoksidihapetus) tehdään "tuoreelle" näytteelle ja TIA-analyysi 19 viikkoa inkuboidulle näytteelle
- Neutralointitarpeen laskenta TIA-analyysillä määritetyn hapontuottopotentiaaliperusteella
- Happamien sulfaattimaiden tunnistaminen/ilmiön poissulkeminen vaatii riittävästi analytiikkaa

Lisää tutkimustietoa löytyy yhteenvetoraportin liitteestä 2



Kiitos!
Kysymyksiä?

Tuhkat neutraloivina aineina kalkin korvaajana

13.2.2024 DI Pyry Potila

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Sisältö

1. Tuhkan neutralointikäyttö
2. Tutkitut näytteet
3. Tutkimusmenetelmät
4. Näytteiden hapettumisseuranta
5. Tekniset ominaisuudet
6. Neutraloidun massan ympäristöominaisuudet
7. Yhteenveto



Tuhkan neutralointikäyttö

Hyödyt

- Korvataan lannoituskalkki sivutuotteella
- Hiilijalanjälki pienenee
- Uusiomateriaalit ovat kustannuksiltaan edullisempia

Haasteet

- Saatavuus ja sijainti vaikuttavat hyötykäyttömahdollisuuksiin
- Tuhkat ja tuhkaerät ovat erilaisia kuten myös maa-aines
- Jättemateriaalien käyttö vaatii ympäristöluvan
- Tuleva MASA-säntely tuonee tähän helpotuksia, mutta sisältö ei vielä tiedossa.



Tutkitut näytteet

Runkoaine

- liejuista silttiä
- **rikkipitoisuus 7600 mg/kg**
- **hapontuottopotentialiaali suuri**

Neutraloivat aineet (Ca-% eli kokonaisneutralointikyky)

- Kymin Voiman tuhka **(35,7)**
- Rauman Voiman tuhka **(14)**
- Nordkalk Aito Kalsiitti Plus **(34)**

Tarve yli 2x saman neutralointi vaikutuksen saavuttamiseksi

Kokonaispitoisuudet

mg/kg ka.	Runkoaine HaSu-II	Neutralointituote			PiMa raja-arvot (214/2007)		
		RaVo-tuhka	KyVo-tuhka	Nordkalk-Vampula	Kynnys-arvo	alempi-ohjearvo	ylempi-ohjearvo
Alumiini (Al)	14 000	40 000	23 000	2 300			
Antimoni (Sb)	< 0,5	140	1,7	<0,5	2	10	50
Arseeni (As)	5,3	88	4,5	<1	5	50	100
Barium (Ba)	< 0,04	1 400	1 100	110			
Elohopea (Hg)	< 0,2	0,6	<0,1	<0,1	0,5	2	5
Kadmium (Cd)	< 0,2	9,1	11	0,2	1	10	20
Koboltti (Co)	8,6	39	9,9	1,1	20	100	250
Kromi (Cr)	28	270	69	9	100	200	300
Kupari (Cu)	12	1 100	55	<5	100	150	200
Lyijy (Pb)	7,4	680	31	7,3	60	200	750
Mangaani (Mn)	280	4 400	5 500	270			
Molybdeeni (Mo)		16	7,4	<2			
Nikkeli (Ni)	20	210	47	6,6	50	100	150
Rauta (Fe)	20 000	57 000	18 000	2 800			
Rikki (S)	7 600	17 000	14 000	1 600			
Seleeni (Se)		1,4	<1	<1			
Sinkki (Zn)	43	2 600	1 500	13	200	250	400
Vanadiini (V)	32	66	21	15	100	150	250

Tutkimusmenetelmät

- Neutraloidut seokset valmistettiin *Ympäristöministeriön ohjeen (3/2022)* mukaan, **TPA-analyysillä määritetyn hapontuottopotentialin perusteella** muuttamalla laskukaavan varmuuskerrointa
 - Varmuuskertoimet: **1; 1,5 ja 2**
- Inkubointi 20 viikkoa
 - pH-, redox- ja sähkönjohtavuusmittaukset
- Koekappaleiden lujittuminen 90 vrk
 - 90 vrk:n puristuslujuus
- **Kokonaispitoisuuksien ja liukoisten pitoisuuksien analysointi** 20 viikon inkuboinnin jälkeen



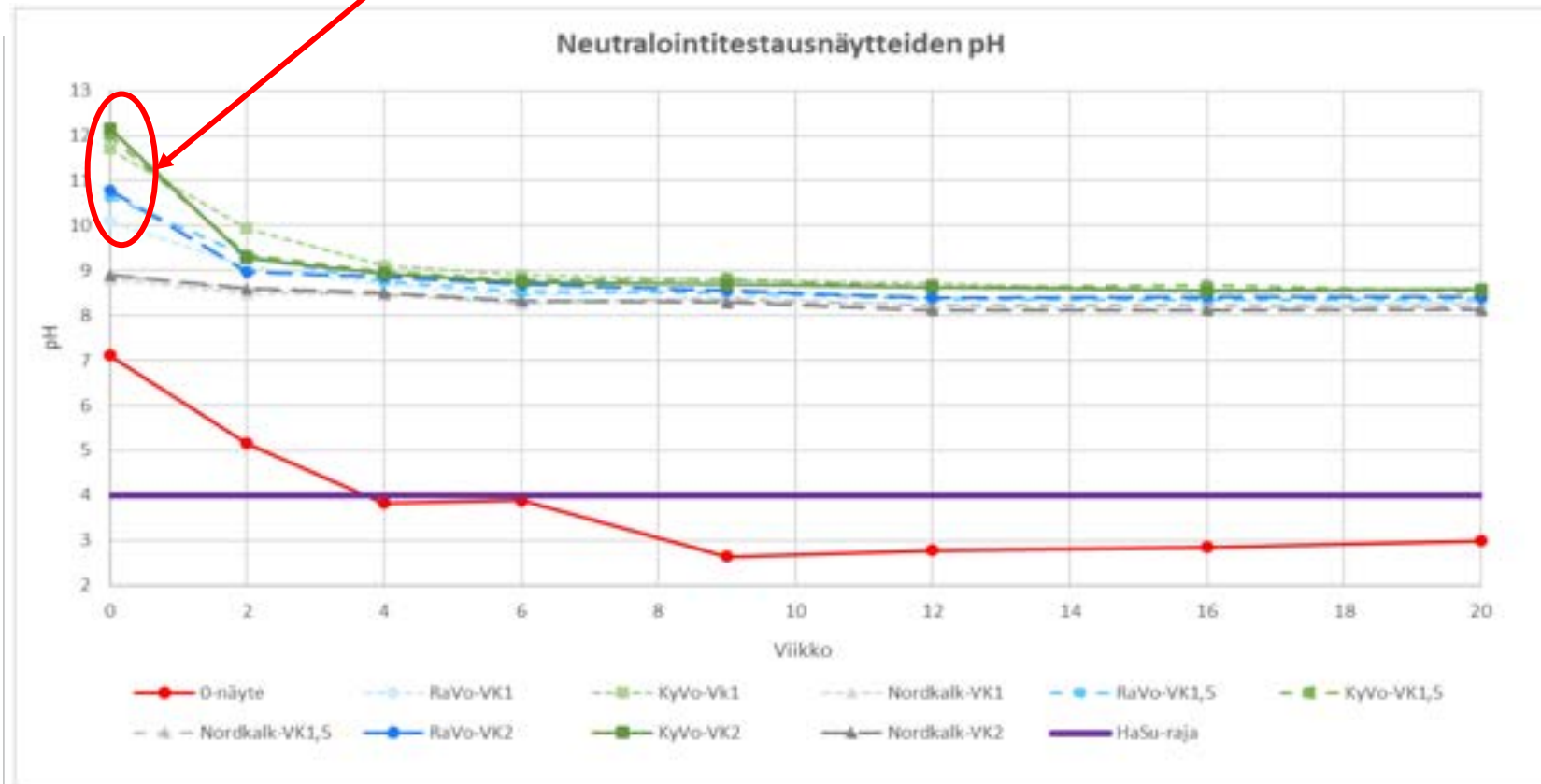
Näytteiden hapettumis seuranta

- HaSu-saven (0-näyte) pH-arvo laskee neljässä viikossa <4
- Neutraloitujen seosten pH-arvot 20 viikon inkuboinnin jälkeen 8,1-8,6

→ Neutralointi on onnistunut

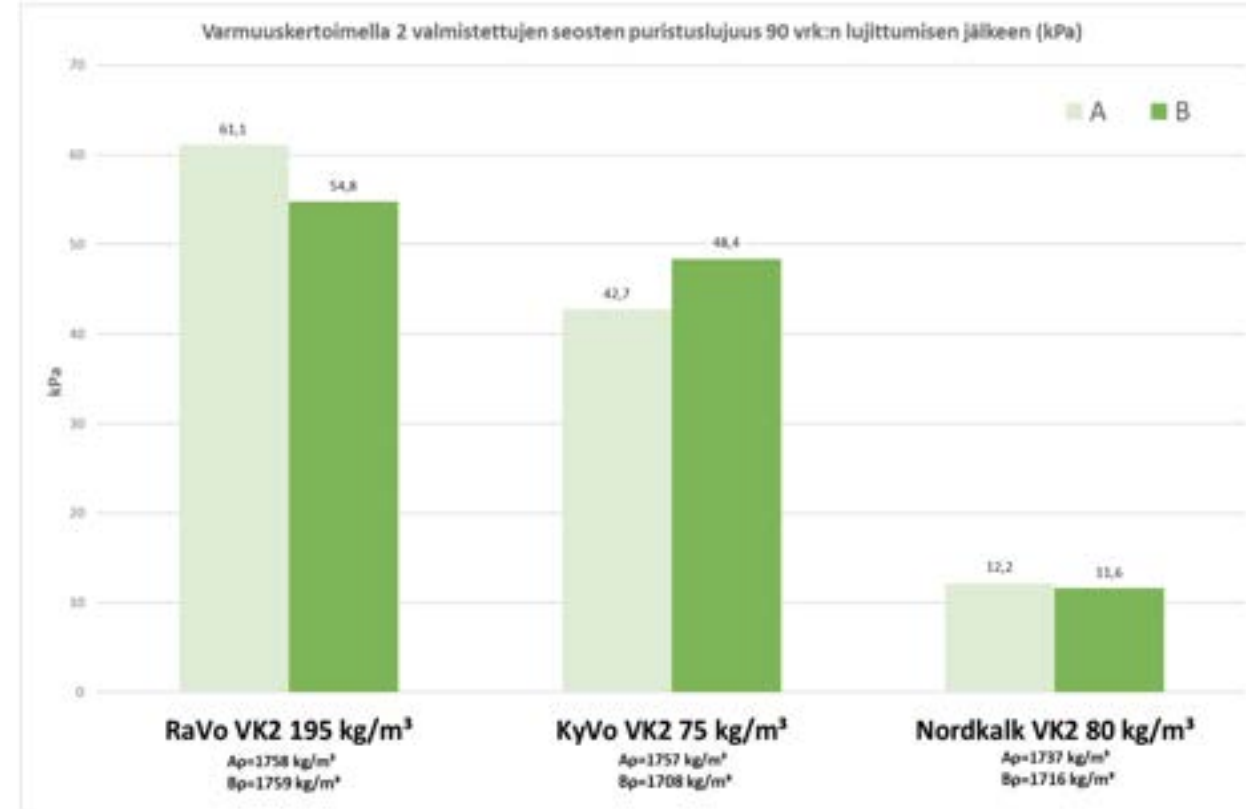
→ Eri varmuuskertoimilla (VK1-2) valmistettujen seosten välillä ei havaittu eroa

Tuhkien neutralointireaktiot aluksi voimakkaita



Tekniset ominaisuudet

- Tuhka kuivattaa maa-ainesta
- Tuhkan vaikutus teknisiin ominaisuuksiin on parempi kuin kalkin
 - Osa lujittumisvaikutuksesta on seurausta tuhkan kuivattavasta vaikutuksesta.
 - Suurempia lujuuksia on mahdollista saada mm. sementti+tuhka -sideaineilla
 - Pelkkä kalkki ei kehitä lujuutta



Neutraloidun massan ympäristöominaisuudet

- Hapettuneen happaman sulfaattimaan (0-näyte) **metallien liukoisuudet ovat suurempia** ja pH-arvo hapan
- Kymin Voiman tuhka soveltuu neutralointikäsitteilyyn yhtä hyvin kuin tavanomainen kalkitsemistuote
- Neutraloivan aineen **kokonaispitoisuudet** ja **neutralointikyky** huomioitava neutraloivaa ainetta valittaessa

→Määräoptimointi tärkeää

Liukoisuus (mg/kg, LS = 10)	Inkuboidut näytteet							Pysyvän jätteen raja- arvo	Vaaratto man jätteen raja- arvo
	HaSu II Pori	RaVo- tuhka VK1	RaVo- tuhka VK2	KyVo- tuhka VK1	KyVo- tuhka VK2	Nordkalk VK1	Nordkalk VK2		
Antimoni (Sb)	<0,01	0,57	0,83	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,06	0,7
Arseeni (As)	0,012	0,32	0,41	0,076	0,031	0,049	0,051	0,5	2
Barium (Ba)	<0,05	0,66	0,57	0,24	0,36	0,15	0,12	20	100
Elohopea (Hg)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	0,2
Kadmium (Cd)	0,057	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,04	1
Koboltti (Co)	3,1	0,008	0,01	0,021	0,027	0,007	0,009		
Kromi (Cr)	0,57	0,097	0,033	0,018	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10
Kupari (Cu)	1,8	0,17	0,23	0,095	0,1	0,053	0,075	2	50
Lyijy (Pb)	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	0,5	10
Molybdeeni (Mo)	0,033	1	1,4	0,49	0,46	0,34	0,28	0,5	10
Nikkeli (Ni)	6,3	0,052	0,065	0,047	0,032	0,028	0,038	0,4	10
Seleeni (Se)	0,083	<0,04	0,057	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,1	0,5
Sinkki (Zn)	13	<0,05	0,076	<0,05	0,057	<0,05	0,09	4	50
Vanadiini (V)	0,12	0,25	0,13	0,26	0,066	0,26	0,2	-	-
Kloridi	1100	1400	1900	1200	1300	1100	870	800	15000
Sulfaatti	20000	6500	14000	3300	6200	3400	4200	1000	20000
Fluoridi	11	14	6,9	7,1	<5	8,9	<5	10	150
Liuennot orgaaninen hiili (DOC)	200	230	200	260	190	250	250	500	800
pH (L/S=8)	3,3	6,1	7,5	8,7	8,3	8,2	5,1	-	6,5

Yhteenveto

- Sopiva tuhka soveltuu neutraloivaksi aineeksi yhtä hyvin kuin perinteinen kalkki
- Resepti on tapauskohtainen riippuen neutraloivasta aineesta sekä happaman sulfaattimaan ominaisuuksista
- Kaikki tutkitut seokset toimivat, joten varmuuskertoimien osalta on optimointipotentialia

Lisää tutkimustietoa löytyy raportista



Kiitos!



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Hakako-hanke

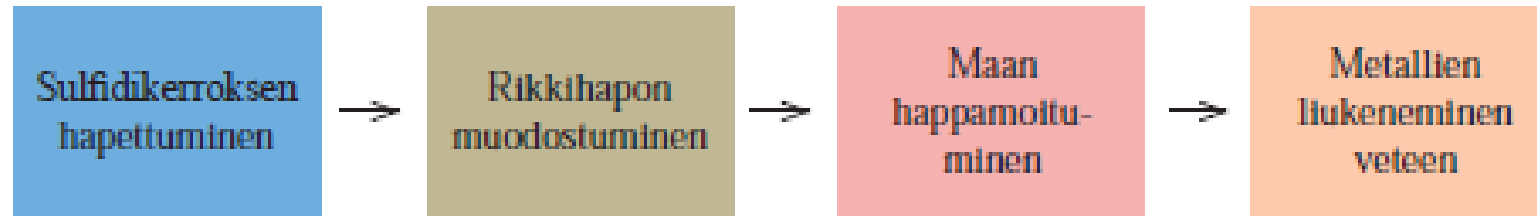
-

Happamien sulfaattimaiden kansallinen koetoimintahanke

Johtava vesitalousasiantuntija
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus
Eeva Nuotio eeva.nuotio@ely-keskus.fi

13.2.2014

Miksi happamuutta on tärkeä torjua?



Kuva 2. Happamoitusreaktion kulku maassa

MTT:n raportti 74; 2013; Ympäristöriskien vähentäminen happamilla sulfaattimailla – opas pohjavedenpinnan säätämiseksi

- Teräs- ja betonirakenteiden korroosio (rummut)
- Haastavat geotekniset ominaisuudet, uusiomateriaalit?
- Vesihuolto; Raakaveden puhdistuksen käsittelyvaatimukset kasvavat
- Maalämpökaivojen käyttöikä
- Hapan sulfaattimaa haasteellinen kasvualusta -> kalkitseminen,
- Rautasaostumat tukkivat salaojia- ja kaivoja
- **Vesistön ekologinen ja kemiallinen tila**

Vaikuttavuuden arvioinnin työkalun käyttö

HaSu-maiden aiheuttamien haittojen ennaltaehkäiseminen lähtee maankäytön suunnittelusta

Eteneminen selkeää:

1) Alueen lähtötiedot 2) Suunnittelun ohjaus 3) Vaikutusten arviointi 4) **Seuranta**

Työkalua voidaan hyödyntää hankkeen eri vaiheissa: esisuunnittelu, varsinainen suunnittelu, toteutus, jälkikäsittelyn suunnittelu ja toteutus, vaikutusten tarkkailu

Työkalun avulla voidaan tehdä tarkempia tarkasteluja siitä, missä laajuudessa HaSu-maat tulee hankkeessa huomioida ja mihin suunniteltuihin toimenpiteisiin niillä on merkitystä.

	Pieni	Keskisuuri	Suuri	Tiedon luotettavuus + / ++ / +++ (Esim. oletettu / laskeutu / mitattu)
Ympäristön herkkyys vaikutuksille				
Alueen herkkyys	Paikallinen, pistemäinen, suppea	Keskisuuri	Laaja, alueellinen	
Toimien	Lyhytaikainen	Kohtuullisen pitkä	Pitkä	
Luontoympäristön herkkyys vaikutuksille				
Alueen koko	Meri	Järvi ja joki	Oja, puro, lampi, noro	
Alueen puskurikyky	Suuri	Kohtalainen	Pieni tai olematon	
Alueen laatu ja elistö	Happamille sulfaattimaille tyyppilinen kasvillisuus, osmankäämit yms.	Tavanomainen lajisto	Herkkä elistö, vaelluskalat, simpukat, direktiivilajit	
Kentämistöimien aiheuttamien muutosten suuruus				
Kuivatussyvyyden muutos (esim. ojitus, kaivannot, pumppaus)	Ei selkeää muutosta pohjavedenpinnan nykyiseen vaihtelutasoon	Voit vaikuttaa pohjavedenpinnan tasoon jonkun verran	Vaikuttaa selkeästi pohjavedenpinnan tasoon	

Vaikuttavuuden arvioinnin työkalun käyttö

HaSu-maiden aiheuttamien haittojen ennaltaehkäiseminen lähtee maankäytön suunnittelusta

Työkalu on toimiva maankäytön suunnittelussa, YVA-menettelyn, kaavoituksen ja luvituksen tarkistuslistana

- **Systemaattinen** arviointitapa, tiedot tulee jäsenneltyä kootusti.
- Tavallisissa pienen mittakaavan (metsä)ojitushankkeissa ei mitattua tietoa ole saatavilla. Arviointi ei välttämättä tuo lisäarvoa tavanomaisiin pieniin metsäojitushankkeisiin, **soveltuu paremmin isompiin ja monimutkaisempiin hankkeisiin.**
- Arviointityökalu on **helppokäyttöinen** ja sillä saa nopeasti yleiskuvan hankkeen happamien sulfaattimaiden **vaikutusten merkittävydestä.**
- Alueelliset lähtötiedot tulee myös koottua ja ovat **hyödynnettävissä seuraavissa hankkeissa**
- Kannattaa hyödyntää myös peruskuivatusojituksissa, tulvatasanteiden, kaksitasouomien, kosteikkojen suunnittelussa ja rakentamisessa. **Ojitusilmoituksen liitteenä voisi kuvata hanketta hyvin ja toimia tarkistuslistana.**

Hyvältä vaikutti!!

	Pieni	Keski-suuri	Suuri	+
ympäristön herkkyys vaikutuksille				
Alue	Paikallinen, pistemäinen, suppea	Keskisuuri	Laaja, alueellinen	
Toimien	Lyhyt-aikainen	Kohtuullisen pitkä	Pitkä	
suojattavan vesistön herkkyys vaikutuksille				
Koko	Meri	Järvi ja joki	Oja, puro, lampi, noro	
Uuskunskyky	Suuri	Kohtalainen	Pieni tai olematon	
Laatu ja eliöstö	Happamille sulfaattimaille tyyppilinen kasvillisuus, osmankäämit yms.	Tavanomainen lajist	Herkkä eliöstö, vaelluskalat, simpukat, direktivilajit	
Rakentamistoimien aiheuttamien muutosten suuruus				
Kuivatussyvyyden muutos (esim. ojitus, kaivannot, pumppaus)	Ei selkeää muutosta pohjaveden pinnan nykyiseen vaihtelutaloon	Voi vaikuttaa pohjaveden pinnan tasoon jonkun verran	Vaikuttaa selkeästi pohjaveden pinnan tasoon	

Lisätietoa ja koulutusta tarvitaan lisää kaikille tasoille

- Happamiin sulfaattimaihin liittyvä tieto ei edelleenkään tavoiteta riittävästi kaikkia maankäytöstä vastaavia henkilöitä. Osaamisen taso vaihtelee suunnittelijoilla, rakennuttajilla, urakoitsijoilla, viranomaisilla. **Tarvitaan lisää neuvontaa eri tasoille, ja hyvien käyttökelpoisten toimintatapojen jalkauttaminen.**
- Massojen käsittelystä: Uudet neutralointiaineet ja niiden testaaminen (HAKAKO-hanke).
- **Ohjeiden tulisi olla helposti omaksuttavia, helposti löydettävissä, konkreettisia ja perustua uusimpiin tutkimustietoihin.** Tietoa löytyy netistä hajanaisesti eri hankkeiden toimesta. Vaikuttavuusarviointi työkalu ja HS-maiden kansallinen opas rakennushankkeille ovat hyviä esimerkkejä, joissa on otettu huomioon myös muiden hankkeiden tuottamia tutkimustuloksia. **Yhteistyötä hasu-asioissa!**
- *Vesi.fi:hin on mahdollista lisätä ajankohtaista tietoa ja uusia ohjeita, joista on hyötyä mm. suunnittelijoille.*

Tulevaisuuden haasteet:

- Kuivuus ja tulvat tulevat jatkossa lisääntymään ja haasteet happamilla sulfaattimailla kasvavat. HASU-maiden vesienhallintaan tarvitaan lisää keinoja ja innovaatioita

MMM:n toimeksiannosta happamien sulfaattimaiden strategia päivitetään

- *Maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristöministeriö hyväksyivät 18.3.2011 strategian happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämiseksi vuoteen 2020 mennessä (<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80350> MMM:n julkaisu 2/2011).*
- *”Happamien sulfaattimaiden strategian tavoitteena on edistää maaperän happamuuden hallinnan ohjauskeinojen kehittämistä sekä kestäviä maankäytön ja kuivatuksen ratkaisuja. Tavoitteena on löytää käytäntöjä ja ohjauskeinoja, joilla happamien sulfaattimaiden aiheuttama happamuus- ja metallikuormitus saadaan mahdollisimman pian sellaiseksi, että vesien hyvä ekologinen ja kemiallinen tila voidaan saavuttaa.” (2011)*
- *Strategian toteutumisesta laadittiin väliraportti vuonna 2018 <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160524> . Väliraportin laatimisesta vastasi strategian toimeenpanoa ohjannut maa- ja metsätalousministeriön asettama seurantaryhmä.*
- ***Happamien sulfaattimaiden strategia päivitetään vuoden 2024 aikana***

Kiitos



Hakako-seminaari

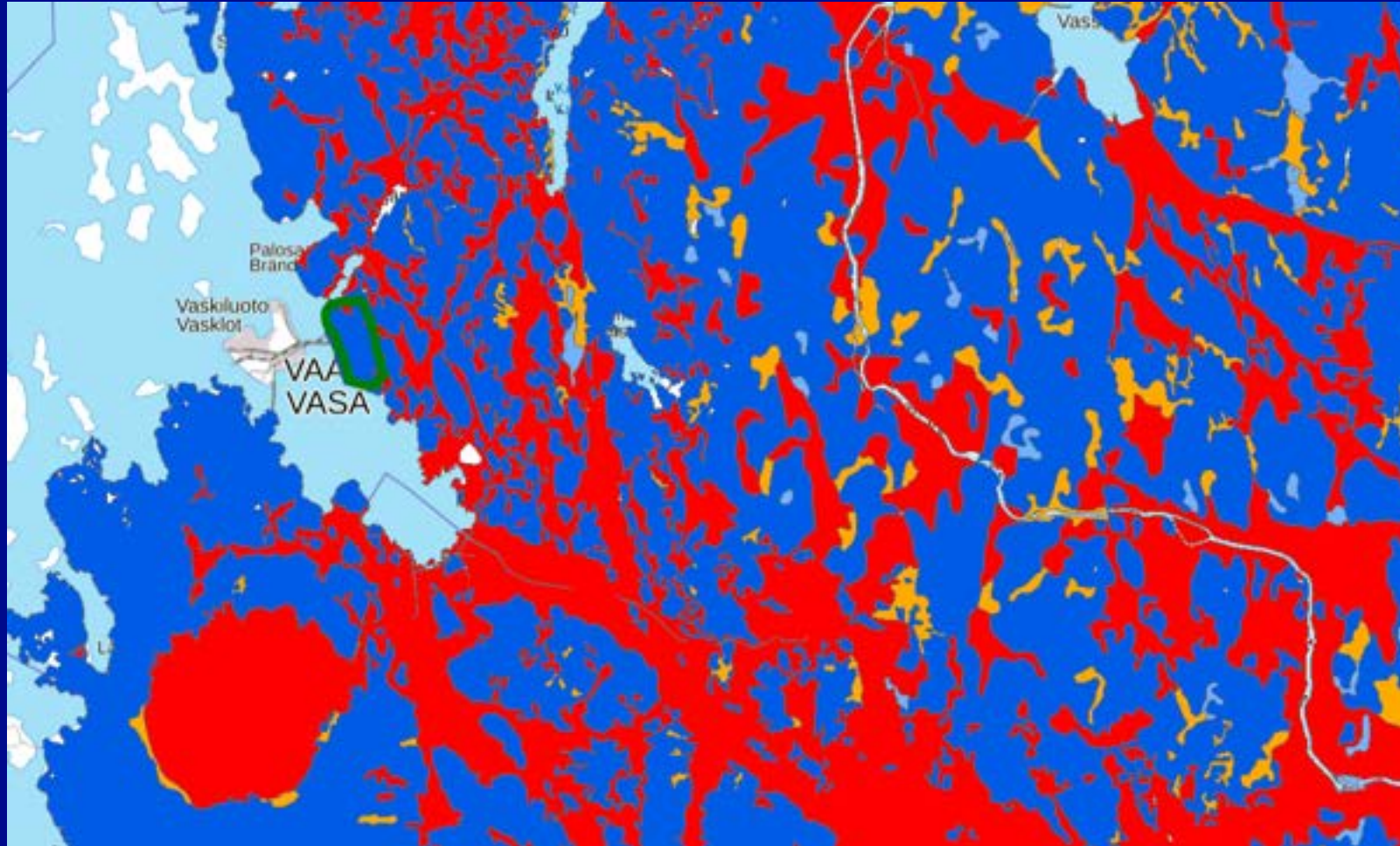
V A A S A .

02/2024

Esa Hirvijärvi
Ympäristötoimi

Vaasassa ei voida välttää hasu-maille rakentamista

2



Hyvät rakennuspaikat on rakennettu jo aikoja sitten. Nyt vaihtoehtoina ovat louhikot ja savimaat.

V A A S A .

Louhikkoa



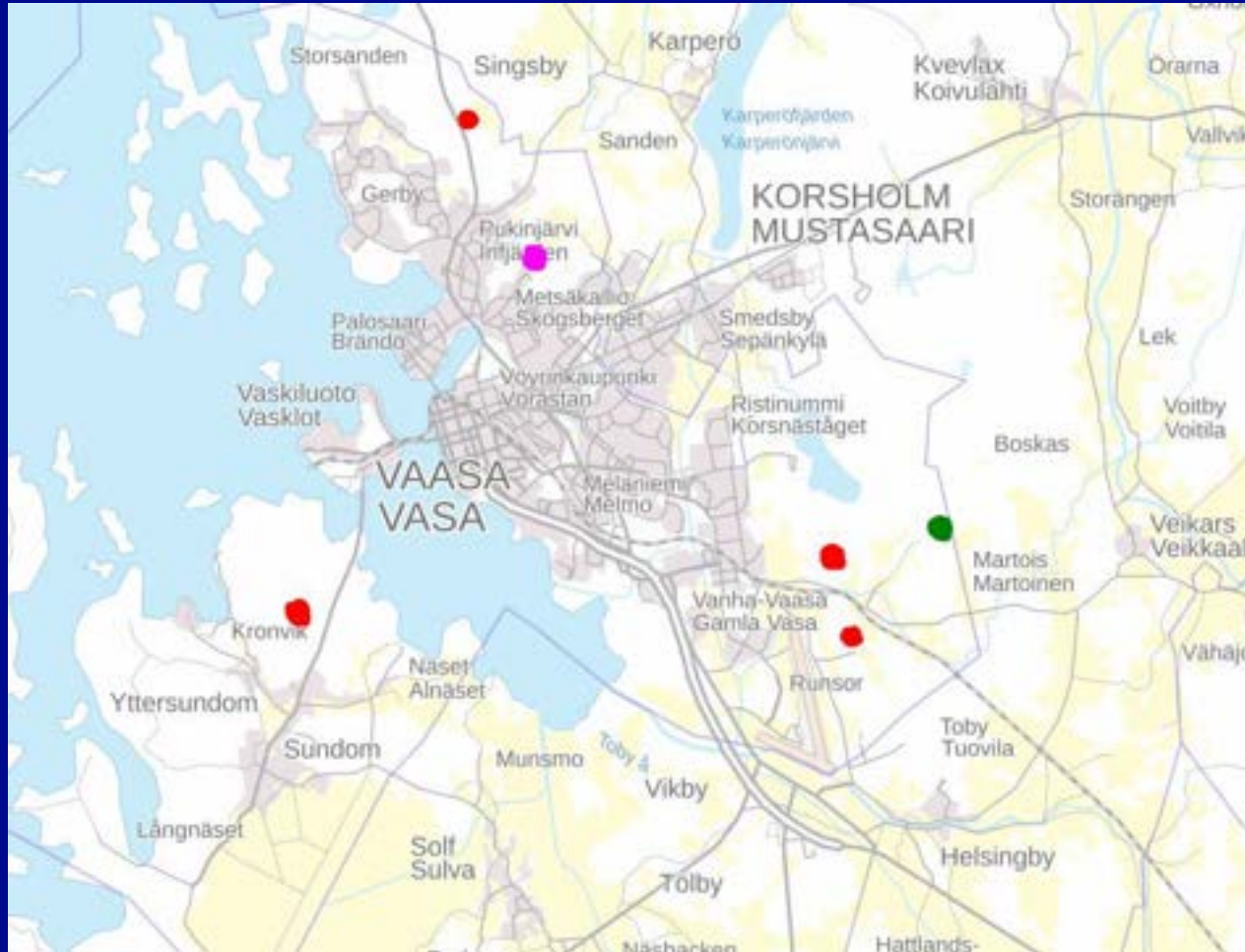
225 000 tonnia murskattua pintakiveä yhdeltä teollisuustontilta

Alavaa savimaata



Pellon pinnan taso 1-1.5 m keskiveden korkeudesta, kuivatuspumppauksen piirissä
Alueen asemakaavassa on huomioitu sulfaattimaan esiintyminen

Ylijäämämaiden vastaanotto maankaatopaikoille

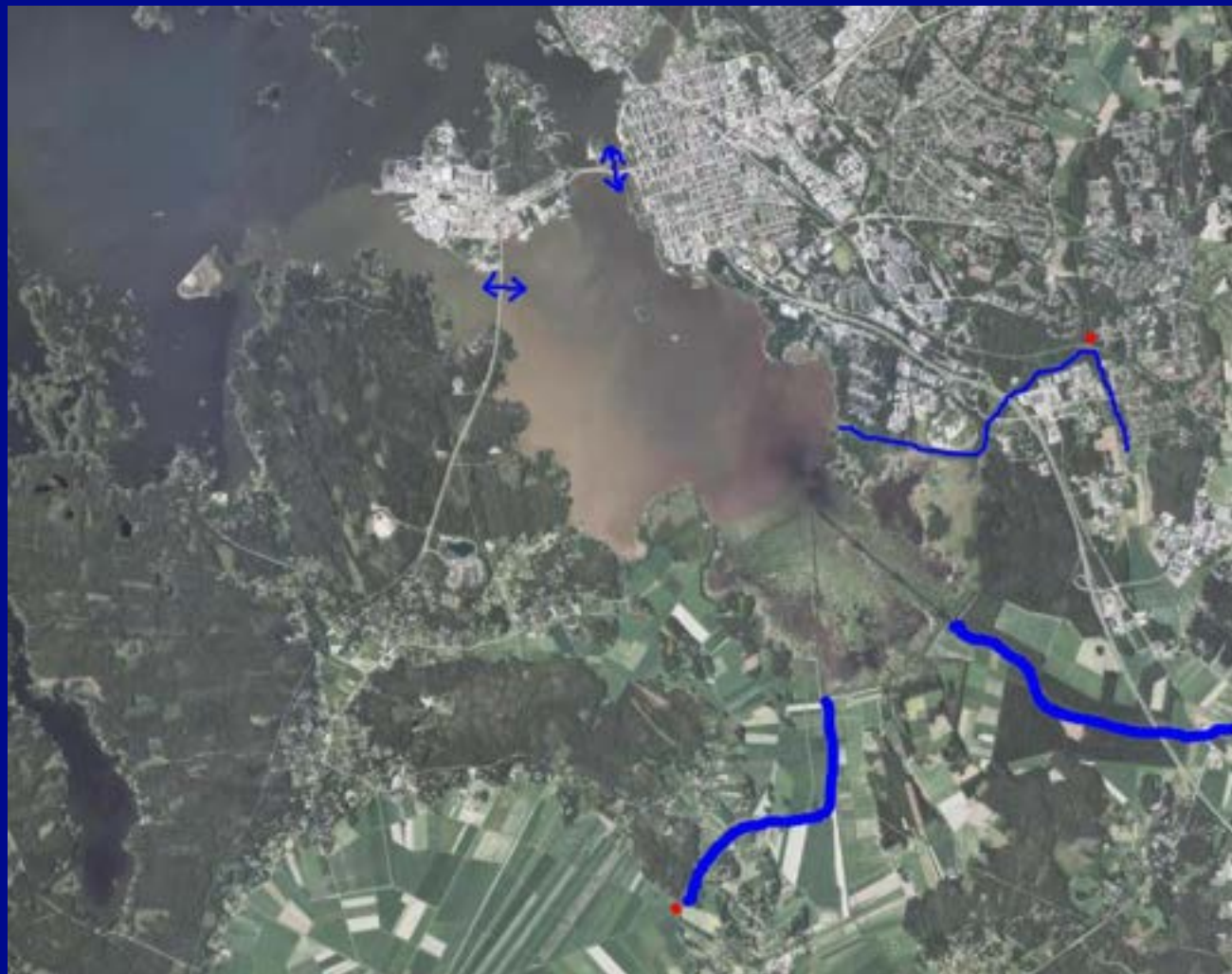


Hasu-maita otetaan vastaan, mutta kalkitusvelvoite + peittäminen

Tunnistaminen + valvonta?

Maankaatopaikkojen pintavesiseurannoissa (2 näytettä/v) ei ole havaittu poikkeuksellista happamuutta

Eteläinen Kaupunginselkä 14 km²



Valuma-alueella paljon peltomaata, kivettömät savimaat on otettu viljelyyn

Valuma-alueella pumppaamalla kuivatettua aluetta noin 2500 ha

Jokivesien happamuus (keväisin 4,3-4,8) estää kevätkutuisten kalojen lisääntymistä varsinkin lahden kaakkoisosassa

Haasteita

- Tietoisuuden taso
 - Infrarakentajilla tietämys materiaalien syöpymisriskeistä
 - Kaavoittajilla ainakin esiintyminen tiedossa
 - Maanviljelijöillä ja metsänomistajilla vaihteleva tietämys – ilmiö kuitenkin havaittu jo ainakin 200 vuotta sitten
 - Rakennuttajilla ja rakentajilla?
- Jokainen kohde on erilainen – ei standardiratkaisua
 - Valumavesien määrä, käsittely, vesistö johon johdetaan
 - Käsittelyn tilan tarve, seuranta + ylläpito, valvonta, kustannukset

Miten tästä eteenpäin?

- Tietoisuuden lisääminen
 - Oppilaitosten opintoihin
- Analytiikan vakiinnuttaminen
- Asia lainsäädäntöön / muu regulaatio
 - Kunnallinen normiohjaus: rakennusjärjestys, ympäristönsuojelumääräykset, kaavamääräykset



Porin puheenvuoro

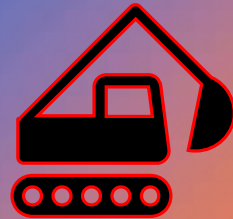
Tekninen toimiala, Infrayksikkö, infrajohtaminen

Kokemukset HaKaKo - projektista ja pH mittarien käytöstä

Taina Koivisto, suunnitteluinsinööri

Alexi Siirtola, rakennuttajainsinööri

Marjatta Halme, projektityöntekijä



+



Tieto lisää tuskaa

- Tarkempaa tietoa paikallisista HaSu:ista ja miten se näkyy veden laadussa
- Neutraloinnista, lämpötilan vaikutuksesta, maamateriaalin käyttäytymisestä, loppusijoituksesta ja hyödyntämisestä
- Hasujen ominaisuudet ja olosuhteet vaihtelevat paikkakohtaisesti
- Maankaatopaikat eivät ehkä tulevaisuudessa ota vastaan hasu-maata?
- Tarkkailu, valvonta, näytteenotto ja vesistön laadun seuranta sitoo työvoimaa
- Jatkuvat toimiset pH-mittarit antavat reaaliaikaista tietoa veden happamuudesta
- Tässä hankkeessa tehty hyvä yhteenveto tuloksista!

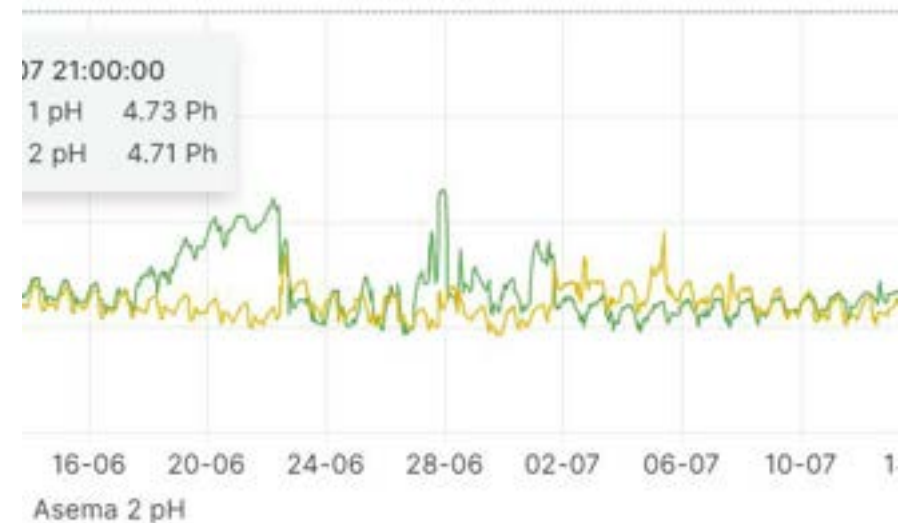
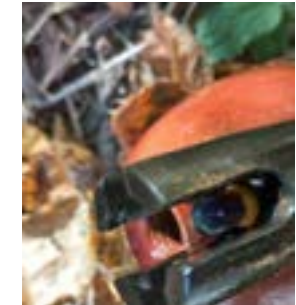


Otetaan tarkasteluun

- HaSut rutiininomaisesti tarkasteluun jo kaavoituksen ja lupakäytännön yhteydessä
- Kaupungin sisäisten toimintojen määrittäminen
- Osaamista laajennettava:
Päätäjät, maankäytön suunnittelu, suunnittelu, rakentaminen, rakennusvalvonta yms.
- Monimutkaistaa rakentamisprosesseja, selkeät käytännöt helpottamaan rakentamista
- Vaikuttavuuden arvioinnin työkalun käyttö
- Opittua tietoa hyödynnetään perustamistapaohjeessa
- Aiheesta on tekeillä opinnäytetyö
- Teknisellä puolella pitäisi olla enemmän ymmärrystä maaperän ja vesien ominaisuuksista ja vaikutuksista
- Ymmärrys helpottaa toimenpiteiden suunnittelua

Mittalaitteet

- Hamilton pH ja ORP jatkuvatoiminen sensori + kenttämittari Hach + laboratoriomääritys
- Livedata pH, ulkolämpötila, vedenlämpötila, uutena orsiveden pinnan mittaus
- Kalibrointi etänä ja huolto BK-Hydrometa Oy, muunnin vaihdettu kerran
- Tulevaisuudessa sääasema; mahdollisuus seurata vesitasetta, lisää seurattavaa
- Laitteet vaativat viikottaista huoltoa





POORI

Kiitos!



Kokemukset Oulun kaupungin sisäisten toimintatapojen määrittämisestä HaSuihin liittyen

HaKaKo hankkeen päätöswebinaari



**YHDYSKUNTA- JA
YMPÄRISTÖPALVELUT**

OULU

RAMBOLL

Esityksen sisältö

- Lähtötilanne
- Prosessi
- Työskentely
- Laadittu aineisto
- Kokemukset ja vinkit



Projektin osalliset

Kaupungin
tilaajaryhmä

Konsultin
projektipäällikkö

Kaupungin
ohjausryhmä

Konsultin
projektiryhmä

Kaupungin työpajaan
osallistujat

Konsultin työpajan
fasilitointi

Kaupungin hallintokuntien
henkilöstö

Konsultin monialainen
asiantuntijaryhmä

Lähtötilanne kaupunkiorganisaatiossa

- Tunnistettu, että HaSut ovat haaste kaupunkisuunnittelussa ja rakentamisessa
- Tunnistettu, että haasteita osaamisessa ja toimintatavoissa
- Tunnistettu, ettei tieto liiku riittävästi hankkeen eri vaiheissa eri toimijoiden kesken
- Tarve saada tulkinta-apua kansallisen HaSu oppaan käyttöön
- Tarvitaan ohjeet toimialoittain
- Tarvitaan mallipohjia yms.



Lähtötilanne konsultin näkökulmasta



- Tunnistettiin, että kaupungilta puuttuu prosessi hasujen hallintaan eri hankevaiheissa ja eri hallintokunnissa
- Ei riitä, että on vain muutama asiakirja, kun prosessi pitää miettiä, että jokaisessa vaiheessa oikeita asioita → asiakirjoihin "merkinnät" tai niiden laadinta
- Jokaisessa hallintokunnassa pitää olla riittävä ymmärrys hasujen vaikutuksista omaan tehtävänalaan
- Ensin tieto lisää tuskaa ja sitten riittävä tieto antaa varmuutta

Ohjeistuksen laadinnan prosessi ja osallistuminen

Työpaja 1

- Alustus happamista sulfaattimaista ja kansallisesta oppasta
- Tunnistetaan mikä on hasu-asioihin liittyvä nykytila ja millaisia haasteita esiintyy

Työpaja 2

- Tunnistettuihin haasteisiin toimenpiteet
- Hasuihin liittyvien asioiden hallinnan prosessikuvaus
- Vastuunjako eri hallintokuntien välillä ja esimerkkitalanteiden toimenpiteet

Webinaari

- Esittely kaupungin organisaatiolle mitä happamat sulfaattimaat ovat
- Miten hasut otetaan huomioon eri hankevaiheissa ja eri hallintokunnissa

Huomioita työskentelystä

Kaupungin panoksesta

Vaikka ohjeistuksen laatijana toimi konsultti, kaupungin organisaatiolta tarvittiin iso panostus erilaisiin asioihin. Niistä tärkeimpinä:

- työn ohjaus ("tilaajaryhmä, ohjausryhmä ja kommentointiin osallistuneiden iso ryhmä,
- osallistuminen työpajoihin (2 x 2h x 25henkilöä)
- kaupungin periaatteiden luominen ja toiminnan tasosta päättäminen organisaatiossa



Huomioita työskentelystä



Työskentely työpajojen välissä

- Useita työpalavereja, joissa konsultin edustajat ja tilaajan tilaajaryhmä tekevät linjan vetoja ristiriitaisista näkemyksistä
- Vaatii paljon perehtymistä konsultilta, jotta ymmärtää miten kaupungin organisaation vastuut on jaettu, millaiset toimintatavat on ja millaisia hankkeita ja hankevaiheita kaupungissa on
- Konsultin on tärkeää tuntea jollain tasolla kaupungin prosesseja ja niiden kulkua

Huomioita työskentelystä

Tehokasta fasilitointia työpajoissa

- Osallistujia paljon
- Osallistujilla eri tasoinen osaaminen hasuista
- Osallistujilla erilaiset tavoitteet
- Kaikki hallintokunnat eivät osallistuneet ajoissa työskelyyn
- Selkeästi pohditut tavoitteet ja toimintatavat
- Fasilitaattori on hyvä olla



Laadittu aineisto



- Prosessikaavio
- Toimenpiteet ja vastuunjako
- Ohjekortit
 - ✓ Yleiskuvaus happamista sulfaattimaista
 - ✓ Asemakaavahankkeet
 - ✓ Katu- ja rakentamissuunnittelu
 - ✓ Yleiskaavoitus-, maanhankinta ja tontin luovutus
 - ✓ Toimintaohjeet, jos hasuja havaitaan työmaalla rakentamisen aikana
- Malliraportti
- Tarjouspyyntöpohja

Kokemukset

Tiedon lisääntyessä tarpeet muuttuivat kesken prosessin

Vielä laajempi osallistaminen olisi ollut tarpeen

Työlle napakka aikataulu ja prosessi, ettei kommentointi veny ja vanu

Vastuuohjeiden ylläpitoon ja kehittämiseen

Mitä tekisin toisin

"Tilaajaryhmä" olisi saanut olla laajempi

Ohjausryhmä laajempi tai asioiden kommentointi hallintokunnissa organisoidumpaa prosessin aikana

Aloitustilaisuus koko henkilöstölle, että saadaan kaikki riittävästi mukaan

Vinkit opitun perusteella

Osallista omassa organisaatiossa laajasti jo ennen konsultin hankintaa

Osallista prosessin aikana, älä pelkää keskustelua

Pyydä mukaan myös ne, joiden osaaminen on vähäisempää



26.2.2024

Kiitos

Merja Talvitie
Hulevesi-insinööri
Oulun kaupunki

Sari Suvanto
Kehityspäällikkö
Ramboll Finland Oy



**YHDYSKUNTA- JA
YMPÄRISTÖPALVELUT**

RAMBOLL

OULU

HaKaKo-webinaari

Mauri Kulman

13.2.2024



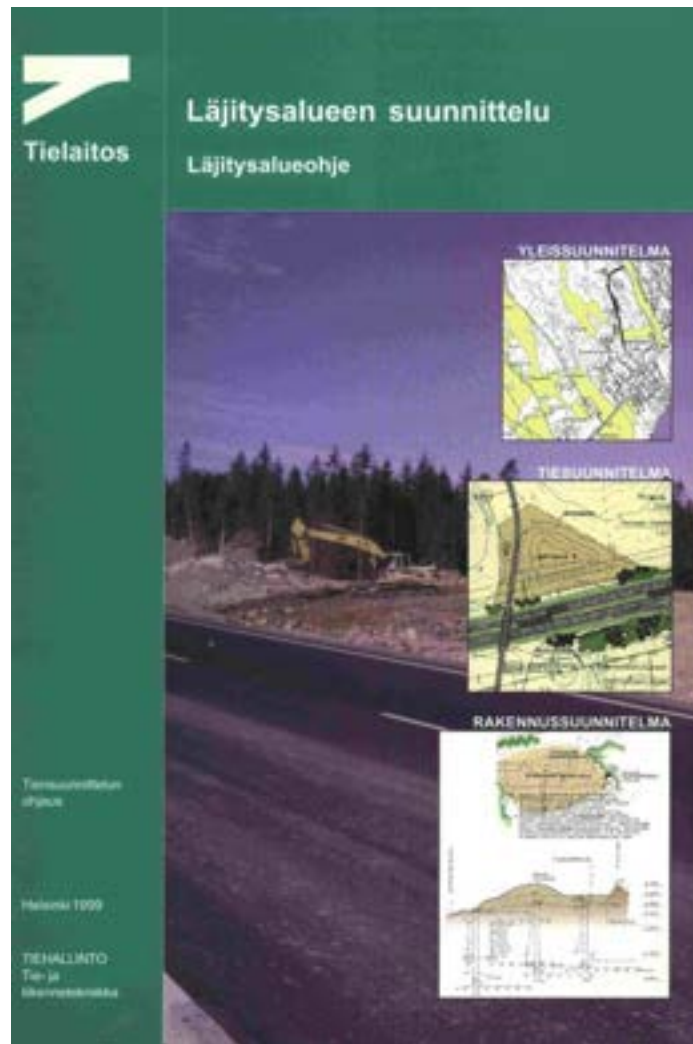
Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohje: Ylijäämämaiden hallinta tie- ja ratahankkeissa



Väylävirasto
Trafikledsverket

Mauri Kulman
13.2.2024





Aiheeseen liittyviä ohjeita

- Ratatekniset ohjeet (RATO) 20 Ympäristö ja rautatiealueet
- Radanpidon ympäristöohje
- Tiesuunnitelman toimintaohje ja Ratasuunnitelman toimintaohje
- Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa
- Heikkolaatuisen pengermateriaalin laadun arviointi
- Viherrakentaminen ja -hoito tieympäristössä
- Maantie- ja ratahankkeiden lakisääteisten suunnitelmien hallinnollinen käsittely – Suunnitteluvaiheen ohjaus
- Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjetta

Keskeinen lainsäädäntö

- Jätelaki (646/2011) ja Jäteasetus (978/2021)
- Lannoitelaki (711/2022)
- Ratalaki (110/2007)
- Liikennejärjestelmästä ja maanteistä annettu laki (503/2005)
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014)
- Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)
- Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (252/2017)



Väylävirasto
Trafikledsverket

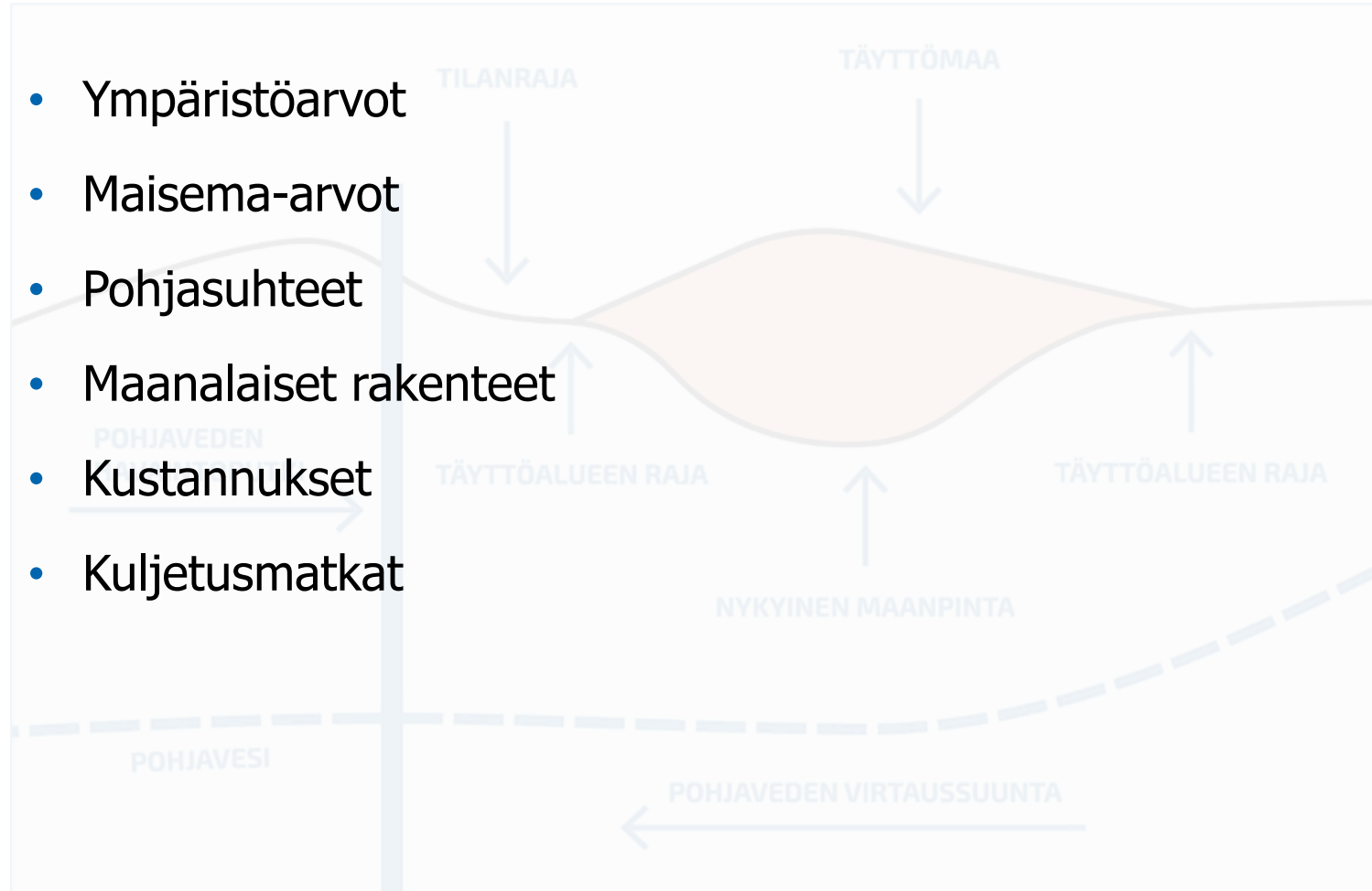
Lähtökohdat ja tavoitteet:

- Ylijäämämaiden loppusijoitustarpeen vähentäminen
- Ylijäämämaiden ottaminen huomioon suunnittelun eri vaiheissa
- Maa-aineksen haitta-ainepitoisuuden arviointi
- Tavoitteena ottaa huomioon
 - Lainsäädäntö
 - Masa-asetus
 - Haitalliset vieraslajit
 - Maan kelpoisuus
 - Laskuojien ruoppausmassat
 - Kaivumaiden hyötykäyttö
 - Sulfidimaat
 - PIMA
 - Hiilijalanjälki



Sijoitusalueen valintaan vaikuttavia tekijöitä

- Ympäristöarvot
- Maisema-arvot
- Pohjasuhteet
- Maanalaiset rakenteet
- Kustannukset
- Kuljetusmatkat

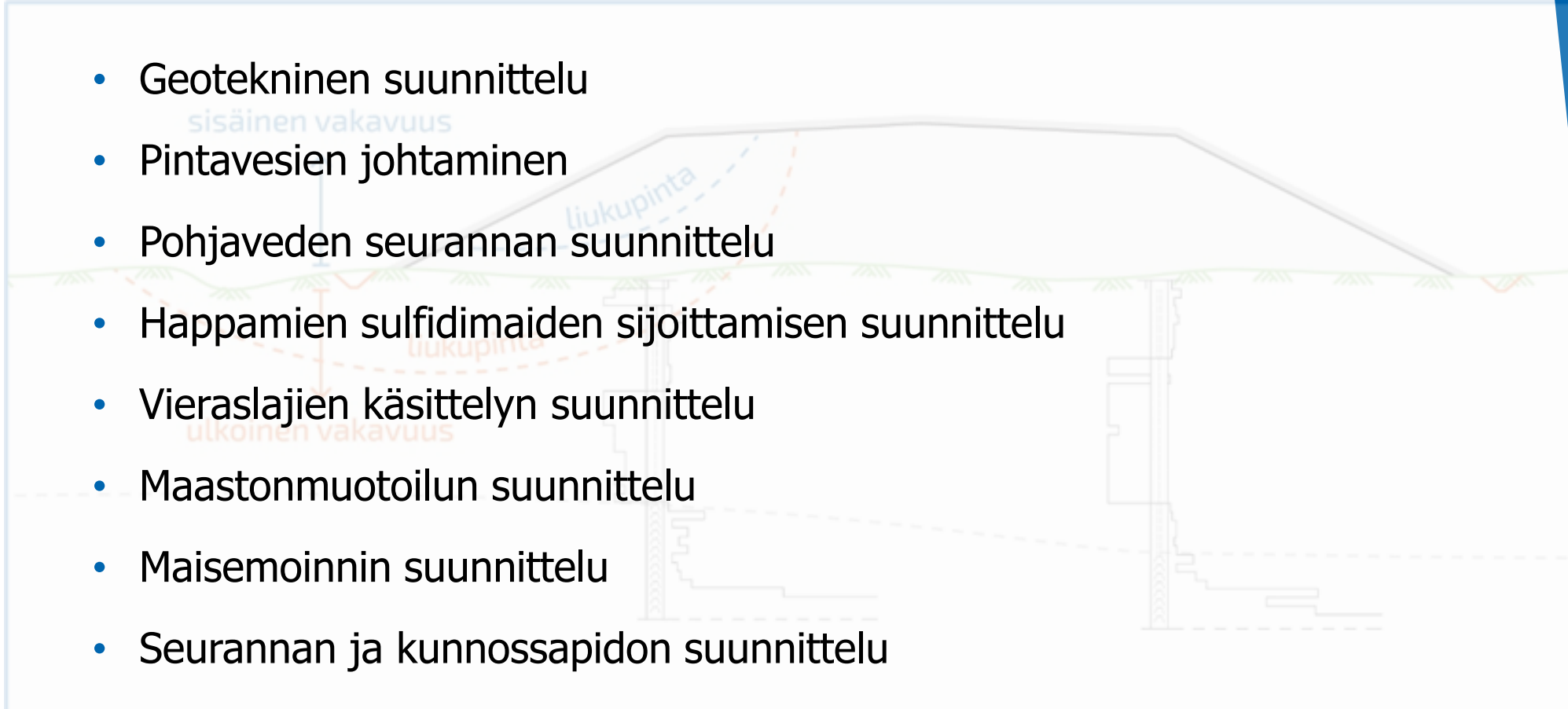


Suunnittelu




Väylävirasto
Trafikledsverket


- Geotekninen suunnittelu
- Pintavesien johtaminen
- Pohjaveden seurannan suunnittelu
- Happamien sulfidimaiden sijoittamisen suunnittelu
- Vieraslajien käsittelyn suunnittelu
- Maastonmuotoilun suunnittelu
- Maisemoinnin suunnittelu
- Seurannan ja kunnossapidon suunnittelu



Happamat sulfidimaat

- Lain mukaan happamia sulfaattimaita ei luokitella pilaantuneiksi maa-aineksiksi
- Vesistöihin ja maaperään kohdistuvat riskit tulee huomioida
- Potentiaalinen hapan sulfaattimaa on pelkistyneessä tilassa, jossa rikki esiintyy pelkistyneessä sulfidimuodossa
- Hapettuessaan sulfidin hapettumisreaktio tuottaa rikkihappoa

- 
- Hapan valunta voi aiheuttaa
 - haitallisia vesistö- ja eliöstövaikutuksia
 - metallien liukoisuutta ja kulkeutumista eläimiin ja ihmisiin
 - maanalaisten rakenteiden korroosion lisääntymistä

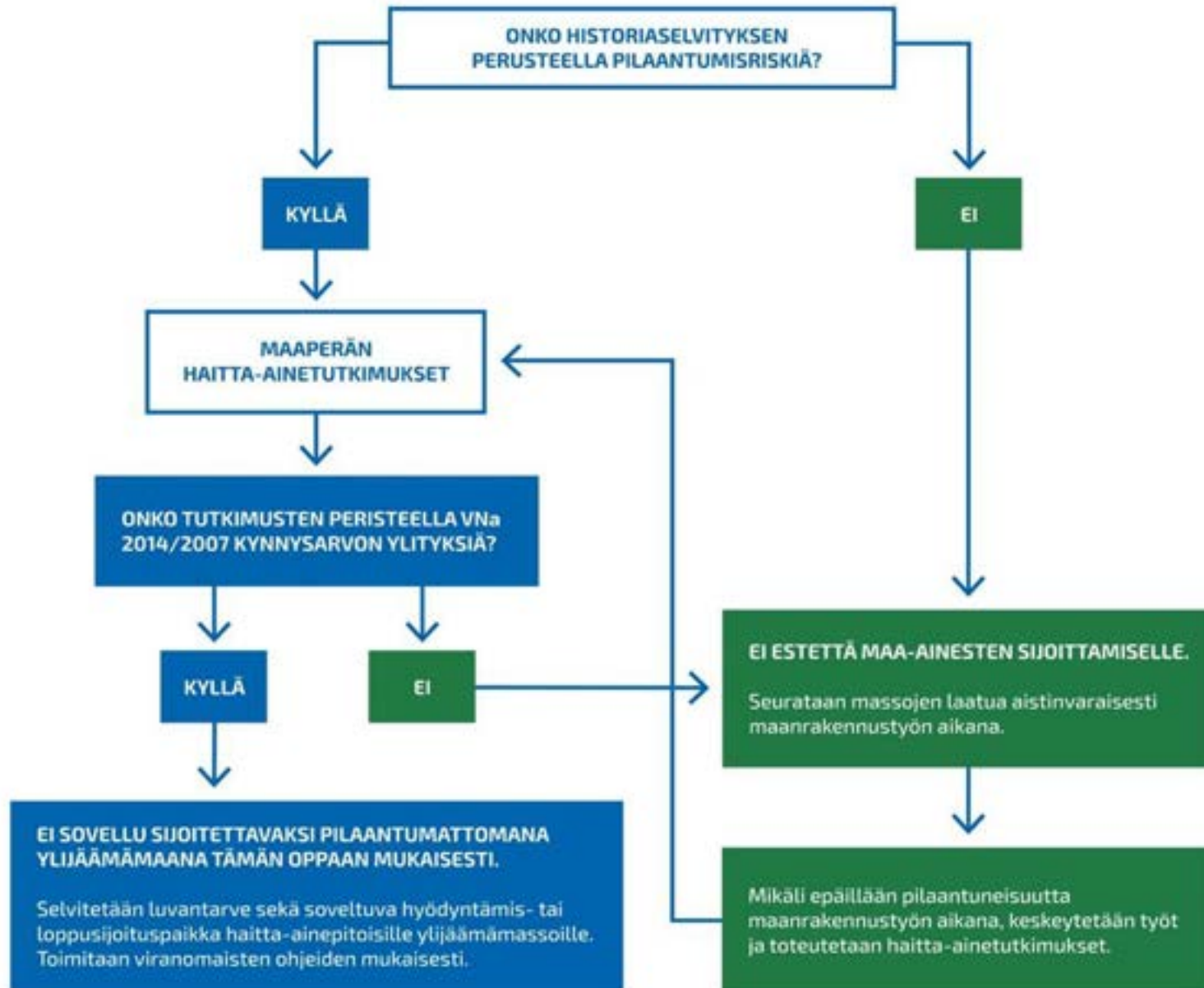
- 
- Tunnistaminen, esiintyminen ja tutkiminen
 - Ympäristöministeriön julkaisu 2022:3 (Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin)
 - Suomen ympäristökeskuksen raportti 43/2021 (Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille)

Happamat sulfidimaat, sijoittaminen ja tarkkailu

- Määriteltävä sijoittamisesta aiheutuvat riskit ympäristölle sekä riskienhallintatoimenpiteet
- Suosittava alueita, joiden maaperän vedenjohtokyky on heikko tai jotka ovat luontaisesti happamia
- Happamat sulfaattimaat tulee tarvittaessa neutraloida loppusijoituksen yhteydessä tai ennen kaivutöitä stabiloimalla
- Loppusijoitusalueen hule- ja suotovedet tulee johtaa hallitusti pois alueelta ja tarpeen mukaan neutraloida
- Vaikutustarkkailun tarve ja laajuus määritellään yhteistyössä valvovan viranomaisen kanssa
- Happamien sulfaattimaiden loppusijoitusalueelta poisjohdettavien suotovesien vedenlaatua on syytä tarkkailla vähintään veden pH-arvon ja sähkönjohtavuuden osalta



Toimintaohje haitta-ainepitoisuuksien huomiointiin maa-ainesten sijoittamisessa



Jäteluonteen arviointi

Pehmeää tai häiriintynyttä tai sekaista maata ei voi hyödyntää rakenteissa

➔ Syntyy ylijäämämaata, mille ei ole suunnitelmallista käyttötarkoitusta.

Jätelain mukaan jäte on aine tai esine, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä.

- Maa-aines ei ole jätettä, jos:
 - Maa-aines on pilaantumaton
 - Jatkokäyttö on suunnitelmallista
 - Jatkokäyttö on varmaa
 - Maa-aines hyödynnetään ilman muuntamistoimia

➔ Ohjeessa esitetään soveltuva menettely lain tulkitsemiseksi, lupamenettelylle ja ylijäämämaiden sijoittamiseksi tarkoituksenmukaisesti.

Ohjeen valmistuminen

- Ohjetta on tehty 1/2022 – 4/2023
- Kattava lausuntopyyntö 5-8/2023
- Väyläviraston lausunto 9/2023-1/2024
- Ohje valmistuu 2024



Väylävirasto
Trafikledsverket



Lopuksi

Ylijäämämaiden laadun ja määrän arviointi sekä keskustelu ympäristöviranomaisten kanssa on suositeltavaa aloittaa jo yleissuunnitelmavaiheessa.

Kiitos

Mt 180 Kirjala-Hessund



Väylävirasto
Trafikledsverket



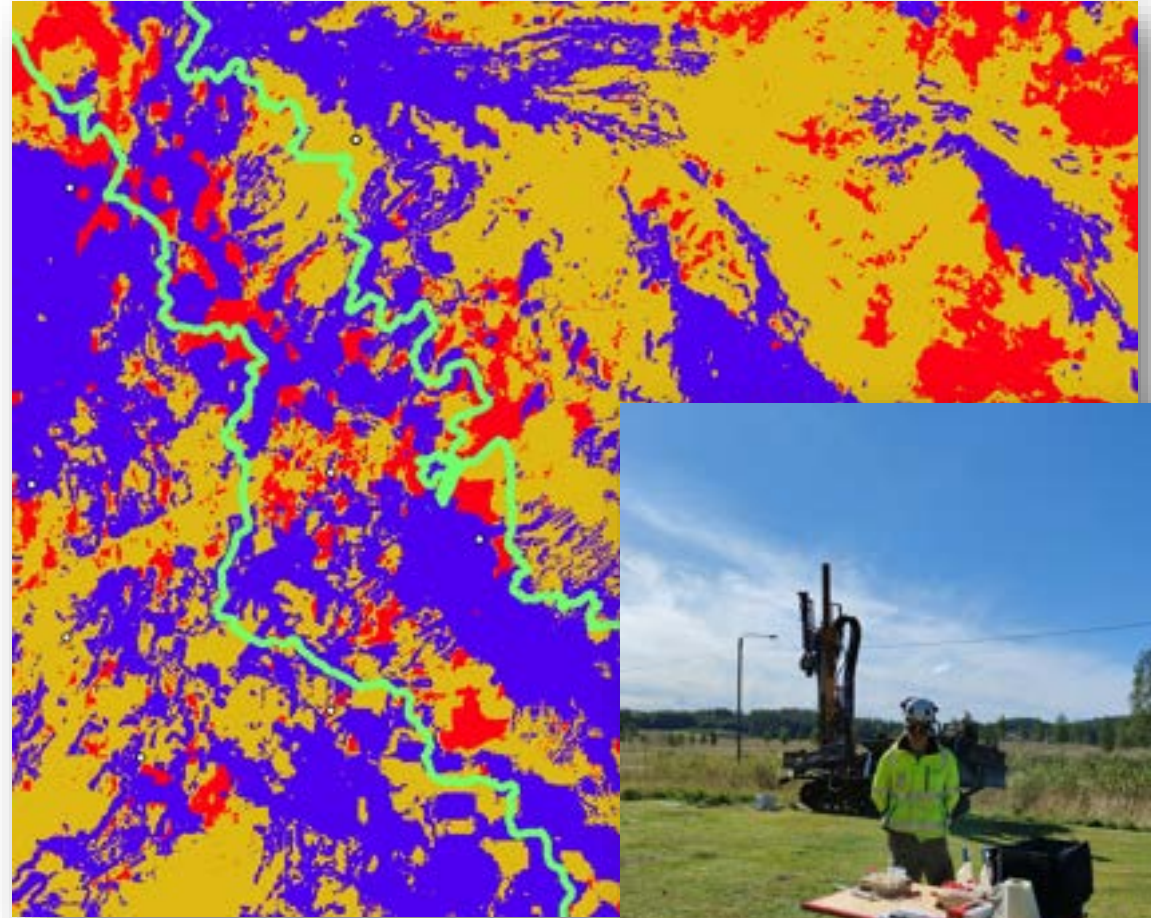
Väylävirasto
Trafikledsverket

Ajankohtaista happamista sulfaattimaista / GTK

13.2.2024 Jaakko Auri

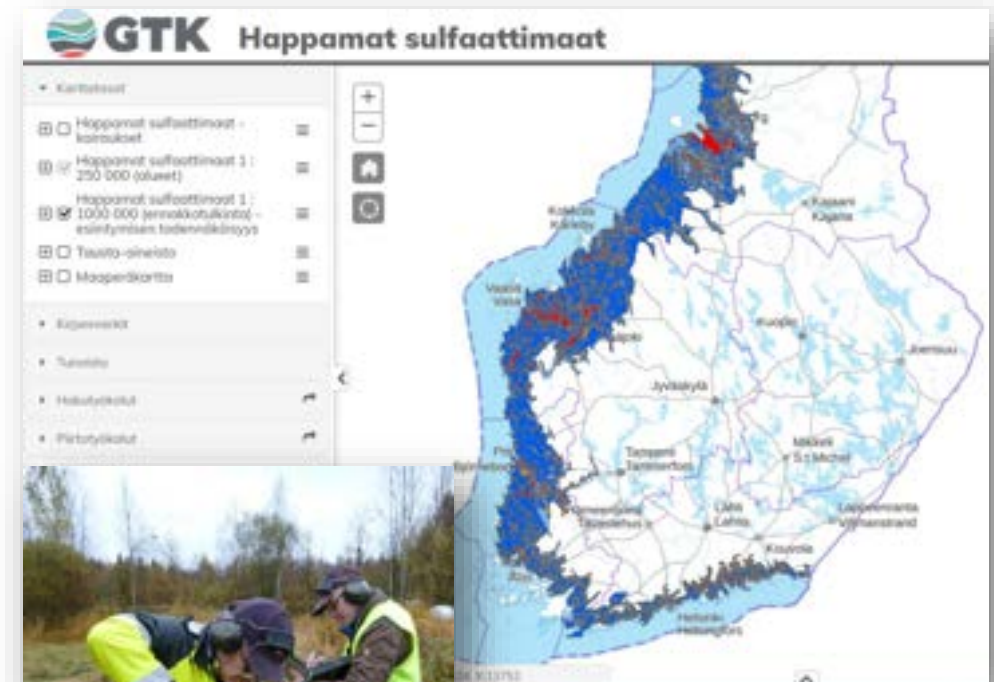
Aiheet

- Valtakunnallisen HaSu-kartoituksen tilanne ja tulevaisuus
- Kokemuksia HaSu-maiden pika tunnistus- ja riskinarviomenetelmistä
- FiksuHaSu-hankkeen esittely

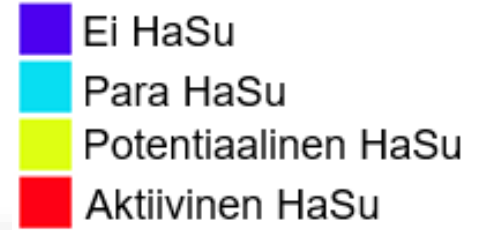


Valtakunnallisen kartoituksen tilanne ja tulevaisuus

- Happamien sulfaattimaiden yleiskartoitus valmistui 2021
 - *HaSu-maiden esiintymisen todennäköisyys*
 - *Ei kerro suoraan ympäristön happamoitumisriskistä → tarve riskikartoille...*
- HaSuRiski-hankkeessa valuma-aluekohtaisen riskinarviomallin luominen
 - *Ympäristön herkkyys, maankäytön tyyppi ja HaSu-maan ominaisuudet*
 - *Karttojen laadinnassa hyödynetään koneoppimista ja mallinnusmenetelmiä*



HaSu-tyyppi



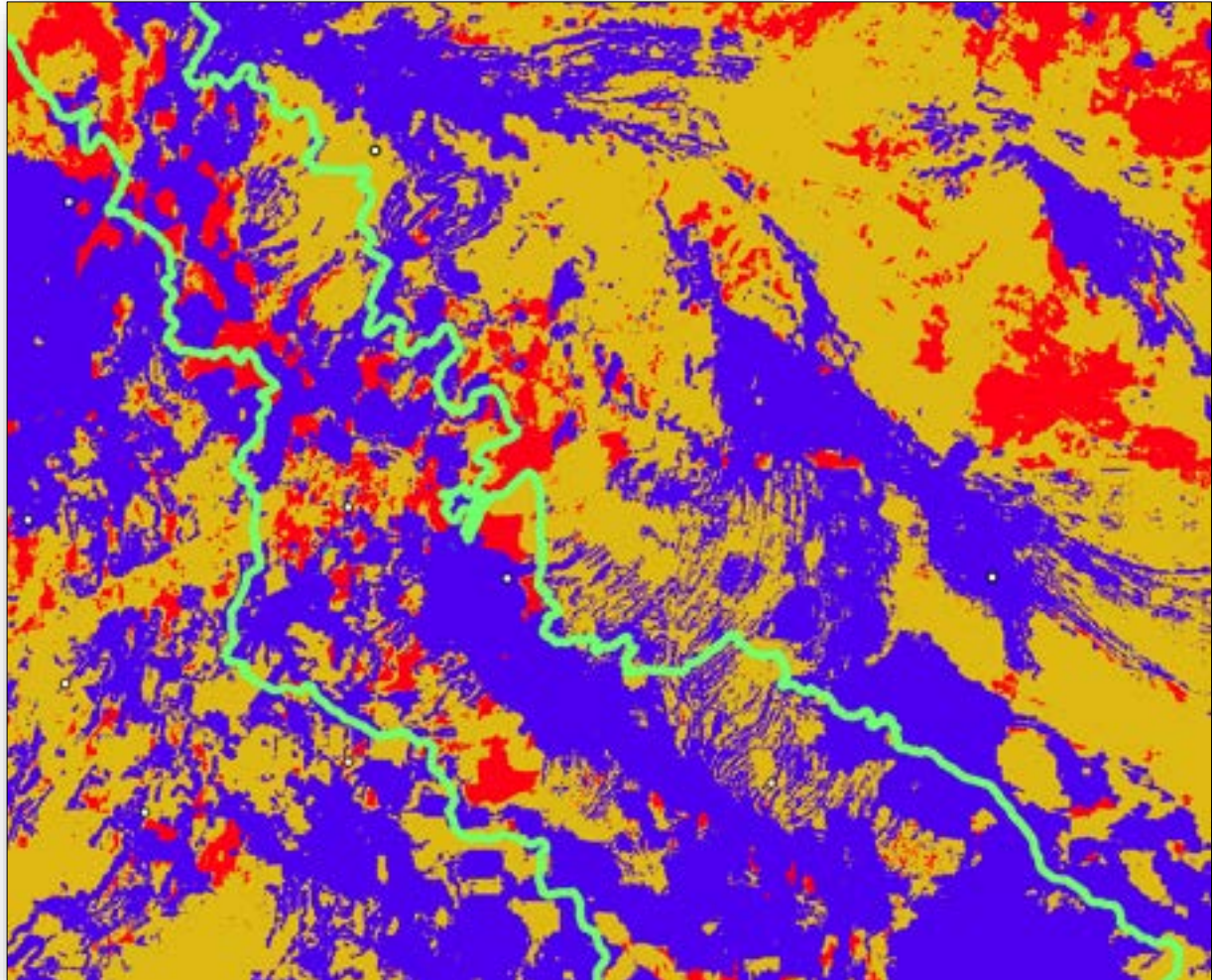
- Kuinka herkkä osavaluma-alue on? Onko meillä varaa "missata" aktiivinen HaSu? Mikä on sen hapontuottopotentiaali?

	Aktiivinen	Potentiaalinen	para-HaSu	Ei HaSu	
Aktiivinen	31	10	0	2	43
Potentiaalinen	8	58	1	15	80
para-HaSu	2	7	0	13	22
Ei HaSu	3	17	0	72	92

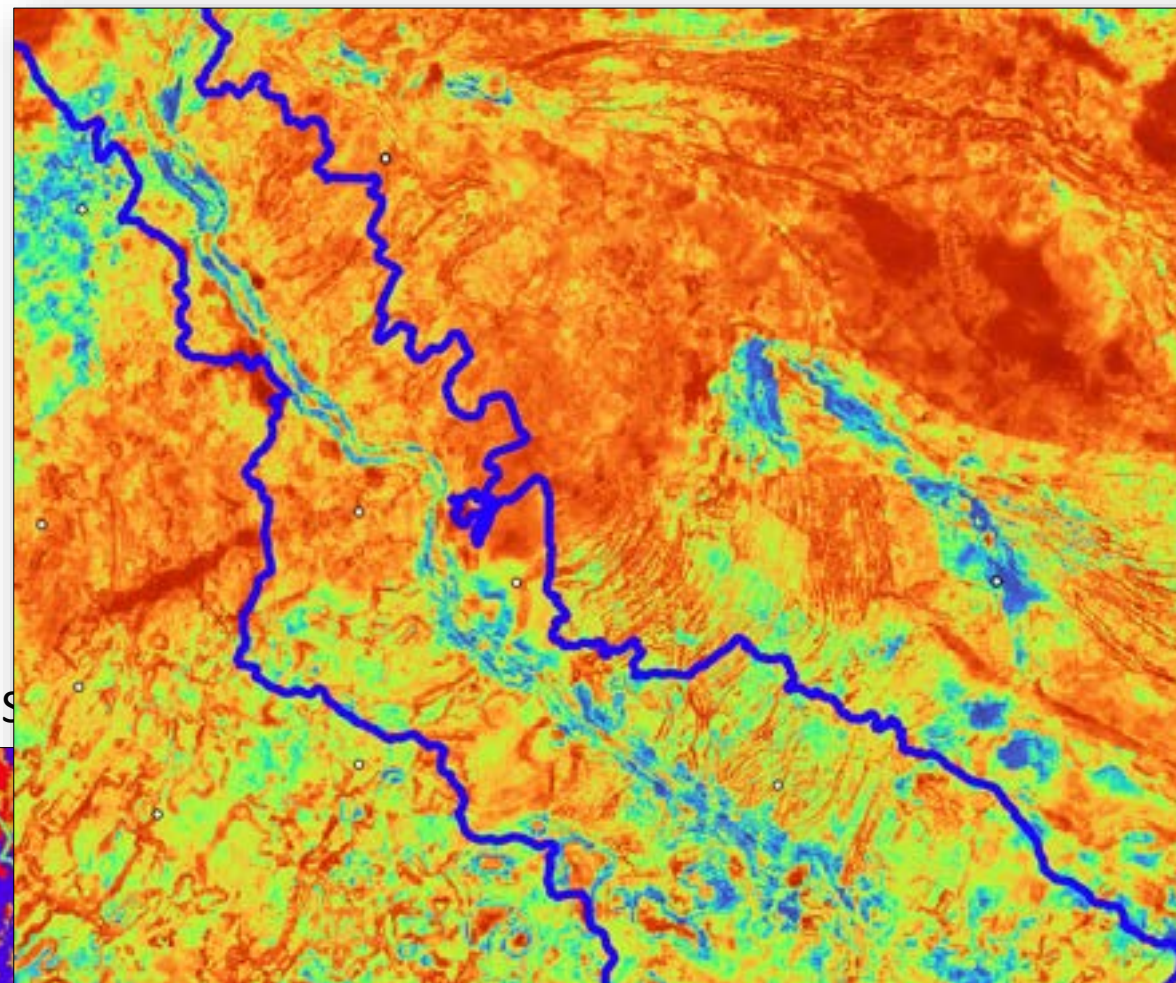
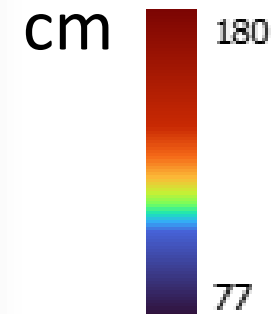
Accuracy : 0,6822
Kappa : 0,5284



Maankäyttö



Hapettumissyvyys



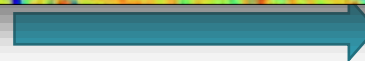
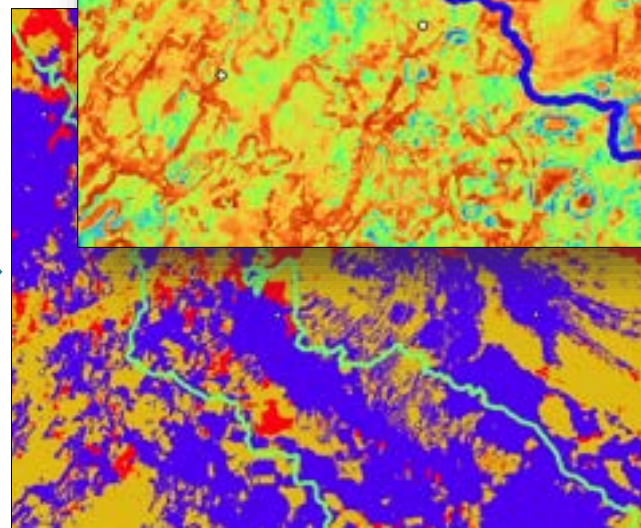
- Kuinka herkkä osavalmu-alue on? Onko meillä varaa "missata" aktiivinen HaSu? Mikä on sen hapontuottopotentiaali?

	Aktiivinen	Potentiaalinen	para-Hälu	El-Hälu	
Aktiivinen	31	10	0	2	43
Potentiaalinen	8	16	1	15	30
para-Hälu	2	7	0	13	22
El-Hälu	3	17	0	72	92

Accuracy : 0,6822
Kappa : 0,5284



Maankäyttö



Rikkipitoisuus

mg/kg



- Kuinka herkkä osavaluma-alue on? Onko meillä varaa "missata" aktiivinen HaSu? Mikä on sen hapontuottopotentiali?

	Aktiivinen	Potentiaalinen	para-Hälu	El-Hälu	
Aktiivinen	31	15	0	2	48
Potentiaalinen	8	16	1	15	30
para-Hälu	2	7	0	13	22
El-Hälu	3	17	0	72	92

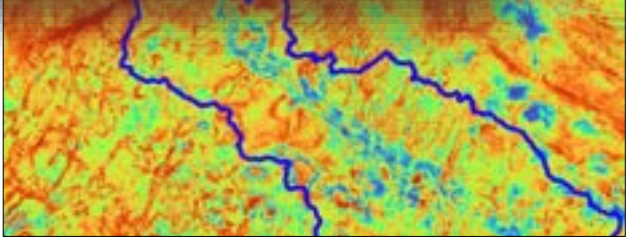
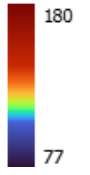
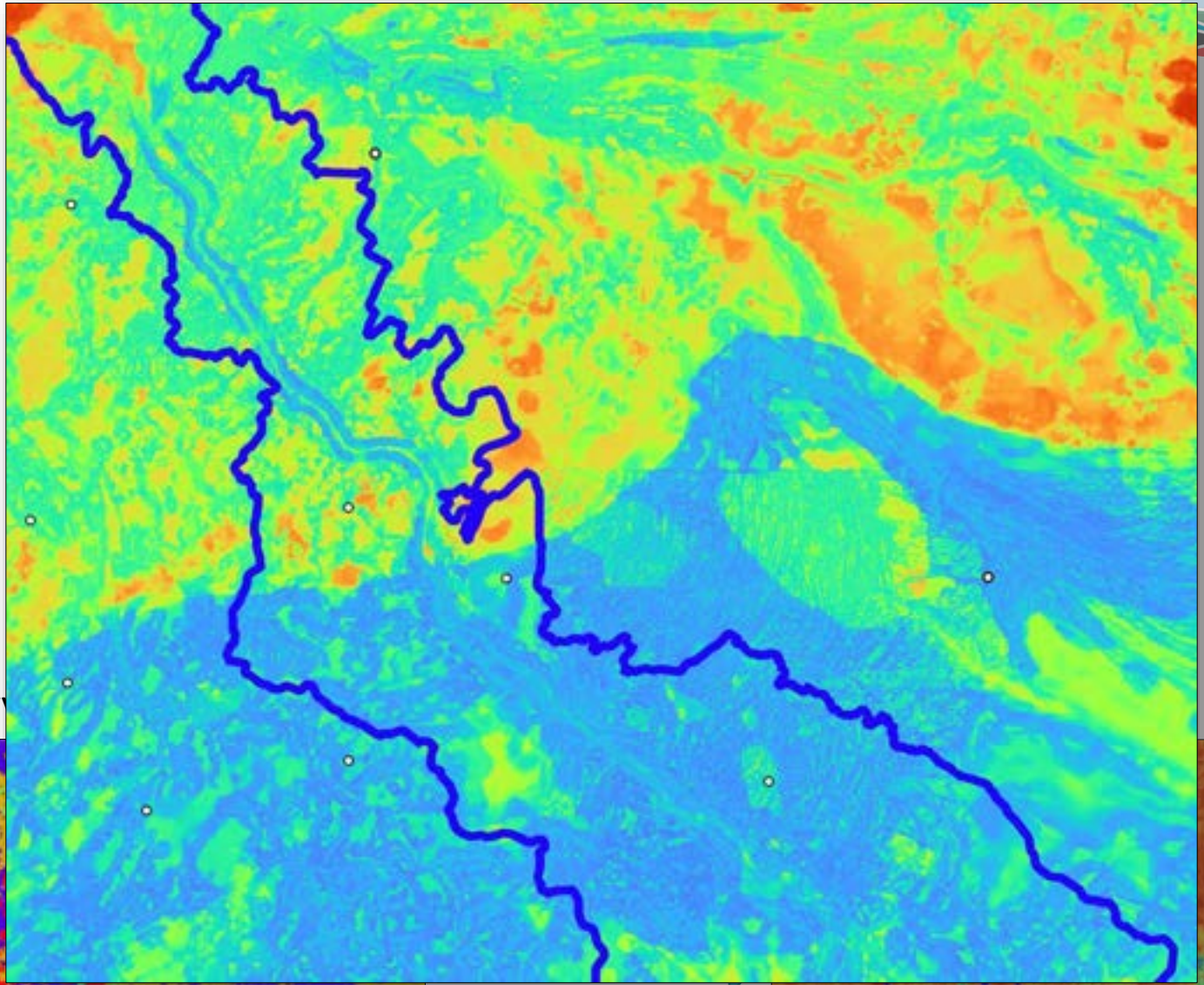
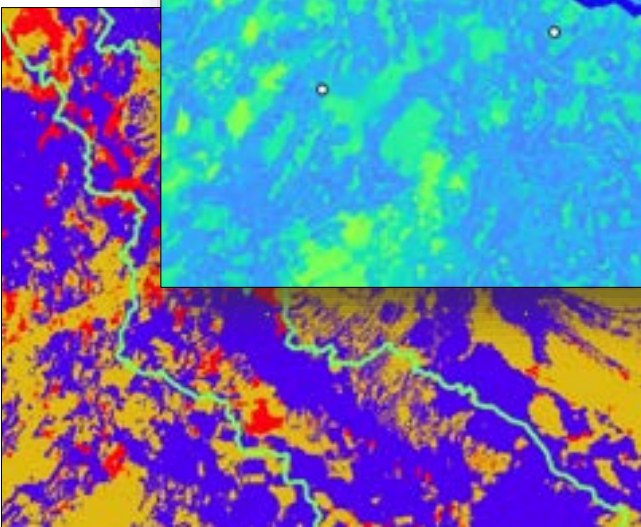
Accuracy : 0,6822
Kappa : 0,5284



Maankäyttö



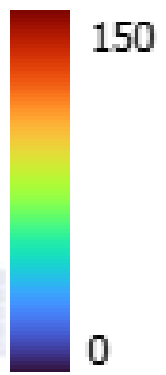
HaSu-tyy



Hapontuottopotentiaali

Rikkipitoisuus
mg/kg 8 742

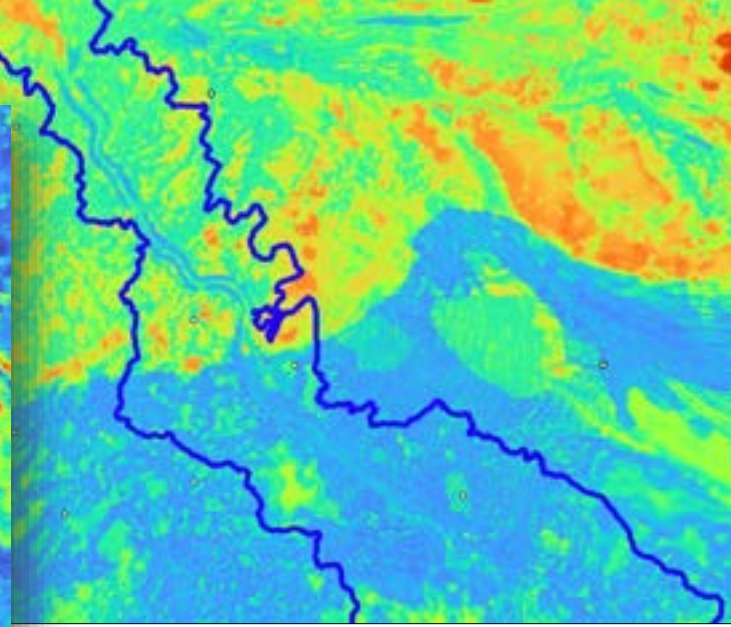
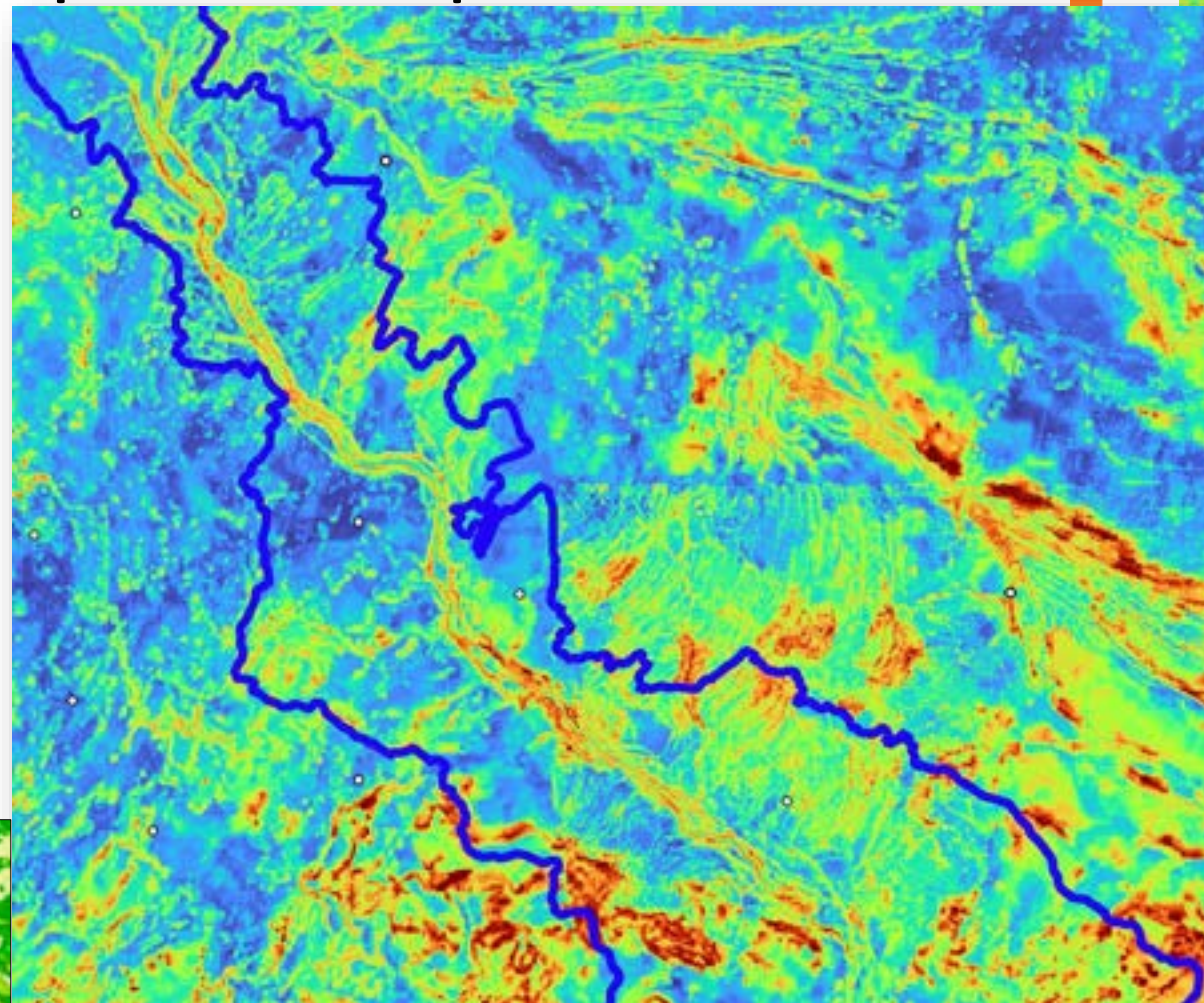
TIA @
pH 6.5
(mmol/kg)



- Kuinka herkkä osavalmu-alue on? Onko meillä varaa "missata" aktiivinen HaSu? Mikä on sen hapontuottopotentiaali?

	Aktiivinen	Potentiaalinen	para-Hälu	Ei-Hälu
Aktiivinen	33	18	0	2
Potentiaalinen	8	38	1	15
para-Hälu	2	7	0	13
Ei-Hälu	3	17	0	72

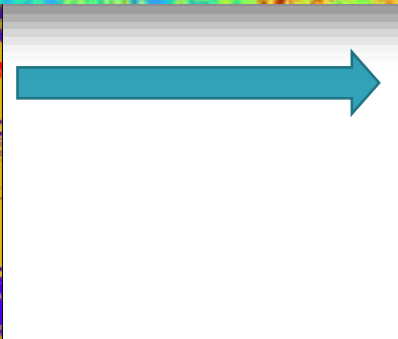
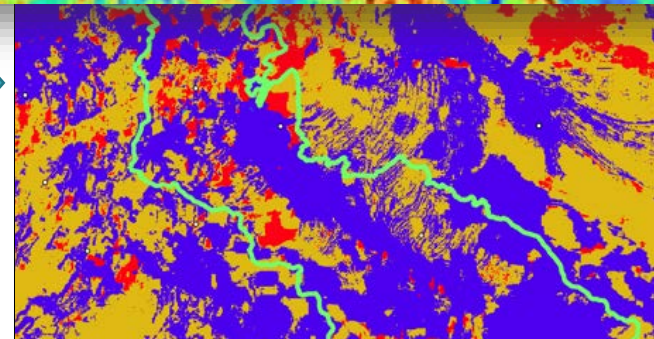
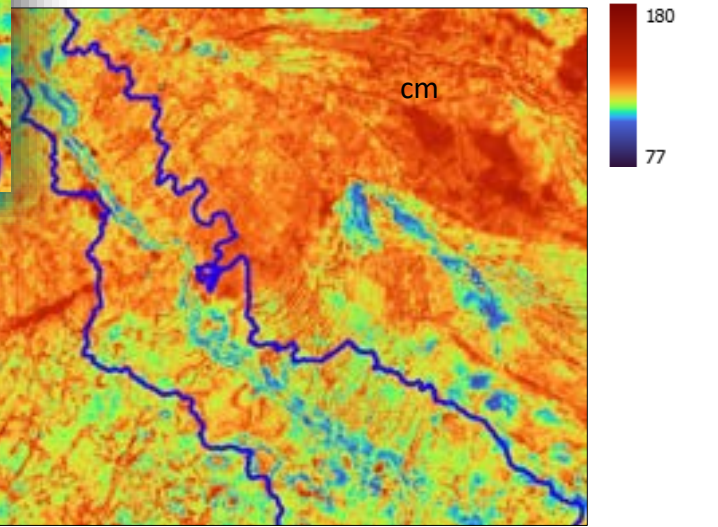
Accuracy : 0.6822
Kappa : 0.5284



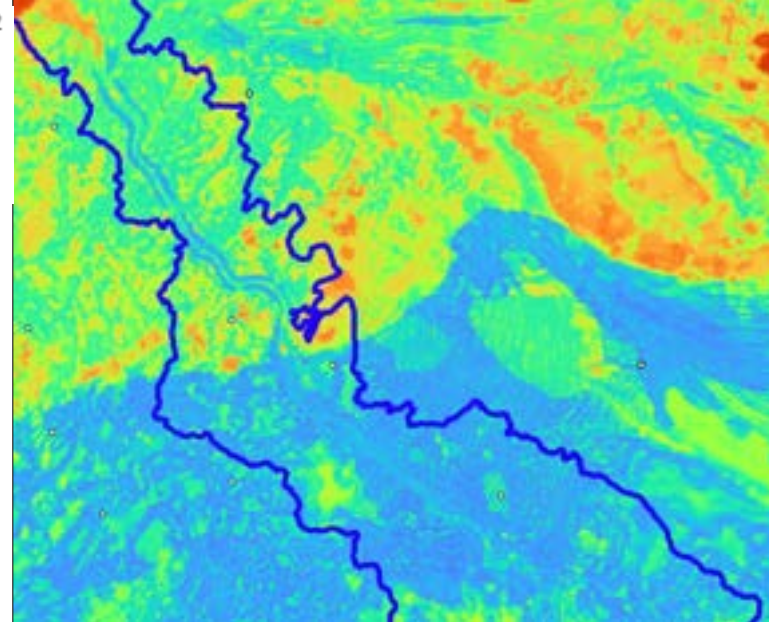
Maankäyttö



pettumissyvyys

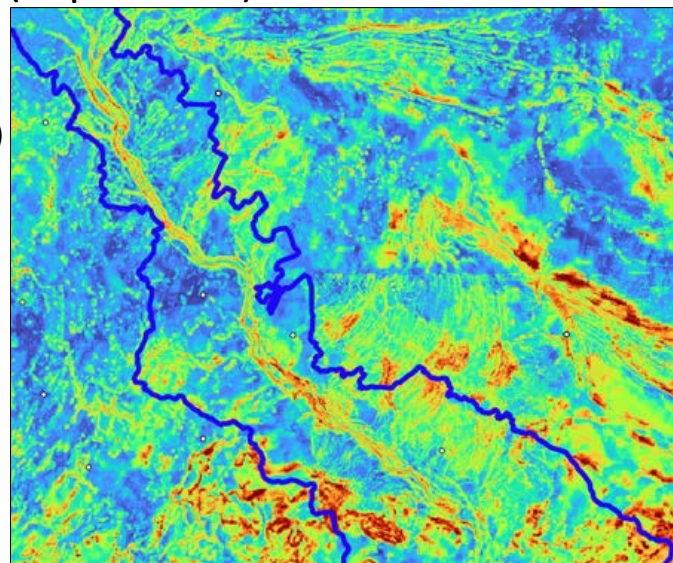


Rikkipitoisuus mg/kg
(pelkistynyt)

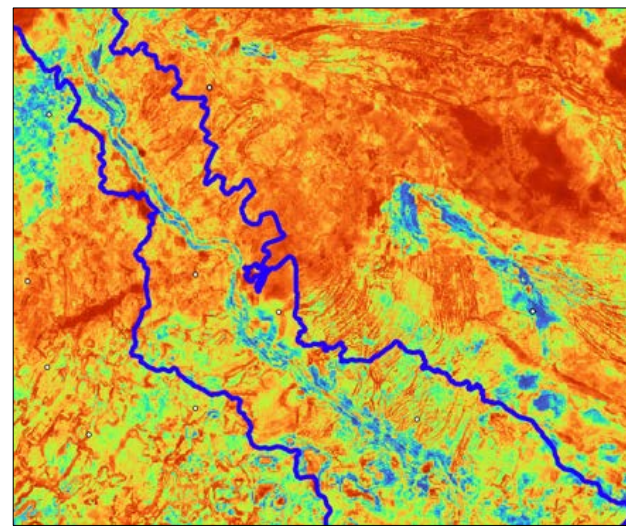
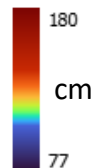


Hapontuottopotentiali
(hapettunut)

TIA @
pH 6.5
(mmol/kg)



Hapettumissyvyys



- Kuinka herkkä osavalue-alue on? Onko meillä varaa "missata" aktiivinen HaSu? Mikä on sen hapontuottopotentiali?

	Aktiivinen	Potentiaalinen	para-HaSu	Ei HaSu	
Aktiivinen	31	15	0	2	48
Potentiaalinen	8	16	1	15	80
para-HaSu	2	7	0	13	22
Ei HaSu	3	17	0	72	92

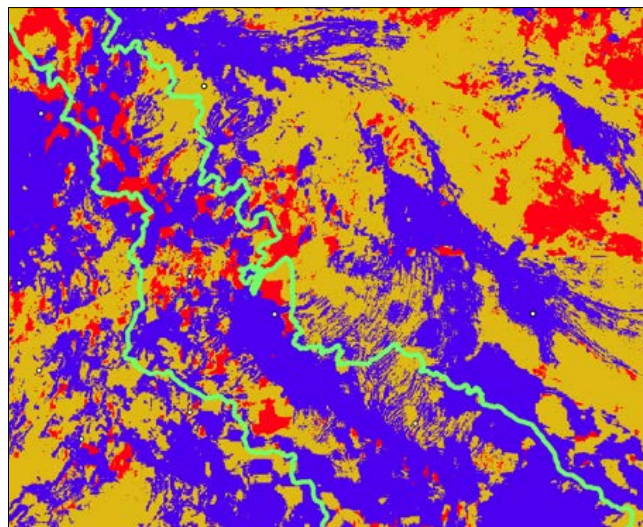
Accuracy : 0,6822
Kappa : 0,5284



Maankäyttö



HaSu-tyyppi



■ Ei HaSu
■ Para HaSu
■ Potentiaalinen HaSu
■ Aktiivinen HaSu



HaSu-materiaalin tunnistus pikamenetelmin

- Menetelmät perustuvat maanäytteen hapetukseen vetyperosidilla (30 % H₂O₂)
- Tunnistus edellyttää “positiivisen” tuloksen kahdella eri menetelmällä
- Tärkeää tunnistaa orgaaniset maalajit!

Happaman sulfaattimaan kriteerit täyttävä maa-aines:
HaSu-materiaali

Menetelmien kuvaus: Visuri ym. 2021. Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille. Tunnistus-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 43/2021.



Maasto-pH: mineraalimaa pH < 4, turve/lieju pH < 3

Vetyperoksidihapetetun näytteen pH (pH-FOX): pH < 3 tai pH < 4 ja ΔpH > 2,5 / ei sovellu turpeille ja liejuille

Vetyperoksidihapetetun näytteen rikkipitoisuus: karkeat mineraalimaat 0,06 %, hienot mineraalimaat 0,2 %, liejut 0,5 % ja turpeet 1,0 %

Vetyperoksidihapetetun näytteen johtoluku: mineraalimaa ja lieju 30, turve 250.

HaSu-materiaalin hapontuotto riskinarviossa

- Hapontuottopotentiaali voi vaihdella HaSu-materiaaleissa huomattavasti
- Karkearakeisilla maa-aineksilla yleisesti pienempi kuin hienorakeisilla ja orgaanisilla
- Voidaan määrittää asiditeettin (titraus) tai rikkipitoisuuden perusteella → mmol H⁺ / kg
- Voidaan laskea neutralontiin vaadittava kalkkimäärä
 - *Hyödyllistä huomioida maalajien irtotiheys ja laskea tilavuusperusteisesti*

Maalaji	Hapontuottopotentiaali (mmol H ⁺ / kg, pH 6,5)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
Turve	<250	250–600	>600
Lieju	<100	100–200	>200
Hienorakeinen materiaali	<20	20–100	>100
Karkearakeinen materiaali	<6	6–20	>20

Happamien sulfaattimaiden hyödyntäminen – FiksuHasu

Hankkeen suunniteltu toteutusaika

1.1.2024-31.12.2026



Euroopan unionin
osarahoittama

Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Työpaketti 1. Happamien sulfaattimaiden tunnistus- ja riskinarviointimenetelmien soveltaminen ja käytäntöön vieminen

- Tunnistus-hankkeessa kehitettyjen pikatunnistus- ja riskinarviointimenetelmien jatkokehitys tunnistettujen tarpeiden pohjalta:
 - vertailututkimukset käytössä olevien menetelmien (kuten NAG) kanssa
 - Riskiluokituksen tarkentaminen
 - Menetelmien standardoinnin edistäminen
- Tunnistus- ja riskinarviointimenetelmien soveltaminen korroosiotutkimuksiin ja kaivettujen massojen stabilointiin sekä neutralointiin



Työpaketti 2. Sulfaattimaamateriaalin uusiokäyttö ja kiertotalousmateriaalien hyödyntäminen

- Sulfaattimaamateriaalien hyödyntäminen stabiloinnin ja neutraloinnin avulla massanvaihtojen ja läjittämisen sijaan
- Kiertotalousmateriaalien hyödyntäminen sulfaattimaamateriaalien stabiloinnissa ja neutraloinnissa
- Kokeita sekä laboratoriossa että maastossa
- Testattujen materiaalien hiilijalanjälkilaskennat ja lainsäädännöllisyystarkastelut



Työpaketti 3. Maaperäkorroosion tutkiminen kemiallisena ja mikrobiologisena ilmiönä ja sen vähentämismahdollisuudet

- Arvioidaan ja kehitetään olemassa olevia korroosiotutkimusmenetelmiä
- HaSu-korroosion seurantatutkimukset laboratorio- ja kenttäolosuhteissa eri tyyppisillä maalajeilla
- Ohjeistus soveltuvista menetelmistä korroosioriskinarviointiin
- Korroosion vähentämismahdollisuudet maaperän stabiloinnin ja neutraloinnin avulla
- Huomioidaan kemiallisen ja mikrobiologisen korroosion yhteisvaikutukset



Jaakko Auri

Geologi

Puh. | Tel. +358295035222

jaakko.auri@gtk.fi

gtk.fi



GTK

