

Vastaanottaja

Hailuodon kunta

Asiakirjatyyppi

Tutkimusraportti

Päivämäärä

16.4.2025

Hailuodon keskustan asemakaava

Sulfaattimaaselvitys

Hailuodon keskustan asemakaava

Sulfaattimaaselvitys

Projekti	Hailuodon keskustan asemakaavan sulfaattimaaselvitys
Projekti nro	1510089995-002
Vastaanottaja	Hailuodon kunta
Laatija	Nina Kasurinen, Ramboll
Tarkastaja	Sanna Vienonen, Ramboll

Sisältö

1.	Johdanto	1
2.	Happamat sulfaattimaat	1
2.1	Tausta ja esiintyminen	1
2.2	Luokittelu	2
2.3	Toimenpiderajat	2
2.4	Hapontuotto	3
2.5	Vaikutukset yleisesti	3
2.5.1	Vesistövaikutukset	3
2.5.2	Korroosio	4
3.	Kohde	4
4.	Tutkimusten toteutus	5
4.1	Näytteenotto	5
4.2	Laboratorioanalyysit	6
5.	Tutkimustulokset	6
5.1	Kenttähavainnot	6
5.2	Maasto-pH ja laboratorio-pH	6
5.3	Kokonaisrikkipitoisuus	7
5.4	Hapontuottopotentiaali	8
6.	Tulosten tulkinta ja alueella esiintyvät happamat sulfaattimaat	9
7.	Yhteenveto ja jatkotoimenpide-ehdotukset	9

Liitteet

- Liite 1. Tutkimuspiste- ja esiintyvyysskartta
- Liite 2. Koontitaulukko
- Liite 3. Laboratorioiden tutkimustodistukset
- Liite 4. Valokuvia näytteenotosta

1. Johdanto

Hailuodon keskustan alueella on vireillä asemakaavan muutos, mitä varten asemakaava-alueelle oli tarpeen laatia happamien sulfaattimaiden selvitys. Hailuodon kunnan toimeksiannosta Ramboll Finland Oy suoritti alueella happamien sulfaattimaiden tutkimuksia, joiden tarkoituksena oli kartoittaa happamien sulfaattimaiden esiintymistä tulevalla asemakaava-alueella. Selvitykseen liittyvät maastotyöt tehtiin maaliskuussa 2025.

Tässä raportissa on kuvattu kohteen tiedot, tutkimusten suoritus ja tulokset sekä arvio happamien sulfaattimaiden esiintymisestä. Ramboll Finland Oy:ssä tutkimuksesta vastasivat projektipäällikkö Sanna Vienonen ja näytteenottajana Iina Saukko. Tutkimuksen tilaajan yhteyshenkilönä oli Markku Maikkola ja Hannu Saunaluoma.

2. Happamat sulfaattimaat

2.1 Tausta ja esiintyminen

Happamat sulfaattimaat (HaSu) ovat rikkiä sisältäviä maakerrostumia, joista vapautuu sulfidien hapettumisen seurauksena rikkihappoa maaperään ja vesistöihin. Sadannasta tai sulamisvesistä muodostuva valunta huuhtoo rikkihapon aiheuttaman happamuuden vastaanottaviin vesistöihin. Happamasta maaperästä veteen liukenee myös alumiinia ja haitallisia metalleja. Happamat sulfaattimaat voivat vaikuttaa negatiivisesti myös maanalaisten rakenteiden käyttöikään, aiheuttaen metallien korroosiota sekä betoni- ja muovirakenteiden turmeltumista. (Autiola ym. 2022.)

Suomessa happamat sulfaattimaat ovat kerrostuneet pääasiassa viime jääkauden jälkeisten *Ancylus*-järvivaiheen, *Litorina*-merivaiheen ja nykyisen Itämeren aikana. Eniten rikkiä sisältävät *Litorina*-merivaiheen ja sen jälkeen kerrostuneet liejuiset sedimentit. Suomessa happamat sulfaattimaat ovat tyypillisesti liejuista silttiä tai savea, ja väriltään usein mustia tai tumman harmaita. Mustan värin aiheuttaa rikin esiintyminen rautamonosulfideina (FeS). Etelä-Suomessa rikki on pääosin pyriittimuodossa (FeS₂), jolloin sedimentin väri ei välttämättä ole kovin tumma. Näin ollen myös tavanomaiselta vaikuttava harmaa savi voi olla hapanta sulfaattimaata. Happamien sulfaattimaiden tunnistaminen täytyy siis aina perustua laboratorioanalyysiin.

Karkearakeisia happamia sulfaattimaita esiintyy tyypillisesti ranta- ja jokisuistojen kerrostumissa. Karkeille maalajeille on tyypillistä heikko puskurikyky happamoitumista vastaan, jolloin jo pieni määrä hapettuvaa sulfidia voi alentaa maaperän pH-tasoa voimakkaasti. (Autiola ym. 2022.)

Orgaaniset sedimentit ovat tyypillisimmin Suomessa viljelyskäytössä, sillä neutraloinnin jälkeen maat ovat yleisesti hyvin tuottavia. Happamia sulfaattimaita esiintyy yleisesti myös turvepeitteisillä metsäalueilla, suoalueilla sekä pienempialaisten soistumien alla maaston painanteissa. (Autiola ym. 2022.)

Happamia sulfaattimaita on kartoitettu laajasti Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) toimesta vuosina 2009-2020 ja kartoituksen tulokset ovat saatavissa avoimesta karttapalvelusta (<https://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>). Aineistoa käytetään yleisesti lähtötietona tutkimusten suunnittelussa.

2.2 Luokittelu

Tutkimustulosten luokittelu perustuu ympäristöministeriön oppaaseen: *Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin* (Autiola ym. 2022). Maa-aines luokitellaan happamaksi sulfaattimaaksi happaman maasto- ja/tai inkubaatio-pH-arvon perusteella, mikäli alhaisen pH-arvon aiheuttaa sulfidirikin hapettuminen. Tulosten koontitaulukossa käytettyjen lyhenteiden ja värien selitteet on esitetty taulukossa 1 ja tunnistamisen raja-arvot ovat taulukossa 2.

Hapan sulfaattimaa luokitellaan maaperän hapettumisasteen mukaan kahteen ryhmään: aktiivinen/todellinen hapan sulfaattimaa ja potentiaalinen hapan sulfaattimaa. Aktiivisessa kerroksessa maaperä on jo hapettunut, mikä voidaan todeta pH-arvon perusteella. Potentiaalisessa happamassa sulfaattimaassa pH-arvo on neutraali ja rikkipitoisuus on korkea. Potentiaalinen hapan sulfaattimaa muuttuu hapettuessaan aktiiviseksi happamaksi sulfaattimaaksi.

Taulukko 1. Tulosten koontitaulukossa esitetyt lyhenteet ja niiden värit sekä niiden koko termit.

Lyhenne	Koko termi
PPs-HaSu	Potentiaalinen pseudo hapan sulfaattimaa
P-HaSu	Potentiaalinen hapan sulfaattimaa
Aps-HaSu	Aktiivinen pseudo hapan sulfaattimaa
A-HaSu	Aktiivinen hapan sulfaattimaa

Taulukko 2. Happamien sulfaattimaiden tunnistamisen raja-arvot.

Maaperä	Mineraalimaa		Orgaaninen materiaali	
pH / kenttä pH	< 4,0	4,0–4,5	< 3,0	3,0–3,5
hapetettu pH (NAG pH tai Inkubointi)	<4,0	4,0–4,5	<3,0	3,0–3,5
kokonaisriikki mg/kg	> 2 000 mg/kg (koheesiomaat Sa, Si)	> 600 mg/kg (kitkamaat Hk, Sr, Mr)	> 10 000 mg/kg (turve)	> 5 000 mg/kg (lieju)

2.3 Toimenpiderajat

Happamien sulfaattimaiden näytteille on määritelty toimenpiderajat kokonaisrikkipitoisuudelle ja hapontuotolle, joiden ylittyessä jatkotutkimukset ja/tai happamuuden hallintatoimenpiteiden suunnittelu nähdään tarpeelliseksi. Toimenpideraja-arvot on esitetty taulukossa 3. Toimenpideraja-arvon ylittäneiden materiaalien ominaisuudet poikkeavat tavanomaisesta maamateriaalista. Mikäli maaperä pääsee hapettumaan, voi aiheutua happamoituksriskejä ympäristöön.

Taulukko 3. Rikkipitoisuuden ja hapontuoton toimenpiderajat.

Maaperä	Mineraalimaa		Orgaaninen materiaali (alustava)	
Kokonaisrikkipitoisuus mg/kg	> 800 mg/kg (koheesiomaat Sa, Si)	> 300 mg/kg (kitkamaat Hk, Sr, Mr)	> 500 mg/kg (lieju)	> 4 000 mg/kg (turve)
Hapontuotto (mmol/H ⁺)	20	6	100 (lieju)	250 (turve)

2.4 Hapontuotto

Maanäytteiden hapontuotto voidaan määritellä useilla eri menetelmillä. Tämänhetkisen ohjeistuksen mukaan (esim. Autiola ym. 2022) hapontuottopotentiaalin määrittäminen on suositeltava tapa maaperän hapettumisen aiheuttaman riskin selvittämiseksi. Hapontuottopotentiaalin maalajikohtaiset raja-arvot on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Maalajikohtaiset hapontuottopotentiaalin (TPA-/TIA-analyysi) raja-arvot, titraus pH-tasoon 6,5. Emäksen kulutuksesta lasketaan näytteessä oleva happomäärä yksikössä mmol H⁺/kg.

Maalaji	Pieni	Kohtalainen	Suuri
Karkearakeinen mineraalimaa (hiekkä, sora, moreeni)	< 6	6–20	> 20
Hienorakeinen mineraalimaa (savi, siltti)	< 20	20–100	> 100
Lieju (Hekutushäviö >20 %)	< 100	100–200	> 200
Turve	< 250	250–600	> 600

2.5 Vaikutukset yleisesti

2.5.1 Vesistövaikutukset

Hapettomissa olosuhteissa sijaitsevien potentiaalisten happamien sulfaattimaiden pH-arvo pysyy neutraalilla tasolla, eikä niistä muodostu ympäristöhaittoja. Luonnollisen maankohoamisen ja/tai ihmisen toiminnan vaikutuksesta potentiaaliset happamat sulfaattimaat altistuvat hapelle ja muuttuvat aktiiviseksi happamaksi sulfaattimaaksi. Rakennushankkeen aikana muodostuvan pintavalunnan happamoitumiseen voi johtaa pohjavedenpinnan alentuminen tai sulfidirikkipitoisiin maakerroksiin kohdistuvat massanvaihdot. Happoa tuottavan massan kaivaminen ja läjittäminen hapellisiin olosuhteisiin (välivarastointi) aiheuttaa happaman valunnan muodostumista, kun sadevesi pääsee esteettömästi huuhtomaan rikkihappoa hapettuneen maa-aineksen pinnalta.

Kuivana ajanjaksona happamoitumisen seurauksena liuenneet happosulfaatit ja metallit pidättäytyvät maaperään. Sateiden tai sulamisvesien mukana sulfaattimaiden vedet huuhtoutuvat vesistöihin ja valumien pH voi olla <3,0. Happamilta sulfaattimailta syntyvä valumavesi sisältää yleensä runsaasti sulfaattimineraalien hapettumisesta peräisin olevia sulfaatteja sekä liukoisia metalleja, jotka nostavat veden sähkönjohtavuutta. Happamista sulfaattimaista on Suomessa arvioitu huuhtoutuvan vesistöihin jopa enemmän haitallisia metalleja, kuten mangaania, sinkkiä, alumiinia, kuin yhteensä kaikista Suomen teollisuuden jätevesistä. Veden happamuuden laskiessa <5,5 voidaan vesistön happamuustilaa pitää kriittisenä. (Autiola ym. 2022)

Vesielöstölle ja useimmille kalalajeille erityisen haitallisia vaikutuksia syntyy silloin, jos happamien sulfaattimaiden esiintymisalueilla tehdään maankäsittelyä, esimerkiksi ojitusta, kuivan kauden aikana. Kuivan kauden jälkeen esimerkiksi syyssateiden aiheuttama runsas huuhtoutuminen aiheuttaa happaman ja metallirikkaan pulssin vastaanottavaan vesistöön. Hapan pulssi voi aiheuttaa laajoja kalakuolemia, joita on raportoitu rannikkoalueiden vesistöissä ympäri Suomen. Veden laadun seurannassa on tärkeää huomioida vuositasolla mitatut alimmat pH-tasot eikä seurata pelkästään veden keskimääräistä pH:ta. (Autiola ym. 2022)

Happamien sulfaattimaiden muodostaman happaman valunnan vaikutus on erityisen voimakasta pahimpien sulfaattimaa-alueiden pienissä puroissa ja joissa, joissa veden virtaus on hidasta. Hitaan virtaaman vuoksi pienten purojen veden pH voi pysyä matalana pitkään, toisin kuin isommissa joissa, joissa happamuus pääsee laimenemaan suureen vesimäärään. Happamissa vesissä sekä eliöstön että kasvillisuuden monimuotoisuus vähenee voimakkaasti, koska harvat lajit pystyvät elämään ja lisääntymään happamoituneissa vesissä. Herkimmät kalat voivat kuolla, jos vesistön pH laskee tason 5,5 alle; happaman veden liuottama alumiini saostuu kalan kiduksissa aiheuttaen kalojen tukehtumista. (Autiola ym. 2022)

2.5.2 Korroosio

Aktiivinen hapan sulfaattimaa on hapettunut ympäristö, jonka pH on laskenut hapettumisen myötä mineraalimailla <4,0 ja orgaanisilla mailla <3,0. Hapan ympäristö lisää merkittävästi korroosionopeutta useilla metalleilla ja teräksillä. Aktiivisilla happamilla sulfaattimailla maanalaisten rakenteiden korroosio aiheutuu suurelta osin matalan pH:n ja paikallisten happikonsentraatioerojen seurauksena. Korroosionopeutta lisää sähköjohtavuus, jonka edellytyksiä ovat riittävä vesipitoisuus ja liukoisten ionien määrä. (Autiola ym. 2022)

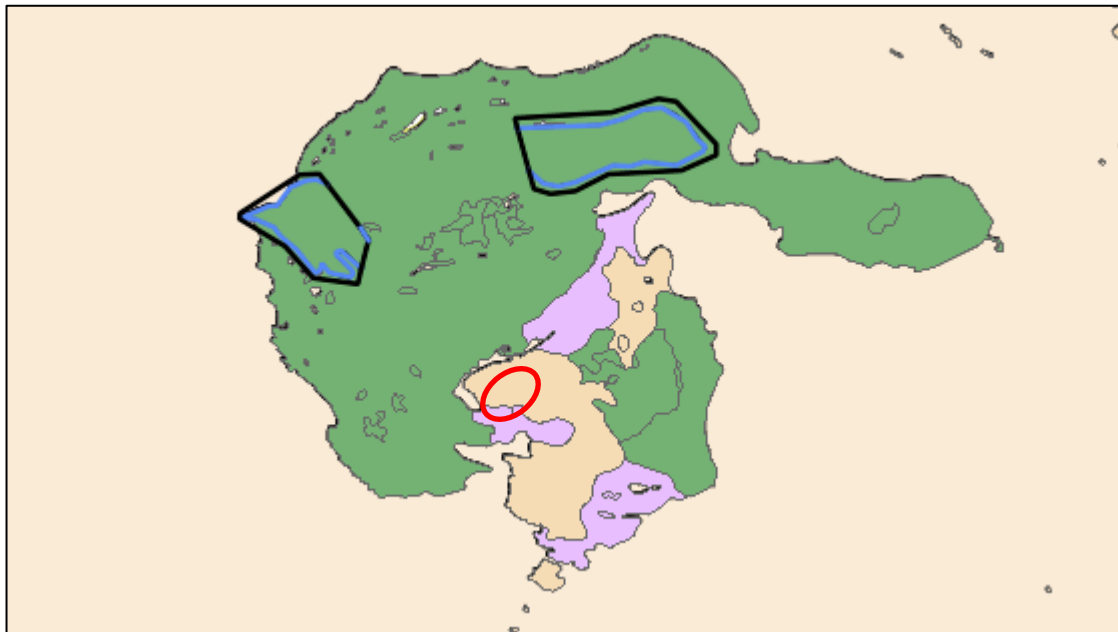
Potentiaalinen hapan sulfaattimaa on anaerobisessa tilassa oleva, happamuudeltaan neutraali, rikkipitoinen ympäristö, joka hapettuessaan tuottaa rikkihappoa muuttuen aktiiviseksi happamaksi sulfaattimaaksi. Korroosioympäristönä potentiaalisesti hapan sulfidimaa on ongelmallinen metalleilla, etenkin teräkselle, sulfaatinpelkistäjäbakteerien mahdollisen vaikutuksen vuoksi. SRB mikrobit käyttävät hengittämiseen hapen sijaan sulfidia tuottaen muun muassa sulfideja ja rikkivetyä (H₂S), vettä ja hiilidioksidia. Raudan ja orgaanisen aineksen läsnäolo (myös ihmisen rakentamat teräsrakenteet) lisäävät SRB mikrobien aktiivisuutta. (Autiola ym. 2022)

Kahden erilaisen korroosioympäristön rajavyöhyke on yleisesti ottaen voimakkaammin syövyttävä kuin kumpikaan korroosioympäristö yksin. Veden pinnan muutokset rajavyöhykkeellä voivat aiheuttaa aikaisempaa syövyttävämmät olosuhteet mm. hapontuoton sekä elektrolyysiveden läsnäolon seurauksesta. (Autiola ym. 2022).

3. Kohde

Tutkimusalue sijaitsee Hailuodon kunnan keskustan asemakaava-alueella. Tutkimuspisteet sijoittuvat Hailuodon kunnan omistamille kiinteistöille, joiden kiinteistörekisterinumerot ovat 72-401-8-49, 72-402-23-39, 72-402-61-17, 72-402-4-30 ja 72-401-73-38. Pisteiden sijoittuminen on esitetty liitteessä 1 ja pisteiden koordinaatit liitteen 2 taulukossa.

Tutkimuspisteet eivät sijoitu luokitellulle pohjavesialueelle eikä tutkimuspisteiden välittömässä läheisyydessä ole pintavesiä. Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartan (1:200 000) perusteella tutkimuspisteet sijoittuvat karkearakeisen maalajin alueelle. Alueen maaperäkartta (GTK, 1:200 000) sekä lähimmät pohjavesialueet on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Ote Hailuodon maaperäkartasta (GTK, 1:200 000). Tutkimusalueen likimääräinen sijainti merkitty karttaan punaisella rajauksella. Karkearakeisen maalajin alue on merkitty karttaan vihreällä, sekalajitteisen maalajin alueet oranssilla ja hienorakeisten maalajien alueet violetilla. Merialueet ovat kuvassa keltaisella/beigellä. Pohjavesialueet rajattu sinisellä (varsinainen muodostumisalue) ja mustalla (koko pohjavesialue).

Geologian tutkimuskeskuksen happamien sulfaattimaiden esiintymiskartan mukaan pisteet P1, P3 ja P4 sijoittuvat happamien sulfaattimaiden esiintymisen kannalta pienen esiintymistodennäköisyyden alueelle. Piste P2 sijoittuu suuren esiintymistodennäköisyyden alueelle ja piste P5 pienen ja hyvin pienen esiintymistodennäköisyyden alueen rajalle. Geologian tutkimuskeskuksen kansallisen kartoituksen yhteydessä Hailuodon keskustan luoteis-, koillis- ja länsipuolelle, 140-500 metrin etäisyydelle kaava-alueen reunasta, on tehty kolme tutkimuspistettä. Kaikissa tutkimuspisteissä on todettu potentiaalisesti hapanta sulfaattimaata 0-1 metrin tai 1-1,5 metrin syvyydellä tutkimusten aikaisesta maanpinnasta.

4. Tutkimusten toteutus

4.1 Näytteenotto

Sulfaattimaaselvityksen maanäytteet otettiin keskiraskaalla kairakoneella putkinäytteenottimella 12.3.2025. Näytteitä otettiin yhteensä viidestä tutkimuspisteestä (P1...P5, kts. liite 1) 3 metrin syvyyteen asti. Näytteet otettiin luonnonmaasta jatkuvana näytesarjana 0,5 m kerrospaksuutta edustavina kokoomanäytteinä. Tutkimuksen yhteydessä otettiin yhteensä 30 maanäytettä. Näytteet otettiin kaasutiiviisiin Rilsan-pusseihin, jotka suljettiin tiiviisti ja säilytettiin viileässä ja valolta suojattuna laboratorioon toimitukseen saakka.

Näytteenoton yhteydessä näytteistä kirjattiin ylös aistinvaraset havainnot: arvioitu maalaji, kosteus, väri ja muut havainnot ulkonäössä esim. rautasaostumat. Näytteenoton yhteydessä kaikista maanäytteistä mitattiin pH-arvo kenttämittarilla. Lisäksi kirjattiin ylös havainnot mahdollisesta pohja-/orsivedenpinnantasosta. Näytteet valokuvattiin ennen näytteiden pussitusta.

Näytteenoton, näytteiden käsittelyn sekä kenttämittaukset suoritti Ramboll Finland Oy:n näytteenottaja.

4.2 Laboratorioanalyysit

Kaikista luonnonmaata edustavista maanäytteistä (24 kpl) tehtiin Eurofins Environment Testing Finland Oy:n laboratoriossa seuraavat analyysit:

- laboratorio-pH
- kokonaisrikkipitoisuus

Tulosten perustella valituista näytteistä tehtiin seuraavassa vaiheessa Ramboll Finland Oy:n Luopioisten maaperälaboratoriossa seuraavat analyysit:

- hapontuottopotentiaali, TPA (2 kpl)

5. Tutkimustulokset

5.1 Kenttähavainnot

Näytteenoton yhteydessä pohjavedenpinta havaittiin pisteissä P1, P4 ja P5 noin 2,5 metrin syvyydellä maanpinnasta. Pisteissä P2 ja P3 ei aistinvaraisesti havaittu pohjaveden pintaa. Havainnot pohjaveden pinnantasosta perustuvat otettujen maanäytteiden kosteusarvioon, eikä alueelta ole käytettävissä pohjavedenkorkeudesta mittausdataa.

Kenttähavaintojen perusteella maaperä oli kaikissa tutkimuspisteissä hiekkaa. Pinnassa oli humusta, multaa ja turvetta.

Pisteessä P1 syvyydeltä 1,5-2,5 m, pisteessä P2 syvyydeltä 2,5-3 m ja pisteessä P4 syvyydellä 2,5-3 m havaittiin näytteenoton yhteydessä lievää tai selvää rikin (kananmunan, tulitikun) hajua. Osassa näytteistä havaittiin ruosteisuutta, tummia kohtia tai yleisesti tummaa väriä, mitkä voivat viitata happamien sulfaattimaiden esiintymiseen.

Kenttämittaukset ja -havainnot on esitetty koontitaulukossa liitteessä 2. Luopioisten laboratorion havainnot on esitetty liitteessä 3. Valokuvia näytteistä on esitetty liitteessä 4.

5.2 Maasto-pH ja laboratorio-pH

Kenttä-pH oli näytteissä pääasiassa hieman hapan tai neutraalilla tasolla 5,3...7,4. Kenttä-pH oli kaikissa pisteissä matalin pintamaanäytteissä ja korkein syvemmissä näytekerroksissa. Laboratoriossa mitatut pH:t olivat kaikissa näytteissä kenttä-pH:ta matalammat (ero 0,2...2,4) ja vaihtelivat välillä 4,2...6,6. Määritysmenetelmät (kenttä-pH vs. laboratorio-pH) eivät ole täysin toisiaan vastaavat. pH:n lasku näytteenoton jälkeen voi viitata mahdolliseen hapontuottopotentiaaliin ja vain vähän kosteat karkearakeiset hiekat voivat hapettua nopeastikin. Kenttä-pH:n ja laboratorio-pH:n muutos näyttää korreloivan useimmissa näytteissä näytteiden kokonaisrikkipitoisuuksien sekä aistinvaraisesti arvioidun kosteuden kanssa ja erot olivat suurimpia näytteissä, joissa kosteus oli pienin ja näytteissä oli rikkiä. Muutos oli suurin (2,4 yksikköä, pH 6,6 -> 4,2) näytteessä "P4 1,5-2 m", jossa rikkipitoisuus oli 380 mg/kg ja näytteen kosteus vain hieman kostea (1/3).

Tutkimuksissa käytetty kenttä-pH-mittari oli kalibroitu ennen näytteenottoa kaksipistekalibroinnilla pH 4-7, jolloin mittaus on tarkin neutraalissa tai hieman happamassa ympäristössä ja mittausvirhe kasvaa mitä happamampi tai emäksisempi näyte on. Laitteen optimikäyttölämpötila on noin huoneenlämpöinen ja kylmiä näytteitä mitattaessa mittaus hidastuu, mikä kasvattaa mittausvirheen mahdollisuutta. On mahdollista, että kenttä-pH:n ja laboratorio-pH:n erot ovat osin selitettävissä kenttämittarin epätarkkuudella.

Kaikki kenttä-pH:t ovat yli 4, joten pH-tulosten perusteella kohteella ei tunnistettu aktiivista hapanta sulfaattimaata. Näytteen "P4 1,5-2 m" laboratorio-pH oli 4,2, joten ko. näyte voi edustaa pseudo-hapanta sulfaattimaata. Pseudo happamassa sulfaattimaassa maaperä on hapettunut epätäydellisesti, maaperässä on luonnollista puskurointikykyä tai jo syntynyt happamuus on huuhtoutunut osittain pois.

5.3 Kokonaisrikkipitoisuus

Aistinvaraisen arvion sekä Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartan perusteella kaikki otetut maanäytteet lasketaan kitkamaalajiksi, joka luokitteisi happamiksi sulfaattimaiksi, jos rikkipitoisuus ylittäisi 600 mg/kg (0,06 m-%).

Taulukossa 5 on esitetty luonnonmaata edustavien näytteiden aistinvaraisesti arvioidut maalajit sekä kokonaisrikkipitoisuudet. Kokonaisrikkipitoisuudet, jotka ylittävät näytteen maalajin perusteella luokittelurajan, on korostettu.

Taulukko 5. Analysoitujen näytteiden arvioidut maalajit sekä kokonaisrikkipitoisuudet.

Piste	Syvyys (m)	Maalaji	Rikki (mg/kg ka)	Hapontuotto-potentiaali
P1	1,0...1,5	hk	950	suuri
	1,5...2,0	hHk	630	
	2,0...2,5	hHk	280	
	2,5...3,0	hHk	260	
P2	0,5...1,0	hk	28	
	1,0...1,5	hk	29	
	1,5...2,0	hk	62	
	2,0...2,5	hk	110	
	2,5...3,0	hHk	370	
P3	0,5...1,0	hk	36	
	1,0...1,5	hk	23	
	1,5...2,0	hk	26	
	2,0...2,5	hk	53	
	2,5...3,0	hk	140	
P4	0,5...1,0	hk	<20	
	1,0...1,5	hk	26	
	1,5...2,0	hk	380	
	2,0...2,5	hk	260	
	2,5...3,0	hk	730	
P5	0,5...1,0	hk	140	
	1,0...1,5	hk	120	
	1,5...2,0	hk	240	
	2,0...2,5	hk	200	
	2,5...3,0	hk	190	

Maanäytteiden rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä <20...950 mg/kg. Kokonaisrikkipitoisuuden (>600 mg/kg) perusteella potentiaalisesti happamia sulfaattimaita todettiin pisteessä P1 syvyydellä 1-2 m (noin tasolla +2,4...3,4 m mpy, N2000) ja pisteessä P4 syvyydellä 2,5-3 m (noin tasolla +0,8...1,3 m mpy, N2000). Lisäksi pisteessä P2 ylittyy kitkamaalajien toimenpideraja (>300 mg/kg, kappale 2.3, taulukko 3) syvyydellä 2,5-3 m (noin tasolla +2,1...2,6 m mpy, N2000).

Tutkimustulokset poikkeavat hieman Geologian tutkimuskeskuksen kartoituksen mukaisesta luokittelusta alueella erityisesti tutkimusalueen etelä- ja kaakkoisosassa (pisteet P1 ja P4). Geologian tutkimuskeskuksen kartoituksessa tutkimusalueen etelä- ja kaakkoispuolella ei ole ollut kartoituspisteitä.

5.4 Hapontuottopotentiaali

Hapontuottopotentiaali (TPA) analysoitiin yhteensä kahdesta näytteestä näytteistä "P1 1,5-2m" ja "P4 2,5-3 m". Tulokset on esitetty taulukossa 1 (kappale 5.3.) sekä liitteen 2 koontitaulukossa ja liitteen 3 tutkimustodistuksella.

Molempien tutkittujen näytteiden hapontuottopotentiaali oli suuri. Suurin hapontuottopotentiaali oli näytteessä P4 syvyydellä 2,5-3 m (32 mmol H⁺/kg). Näytteiden hapetetut pH-arvot olivat 3,4 ja 3,5. Kemiallisesti vetyperoksidilla hapetettujen (TPA-analyysi) näytteiden hapontuottopotentiaali ja hapetettu pH-arvo eivät aina vastaa luonnossa muodostuvaa happomäärää ja hapettuneen maaperän pH-arvoa. Luonnossa mm. bakteeritoiminta, sääolot ja maa-aineksen luontainen puskurikapasiteetti vaikuttavat tapahtuviin hapetusreaktioihin.

Hapontuottopotentiaalin perusteella molemmat tutkitut näytteet edustavat potentiaalisesti happamia sulfaattimaita.

6. Tulosten tulkinta ja alueella esiintyvät happamat sulfaattimaat

Tutkimusalueelta tunnistettiin potentiaalisesti hapanta sulfaattimaata tutkimusalueen etelä- ja kaakkoisosassa (pisteet P1 ja P4) 1-3 metrin syvyydellä maanpinnasta. Potentiaalisesti happaman sulfaattimaakerroksen esiintymissyvyys näyttää tutkimusten perusteella laskevan kohti itää. Happamien sulfaattimaiden näytepisteet on esitetty ja esiintymisalue rajattu punaisella värillä karttaliitteellä 1 ja näytekohdaiset tutkimustulokset ovat koontitaulukossa liitteessä 2. Laboratorioiden tutkimustulokset on esitetty liitteessä 3.

Liitteen 1 raja-antava, koska alueen päämaalaji on homogeeninen karkealajitteinen maalaji, eikä siten voida rajata tiettyä maalajia, jossa happamia sulfaattimaita esiintyy. Pisteet, joissa raja-arvot ylittyvät, ovat lähimpänä hienorakeisen maalajin esiintymisaluetta; tällaisilla alueilla tyypillisesti löytyy happamia sulfaattimaita. Tähän rajaukseen sekä näytepisteiden sijaintiin perustuen on tehty liitteen 1 raja-antava. Suunnittelun edetessä happamien sulfaattimaiden esiintyminen tulee tarvittaessa varmistaa lisänäyttein kullakin rakennuspaikalla.

Laboratorio-pH-tulosten sekä näytteenoton yhteydessä tehtyjen havaintojen (ulkonäkö, haju) perusteella asemakaava-alueella voi olla hapontuottopotentiaalia myös pisteissä P2 (syvyys 2,5-3 m) ja P5 (syvyys 1,5-3 m) kerroksissa, joissa kokonaisrikkipitoisuus ei kuitenkaan ylitä potentiaalisesti happaman sulfaattimaan luokittelun raja-arvoa 600 mg/kg / 0,06 %. Näillä alueilla voi löytyä mahdollisesti raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia mentäessä 3m syvemmälle maanpinnasta.

Alueella ei havaittu aktiivista hapanta sulfaattimaata. Tutkimussyvyys ulottui 3 metriin, joten happamat sulfaattimaakerrokset voivat jatkua vielä tutkittua syvemmälle.

7. Yhteenveto ja jatkotoimenpide-ehdotukset

Hailuodon keskustan asemakaava-alueella toteutettiin asemakaavan päivitystyöhön liittyen sulfaattimaatutkimuksia. Sulfaattimaatutkimuksissa alueelta otettiin maanäytteitä viidestä tutkimuspisteestä täyttömaakerroksen alapuolelta 3 metrin syvyyteen saakka. Näytteistä mitattiin kenttä-pH sekä analysoitiin laboratorioissa pH ja kokonaisrikkipitoisuus. Tulosten perusteella valittiin näytteet jatkoanalyysiin hapontuottopotentiaalin selvittämiseksi.

Kahdessa tutkimuspisteessä (P1, P4) alueen etelä- ja kaakkoisosassa todettiin kokonaisrikkitulosten ja hapontuottopotentiaalin perusteella potentiaalisesti happamia sulfaattimaita (liite 1). Potentiaalisesti happamat sulfaattimaat sijaitsevat tutkimusten mukaan 1-3 metrin syvyydellä maanpinnasta ja esiintymissyvyys laskee kohti itää. Lisäksi kahdessa tutkimuspisteessä (P2 ja P5) tutkimusalueen pohjois- ja keskiosissa voi pH-tulosten perusteella olla happoa tuottavia maa-aineksia, mutta kynnysarvo potentiaalisesti happamaksi sulfaattimaaksi luokittelulle ei ylitä.

Liitteen 1 rajausta on suuntaa-antava, koska alueen päämaalaji on homogeeninen karkealajitteinen maalaji, eikä siten voida rajata tiettyä maalajia, jossa happamia sulfaattimaita esiintyy. Pisteet, joissa raja-arvot ylittyvät, ovat lähimpänä hienorakeisen maalajin esiintymisaluetta; tällaisilla alueilla tyypillisesti löytyy happamia sulfaattimaita. Tähän rajaukseen sekä näytepisteiden sijaintiin perustuen on tehty liitteen 1 rajausta. Suunnittelun edetessä happamien sulfaattimaiden esiintyminen tulee tarvittaessa varmistaa lisänäyttein kullakin rakennuspaikalla.

Tutkimusalueella todetut happamat sulfaattimaat ja niiden esiintyminen tulee ottaa huomioon alueen tulevissa rakennustöissä. Rakennustoiminta sulfaattimaa-alueella voi aiheuttaa ympäristöhaittoja massanvaihtojen ja muiden kaivutöiden yhteydessä etenkin, mikäli alueen pohjavedenpinnan laskee. Happamat sulfaattimaat on huomioitava erityisesti kaivumassojen läjityksessä ja kalkitustarpeen arvioinnissa. Lisäksi maanalaisten rakenteiden suunnittelussa ja materiaalivalinnoissa on huomioitava happamien sulfaattimaiden aiheuttama korroosioriski. Korroosioanalyysit eivät sisällyneet tähän selvitykseen, joten tarkempia varsinaisia korroosioluokituksia materiaaleille ei ole esitetty, vaan ne tulee tarvittaessa täsmentää erikseen jatkosuunnittelussa. Happamat sulfaattimaat kuitenkin altistavat korroosiolle ja hapontuottopotentialin ollessa suuri, korroosioriski on olemassa.

Toimenpiteet happoa tuottavien maakerrosten aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi otettavaksi huomioon jatkosuunnittelussa ja rakentamisen ohjeistuksessa liitteen 1 mukaisilla alueilla, joilla happamia sulfaattimaita on havaittu, ovat:

- Alin sallittu kuivatustaso on 1 m tai 2,5 m nykyisestä maanpinnasta (liite 1) ilman happaman valunnan hallintatarvetta. Maanalaisia kellareita ei tule rakentaa.
- Suunnittelun edetessä happamien sulfaattimaiden esiintyminen tulee tarvittaessa varmistaa lisänäyttein kullakin rakennuspaikalla, liitteen 1 rajausta on suuntaa-antava.
- Rakentamisen ulottuessa happoa tuottaviin maakerroksiin (alin sallittu kuivatustaso):
 - Käytetään haponkestävää terästä/betonia tai muovirakenteita. Ojat tai hulevesien hallintarakenteet vuorataan heikosti vettä läpäisevällä maa-aineksella kuten savella, tiiviillä moreenilla tai bentoniittimatolla siltä osin kuin ne jäävät pysyvän vesipinnan yläpuolelle. Johtokaivantoihin rakennetaan virtauskatkot esim. puhtaasta savesta tai tiiviistä moreenista, jos ne johtavat ojiin tai pintavesiin.
 - Kaivannot pyritään täyttämään välittömästi/työpäivän aikana, koska maaperä on hiekkaa, jossa hapettumisreaktiot ovat nopeita. Kylmä vuodenaika hidastaa reaktioita, joten rakentaminen kylmään vuodenaikaan on suositeltavaa, jotta minimoidaan happamien työmaavesien hallintatarve.
 - Rakentamisessa tulee varautua happaman työmaaveden hallintaan esim. siirrettävällä neutralointikaivolla ja laskeutuskontilla metallisakan ja muun kiintoaineen pidättämiseksi ennen purkua ojiin ja pintavesiin. Työmaavesien pH tulee pysyä yleisesti hyväksyttävällä tasolla pH 6-9 ennen johtamista pintavesiin.
 - Rakentamisen aikana kaivumassat tulee peittää, jotta estetään hapettumisreaktiota ja hapanta valuntaa ympäristöön. Tarvittaessa kaivumassat stabiloidaan kalkkipohjaisella käsittelyllä ennen peittoa ja loppusijoitusta tai viedään asianmukaiselle maa-ainesten vastaanottoalueelle.
 - Hiekasta johtuen reaktiot ovat nopeita ja maaperän hapettuminen tapahtuu todennäköisesti jo rakentamisen aikana, joten pidempiaikaista jatkuvaa hapanta valuntaa ei oleteta syntyvän, tai siten pidempiaikaista happaman valunnan hallintatarvetta. Tämä voidaan varmistaa pitämällä kuivatustaso pohjavedenpinnan tai vähintään alimman sallitun kuivatustason yläpuolella.

Ehdotus kaavamaininnaksi koko kaava-alueelle happamien sulfaattimaiden osalta:

Kaava-alueen maaperässä esiintyy happoa tuottavia maa-aineksia. Alueelle rakentamista suunniteltaessa asia tulee huomioida ja happoa tuottavien maa-ainesten esiintyminen ja ominaisuudet varmistaa asianmukaisesti kullakin rakennuspaikalla.

Alueilla, joilla tutkimusten mukaan ko. maa-aineksia esiintyy (erillinen liitekartta, raja-antava), tulee kaikessa rakentamisessa varautua toimenpiteisiin happaman valuman syntymisen sekä sen haittojen ehkäisemiseksi. Näillä alueilla rakentamistoimenpiteitä suunniteltaessa on vältettävä pohjaveden tason laskua, eikä alueille tule rakentaa maanalaisia kellareita. Alin sallittu kuivatustaso on 1 m tai 2,5 m (erillinen liitekartta) maanpinnasta ilman happaman valunnan vaaraa. Rakenteiden ulottuessa happoa tuottaviin maakerroksiin tulee huomioida maaperän happamuus maanalaisten rakennusmateriaalien valinnassa. Happamat työmaavedet tulee hallita ja käsitellä asianmukaisesti ennen vesistöön pääsyä. Happoa tuottavien maa-ainesten ominaisuudet tulee ottaa huomioon maamassojen käsittelyssä ja loppusijoituksessa.

Liite 1 Tutkimuspiste- ja esiintyvyysskartta

KARTTAMERKINTÖJEN SELITTEET

● Happaman sulfaattimaan tutkimuspisteet P1...P5

----- Potentiaalisen happaman sulfaattimaan esiintymisalue (suuntaa antava raja)



Alin sallittu kuivatussyvyys 1 m maanpinnasta.

Alin sallittu kuivatussyvyys 2,5 m maanpinnasta.

KARTAN POHJALLA ON KÄYTETTY ALUSTAVAA KAAVAEHDOTUSTA (27.3.2025)

K.osa/ kylä	Kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennustoimenpide Asemakaavamuutos			Piirustuslaji	Juokseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite Hailuodon keskustan asemakaava Sulfaattimaaselvitys			Piirustuksen sisältö	Mittakaava
			Potentiaalisen happaman sulfaattimaan esiintymisalue	
Suunn.ala		Työnro	Tiedosto	
		1510089531		
Ramboll PL 25, Itsehallintokuja 3 02601 Espoo puh. 020 755 611 https://fi.ramboll.com		Piirustusnro	Muutos	
		Liite 1 Tutkimuspiste- ja esiintyvyysskartta		
Hyv. (nimi, tutkinto, allekirj.) Sanna Vienonen			Piirt.	Pvm
			Suunn.	17.4.2025

Liite 2 Koontitaulukko

Hailuoto Näytteenottajat: Iina Saukko/Ramboll Finland Oy
 1510089995-002 Pvm: 12.3.2025

Piste	Koordinaatit		Syvyys (m)	Maalaji	Väri	Kosteus	Haju	Maasto pH	Stot mg/kg	Lab.-pH	TPA pH	Pot. Asiditeett	Hapontuotto-potentiaali	Muut havainnot/Labran havainnot
	y	x												
P1	7211599	393271	0...0,5	hk,hu,mu	ru	1	0	6,6		-				pelto, pintamaa, humusta
			0,5...1,0	hk, mu	ru	1	0	6,8		-				ruskea hk, vähän multaa/tv
			1,0...1,5	hk	ha	1	0	6,9	950	4,7				harmaa hk
			1,5...2,0	hHk	tuha	2	1	6,9	630	6	3,5	31	suuri	märkä, tummia kohtia, hieno hk./ Ruosteen väriä, mustaa seassa, rikin haju
			2,0...2,5	hHk	tuha	2	1	6,6	280	5,8				tummia kohtia, hyvin mieto tuoksu, märkä
			2,5...3,0	hHk	tuha	3	0	6,8	260	6				tummaharmaa, lähes musta, märkä liejuinen

Z: 4,4 mpy (N2000)

Piste	Koordinaatit		Syvyys (m)	Maalaji	Väri	Kosteus	Haju	Maasto pH	Stot (m-%)	Lab.-pH	TPA pH	Pot. Asiditeett	Hapontuotto-potentiaali	Muut havainnot
	y	x												
P2	7212327	393318	0...0,5	hk, hu	ru	1	0	6,3		-				nurmi, pintahk,hu
			0,5...1,0	hk	ru	1	0	6,6	28	5,6				hk
			1,0...1,5	hk	ru	1	0	7,2	29	6				vaaleampi ruskea hk
			1,5...2,0	hk	ru	1	0	7,0	62	5,9				kerroksen alapuoli harmaa hk
			2,0...2,5	hk	ha	1	0	6,6	110	5,2				harmaa hk
			2,5...3,0	hHk	tuha	2	1	7,4	370	5,3				tiivimpi tumma harmaa, hyvin mieto tuoksu

Z:5,4 mpy (N2000)

Piste	Koordinaatit		Syvyys (m)	Maalaji	Väri	Kosteus	Haju	Maasto pH	Stot (m-%)	Lab.-pH	TPA pH	Pot. Asiditeett	Hapontuotto-potentiaali	Muut havainnot
	y	x												
P3	7212116	393613	0...0,5	hk/sr,hu	ru	1	0	6,1		-				pintamaa metsäinen, kiviä, vähän hu
			0,5...1,0	hk	ru	1	0	6,7	36	5,7				hk, vähän hu
			1,0...1,5	hk	ru	1	0	6,9	23	5,9				hk, oranssia kohtia
			1,5...2,0	hk	ru	1	0	7,1	26	6,6				harmaampi ruskea
			2,0...2,5	hk	ru	1	0	7,0	53	6				harmaa ruskea
			2,5...3,0	hk	tuha	1	0	6,9	140	5,8				tiivimpi, kosteampi, tumma, poistettu vähän ylemmän kerroksen ruskeampaa hk

Z:5,1 mpy (N2000)

Piste	Koordinaatit		Syvyys (m)	Maalaji	Väri	Kosteus	Haju	Maasto pH	Stot (m-%)	Lab.-pH	TPA pH	Pot. Asiditeett	Hapontuotto-potentiaali	Muut havainnot/Labran havainnot
	y	x												
P4	7211945	394011	0...0,5	hk, tv	ru	1	0	5,3		-				pinnasta poistettu tv n. 5 cm
			0,5...1,0	hk	ru	1	0	6,2	<20	5,3				pieni näyte, ei B-näytettä,
			1,0...1,5	hk	vaal ru	1	0	6,7	26	5,5				vaaleampi ruskea hk
			1,5...2,0	hk	ha	1	0	6,6	380	4,2				harmaa hk
			2,0...2,5	hk	ha	1	0	6,5	260	4,6				mahdollisesti seassa hieman ylemmän kerroksen ru hk?
			2,5...3,0	hk	tuha	3	3	6,8	730	6,6	3,4	32	suuri	vetinen, märkä, tumma/ ruosteen väriä, mustaa seassa, voimakas rikin haju

Z: 3,8 mpy (N2000)

Piste	Koordinaatit		Syvyys (m)	Maalaji	Väri	Kosteus	Haju	Maasto pH	Stot (m-%)	Lab.-pH	TPA pH	Pot. Asiditeett	Hapontuotto-potentiaali	Muut havainnot
	y	x												
P5	7211848	393224	0...0,5	hk	ru	1	0	5,6		-				hk, ruosreinen kohta
			0,5...1,0	hk	ru	1	0	6,3	140	5,7				hk, ruoste+tummia kohtia
			1,0...1,5	hk	ru/ha	1	0	6,7	120	5,6				hk, yläosa ed.kerrosta n. 5cm, alaosa harmaa
			1,5...2,0	hk	ha	1	0	6,8	240	4,9				harmaa, kostea muttei märkä
			2,0...2,5	hk	ha	1	0	6,8	200	5,2				harmaa, kostea muttei märkä, hieman ruskeaa
			2,5...3,0	hk	ha	3	0	7,0	190	5				harmaa hk, märkä

Z:5,0 mpy (N2000)

Liite 3 Laboratorion tutkimustodistukset

Näyte-erä
Tilausviite

EUFIO5-00037841
1510089995-002

Ramboll Finland Oy
Iina Saukko
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo

Hailuoto

Näytenumero	693-2025-00012712	693-2025-00012713	693-2025-00012714	693-2025-00012715	693-2025-00012716
Asiakkaan näytetunniste	P1 1-1,5	P1 1,5-2	P1 2-2,5	P1 2,5-3	P2 0,5-1
Näyttematriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Vastaanottopäivä	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025
Näytteenottopäivä	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025
Näytteenottaja	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy

Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
pH	YBC03	4,7	6,0	5,8	6,0	5,6
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021						
Rikki (S) *	YB38K	mg/kg ka 950	630	280	260	28
Hajotus *	YBE33	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

Näytenumero	693-2025-00012717	693-2025-00012718	693-2025-00012719	693-2025-00012720	693-2025-00012721
Asiakkaan näytetunniste	P2 1-1,5	P2 1,5-2	P2 2-2,5	P2 2,5-3	P3 0,5-1
Näyttematriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Vastaanottopäivä	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025
Näytteenottopäivä	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025
Näytteenottaja	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy

Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
pH	YBC03	6,0	5,9	5,2	5,3	5,7
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021						
Rikki (S) *	YB38K	mg/kg ka 29	62	110	370	36
Hajotus *	YBE33	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

Näytenumero	693-2025-00012722	693-2025-00012723	693-2025-00012724	693-2025-00012725	693-2025-00012726
Asiakkaan näytetunniste	P3 1-1,5	P3 1,5-2	P3 2-2,5	P3 2,5-3	P4 0,5-1
Näytematriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Vastaanottopäivä	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025
Näytteenottopäivä	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025
Näytteenottaja	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset					
pH	YBC03	5,9	6,6	6,0	5,8
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021					
Rikki (S) *	YB38K mg/kg ka	23	26	53	140
Hajotus *	YBE33	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

Näytenumero	693-2025-00012727	693-2025-00012728	693-2025-00012729	693-2025-00012730	693-2025-00012731
Asiakkaan näytetunniste	P4 1-1,5	P4 1,5-2	P4 2-2,5	P4 2,5-3	P5 0,5-1
Näytematriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Vastaanottopäivä	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025
Näytteenottopäivä	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025
Näytteenottaja	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	Tulos
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset					
pH	YBC03	5,5	4,2	4,6	6,6
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021					
Rikki (S) *	YB38K mg/kg ka	26	380	260	730
Hajotus *	YBE33	Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

Näytenumero	693-2025-00012732	693-2025-00012733	693-2025-00012734	693-2025-00012735
Asiakkaan näytetunniste	P5 1-1,5	P5 1,5-2	P5 2-2,5	P5 2,5-3
Näytematriisi	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä
Vastaanottopäivä	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025	13.03.2025
Näytteenottopäivä	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025	12.03.2025
Näytteenottaja	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy	Asiakas/ IISA, Ramboll Finland Oy
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset				
pH	YBC03	5,6	4,9	5,2
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021				
Rikki (S) *	YB38K mg/kg ka	120	240	200
Hajotus *	YBE33	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

LISÄTIEDOT

EOL-tilaus (006-13663-57236)

YHTEYSHENKIÖ

Ville Kaikkonen ASM 4-H94 Waste Testing Oulu

Ville.Kaikkonen@etn.eurofins.com

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Tutkimustodistuksen jakelu: iina.saukko@ramboll.fi;nina.kasurinen@ramboll.fi;Sanna.Vienonen@ramboll.fi

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määritysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC03	pH	± 0.2 pH yks.		Ei	ISO 10390:2005	YB
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021						
YB38K	Rikki (S), 7704-34-9	<160:±16mg/kgka >160:±10%	20 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 54321:2021	YB
YBE33	Hajotus			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
----	----------------------	--------------------------------------

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. Mikrobiologisille menetelmille mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettyäessä.

Projektin nimi				Projektin numero							Sivu 1/1			
Hailuodon keskustan asemakaava hulevesiselvitys ja hasuselvitys - Erä 1				1510089995-002										
Näytepiste	pvm	Syvyys [m]	Maalaji		w	H ₂ O	pH	Alihankinta ²⁾	Inkubointi pH	TPA pH	Potentiaalinen asiditeetti (mmol H ⁺ / kg, pH 6,5)	Hapontuotto-potentiaali	Muut tutkimukset ja huomiot	
			Silmämääräinen arvio ¹⁾	Määritetty ²⁾	[%]	550 °C [%]	S _{wt} [mg/kg ka]							
1	2025-03-12	1,5 - 2,0	Hk							3,5	31	suuri	Hk/siHk ruosteen väriä, mustaa seassa, rikin haju	
4	2025-03-12	2,5 - 3,0	Hk							3,4	32	suuri	Hk/siHk ruosteen väriä, mustaa, voimakas rikin haju	
¹⁾ Silmämääräisessä maalajimäärityksessä on käytetty GEO-luokitusta. ²⁾ Rakeisuuden perusteella tehdyn maalajimäärityksen yhteydessä on esitetty sekä ISO- että GEO-luokituksen mukaiset tulokset (GEO-luokitus suluisissa). ³⁾ Kokonaisrikkipitoisuus tilattu alihankintana. Tutkimustodistus liitteenä.				Pia Laaja Pyy Potila Pia Laaja, Pyy Potila 1.4.2024										
				TutkijaTark.Pvm										
Lisätietoja:														

Testit on suoritettu seuraavien standardien tai ohjeiden mukaisesti:	
Vesipitoisuuden määrittäminen	SFS-EN ISO 17892-1:2014
Hekikutushäviön määrittäminen	SFS 3008
Pesu- ja kuivaseulonta	SFS-EN ISO 17892-4:2016
Areometrikoe	SFS-EN ISO 17892-4:2016
Maalajimääritys (ISO-luokitus)	EN ISO 14688-1
Maalajimääritys (GEO-luokitus)	Korhonen, K-H., Gardemeister, R. & Tamminen, M. 1974. Geotekninen maalajiluokitus. VTT.
TPA-määritys	ISO 14388-3:2014
pH-määritys	ISO 10390:2021

Liite 4

Valokuvia näytteenotosta



Kuva 1. Näyte "P1 1,5-2", jossa todettiin potentiaalisesti hapanta sulfaattimaata kokonaisrikki- ja hapontuottopotentiaalin perusteella.



Kuva 2. Näyte "P2 2,5-3", jossa voi olla hapontuottopotentiaalia aistinvaraisten havaintojen sekä pH-tulosten perusteella.



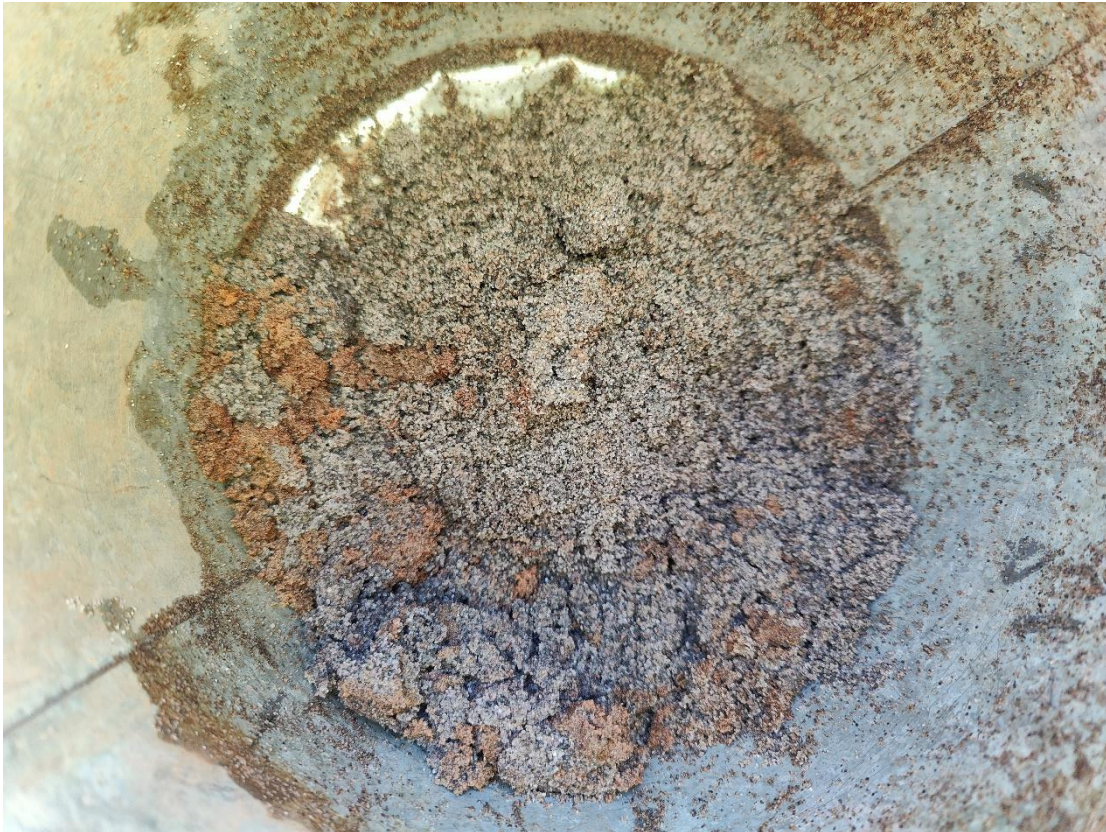
Kuva 3. Pisteessä P3 ei tutkimusten perusteella todettu potentiaalisesti happamia sulfaattimaita. Kuvassa näyte "P3 2-2,5".



Kuva 4. Näyte "P4 1,5-2", jossa voi olla hapontuottopotentialia aistinvaraisten havaintojen sekä pH-tulosten perusteella.



Kuva 5. Näyte "P4 2,5-3", jossa todettiin potentiaalisesti hapanta sulfaattimaata kokonaisrikki- ja hapontuottopotentialin perusteella.



Kuva 6. Näyte "P5 2-2,5", jossa voi olla hapontuottopotentialia aistinvaraisten havaintojen sekä pH-tulosten perusteella.