



Harjunpäänjoen alaosan kääntöuoman sulfidisedimenttitutkimus

Anton Boman



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

PL/PB/P.O. Box 96
FI-02151 Espoo, Finland

PL/PB/P.O. Box 1237
FI-70211 Kuopio, Finland

PL/PB/P.O. Box 97
FI-67101 Kokkola, Finland

PL/PB/P.O. Box 77
FI-96101 Rovaniemi, Finland

Puh. 029 503 0000 • Tel. +358 29 503 0000 • www.gtk.fi • Y-tunnus / FO-nummer / Business ID: 0244680-7

02.12.2015

02.12.2015 / M109L2015



Tekijät Anton Boman		Raportin laji Tilaustyö	
		Toimeksiantaja Porin kaupunki	
Raportin nimi Harjunpäänjoen alaosan kääntöuoman sulfidisedimenttitutkimus			
Tiivistelmä Tässä raportissa esitetään Harjunpäänjoen alaosan kääntöuoman sulfidisedimenttitutkimus ja happamien sulfaattimaiden esiintyminen Suuniemen alueella Porissa. Tutkimuspisteet kohdistettiin ennakkoon tilaajan toimittaman näytteenottosuunnitelman mukaisille kohteille. Tulkinta sulfidisedimenttien ja happamien sulfaattimaiden esiintymisestä alueella perustuu tutkimuspisteillä tehtyihin maaperäkairauksiin (3 kpl), joilla tunnistettiin maaperän maalajit, sekä näytteisiin mineraalimaasta (90 kpl), joista mitattiin maasto-pH ja inkuboitu-pH ja analysoitiin rikkipitoisuus (10 kpl). Kairaukset ja näytteenotto ulotettiin 600 cm syvyyteen maanpinnasta ja näytteet otettiin (jatkuvana sarjana) 20 cm osina. Tutkimuspisteillä esiintyi yläosassa hienorakeista (hiesu, hieno hietä) ja hyvin sekoittunutta multamaata (luultavasti tulvakerros). Tämän alla esiintyi lähinnä hienorakeisia maalajeja kuten hienoa hietää, hiesua ja savea. Aistinvaraisesti tunnistettavia tyypillisiä tummia tai mustia sulfidikerroksia tavattiin jokaisella pisteellä. Kuitenkin, inkubaatio-pH:n tuloksien perusteella voidaan todeta että happamoituvia sulfidikerroksia esiintyy vain kahdella tutkimuspisteellä (AKBO-2015-5000 ja AKBO-2015-5001) ja että nämä pisteet luokitellaan happamiksi sulfaattimaaksi. Yhdessä tutkimuspisteessä (AKBO-2015-5002) esiintyy sulfidimateriaalia mutta tämä materiaali ei happamoidu merkittävästi inkubaatiossa ja siksi pistettä ei luokitella happamaksi sulfaattimaaksi.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Pori, happamat sulfaattimaat, Harjunpäänjoen kääntöuoma, sulfidisedimentti, maaperäkairaus, maalajit, pH-inkubaatio			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Pori, Suuniemi			
Karttalehdet			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus	
Kokonaissivumäärä	Kieli Suomi	Hinta	Julkisuus Ei julkinen
Yksikkö ja vastuualue Länsi-Suomen yksikkö / 5040100322		Hanketunnus 50401-101372	
Allekirjoitus/nimen selvennys  Anton Boman		Allekirjoitus/nimen selvennys	



GTK

**SISÄLLYSLUETTELO**

1	TUTKIMUKSEN TAUSTA	1
1.1	Merkittävän happamoitumisen aiheuttavat sulfidimateriaalit	1
2	TUTKIMUSALUE	1
3	TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	2
3.1	GTK:n aineisto	2
3.2	Maaperäkairaukset ja maastohavainnot	3
3.3	Maasto-pH ja pH-inkubaatio	4
3.4	Rikkipitoisuus ja alkuaineanalyysit	4
4	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	4
4.1	Maalajit, kerrosjärjestys, pH-mittaustulokset ja rikkipitoisuudet	4
4.1.1	AKBO-2015-5000 (Hapan sulfaattimaa)	4
4.1.2	AKBO-2015-5001 (Hapan sulfaattimaa)	6
4.1.3	AKBO-2015-5002 (Ei hapan sulfaattimaa)	8

02.12.2015

1 TUTKIMUKSEN TAUSTA

Porin kaupunki tilasi 25.6.2015 päivätyllä tilauksella GTK:lta Harjupäänjoen alaosan kääntöuoman sulfidisedimenttitutkimuksen. Sulfidipitoisten maakerrosten tiedetään aiheuttavan maaperän ja vesistöjen happamoitumisriskin, mikäli pohjavedenpinnan alapuoliset hapettumattomat sulfidirikkipitoiset maakerrokset altistuvat hapettumiselle. Tutkimusmenetelminä työssä käytettiin maaperäkairauksia (3 kpl) joilla kuvattiin maaperän maalajit ja kerrosjärjestys sekä otettiin näytteitä (90 kpl), joista mitattiin maasto-pH ja inkuboitu-pH laboratoriossa sekä kymmenestä näytteestä analysoitiin myös rikkipitoisuus ICP-OES-tekniikalla (kunigasvesi).

1.1 Merkittävän happamoitumisen aiheuttavat sulfidimateriaalit

Sulfidimateriaali on sedimentti tai maaperän kerros jonka sulfidirikkipitoisuus $\geq 0,01\%$, tai mikäli sulfidipitoisuutta ei ole analysoitu: (1) jonka kokonaisrikkipitoisuus $\geq 0,01\%$ tai (2) missä pH laskee inkubaatiossa¹ $< 4,0$. Sulfidikerrostumat ovat tyypillisesti liejupitoisia ja koostuvat lähinnä hienorakeisista maala-jeista (savi, hiesu ja hieno hietä). Paikoin myös karkeat maalajit (hietä ja hiekka) voivat muodostaa sulfidikerrostumia. Tyypillisesti hienorakeinen sulfidikerrostuma on väriltään musta tai tumman harmaa ja haisee selvästi rikiltä. Jos sulfidimateriaalit pääsevät hapettumaan, esimerkiksi ruoppaus- ja kuivatustilanteissa, syntyy maaperässä rikkihappoa rautasulfidien hapettumisen seurauksena. Mikäli sedimentin tai maaperän puskuri-kyky ei riitä neutraloimaan muodostunutta happamuutta, ympäristö voi happamoitua merkittävästi. Sulfidimateriaali jonka hapettuminen johtaa maaperän merkittävään happamoitumiseen (inkubaatio-pH $< 4,0$) kutsutaan *hypersulfidimateriaaliksi* (tässä raportissa käytetään kuitenkin termiä ”happamoituva sulfidimateriaali”) ja vastakohtaisesti sulfidimateriaali jonka hapettuminen ei aiheuta maaperän happamoitumista (inkubaatio-pH $\geq 4,0$) kutsutaan *hyposulfidimateriaaliksi* (tässä raportissa käytetään kuitenkin termiä ”ei happamoituva sulfidimateriaali”).

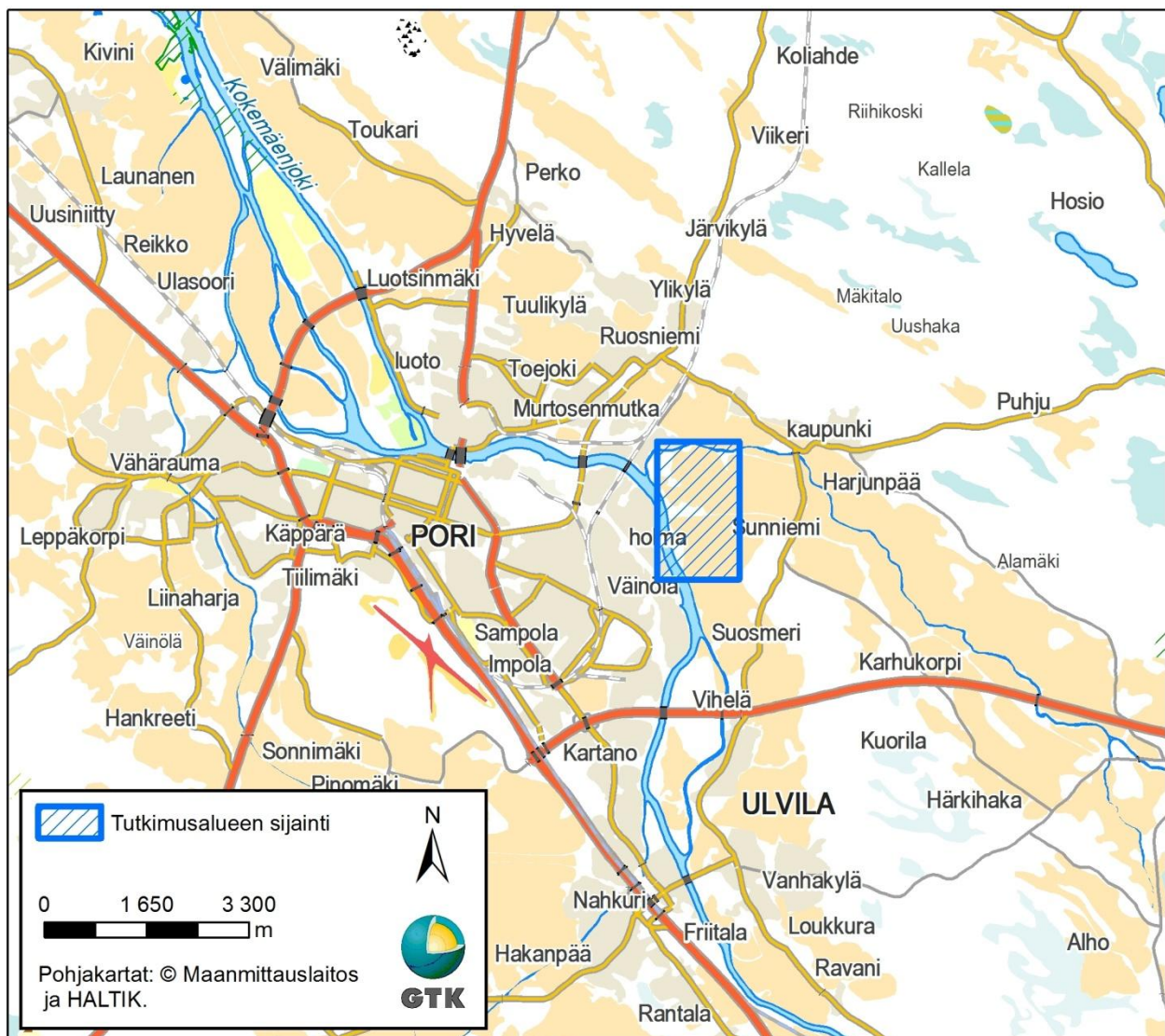
2 TUTKIMUSALUE

Tutkimusalue sijaitsee noin 3 m korkeudella merenpinnan tasosta Suunniemen alueella Porissa (Kuva 1). Alue sijaitsee jääkauden jälkeisten Itämeren järvi- ja merivaiheiden korkeimman rantatason alapuolella, ja alueella todennäköisesti esiintyy näihin liittyviä sulfidisedimenttejä. Maaperän yleiskartan (1:20 000 / 1:50 000) mukaan alueen maaperä muodostuu pääasiassa liejuisesta hiesusta, karkeasta hiedasta ja hienosta hiedasta.

¹ Inkubaatiossa annetaan maaperänäytteiden hapettua huoneilmassa 9 – 19 viikon ajan välillä kostuttaen deionisoidulla vedellä. pH-arvo mitataan alkutilanteessa ja hapetusjakson jälkeen. Inkubaation kesto on joko: **i)** Kunnes pH-arvo on < 4 ja pudotusta on tapahtunut vähintään 0,5 yksikköä maastossa mitattuun pH-arvoon verrattaessa *ja/tai* **ii)** Kunnes pH-arvo (< 4) stabiloituu vähintään yhdeksän viikon ja korkeintaan 19 viikon jälkeen.

**GTK**

02.12.2015



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti.

3 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

3.1 GTK:n aineisto

Tässä tutkimuksessa kerätyn aineiston lisäksi hyödynnettiin tutkimuksen suunnittelussa ja happamien sulfaattimaiden esiintymisen tulkinnessa seuraavia aineistoja:

- Maanmittauslaitoksen pohjakartat.
- GTK:n maaperäkartat (1:20 000 / 1:50 000)

02.12.2015



Kuva 2. Tutkimuspisteiden sijainti tutkimusalueella.

3.2 Maaperäkairaukset ja maastohavainnot

Maaperäkairaukset (3 kpl) tehtiin tilaajan esittämällä kohteilla (Kuva 2). Kairaukset tehtiin moottoritäykäiraan kiinnitettävällä maaperänäytteenottimella, jolla saatiin 100 cm mittaiset jatkuvat näytesarjat. Näytteet otettiin 20 cm osissa. Kairaukset lopetettiin 600 cm syvyydellä maanpinnasta. Kairauspisteillä

02.12.2015

tehtiin jatkuva litostratigrafinen havainnointi (maalajimääritys, rakenteet, rajapinnat, väri ym.) ja aistihavaintoihin perustuva tulkinta sulfidin esiintymisestä. Tutkimuspisteiltä otettiin yhteensä 90 näytettä, joista kaikista mitattiin maasto-pH ja inkuboitu-pH laboratoriossa sekä kymmenestä analysoitiin rikkipitoisuus ICP-OES-tekniikalla (kuningasvesi). Maalajit nimettiin RT-luokituksen mukaisesti (Liite1). Kairauspisteet on nimetty tunnuksella AKBO-2015-5000, AKBO-2015-5001, AKBO-2015-5002, ja kultakin pisteeltä otetut näytteet tunnuksella GK_AKBO-2015-x.x (esim. GK_AKBO-2015-5000.1). Tutkimus-/kairauspisteiden koordinaatit (kaista ETRS-GK22) ja korkeustaso (geoidimalli N2000) määriteltiin Trimble TSC3 tarkkuus-GPS:llä.

3.3 Maasto-pH ja pH-inkubaatio

Maasto-pH mitattiin suoraan maaperänäytteiden (90 kpl) pinnalta maastossa. pH-inkubaatiossa annettiin maaperänäytteiden hapettua huoneilmassa 10 viikon ajan ja näytteet pidettiin kosteana lisäämällä tarvittaessa deionisoitua vettä. pH-arvo mitattiin alkutilanteessa (maastossa) ja hapetusjakson jälkeen. Mikäli pH inkubaation jälkeen oli alle 4,0 ja pudotusta oli tapahtunut vähintään 0,5 yksikköä lähtötilanteeseen nähden, voidaan inkubaation perusteella todeta näytteessä olevan sulfidia.

3.4 Rikkipitoisuus

Mineraalinäytteistä (10 kpl) analysoitiin rikkipitoisuus ICP-OES-tekniikalla (kuningasvesiliuotos). Näytteet esikäsiteltiin kuivamalla ja jauhamalla. Kaikki analyysit tehtiin Labtium Oy:ssä.

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Maalajit, kerrosjärjestys, pH-mittaustulokset ja rikkipitoisuudet

Kairauksista tehdyt maalaji- ja kerrosjärjestyshavaintotiedot, pH-mittaustulokset sekä rikkipitoisuudet on esitetty pistekohtaisesti taulukkomuodossa liitteessä 1 ja kuvissa 4, 5 ja 7, sekä sanallisesti alla.

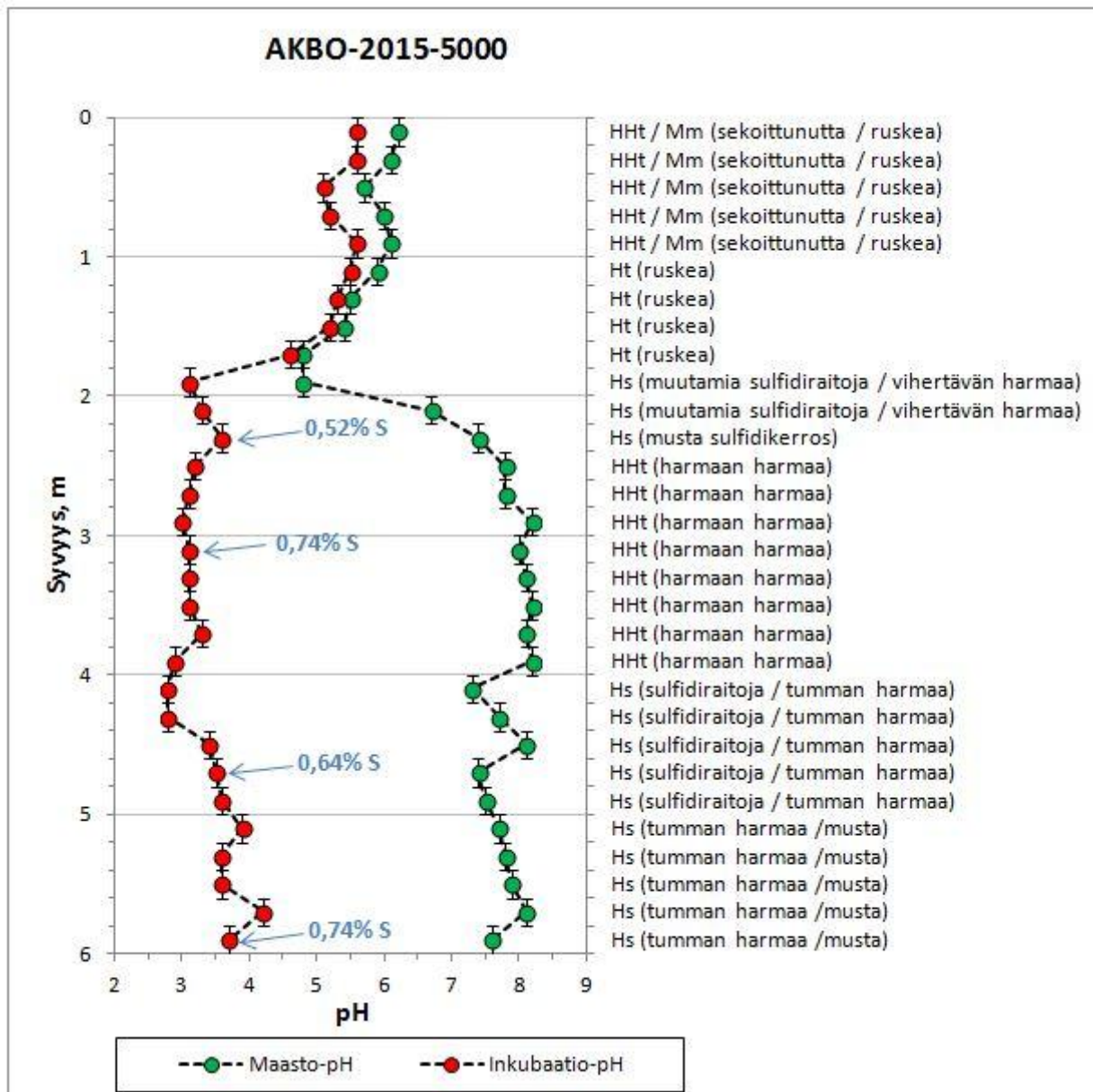
4.1.1 AKBO-2015-5000 (Hapan sulfaattimaa)

Kairauspisteen koordinaatit ovat 6819455.0024 (pohjois) ja 22492953.4986 (itä) ETRS-GK22 kaistaa käyttäen ja piste sijaitsee +2,42 N2000 korkeustasolla. Kairaus lopetettiin 600 cm syvyydellä maanpinnasta. Kairauspisteellä esiintyy pinnalla noin 100 cm paksuinen, hyvin sekoittunut (luultavasti tulvakerros) ja väriltään ruskea hieno hietainen multamaakerros. Rakeisuus karkenee noin 100 cm syvyydellä ja muuttuu hiedaksi. Hietakerroksen paksuus on 80 cm ja seassa on hieman hienorakeisia maalajeja ja rautasaostumia esiintyy siellä täällä. Maasto-pH:n ja aistinhavaintojen (väri ym.) perusteella hapettumissyvyys arvioitiin olevan noin 180 cm syvyydellä. Syvyysvälillä 180–240 cm esiintyy vihertävän harmaata hiesua (lähellä hienoa hiedan rajaa) jossa on muutamia sulfidiraitoja ja ihan musta sulfidikerros (välillä n. 215–240 cm). Hiesun alapuolella esiintyy tasaisen harmaata hienoa hietaa (välillä 240–400 cm) jossa ei havaittu sulfidiraitoja. Hiesun ja hienohiedan välillä oli muutama cm paksuinen hietakerros. Hieno hiedan alapuolella rakeisuus hienonee ja muuttuu hiesuksi (välillä 400–600 cm). Hiesukerroksessa esiintyy sulfidiraitoja välillä 400–500 cm ja hiesun väri muuttuu tumman harmaasta (välillä 400–500 cm) mustaksi (välillä 500–600 cm) pohjaa kohden. Hiesun seassa oli muutamia simpukankuoria välillä 450–600 cm (Kuva 3).

02.12.2015



Kuva 3. Tumman harmaa sulfidihiesu, jonka seassa on muutamia simpukankuoria (n. 4,5 m syvyydellä maanpinnasta) pisteellä AKBO-2015-5000.



Kuva 4. Maasto-pH, inkubaatio-pH, rikkipitoisuus ja maalajihavaintoja.

**GTK**

02.12.2015

Hapettuneessa kerroksessa (<180 cm) pH-arvot vaihtelivat välillä 4,8–6,2 ja pelkistyneessä kerroksessa (180–600 cm) välillä 4,8–8,2 (Kuva 4). Hapettuneessa kerroksessa ei tapahtunut suuria muutoksia pH-arvoissa inkubaation jälkeen. Sen sijaan pelkistyneessä kerroksessa kaikkien näytteiden pH-arvot laskivat huomattavasti, ja yhtä luukuunottamotta (välillä 560–580 cm), päättyivät alle neljään (Kuva 4, Liite 1).

Rikkipitoisuus oli koholla analysoiduissa näytteissä (4 kpl) ja vaihteli välillä 0,52–0,74% (Kuva 4).

Inkubaatio-pH tuloksien perusteella pisteellä esiintyy happamoituvaa sulfidimateriaalia välillä 180–600 cm (Kuva 4, Liite 1) ja piste luokitellaan siksi happamaksi sulfaattimaaksi.

4.1.2 AKBO–2015–5001 (Hapan sulfaattimaa)

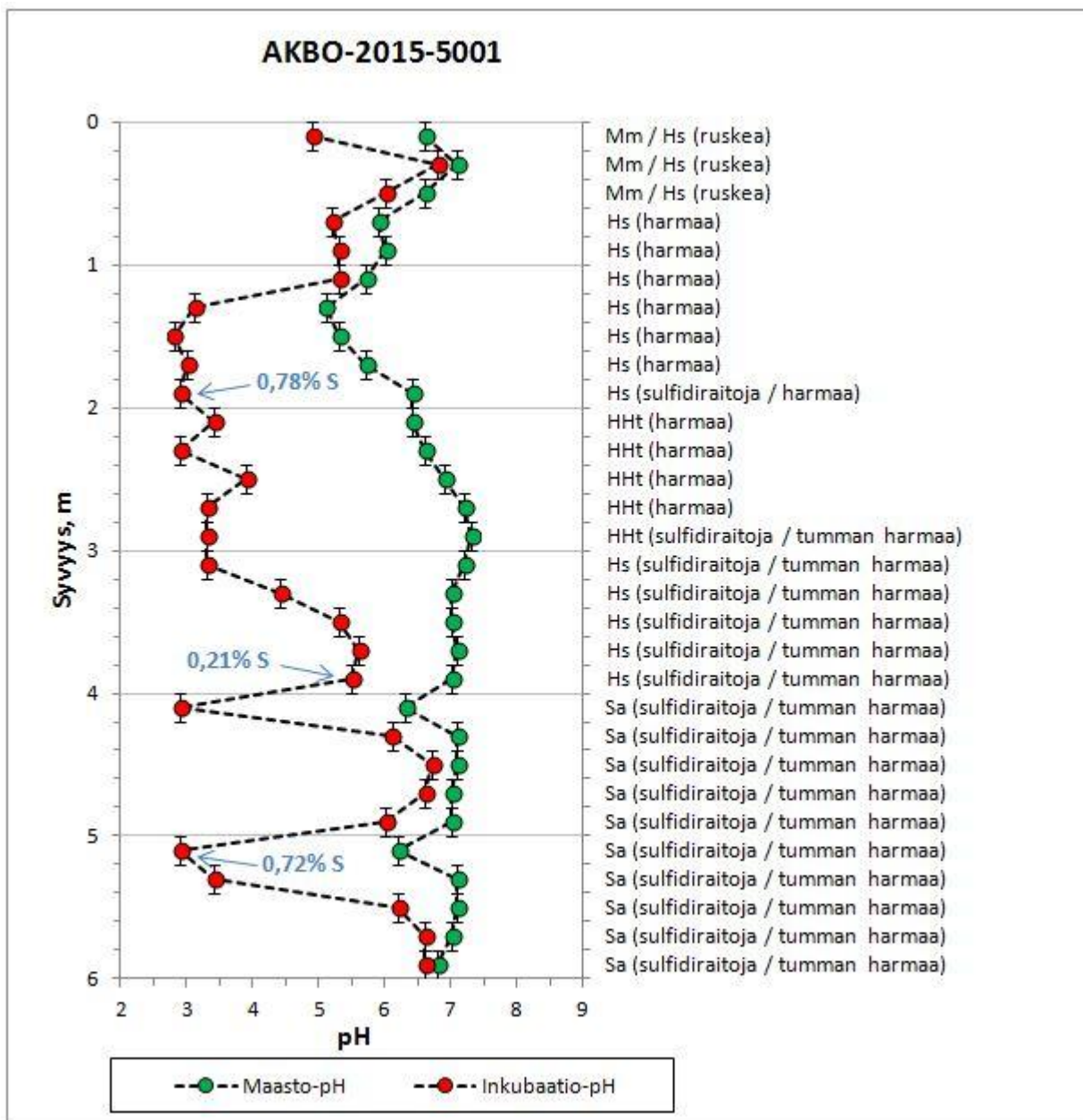
Kairauspisteen koordinaatit ovat 6819882.9982 (pohjois) ja 22493524.5522 (itä) ETRS-GK22 kaistaa käyttäen ja piste sijaitsee +2,94 N2000 korkeustasolla. Kairaus lopetettiin 600 cm syvyydellä maanpinnasta. Kairauspisteessä esiintyy pinnalla noin 60 cm paksuinen, hyvin sekoittunut ja väriltään ruskea (luultavasti tulvakerros) hiesuisen multamaakerros. Tämän alapuolella esiintyy 140 cm paksu harmaa hiesukerros. Välillä 180–200 cm esiintyy muutamia sulfidiraitoja ja näyte haisee rikiltä. Hapettumissyvyys arvioitiin olevan noin 120 cm syvyydellä. Syvyysvälillä 200–300 cm rakeisuus karkenee hieman ja hiesu muuttuu hienoksi hiedaksi. Sulfidiraitoja alkaa esiintyä n. 280 cm syvyydellä ja esiintyminen jatkuu läpi koko profiilin (280–600 cm). Samalla väri muuttuu tumman harmaaksi ja rakeisuus hienonee. Syvyysvälillä 300–400 cm esiintyy hiesua ja välillä 400–600 cm esiintyy savea. Hiesussa esiintyy välillä 320–330 cm musta sulfidikerros. Saven seassa on muutamia karkeampia rakeita ja välillä 520–570 cm raidallisuus on tiheämpi.

Hapettuneessa kerroksessa (<120 cm) pH-arvot vaihtelivat välillä 4,9–6,8 ja pelkistyneessä kerroksessa (120–600 cm) välillä 5,1–7,3 (Kuva 5, Liite 1). Hapettuneessa kerroksessa ei tapahtunut suuria muutoksia pH-arvoissa inkubaation jälkeen. Pelkistyneessä kerroksessa, pH-arvot laskivat huomattavasti syvyysvälillä 120–320 cm (pH 2,8–3,9), välillä 400–420 cm (pH 2,9) ja välillä 500–540 cm (pH 2,9 ja 3,4) (Kuva 5, Liite 1). Sen sijaan pH-lasku oli kohtuullinen välillä 320–400 cm (pH 4,4–5,6), välillä 420–500 cm (pH 6,0–6,7) ja välillä 540–600 cm (pH 6,2–6,6) (Kuva 5, Liite 1).

Rikkipitoisuus analysoitiin kolmessa näytteestä ja ne vaihtelivat välillä 0,21–0,78% (Kuva 5, Liite 1). Rikkipitoisuus oli koholla (0,78% S ja 0,72% S) kun inkubaatio-pH oli alhainen (pH 2,9) ja oli kohtuullisen alhainen (0,21% S) kun inkubaatio-pH oli suhteellinen korkea (pH 5,5) (Kuva 5, Liite 1).

Inkubaatio-pH tuloksien perusteella pisteellä esiintyy happamoituvia sulfidimateriaaleja välillä 120–320 cm, välillä 400–420 cm ja välillä 500–540 cm (Kuva 5, Liite 1) ja piste luokitellaan siksi happamaksi sulfaattimaaksi.

02.12.2015



Kuva 5. Maasto-pH, inkubaatio-pH, rikkipitoisuus ja maalajihavaintoja.

02.12.2015

4.1.3 AKBO–2015–5002 (Ei hapan sulfaattimaa)

Kairauspisteen koordinaatit ovat 6820611.4389 (pohjois) ja 22493558.0629 (itä) ETRS-GK22 kaistaa käyttäen ja piste sijaitsee +3,58 N2000 korkeustasolla. Kairaus lopetettiin 600 cm syvyydellä maanpinnasta. Kairauspisteessä esiintyy pinnalla noin 60 cm paksuinen, sekoittunut ja väriltään ruskea (luultavasti tulvakerros) hieno hietainen multamaakerros. Tämän alapuolella esiintyy 140 cm paksu ruskean harmaa hiesukerros. Hiesun väri muuttuu harmaaksi n. 180 cm syvyydellä ja tämä on myös arvioitu hapettumissyvyys. Sulfidiraitoja alkaa esiintyä n. 180 cm (Kuva 6) ja ne jatkuvat n. 270 cm syvyyteen. Noin 200 cm syvyydellä rakeisuus hienonee ja hiesu muuttuu saveksi syvyysvälillä 200–400 cm. Saven väri on tumman harmaa ja raidallisuus vähenee n. 270 cm syvyydellä. Rakeisuus karkenee hieman n. 400 cm syvyydellä ja savi muuttuu hiesuksi. Samalla maaperä tulee sitkeämmäksi syvyysvälillä 400–600 cm (ei ihan



niin sitkeä välikerros 530–560 cm) ja mustia sulfidikohtia ei havaittu.

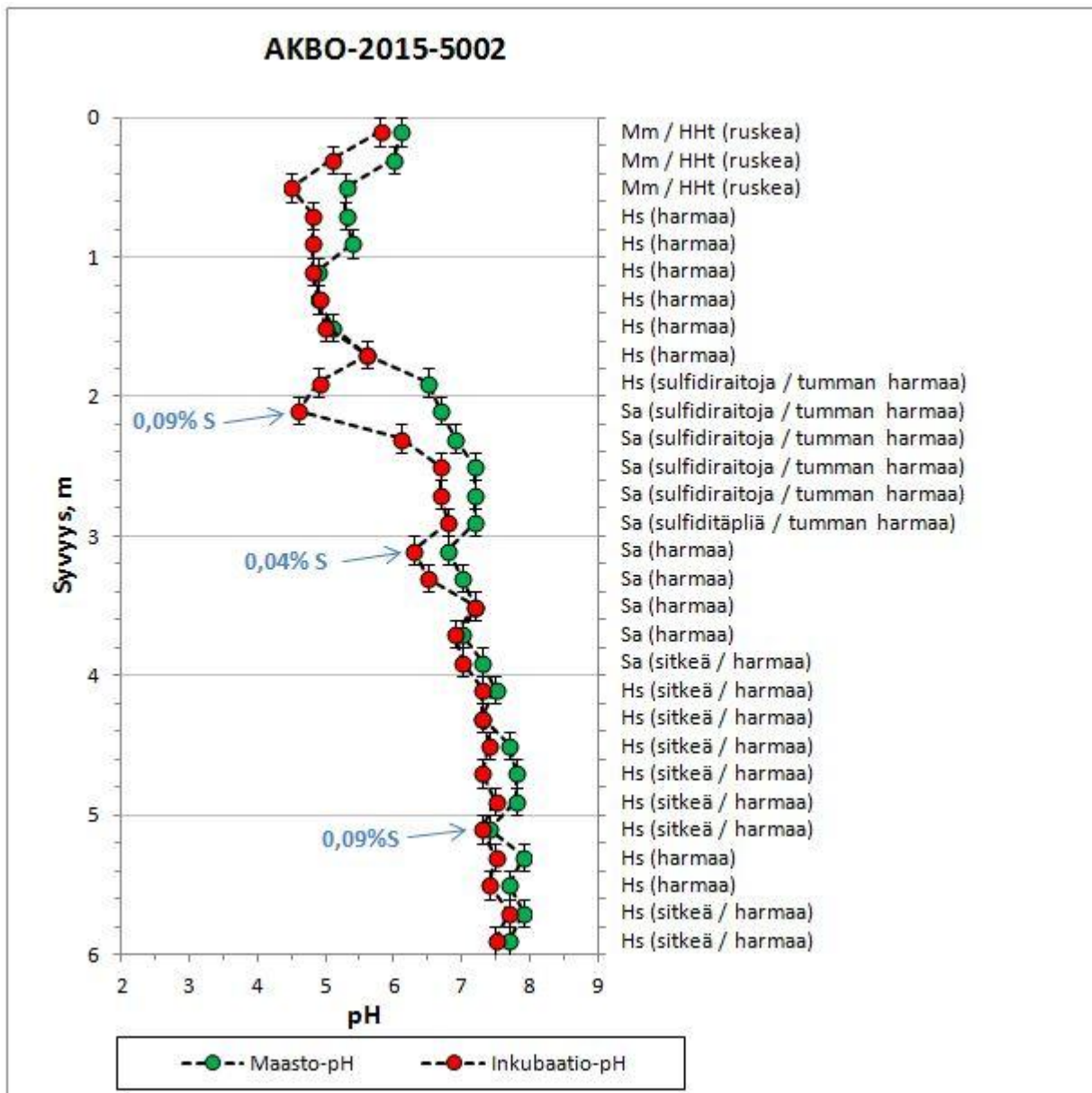
Kuva 6. AKBO-2015-5002 pisteessä otettu kuva 1–2 m syvyydeltä (pohja vasemmalle). Sulfidiraitoja alkaa esiintyä n. 180 cm syvyydellä.

Hapettuneessa kerroksessa (<180 cm) pH-arvot vaihtelivat välillä 4,9–6,1 ja pelkistyneessä kerroksessa (180–600 cm) välillä 6,5–7,9 (Kuva 7, Liite 1). Inkubaatio-pH-arvot vaihtelivat välillä 4,6–7,7 ja inkubaatiossa ei tapahtunut suuria muutoksia pH-arvoissa hapettuneessa eikä pelkistyneessä kerroksessa. Kahdessa näytteessä (syvyysväli 180–220 cm) pH-lasku inkubaatiossa oli kuitenkin hieman voimakkaampaa (>1,5 pH-yksikköä).

Rikkipitoisuus analysoitiin kolmesta näytteestä ja ne olivat kaikissa näytteissä suhteellisen alhaisia (välillä 0,04–0,09%) (Kuva 7, Liite 1).

Inkubaatio-pH tuloksien perusteella pisteellä ei esiinny happamoituvia sulfidimateriaalia ja pistettä ei luokitella happamaksi sulfaattimaaksi.

02.12.2015



Kuva 7. Maasto-pH, inkubaatio-pH, rikkiipitoisuus ja maalajihavaintoja.