



# Harjunpäänjoen alaosan kääntöuoman sulfidisedimenttitutkimus

Anton Boman



02.12.2015



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

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 inkubaatioissa 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**

<b>1 TUTKIMUKSEN TAUSTA</b>	<b>1</b>
1.1 Merkittävän happamoitumisen aiheuttavat sulfidimateriaalit	1
<b>2 TUTKIMUSALUE</b>	<b>1</b>
<b>3 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT</b>	<b>2</b>
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
<b>4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU</b>	<b>4</b>
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 inkubaatio-<sup>1</sup>  $< 4,0$ . Sulfidikerrostumat ovat tyypillisesti liejupitoisia ja koostuvat lähinnä hienorakeisista maala-jeista (savi, hiesu ja hieno hieta). Paikoin myös karkeat maalajit (hieta 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 kuivatustilan-teessa, 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”).

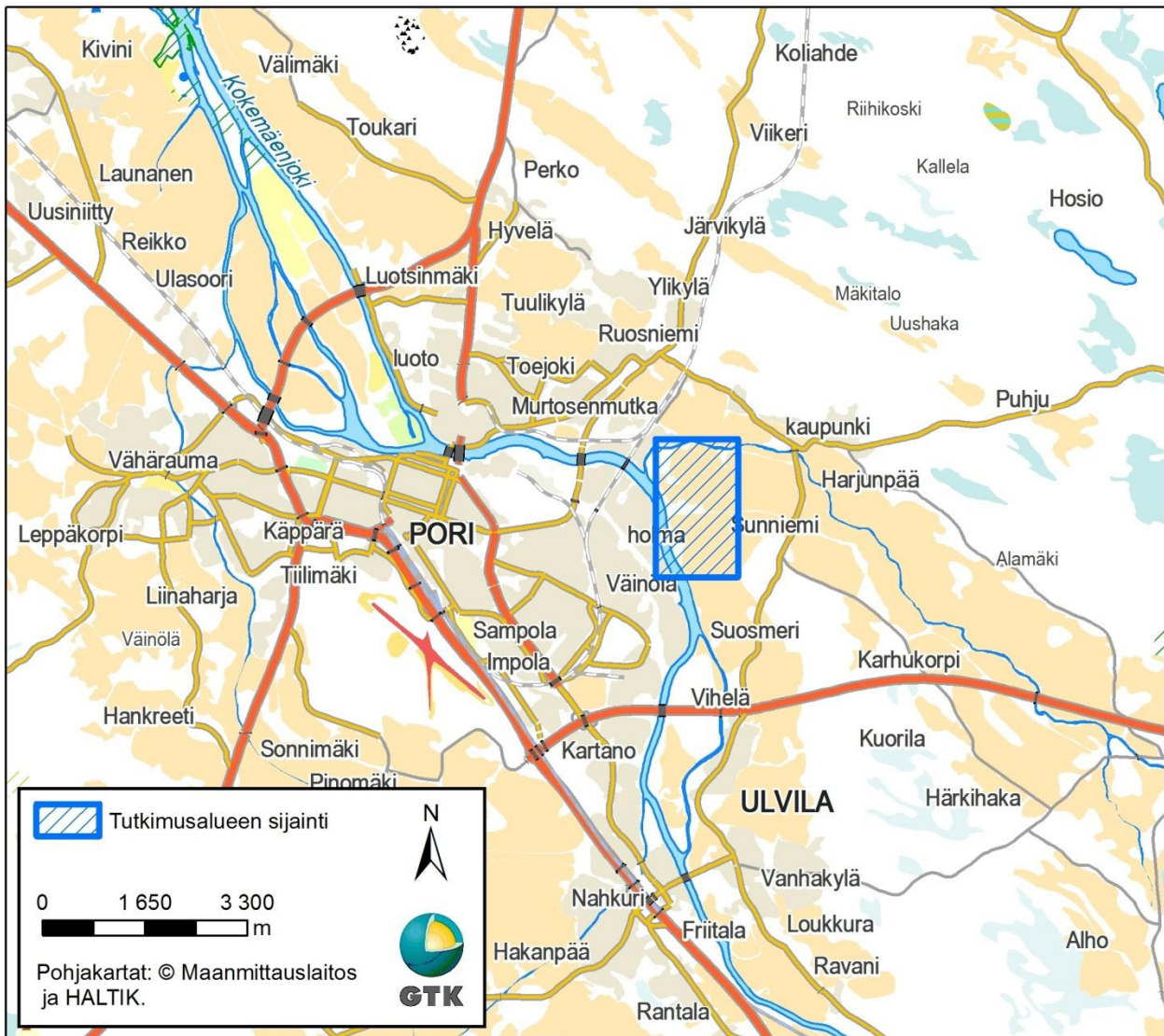
## 2 TUTKIMUSALUE

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.

---

<sup>1</sup> 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.

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 moottoritäräkairaamiseen 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 laboratorioissa 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-inkubaatioissa 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.

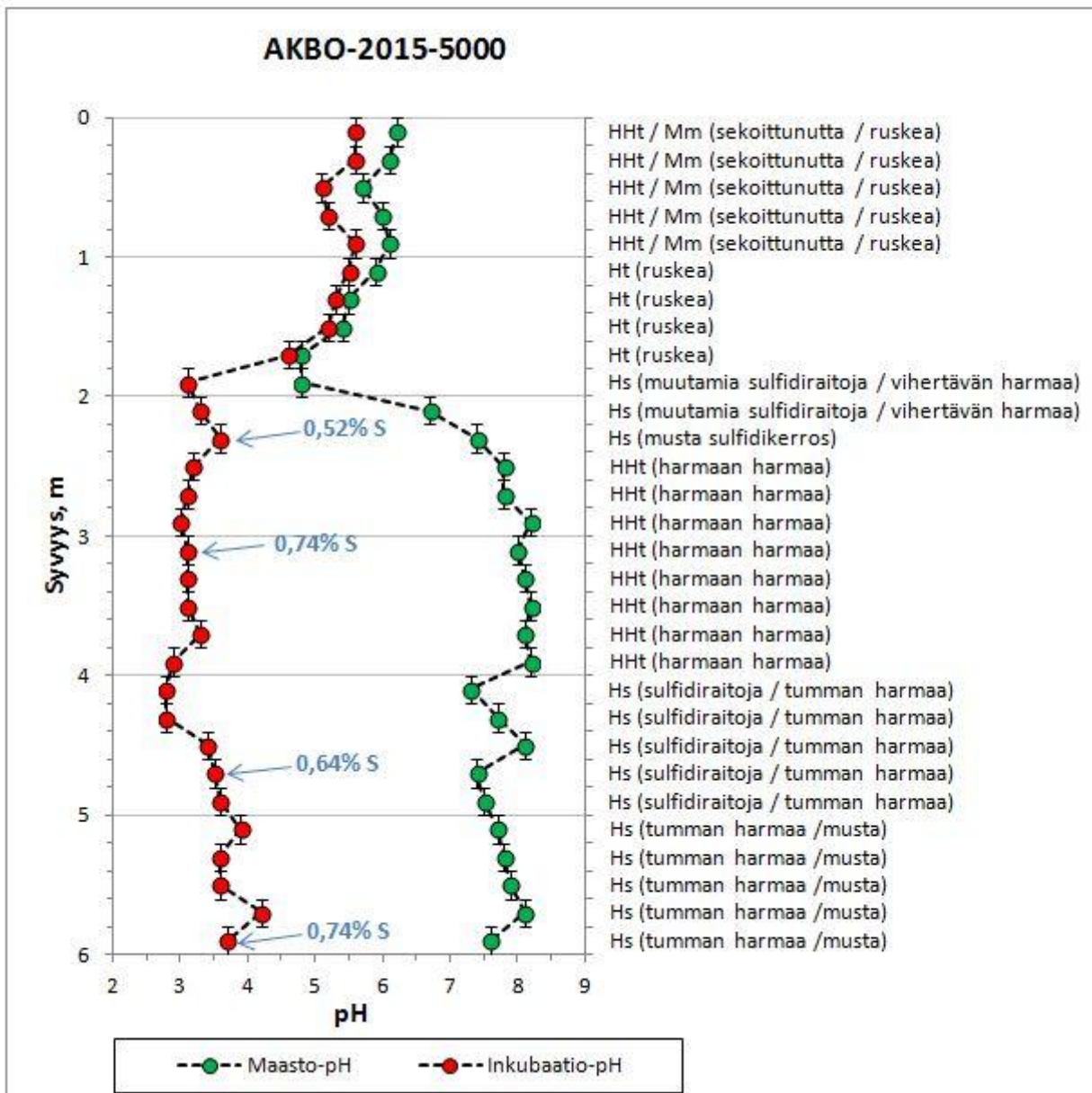
#### 4.1.1 AKBO-2015-5000 (Hapan sulfaattimaa)

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.





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)

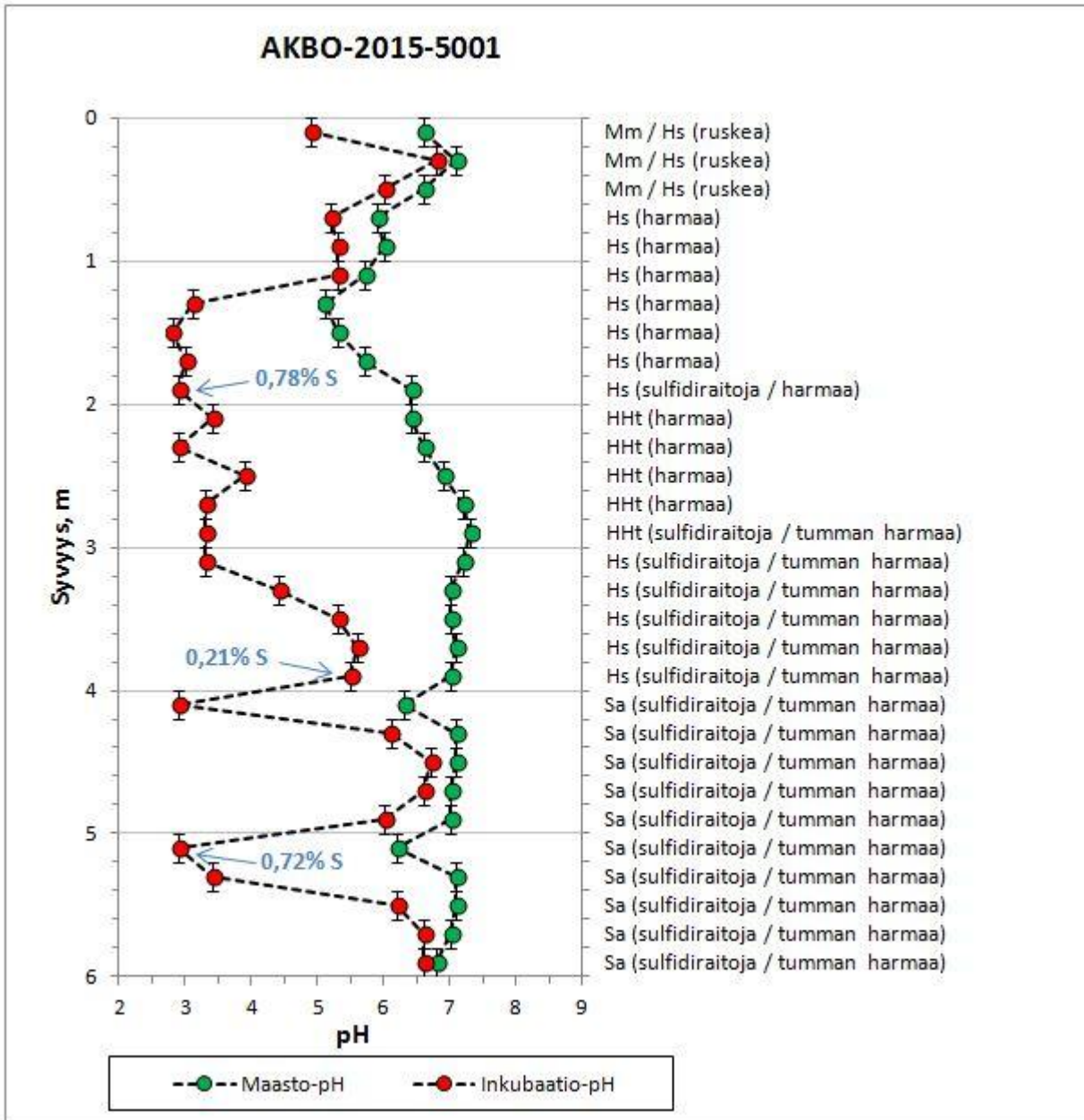
Kairauspisteen koordinaatit ovat 6819882.9982 (pohjois) ja 22493524.5522 (itä) ETRS-GK22 kaistaa käyttäen ja piste sijaitsee +2,94 N2000 korkeustasolla. Kairaus lopetettiin 600 cm syvyydellä maanpinnasta. Kairauspisteessä esiintyy pinnalla noin 60 cm paksuinen, hyvin sekoittunut ja väriltään ruskea (luultavasti 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 hapettumis-syvyys. 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.

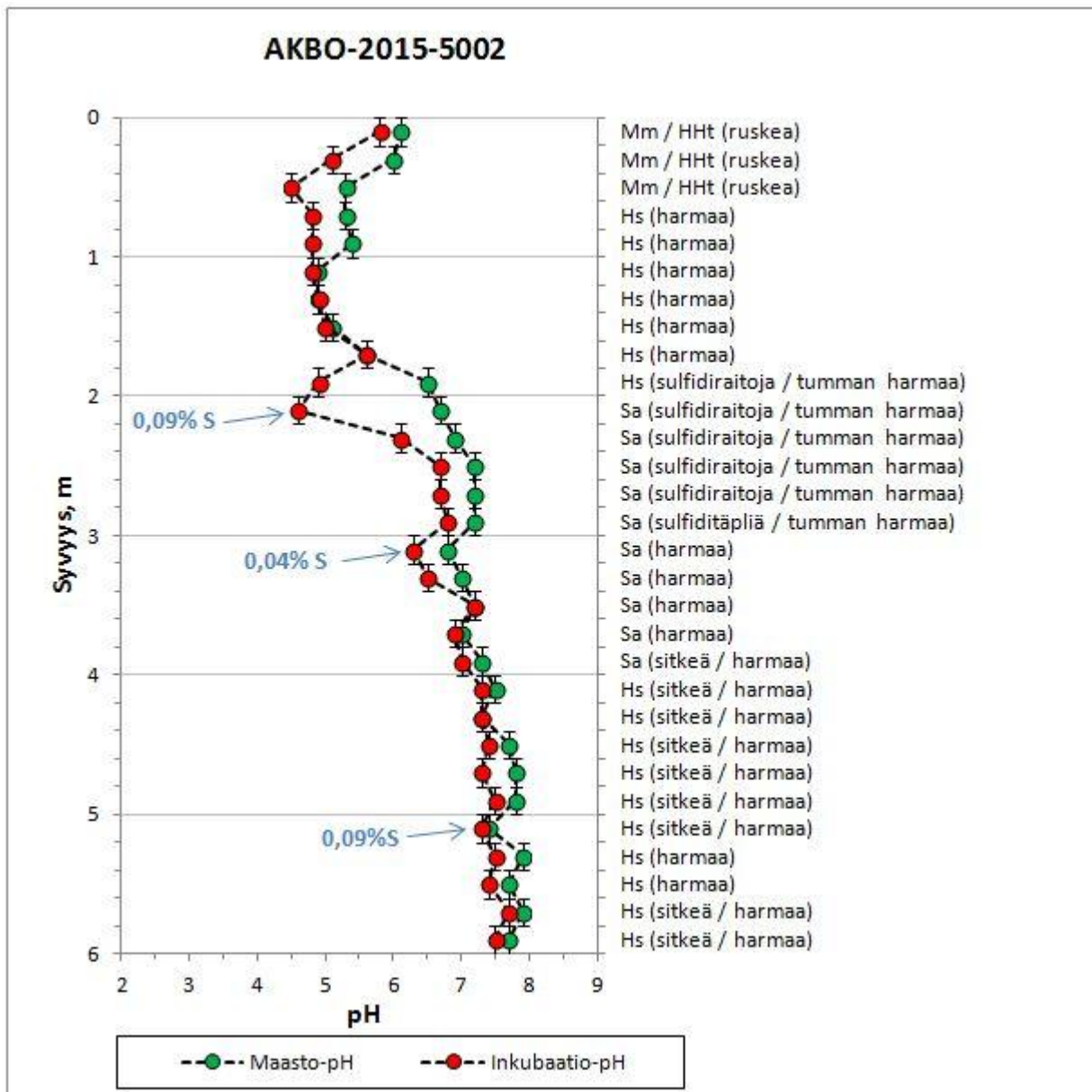
**Kuva 6.** AKBO-2015-5002 pisteessä otettu kuva 1-2 m syvyydeltä (pohja vasemmalle). Sulfidiraitoja alkaa esiintyä n. 180 cm syvyydellä.

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, rikkipitoisuus ja maalajihavaintoja.







**Liite 2**

Laboratorion näytetunnus	Tilaaajan näytetunnus	S mg/kg + 511P	Ag mg/kg + 511P	Al mg/kg + 511P	As mg/kg + 511P	B mg/kg + 511P	Ba mg/kg + 511P	Be mg/kg + 511P
L15069242	GK_AKBO-2015-5000.12	5230	<1	16900	11	13	73	0.7
L15069243	GK_AKBO-2015-5000.16	7410	<1	15100	10	13	73	0.7
L15069244	GK_AKBO-2015-5000.24	6410	<1	15900	7	14	81	0.7
L15069245	GK_AKBO-2015-5000.30	7420	<1	18500	11	19	94	0.8
L15069246	GK_AKBO-2015-5001.10	7760	<1	19100	9	12	106	0.9
L15069247	GK_AKBO-2015-5001.20	2100	<1	24500	11	12	155	1.1
L15069248	GK_AKBO-2015-5001.26	7210	<1	21800	11	12	120	1.0
L15069249	GK_AKBO-2015-5002.11	910	<1	31700	12	12	192	1.4
L15069250	GK_AKBO-2015-5002.16	415	<1	36200	15	20	250	1.8
L15069251	GK_AKBO-2015-5002.26	935	<1	17300	9	7	104	0.7

**Liite 2**

Laboratorion näytetunnus	Tilaaajan näytetunnus	Ca mg/kg + 511P	Cd mg/kg + 511P	Co mg/kg + 511P	Cr mg/kg + 511P	Cu mg/kg + 511P	Fe mg/kg + 511P	K mg/kg + 511P
L15069242	GK_AKBO-2015-5000.12	4160	<1	12.2	38	17	31000	4470
L15069243	GK_AKBO-2015-5000.16	3990	<1	10.0	35	20	26700	4470
L15069244	GK_AKBO-2015-5000.24	4300	<1	11.0	38	21	28200	4830
L15069245	GK_AKBO-2015-5000.30	4500	<1	12.1	43	23	33600	5740
L15069246	GK_AKBO-2015-5001.10	4450	<1	12.9	46	24	31200	6280
L15069247	GK_AKBO-2015-5001.20	4900	<1	14.9	55	32	38400	7690
L15069248	GK_AKBO-2015-5001.26	4630	<1	14.0	50	28	34200	7240
L15069249	GK_AKBO-2015-5002.11	5410	<1	18.3	67	43	47900	9720
L15069250	GK_AKBO-2015-5002.16	5580	<1	21.3	75	52	52700	11000
L15069251	GK_AKBO-2015-5002.26	5460	<1	13.9	43	25	32100	4940

## Liite 2

Laboratorion näytetunnus	Tilaaajan näytetunnus	La mg/kg + 511P	Li mg/kg + 511P	Mg mg/kg + 511P	Mn mg/kg + 511P	Mo mg/kg + 511P	Na mg/kg + 511P	Ni mg/kg + 511P
L15069242	GK_AKBO-2015-5000.12	33	25	7440	443	<1	1270	23
L15069243	GK_AKBO-2015-5000.16	31	22	6850	370	1.2	1430	23
L15069244	GK_AKBO-2015-5000.24	31	25	7750	425	<1	1990	24
L15069245	GK_AKBO-2015-5000.30	34	29	8960	458	1.0	2510	28
L15069246	GK_AKBO-2015-5001.10	33	29	9030	462	1.1	1160	32
L15069247	GK_AKBO-2015-5001.20	39	36	10800	471	<1	1850	35
L15069248	GK_AKBO-2015-5001.26	37	32	9470	457	1.5	1270	33
L15069249	GK_AKBO-2015-5002.11	46	46	13700	534	<1	1030	45
L15069250	GK_AKBO-2015-5002.16	55	51	14900	597	<1	1380	50
L15069251	GK_AKBO-2015-5002.26	33	29	8880	620	<1	1040	28

## Liite 2

Laboratorion näytetunnus	Tilaaajan näytetunnus	P mg/kg + 511P	Pb mg/kg + 511P	Sb mg/kg + 511P	Sc mg/kg + 511P	Sr mg/kg + 511P	Th mg/kg + 511P	Ti mg/kg + 511P
L15069242	GK_AKBO-2015-5000.12	1300	8	<20	5.7	32.0	<10	1400
L15069243	GK_AKBO-2015-5000.16	805	8	<20	5.1	27.3	<10	1360
L15069244	GK_AKBO-2015-5000.24	868	8	<20	5.5	28.4	11	1520
L15069245	GK_AKBO-2015-5000.30	901	10	<20	6.2	32.6	10	1650
L15069246	GK_AKBO-2015-5001.10	811	10	<20	6.3	25.1	10	1740
L15069247	GK_AKBO-2015-5001.20	864	13	<20	7.9	28.9	13	2060
L15069248	GK_AKBO-2015-5001.26	805	10	<20	6.9	26.1	12	1840
L15069249	GK_AKBO-2015-5002.11	783	14	<20	9.7	34.9	15	2440
L15069250	GK_AKBO-2015-5002.16	769	18	<20	11.2	38.3	19	2440
L15069251	GK_AKBO-2015-5002.26	805	9	<20	6.1	27.5	<10	2010

**Liite 2**

Laboratorion näytetunnus	Tilaaajan näytetunnus	V mg/kg + 511P	Y mg/kg + 511P	Zn mg/kg + 511P
L15069242	GK_AKBO-2015-5000.12	49	16.7	78
L15069243	GK_AKBO-2015-5000.16	44	15.9	67
L15069244	GK_AKBO-2015-5000.24	46	16.3	72
L15069245	GK_AKBO-2015-5000.30	52	17.5	79
L15069246	GK_AKBO-2015-5001.10	55	16.7	80
L15069247	GK_AKBO-2015-5001.20	67	18.5	98
L15069248	GK_AKBO-2015-5001.26	59	19.7	97
L15069249	GK_AKBO-2015-5002.11	83	21.6	123
L15069250	GK_AKBO-2015-5002.16	87	24.8	138
L15069251	GK_AKBO-2015-5002.26	47	17.6	72