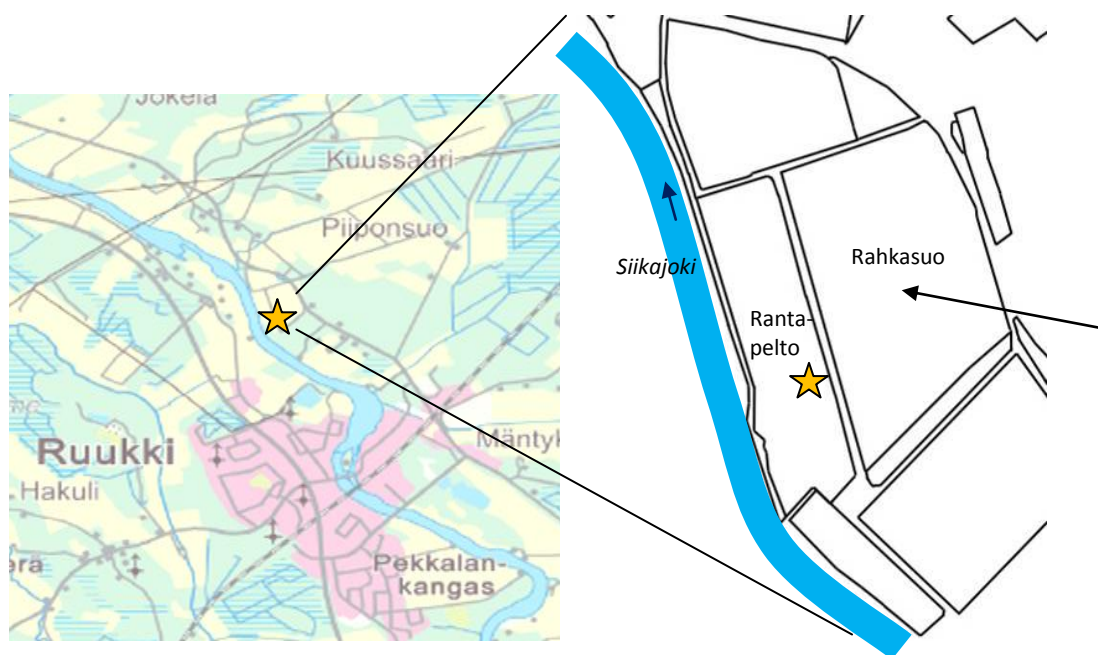


RUUKIN RANTAPELTO – SIIKAJOEN VALUMA-ALUEELLE TYYPILLISEN SULFAATTIMAAN MAAPROFIILIN KUVAUS

Markku Yli-Halla, Helsingin Yliopisto
Raija Suomela, MTT Ruukki

MTT Ruukin tutkimusasemalle (N 64° 41,2', E 25° 5,3') perustettiin syksyllä 2009 koalue, jossa testattiin vuosien 2010-2012 ajan erilaisten salaojamenetelmien vaikutusta happamaksi sulfaattimaaksi todetulta pellolta poistuvan veden laatuun ja maan viljelyllisiin ominaisuuksiin (Suomela et al. 2014). Koalue sijaitsee Siikajoen varrella Rahkasuo nimisellä peltolohkolla noin 45 m merenpinnan yläpuolella (kuva 1). Koekentän korkeusero vierellä virtaavaan Siikajokeen on noin 3 m. Rahkasuon ja Siikajoen välissä olevalle noin 50 m levyiselle Rantapelille kaivettiin 18.9.2013 kuoppa 225 cm:n syvyyteen saakka maaprofiilin (taulukko 1) tutkimiseksi. Rantapello vastanee hyvin maaperä- ja viljelyllisiltä ominaisuuksiltaan Rahkasuon koekentän säätösaloitus- ja säätökastelulohkoja, sillä peltojen ojitus- ja viljelyhistoria eroavat toisistaan vasta 2009 vuoden syksystä alkaen, kun Rahkasuon koekenttä perustettiin. Rahkasuon ja Rantapellon käsittävä yhtenäinen peltoaukea on ollut viljelyssä yli 100 vuotta ja on erittäin todennäköistä, että ensimmäinen yhtenäinen tiiliputkisaloitus peltoaukealle on tehty jo 1920 –luvun lopulla. Viimeisin yhtenäinen uusinta- ja ojitus on tehty kahdessa osassa vuosina 1975-1979 ja 1984. Peltolohkot erottava tie on rakennettu vuonna 1987. Tällä hetkellä Rantapellon ojitukset toimivat melko huonosti ja alue tullaan salaojittamaan lähiaikoina.



Kuva 1. MTT Ruukin peltolohkojen Rahkasuon ja Rantapellon sekä maaprofiilipisteen (★) sijainti

Rantapellon maaperän ominaisuudet maakerroksessa 0-94 cm

Muokkauskerros (Ap-horisontti) oli kuopan kohdalla hyvin paksu, ja sen arveltiin johtuvan pellon pinnan muotoilusta (kuva 2, taulukko 1). Muokkauskerroksen alapuolella oli hyvin vaalea paksu kerros, E-horisontti, jossa ei ollut rautasaostumia. Tämä horisontti oli ilmeisesti viljelytoimien tiivistämä. Sen alla olevassa kerroksessa, Bg-horisontissa oli paljon ruostesaostumien reunustamia vanhoja juurikanavia, mikä osoittaa, että horisontti on (ollut) suuren osan aikaa märkä, ja kokkareiden sisäosat ovat olleet veden kyllästämiä. Juurikanavia pitkin maahan päässyt happi on johtanut märässä maassa liukoisen esiintyvän raudan hapettumiseen ja havaittujen ruostesaostumien syntymiseen. Maan pH oli välillä 3,5 – 4,0, mikä viittaa siihen, että maassa on aikaisemmin ollut tälläkin syvyydellä sulfideja. Pieni rikkipitoisuus (Suomela et al. 2014) osoittaa kuitenkin niiden hapettuneen ja huuhtoutuneen.



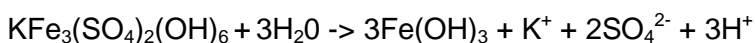
Kuva 2. Kuopan kaivuu käynnissä 18.9.2013. Muokkauskerroksen alta paljastui hyvin vaalea karkea hieta.



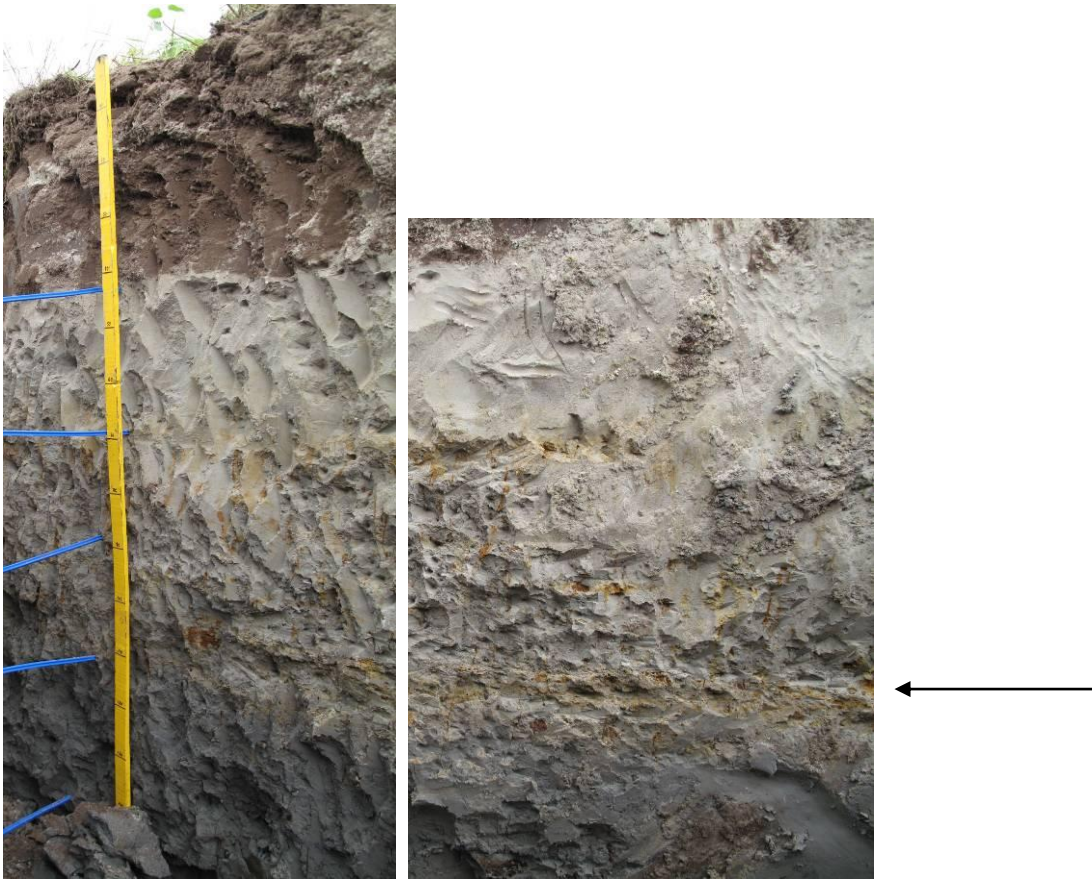
Kuva 3. Maassa 72-94 cm:n syvyydessä (vasemmalla) on suuria juurikanavien ympärille syntyneitä rautasaostumia. Tämän horisontin alla 94-118 cm:n syvyydessä (oikealla) on halkeamapinnat kokonaan peittäviä kovia rautasaostumia. Keltaisena näkyvä mineraali on sulfidien hapettumisen välituotetta, jarosiittia, josta vapautuu edelleen happamuutta. Sitä on usein myös kokkareiden vähemmän huuhtoutuneissa sisäosissa.

Maan happamin kerros 94-118 cm syvyydellä

Maan happamin horisontti oli B_{gjc} (taulukko 1). Siinä pH laski alimmillaan 3,5:een. Horisontti on ollut pitkään hapettuneena, mutta pohjavesi on ilmeisesti ollut pitkiä aikoja tämän horisontin alarajalla (kuva 4). Horisontti ei ole kuivanut yhtä intensiivisesti kuin yläpuolella oleva maa, koska kuivumisen alkuvaiheessa syntyvä suurista prismoista koostuva rakenne (kuva 5) oli vielä vallitseva; runsaampi kuivuminen johtaa uusien lohkopintojen syntyyn ja suurten prismojen hajoamiseen pienemmiksi ruosteen peittäviksi kulmikkaiksi kokkareiksi, mitä tässä horisontissa ei vielä sanottavasti havaittu. Paksut, kovat ruostekerrokset lohkopinnoilla kertovat siitä, että maa on ollut tältä syvyydeltä pitkään hapettuneena (kuva 6). Niin kuin on tavallista, keltaista jarosiittia esiintyi hapettuneen sulfaattimaan happamimmassa kerroksessa. Kun huuhtoutuminen etenee, jarosiitista vapautuu happamuutta, ja se muuttuu rautahydroksidiksi seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



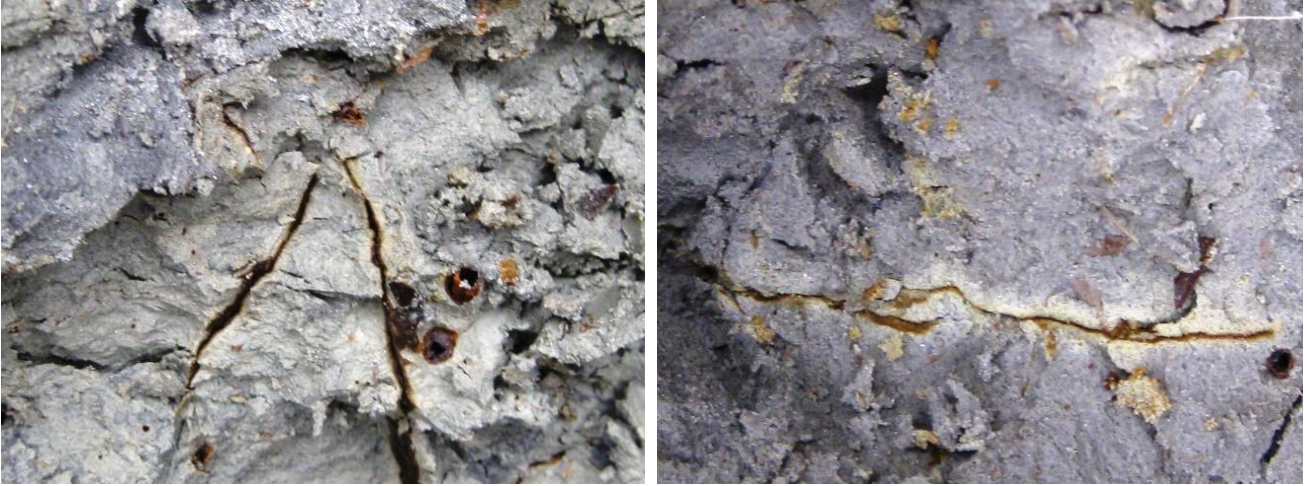
Tutkitussa maassa on siis edelleen varastoitunutta happamuutta nykyisen ojasyvyyden yläpuolella.



Kuva 4. Maaprofiilissa näkyi vahva ruosteiskostuma mahdollisesti vanhan tiiliputkiojituksen kuivatussyvyydellä noin 110 cm:ssä(nuoli).



Kuva 5. Prismarakenteita Helsingin Yliopiston peltomaalta Viikistä



Kuva 6. Maa on kuivuessaan halkeillut, ja halkeamiin on saostunut ruostetta, joka peittää koko halkeaman pinnan. Maahan muodostuu kuivumisen seurauksena usein kiilamaisia kokkareita (vasemmalla). Huuhtoutuneen pinnan takana kokkareen huuhtoutumattomassa sisäosassa on nähtävissä keltaista jarosiittia (erityisesti oikealla).

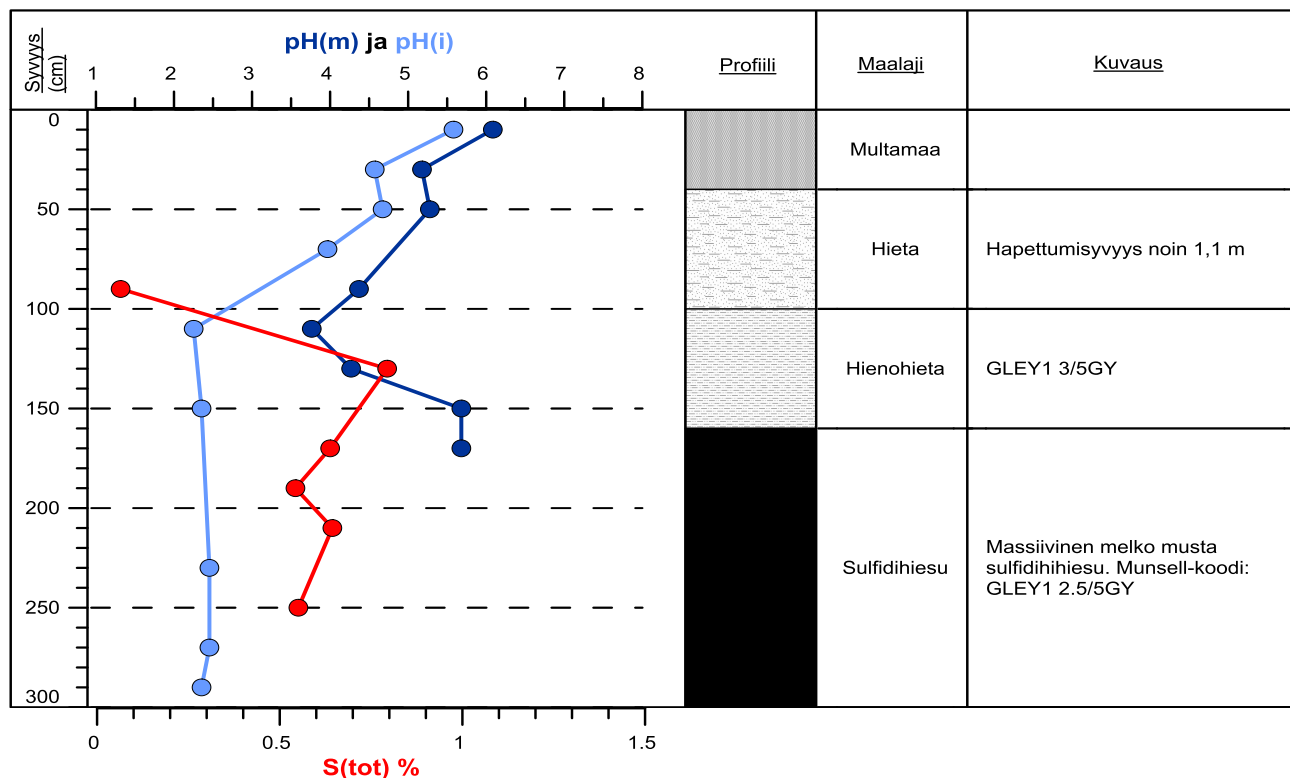
Kuivatussyvyyden alapuolella syntyy edelleen uutta happamuutta

Noin 120 cm syvyydeltä alkaen maakokkareiden sisällä havaittiin tummia värejä, jotka viittaavat hapettumattomaan sulfidiin (kuva 7). Maa ei siis ole BCg-horisontissa vielä läpikotaisin hapettunut, vaikka siitä voi tulla tällainen ensivaikutelma. Sulfidi ei ole enää aivan mustaa, ja tämän horisontin melko alhainen pH kertoo hapettumisen olevan hyvässä vauhdissa. Maahan pääsee happea suuria kuivumishalkeamia pitkin, ja kokkareiden sisäosien sulfidi hapettuu vähitellen. Jäljellä olevan sulfidin melko suuresta määrästä kertoo myös maan korkeahko rikkipitoisuus tällä syvyydellä (kuva 8).

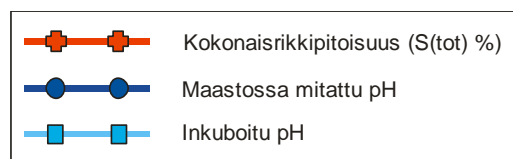


Kuva 7. Vaikka maa oli 118-150 cm:n syvyydellä jo osittain hapettunut, kokkareiden sisäosissa esiintynyt tumma sinertävä väri viittasi siihen, että siellä oli vielä paljon hapettumatonta sulfidia jäljellä. Kun maa ei ole ollut hapettuneena vielä kauaa, lohkopinnoille syntynyt ruostesaostuma on ohuempi, pehmeämpi ja väriltään vaaleampi (vasemmalla) kuin kuvassa 3.

Kuivuminen ja hapettuminen eivät ole sanottavasti ulottuneet syvemmälle kuin 150 cm:iin, jonka alapuolella maassa on vielä massiivinen rakenne. Täälläkin hapettuminen on alussa; maassahan ei havaittu pohjavettä edes 225 cm:n syvyydessä. Vasta 170:n syvyydessä maa saa tyypillisen pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (FeS) esiintymiseen viittaavan mustan värin.



Kuva 8. Rantapellolla v, 2012 kairatun maaprofiilin maastossa mitattu pH ja rikkipitoisuus. Kuvassa on myös kosteana hapellisissa oloissa 6 viikkoa pidetyn maan pH, joka varsinkin 100 cm:n alapuolella laski voimakkaasti pellolla mitattuun pH-arvoon verrattuna. Tämä muutos osoittaa maan sisältävän sulfideja. Kuva on julkaisusta Suomela et al. (2014).



Taulukko 1. Rantapellon maaprofiilin morfologiset ominaisuudet.

Horisontti ja syvyys, cm	Ominaisuudet
Ap, 0-45 cm	Hyvin tumma harmaanruskea (10YR 3/2), kuivana harmaanruskea (10YR 5/2) karkea hieta. Jyrkkä alaraja.
E, 45-72 cm	Vaalea ruskeanharmaa (2.5Y 6/2) karkea hieta. Heikko keskikokoisista kulmikkaista kokkareista koostuva rakenne. Maa on tiivistä.
Bg, 72-94 cm	Oliivinharmaa (5Y 5/2) karkea hieta. Melko paljon vanhoja juurikanavia, joiden ympärillä on tumma kellanruskea (c2p10YR 4/4 – 4/6) rautasaostuma.
Bgjc, 94-118 cm	Oliivinharmaa (5Y 5/2) karkea hieta, mutta lajitekoostumus ei ole yhtä karkea kuin yläpuolella olevassa kerroksessa. Hyvin tummanruskeita yhtenäisiä, kovia, noin 1 mm paksuisia ruostesaostumia (c3p 7.5YR 2.5/2) kuivumishalkeamissa; näiden alla (kokkareen pinnan ja harmaan sisäosan välissä) ohuempi keltainen (c2p 2.5Y 8/6) vyöhyke. Tässä horisontissa rakenne alkaa koostua selvästi suuremmista prismamaista (1 vc pr) kokkareista, jotka ovat usein vajaasti kehittyneitä niin, että niistä voidaan havaita vain erillisiä laajoja ruostesaostuman peitossa olevia lohkopintoja. Ne alkavat noin 110 cm syvyydestä, joka on vanhojen tiiliiputkien syvyys. Tällä syvyydellä on myös heikosti havaittava horisontaalinen muuta horisonttia runsaampien rautasaostumien vyöhyke. Maan rikki-pitoisuus alkaa nousta jyrkästi tämän horisontin alaosassa n. 110 cm syvyydellä, jossa se on vielä pieni (0,08 %). Maan pH-minimi (pH 3.5) on 110-130 cm syvyydessä.
BCg, 118-150 cm	Tumma vihreänharmaa (5GY 4/1) hieno hieta. Jonkin verran laaja-alaisia noin 0,5 mm paksuisia jonkin verran kovettuneita hyvin tummanruskeita (f3p 7.5 YR 2.5/2) ja pienempiä kellanruskeita (f2p 10YR 5/6) rautasaostumia lohkopinnoilla; nämä pinnat eivät ole samalla tavalla kovettuneita kuin yläpuolisessa horisontissa. Horisontissa on vajavaisesti kehittyneitä hyvin suuria prismamaisia kokkareita (1 vc pr), josta voi havaita vain yksittäisiä laajojen ruostesaostumien peitossa olevia lohkopintoja. Tummanruskeiden pintojen takana (kokkareiden sisällä) on paikoitellen tummanharmaata (N4) maata, joka on ilmeisesti sulfidipitoista. Mentäessä horisontissa syvemmälle maan rikki-pitoisuus nousee tässä horisontissa 0,1 %:sta 0,6 %:iin ja pH nousee 3,5:stä 4,4:een.
Cg1, 150-170 cm	Tummanharmaa (N4) tai tumma vihreänharmaa (5GY 4/1) hiue/hiuesavi. Jonkin verran vanhoja ruskeita (f1p 7.5 YR) juurikanavia. Horisontissa ei ole rakennetta vaan se on massiivinen. Mentäessä horisontissa syvemmälle rikki-pitoisuus nousee 0,6 %:sta 0,8 %:iin ja pH 4,4:stä 5,8:aan.
Cg2, 170-225 cm	Musta (N2.5) hiue/hiuesavi. Ei juurikanaavia eikä rautasaostumia. Rikki-pitoisuus saavuttaa suurimman arvonsa 0,95 % ja pH on koko horisontissa välillä 5,8-6,3 nousten vähitellen syvemmälle mentäessä.

Kirjallisuus

Suomela, R., Yli-Halla, M., Auri, J., Joki-Tokola, E., Luoma, S. 2014.Säätökastelun ja säätösalaajituksen mahdollisuudet alunamailta tulevan happaman vesistökuormituksen hillitsemiseen Pohjois-Pohjanmaalla. MTT Raportti - MTT Report132: 65-89.