

Vastaanottaja
Porvoon kaupunki

Asiakirjatyyppi
Raportti

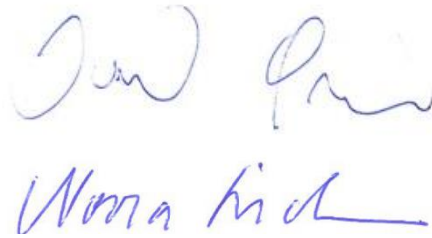
Päivämäärä
31.8.2016

PORVOON KAUPUNKI

HUMLEBERGIN, DOMARGÅRDIN JA LOVIISANTIEN SULFAATTIMAA- SELVITYKSET

**PORVOON KAUPUNKI
SULFAATTIMAASELVITYS**

Päivämäärä **31.8.2016**
Laatija **Jenni Pirkkalaine
Noora Lindroos**
Tarkastaja **Jukka Tengvall**
Hyväksyjä



Viite **1510022052-001**

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	2
2.	NÄYTTEENOTTO	2
3.	TUTKIMUSMENETELMÄT	4
4.	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	4
4.1	Maalajit	4
4.2	Kokonaisrikkipitoisuus ja pH	5
4.3	Inkuboitu pH (NAG-pH)	5
4.4	Nettohaponpäästö (NAG)	5
4.5	Yhteenveto tuloksista ja GTK:n luokitusohjeen mukainen luokitus	6
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	7

PIIRUSTUKSET

1510022052-001	Tutkimuspisteiden sijainti Loviisantie ja Humleberg, 1:2500
1510022052-002	Tutkimuskartta Domargård, 1:1000

LIITTEET

- Liite 1. Happamien sulfaattimaiden esiintyminen ja luokittelu Suomessa
- Liite 2. Analyysitodistukset
- Liite 3. Maastohavainnot
- Liite 4. Analyysitulostaulukko

RAPORTISSA KÄYTETYT LYHENTEET

AASS	Actual Acid Sulfate Soil Varsinainen hapan sulfaattimaa Hapettunut savi-/silttikerros, jossa rikki esiintyy sulfaattina eli sulfaattimaakerros Suomessa käytetty myös lyhennettä THS (todellien hapan sulfaattimaa)
PASS	Potential Acid Sulfate Soil Potentiaalinen hapan sulfaattimaa Pelkistyneessä tilassa oleva savi-/silttikerros, jossa rikki esiintyy sulfidina eli sulfidimaakerros Suomessa käytetty myös lyhennettä PHS (potentiaalinen hapan sulfaattimaa)
Sulfaattisavi	Hapettunut rikkipitoinen savi, jossa rikki esiintyy sulfaattina (SO_4^{2-}) eli AASS. Luonnontilassa sulfaattisavi esiintyy pohjavedenpinnan yläpuolella hapen vaikutukselle alttiina. Väriltään vaaleaa/harmaata ja pH selvästi hapan ($\text{pH}<4,0$)
Sulfidisavi	Pelkistyneessä tilassa oleva rikkipitoinen savi, jossa rikki esiintyy sulfidina (S^{2-}) eli PASS. Luonnontilassa sulfidisavi esiintyy pohjavedenpinnan alapuolella hapettomissa olosuhteissa. Väriltään mustaa ja pH lievästi hapan tai neutraali ($\text{pH}>6$).

1. JOHDANTO

Työssä on selvitetty maaperätutkimuksin ja -analyysin, sijaitseeko Porvoossa sijaitsevien Humlebergin, Domargårdin ja Loviisiantien alueilla sulfaatti- tai sulfidisavia. Sulfaatti-/sulfidimaaluokitus perustuu GTK:n määrittämiin tutkimusmenetelmiin, joista on kerrottu tarkemmin liitteessä 1.

Hapellisissa olosuhteissa luontaisesti suuria pitoisuuksia rikkiä sisältävän maa-aineksen sulfidiyhdisteet hapettuvat sulfaatiksi ja muodostavat rikkihappoa veden kanssa. Ympäristöön kulkeutuessa hapan hulevesi liuottaa maa-aineksesta alumiinia ja raskasmetalleja ja voi aiheuttaa pintavesistöissä mm. kalakuolemia liuenneen alumiinin saostuessa kalojen kiduksiin. Sulfidisavikartoituksilla pyritään ennakoimaan mahdollinen tarve hulevesien tai kaivettavien maa-ainesten käsittelylle, mikäli alueilla tehdään toimia, joissa sulfidipitoinen maa-aines altistetaan hapettaviin olosuhteisiin maankaivuun, ojituksen tai pohjavedenpinnanlaskun myötä.

Työ on tehty Porvoon kaupungin toimeksiannosta, jossa yhteyshenkilönä on toiminut Kari Hällström. Tutkimukset on tehty Ramboll Finland Oy:ssä, jossa projektipäällikkönä on toiminut Jukka Tengvall, raportoinnista ovat vastanneet Noora Lindroos ja Jenni Pirkkalainen ja näytteenotosta on vastannut Jaakko Laine.

2. NÄYTTEENOTTO

Näytteet otettiin 26.1.2016 koekuoppatutkimuksena kaivinkoneella. Näytteenotosta vastasi Ramboll Finland Oy.

Näytteitä otettiin kuudesta näytepisteestä (Loviisantie 1, Loviisantie 2, Humleberg 1, Humleberg 2, Domargård RF S1 ja Domargård RF S2) puolen metrin kokoomanäytteinä n. 2 m syvyydelle saakka. Näytepisteiden koordinaatit on esitetty taulukossa 1.

Näytteet pakattiin muovipusseihin, joista poistettiin ilma, suljettiin tiiviisti ja pakattiin kuljetettavaksi. Laboratoriossa näytteet säilytettiin kylmiölämpötilassa ennen analysoinnin aloittamista.

Taulukko 1. Koekuoppien koordinaatit, ETRS-GK26

Näytepiste	X	Y
Loviisantie 1	26485090	6699417
Loviisantie 2	26485210	6699373
Humleberg 1	26483161	6699496
Humleberg 2	26483230	6699434
Domargård RF S1	26484520	6700388
Domargård RF S2	26484518	6700231



Kuva 1. Pistein Domargård RF S2 näytekuoppa syvyyväliltä 0-2 m



Kuva 2. Pistein Loviisantie 2 näytekuoppa syvyyväliltä 0-2 m.

Tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty piirustuksissa 1510022052-001 ja -002. Maastohavainnot on esitetty liitteessä 3.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Maanäytteet tutkittiin Rambollin ympäristögeotekniikan laboratoriossa Luopioisissa lukuun ottamatta kokonaisrikkipitoisuuksia, jotka analysoitiin Ramboll Analyticsin laboratoriossa Vantaalla.

Ennen testauksen aloitusta näytteet homogenisoitiin. Näytteistä määritettiin vesipitoisuus, ja mitattiin pH ennen inkubointia ja inkuboinnin jälkeen. Hapontuotto määritettiin viidestä näytteestä, joiden pH oli inkuboinnin jälkeen pienempi kuin pH 4,5.

Käytetyt menetelmät olivat

- Vesipitoisuuden määrittäminen: SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-1:FI
- Hehikutushäviön määrittäminen: SFS-EN 1997-2 5.6
- pH-määrittäminen: SFS-EN 1997-2 5.6
- Inkuboidun näytteen pH:n määrittäminen vetyperoksidilla hapetetusta näytteestä: Näytteeseen lisättiin 15 %:sta vetyperoksidia ja näytettä keitettiin vähintään kahden tunnin ajan, tai kunnes reagointi loppui. Näytteen jäähtyttyä huoneenlämpöön mitattiin pH (NAG pH, net acid generation)
- Hapontuotto määritettiin vetyperoksidilla hapetetusta näytteestä. Näytteet titrattiin 0,1 M natriumhydroksidiliuoksella pH-arvoon 4,5. NaOH-kulutuksen perusteella laskettiin näytteen hapontuotto yksikössä H_2SO_4 kg / t maata
- Kokonaisrikki määritettiin laboratorion omalla menetelmällä, jossa näyte (tarvittaessa kuivattu) poltetaan putkiuunissa (Leco SC-144DR) puhtaassa hapessa ja korkeassa lämpötilassa. Muodostuneen SO_2 -kaasumäärän perusteella lasketaan näytteen kokonaisrikkipitoisuus. Tulokset ilmoitetaan näytteen kuivamassaa kohden. Määrittämissä analyysilä on 0,01 m-%

4. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Analyysitulokset on esitetty kootusti liitteen 4 taulukossa ja analyysitodistukset liitteessä 2.

Näytteitä tutkittiin yhteensä 23 kappaletta. Seuraavassa esitetään tehdyistä tutkimuksista lyhyet yhteenvedot ja taustaa luokitukselle. Taustatietoa happamien sulfaattimaiden esiintymiselle ja luokittelulle on koottu liitteeseen 1.

4.1 Maalajit

Humleberg

Noin 20 cm paksuisen humuspitoisen pintamaan alla oleva maaperä on silmämääräisten maalajiarvioiden perusteella pääosin ruskeaa tai harmaata savea. Saven vesipitoisuus vaihtelee välillä 29–47 % ja orgaanisen aineksen pitoisuus hehikutushäviönä ilmoitettuna 2,4–4,8 %.

Domargård

Noin 20–30 cm paksuisen peltomullan alla oleva maaperä on silmämääräisten maalajiarvioiden perusteella pääosin punertavan ruskeaa tai harmaata savea. Pisteessä RF S1 saven vesipitoisuus vaihtelee välillä 51–103 % ja orgaanisen aineksen pitoisuus hehikutushäviönä ilmoitettuna 3,0–5,0 %.

Pisteessä RF S2 liejuisen saven vesipitoisuus vaihtelee välillä 143–165 % ja orgaanisen aineksen pitoisuus hehikutushäviönä ilmoitettuna 6,1–10,0 %.

Loviisantie

Humuspitoisen pintamaan alla oleva maaperä on silmämääräisten maalajiarvioiden perusteella pääosin harmaata savea tai liejuista savea. Saven vesipitoisuus vaihtelee välillä 31–180 % ja orgaanisen aineksen pitoisuus hehikutushäviönä ilmoitettuna 1,0–9,1 %.

4.2 Kokonaisrikkipitoisuus ja pH

Varsinaisissa happamissa sulfaattisavissa maastossa (tai tuoreista näytteistä) mitattu $\text{pH} < 4,0$ johtuen sulfidien hapettumisesta.

Potentiaalisiksi happamiksi sulfaattimaiksi luokiteltavista näytteissä kokonaisrikkipitoisuus on $\geq 0,2 \%$ (kuiva-aineesta) ja maastossa mitattu $\text{pH} > 6$.

Humleberg

Tuoreista näytteistä mitatut pH:t vaihtelevat välillä 7,2-7,6. Humlebergin näytteissä kokonaisrikkipitoisuudet vaihtelivat näytteissä välillä 0,012-0,041 % kuiva-aineesta. Humlebergin näytteet ovat tavallista savea, eivätkä happoa tuottavia sulfidi-/sulfaattisavia.

Domargård

Pisteessä RF S1 tuoreista näytteistä mitatut pH vaihtelivat välillä 6,2-7,4 ja kokonaisrikkipitoisuudet välillä 0,042-0,046 % kuiva-aineesta. Pisteessä RF S1 näytteet ovat tavallista savea, eivätkä happoa tuottavia sulfidi-/sulfaattisavia.

Pisteessä RF S2 tuoreista näytteistä mitatut pH vaihtelivat välillä 6,7-7,4 ja kokonaisrikkipitoisuudet välillä 1,4-2,3 % kuiva-aineesta. Pisteessä RF S2 näytteet ovat sulfidisavea eli potentiaalista hapanta sulfaattisavea.

Loviisantie

Pisteessä Loviisantie 1 tuoreista näytteistä mitatut pH vaihtelivat välillä 6,6-7,3 ja kokonaisrikkipitoisuudet välillä 0,035-0,24 % kuiva-aineesta. Rikkipitoisuus pienenee, mitä syvemmältä näyte on otettu. Loviisantie 1 näytepisteessä esiintyy sulfidisavea eli potentiaalista hapanta sulfaattisavea maanpinnasta noin syvyydelle 1,0...1,5 m. Sitä syvemmällä maa-aines vaihtuu siltiksi, eikä ole happoa tuottavaa.

Pisteessä Loviisantie 2 tuoreista näytteistä mitatut pH vaihtelivat välillä 6,3-7,0 ja kokonaisrikkipitoisuudet välillä 0,19-1,5 % kuiva-aineesta. Rikkipitoisuus kasvaa näytesyvyyden kasvaessa 1,5 metriin asti. Sitten rikkipitoisuus alkaa laskea. Loviisantie 2 näytepisteessä esiintyy sulfidisavea eli potentiaalista hapanta sulfaattisavea maanpinnasta noin syvyydelle 1,5-2,0 m. Näytteenotto loppuu 2,0 metriin, joten sulfidisavikerroksen alapintaa ei tutkimuksilla varmuudella tavoitettu.

4.3 Inkuboitu pH (NAG-pH)

GTK:n ohjeessa esitetään, että kokonaisrikkipitoisuudeltaan $\geq 0,2 \%$ näytteet, joissa pH on inkuboinnin (vetyperoksidihapetus nk. NAG pH) jälkeen $\text{pH} \leq 4,0$ ja laskee yli 0,5 pH-yksikköä kentällä mitattuun pH-arvoon verrattuna, ovat potentiaalisia sulfaattimaita.

pH-inkuboinnin tulokset vahvistavat, että Domargårdin RF S2 näytepisteessä, Loviisantie 1 sekä Loviisantie 2 näytepisteissä sijaitsee potentiaalista hapanta sulfaattimaata, sillä näytteissä pH arvo laskee hapetuksen jälkeen yli 0,5 pH-yksikköä selvästi happamaksi $\text{pH} < 4$. Alueen savien täydellisesti hapettuessa pH laskee hyvin happamaksi.

4.4 Nettohapontuotto (NAG)

Viidelle potentiaalisiksi happamiksi sulfaattimaiksi luokitellulle maanäytteelle (Domargård RF S2, Loviisantie 1, Loviisantie 2) määritettiin nettohapontuotto titraamalla vetyperoksidilla hapetettu maanäyte 0,1 M NaOH:lla pH-arvoon 4,5. Vetyperoksidi hapettaa näytteen sisältämän sulfidin sulfaatiksi. Samalla myös näytteen sisältämä orgaaninen aines hapettuu. Titraamalla sulfaatipitoinen näyte NaOH-emäksellä pH-tasolle 4,5, voidaan määrittää teoreettinen rikkihappomäärä, jonka kyseisen kaltainen maa-aines voi enintään vapauttaa ympäristöön. Tulosten perusteella potentiaalisten sulfaattimaanäytteiden hapontuotto on 1-21 kg rikkihappoa maa-ainestonnia kohden (kuivamassaa kohti). Alueiden massat ovat tutkimusten perusteella runsaasti rikkihappoa tuottavia, mikäli ne altistuvat hapettumiselle.

Testin tulosta voidaan hyödyntää riskitarkastelussa arvioitaessa ympäristöön kohdistuvaa happo-kuormitusta, kun tietty määrä potentiaalista hapanta sulfaattimaata kaivetaan kasalle hapellisiin olosuhteisiin. Näytteiden hapontuotto kuvaa vakavinta skenaariota eli tilannetta, jossa kaikki

näytteen sisältämä sulfidirikki vapautuu hapettuessaan rikkihappona. Testi todennäköisesti yliarvioi pH:n alentumista ja hapontuottoa, sillä luonnossa voi tapahtua myös puskurireaktioita eli maa-aines voi sisältää neutraloivaa mineraaliainesta ja humusta, jolloin pH ei todellisuudessa laske niin alhaiseksi kuin laboratoriossa. Lisäksi rikin esiintymismuoto voi myös palautua takaisin sulfaattista sulfidiksi, jos olosuhteet muuttuvat takaisin hapettavista pelkistäviksi.

4.5 Yhteenveto tuloksista ja GTK:n luokitusohjeen mukainen luokitus

GTK:n luokitusohje (Edén et al. 2012) on esitetty liitteessä 1. Luokituksen tuloksena näytteet ovat joko tavanomaisia savia, varsinaisia happamia sulfaattimaita tai potentiaalisia happamia sulfaattimaita.

Kaikkien tutkittujen näytteiden pH oli $\geq 6,0$ (6,2-7,6), joten yhtään näytteistä ei luokiteltu varsinaiseksi happamaksi sulfaattimaaksi (AASS) (pH < 4,0).

Potentiaalisiksi happamaksi sulfaattimaaksi (PASS) luokiteltiin 3 näytteenottopistettä eli. Domargård RF S2, Loviisantie 1 ja Loviisantie 2. Sulfaattimaaksi luokitellaan näyte, jossa toteutuu sekä korkea rikkipitoisuus että pH-tason lasku hapetuksen yhteydessä. Esitetyissä maanäytteissä pH-taso alenee kaikissa testatuissa näytteissä enemmän kuin 0,5 yksikköä. Riskiluokitus Edén et al. 2012 ohjetta soveltaen on mainittu näytepisteen perässä. Potentiaalisissa happamissa sulfaattimaanäytteissä vesipitoisuus (w 83–180 %) ja hehkutushäviö (LoI 3,9–10 %) ovat korkeampia kuin tavanomaisessa savessa.

Taulukko 2. Näytteiden luokitus

Näytepiste	Syvyys (m)	Luokka	Saven luokittelu
Domargård RF S2	0,0-0,5	1/D/I	Potentiaalista hapanta sulfaattisavea syvyydellä 0-2 m (jatkuu mahdollisesti syvemmälle)
	0,5-1,0	1/D/I	
	1,0-1,5	1/D/I	
	1,5-2,0	1/D/I	
Loviisantie 1	0,0-0,5	1/D/III	Potentiaalista hapanta sulfaattisavea syvyydellä 0-1 m (vaihtuu tavanomaiseksi saveksi 1,0–1,5 m syvyydellä)
	0,5-1,0	1/D/III	
	1,0-1,5	1/D/IV	
	1,5-2,0	1/D/IV	
Loviisantie 2	0,0-0,5	1/D/III	Potentiaalista hapanta sulfaattisavea syvyydellä 0-1,5 m (vaihtuu tavanomaiseksi saveksi 1,5- 2,0 m syvyydellä)
	0,5-1,0	1/D/II	
	1,0-1,5	1/D/I	
	1,5-2,0	1/D/IV	

Tavanomainen savi: Tutkimuspisteet, joissa maa-aines ei ole happoa tuottavaa olivat Humleberg 1, Humleberg 2, Domargård RF S1. Tavanomaisessa savessa vesipitoisuus (w 29–103 %) ja hehkutushäviö (LoI 2,4–5,0 %) ovat tyypillisesti alhaisempia kuin sulfidisavessa.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Tutkitulla alueella löytyi kartoituksen perusteella sulfidipitoisia maakerroksia eli potentiaalisia happamia sulfaattimaita kolmesta eri näytestä.

- Domargård RF S2 kokonaisrikkipitoisuudet ovat korkeat 1,4–2,3 % ja NAG pH alimmillaan 2,2.
- Loviisantie 1 kokonaisrikkipitoisuus on 0,035–0,24 % ja NAG pH alimmillaan 2,8.
- Loviisantie 2 kokonaisrikkipitoisuus on 0,19–1,5 % ja NAG pH alimmillaan 2,4.

Potentiaalisiksi happamaksi sulfaattimaaksi luokitelluista näytestä tehtiin myös riskiluokittelu. Näiden alueiden käytössä ja massojen käsittelyssä ja läjityksessä tulee huomioida hapon muodostumisen mahdollisuus. Mikäli alueen sulfidimaita halutaan kaivaa tai ojittaa, tulee tiedottaa, että samalla paljastetaan uutta potentiaalista reagoivaa sulfaattimaata hapettumiselle alttiiksi.

Tavanomaista happoa tuottamatonta savea todettiin Humleberg 1, Humleberg 2, Domargård RF S1 näytestä.

HAPPAMIEN SULFAATTIMAIDEN ESIINTYMINEN JA LUOKITTELU SUOMESSA

Seuraavassa esitetään sulfaattimaihin liittyvän ympäristöongelman taustaa ja luokittelua. Ohjeistus ottaa huomioon myös mm. osittain hapettuneen maan pintakerroksen ja siinä jo tapahtuneet pH-muutokset.

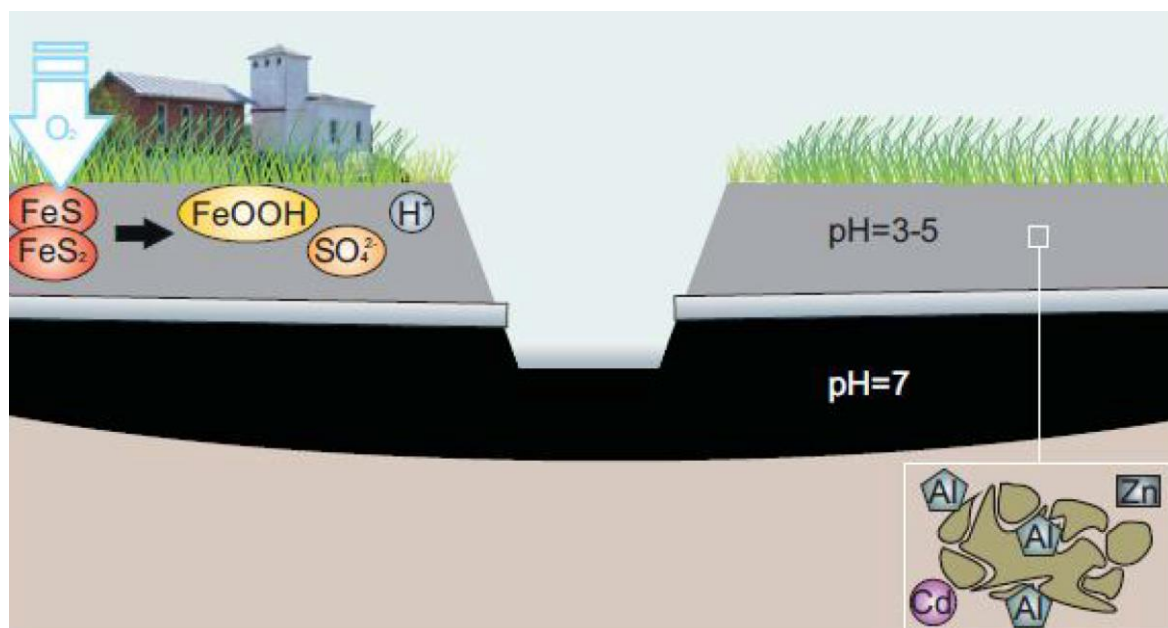
Taustaa

Noin 8 000–4 000 vuotta sitten Suomen rannikkoseudut olivat Litorina-meren peitossa ja lämpimässä ilmastossa kasvillisuus oli runsas. Veteen kuolleet ja maatuneet kasvinosat rehevöittivät veden ja merenpohjan hapettomissa osissa mikrobitoiminta pelkisti sulfaatin sulfidiksi. Näin syntyi rikkipitoista sulfidimaata.

Sulfidimaata tavataan itäiseltä Uudeltamaalta Perämeren rannikolle saakka. Yleisimpiä sulfidimaat ovat Pohjanmaalla. Suurin osa sulfaattimaista esiintyy rannikolla alle 60 m korkeuskäyrän alapuolella, mutta paikoin niitä on havaittu myös 80–100 m korkeudella.

Sulfidimaa-alueet ovat luonnontilassa matalia, turpeen peittämiä ja tasaisen kosteita maita, eivätkä tällöin aiheuta haittaa ympäröivälle luonnolle. Tilanne muuttuu, kun pohjaveden pinta laskee esimerkiksi ojituksen seurauksena, tai mikäli sulfidimaata kaivetaan kasalle esimerkiksi ruoppauksen yhteydessä. Hapen kanssa tekemisiin joutuvan sulfidimaan sisältämät rikkipitoiset mineraalit hapettuvat ja muodostava rikkihappoa, joka liuottaa maaperästä sen luontaisesti sisältämiä metalleja (Kuva 1).

Kuivana ajanjaksona liuenneet happosuolat ja metallit pidättyvät maaperään. Sateiden tai sulamisvesien mukana sulfaattimaiden vedet huuhtoutuvat vesistöihin. Valumien pH voi olla alle 3. Herkimmät kalat voivat kuolla, jos vesistön pH laskee alle 5,5:n. Lisäksi hapan vesi liuottaa maaperästä ja veden kiintoaineksesta alumiinia pintavesiin. Vesistöissä alumiini saostuu kalan kiduksissa aiheuttaen kalojen tukehtumista. Happamien vesien vaikutuksesta myös mangaanin, kadmiumin, koboltin, kuparin, sinkin ja nikkelin päästöt vesiin lisääntyvät (GTK. 2009).



Kuva 1. Harmaa kerros kuvaa hapettunutta hapanta sulfaattimaata ja musta kerros pelkistyneessä tlassa olevaa sulfidimaata (GTK. 2009).

Luokittelussa käytetyt kriteerit

Happamien sulfaattimaiden ja potentiaalisten happamien sulfaattimaiden (eli sulfidimaiden) aiheuttamat vaikutukset on tiedostettu Suomessa etenkin sen maataloudelle aiheuttamien ongelmien vuoksi. Systemaattinen työ happamien sulfaattimaiden kartoittamiseksi ja luokittelukriteerien määrittämiseksi Suomessa alkoi vuonna 2009 GTK:n johdolla (Edén et al. 2012). Maa- ja metsätalousministeriö julkaisi vuonna 2011 strategiansa haittojen vähentämisen suuntaviivoiksi vuoteen 2020 (Maa- ja metsätalousministeriö, 2011).

Tässä raportissa esitetty happamien sulfaattimaiden luokittelu perustuu artikkeliin "Definition and Classification of Finnish Acid Sulfate Soils" (Edén et al. 2012). Artikkelissa esitettyjen luokittelukriteerien mukaan sulfaattimaissa on kohonnut rikkipitoisuus ja ne ovat joko happamia kerrostumia (varsinainen hapan sulfaattimaa) tai pelkistyneessä tilassa olevia sulfidipitoisia kerrostumia (potentiaalinen hapan sulfaattimaa). Sulfaattimaat ovat tyypillisesti orgaanista ainesta sisältävää savea tai silttiä.

Seuraavassa on esitetty sulfaattimaiden luokitusta helpottavat tunnusomaiset piirteet varsinaiselle happamalle sulfaattimaalle (AASS) sekä potentiaaliselle happamalle sulfaattimaalle (PASS).

Varsinainen hapan sulfaattimaa (AASS):

- maastossa mitattu pH < 4,0, johtuen sulfidien hapettumisesta
- mikäli savi-/silttinäytteen maastossa mitattu pH on 4,0–4,4 eikä alemmasta maakerroksesta ole tehty sulfidisavihavaintoja, jatkotutkimukset ovat tarpeen. Jatkotutkimuksissa tehdään esimerkiksi pH:n määrittäminen inkuboidusta näytteestä (vetyperoksidihapetus) ja/tai kokonaisrikkipitoisuusmäärittäminen

Potentiaalinen hapan sulfaattimaa (PASS):

- rikki esiintyy sulfidimuodossa (pelkistyneenä, ei hapettuneena)
- yleensä pH > 6.0
- rikin pitoisuus, S (tot) ≥ 0,2 %
- inkuboidun näytteen pH ≤ 4,0 (vetyperoksidihapetus) ja pH:n muutos on yli 0.5 pH-yksikköä verrattuna maastossa mitattuun pH-tulokseen

Riskiluokittelu suomalaisille happamille sulfaattimaille

Edén et al. 2012 esittämässä riskiluokittelussa yleiskartoituksen tarkastelusyvyytenä käytetään 0–3 m syvyyttä maanpinnasta (luonnontilainen maaperä). Tarkasteltavia parametreja on kaikkiaan kolme:

- sulfidikerroksen (PASS) alkamissyvyys
- maastossa mitattu minimi pH
- kokonaisrikkipitoisuus

Sulfidin esiintyminen:

Luokka 1	Potentiaalinen sulfaattimaan alkamissyvyys (m)
1	0-1,0
2	1,0-1,5
3	1,5-2,0
4	2,0-3,0
5	sulfidit ovat kokonaan hapettuneet
6	ei sulfideja 0-3 m syvyydellä

Maastossa mitattu minimi pH:

Luokka 2	pH _{min} (0-3 m syvyydellä)
A	< 3,5
B	3,5-3,9
C	4,0-4,4
D	≥ 4,5

Rikkipitoisuus:

Lisäluokitus	S(tot) %
I	≥ 1,0
II	0,6 – 1,0
III	0,2-0,6
IV	<0,2

Näytteen luokittelu annetaan muodossa: sulfidien esiintymisen alkamissyvyys / pH_{min} / S(tot).

LÄHTEET

Edén et al. 2012. Edén, P., Rankonen, E., Auri, J., Yli-Halla, M., Österholm, P., Beucher, A. and Rosendahl, R. 2012. – Definition and Classification of Finnish Acid Sulfate Soils. 7th International Acid Sulfate Soil Conference in Vaasa, Finland 2012 Towards Harmony between Land Use and the Environment. Geological Survey of Finland. Guide 56. Opas ladattavissa GTK:n verkkosivuilta:

<http://en.gtk.fi/information-services/publications/publications/latest/publication/Opas56.html>

GTK. 2009. Happamien sulfaattimaiden haitat hallintaan, Geofoorumi 2/2009 (Geologian tutkimuskeskuksen asiakaslehti).

Hadzic et al. 2014. Mirka Hadzic, Heini Postila, Peter Österholm, Miriam Nystrand, Saira Pahkakangas, Anssi Karppinen, Minna Arola, Ritva Nilivaara-Koskela, Kati Häkkinen, Jaakko Saukkoriipi, Susan Kunnas ja Raimo Ihme. Sulfaattimailla syntyvän happaman kuormituksen ennakointi- ja hallintamenetelmät. SuHe -hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 17/2014.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2011. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivat vuoteen 2020. Maa- ja metsätalousministeriö 2/2011.

Pousette, K. 2007. Råd och rekommendationer för hantering av sulfidjordsmassor, Teknisk rapport, Luleå tekniska universitet, 2007:13.

Tutkimustodistus

1/3

Projekti: 1510022052-001/1

Ramboll Finland Oy / Luopioinen
Merja Autiola
Vohlisaarentie 2 B
36760 LUOPIOINEN

Tutkimuksen nimi:	Domargårdin maankaatopaikka, analyysit	Näytteenottopvm:	26.1.2016
		Näyte saapui:	2.2.2016
Näytteenottaja:	Jaakko Laine	Analysointi aloitettu:	2.2.2016

Maanäytteet

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Porvoon sulfidi-savet, Lovii-santie 1/0-0,5	Porvoon sulfidi-savet, Lovii-santie 1/0,5-1	Porvoon sulfidi-savet, Lovii-santie 1/1-1,5	Porvoon sulfidi-savet, Lovii-santie 1/1,5-2	Porvoon sulfidi-savet, Lovii-santie 2/0-0,5			
Näyttenumero	16YN 00012	16YN 00013	16YN 00014	16YN 00015	16YN 00016			
MÄÄRITYKSET								
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	105	105	105	105	105	°C	RA1040	V
Rikki (S), vedetön	0,24	0,22	0,13	0,035	0,45	m-%	RA1039	V

Maanäytteet

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Porvoon sulfidi-savet, Lovii-santie 2/0,5-1	Porvoon sulfidi-savet, Lovii-santie 2/1-1,5	Porvoon sulfidi-savet, Lovii-santie 2/1,5-2	Porvoon sulfidi-savet, Humleberg 1/0--0,5m	Porvoon sulfidi-savet, Humleberg 1/0,5--1m			
Näyttenumero	16YN 00017	16YN 00018	16YN 00019	16YN 00020	16YN 00021			
MÄÄRITYKSET								
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	105	105	105	105	105	°C	RA1040	V
Rikki (S), vedetön	0,86	1,5	0,19	0,012	0,013	m-%	RA1039	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/3

Projekti: 1510022052-001/1

	16YN 00022	16YN 00023	16YN 00024	16YN 00025	16YN 00026	Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Porvoon sulfidi-savet, Humleberg 1/1--1,5m	Porvoon sulfidi-savet, Humleberg 1/1,5--2m	Porvoon sulfidi-savet, Humleberg 2/0--0,5m	Porvoon sulfidi-savet, Humleberg 2/0,5--1m	Porvoon sulfidi-savet, Humleberg 2/1--1,5m			
Näyttenumero	16YN 00022	16YN 00023	16YN 00024	16YN 00025	16YN 00026			
MÄÄRITYKSET								
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	105	105	105	105	105	°C	RA1040	V
Rikki (S), vedetön	0,016	0,016	0,041	0,035	0,034	m-%	RA1039	V

Maanäytteet

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Porvoon sulfidi-savet, Do-margård RF S1/0--0,5m	Porvoon sulfidi-savet, Do-margård RF S1/0,5--1m	Porvoon sulfidi-savet, Do-margård RF S1/1--1,5m	Porvoon sulfidi-savet, Do-margård RF S1/1,5--2m	Porvoon sulfidi-savet, Do-margård RF S2/0--0,5m			
Näyttenumero	16YN 00027	16YN 00028	16YN 00029	16YN 00030	16YN 00031			
MÄÄRITYKSET								
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	105	105	105	105	105	°C	RA1040	V
Rikki (S), vedetön	0,044	0,042	0,045	0,046	2,3	m-%	RA1039	V

Maanäytteet

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Porvoon sulfidi-savet, Do-margård RF S2/0,5--1m	Porvoon sulfidi-savet, Do-margård RF S2/1--1,5m	Porvoon sulfidi-savet, Do-margård RF S2/1,5--2m					
Näyttenumero	16YN 00032	16YN 00033	16YN 00034					
MÄÄRITYKSET								
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	105	105	105			°C	RA1040	V
Rikki (S), vedetön	2,2	1,4	1,5			m-%	RA1039	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

Projekti: 1510022052-001/1

Ramboll Analytics



Niina Nyman

laboratorioinsinööri, ins. (AMK), +358 40 741 3883

Lisätiedot

Savinäytteet

Tämä korvaa aiemmin samalla numerolla annetun tutkimustodistuksen. Näytteiden 16YN00027-34 näytetiedot korjattu.

Laboratoriot

V

Analysoitu Vantaalla

Jakelu

merja.autiola@ramboll.fi; noora.lindroos@ramboll.fi; jukka.tengvall@ramboll.fi

MAASTOHAVAINNOT / Näytteenotto 26.1.2016

Koekuoppa	Syvyys [m]	Maalaji	Huomiot
Humleberg 1	0-0,5	Sa	Pinnassa ~20 cm multaa
	0,5-1	Sa	kuivia, kova, tummanruskea, murenee. Ei hajua
	1-1,5	Sa	kuivahko, murenee. Ei hajua
	1,5-2	Sa	Homogeeninen, plastinen Homogeeninen, plastinen, kasvinjäänteitä
Humleberg 2	0-0,5	Sa	Ruskea, kova, murenee. Ei hajua
	0,5-1	Sa	Kovahko, harmaa. Lustoinen, ~1 cm kerrospaksuus
	1-1,5	Sa, Si, Mr	Lustoinen, ~1-1,5 m kerroksin
Loviisantie 1	0-0,5	Sa	Pinnassa humus/turve
	0,5-1	Sa	Harmaa, ruskehtava, plastinen
	1-1,5	Sa	Harmaa, Homogeeninen, plastinen
	1,5-2	Sa	Harmaa, Homogeeninen, plastinen Harmaa, Homogeeninen, plastinen
Loviisantie 2	0-0,5	Sa	Jääkansi, heinää tms. pinnassa
	0,5-1	Sa	Harmaa, Homogeeninen, plastinen, märkä
	1-1,5	Sa	Harmaa, Homogeeninen, plastinen, märkä
	1,5-2	Sa	Harmaa, Homogeeninen, plastinen, märkä Harmaa, Homogeeninen, plastinen, märkä
Domargård RF1	0-0,5	Sa (Si?)	Pinnassa peltomulta ~20-30 cm
	0,5-1	Sa (Si?, < kuin yllä)	Ruskehtava/kellertävä/harmaa, plastinen, Homogeeninen
	1-1,5	Sa	Ruskehtava/kellertävä/harmaa, plastinen, Homogeeninen
	1,5-2	Sa	Harmaa, Homogeeninen, plastinen, kostea Harmaa, Homogeeninen, plastinen, kostea
Domargård RF2	0-0,5	Sa, Si	Pinnassa peltomulta ~20-30 cm
	0,5-1	Sa	Harmaa, punaruskea, Homogeeninen
	1-1,5	Sa	Harmaa, punaruskea, Homogeeninen, hyvin plastinen
	1,5-2	Sa	Harmaa, Homogeeninen, erittäin plastinen, kostea. Sulfidiraidat. Siniharmaa, Homogeeninen, erittäin plastinen, sulfidiraidat, "leikkautuu/lohkeaa"

Näytepiste	Syvyys [m]	Silmämääräinen arvio		w [%]	pH	Lol [%]	NAG-pH	Muut havainnot	Kokonaisriikki ²⁾ %	Nettophosphorituotto kg H ₂ SO ₄ / t maata	Luokittelu
		Maalaji*	väri								
Humleberg 1	0-0,5	Sa	ruskea ja harmaa (+punertava väri)	30,4	7,3	4,4	3,2 ¹⁾		0,012		6/D/IV
	0,5-1,0	Sa	ruskea (+harmaa +punertavaa)	47,0	7,3	4,8	3,8 ¹⁾		0,013		6/D/IV
	1,0-1,5	Sa	ruskea (+punertavaa)	46,6	7,5	3,0	3,4 ¹⁾		0,016		6/D/IV
	1,5-2,0	Sa	ruskea (+punertavaa)	43,0	7,5	2,4	3,3 ¹⁾		0,016		6/D/IV
Humleberg 2	0-0,5	Sa	ruskea (+punertavaa)	32,3	7,5	3,9	3,5 ¹⁾	näytteessä kasvinosia	0,041		6/D/IV
	0,5-1,0	saSi	ruskea	29,1	7,6	2,8	3,6 ¹⁾		0,035		6/D/IV
	1,0-1,5	Sa/saSi	ruskea (+harmaa +punertavaa)	35,4	7,2	4,5	3,9 ¹⁾	näytteessä kasvinosia	0,034		6/D/IV
Domargård RF S1	0-0,5	Sa	ruskea (+harmaa +punertavaa)	51,2	6,2	4,6	4,1 ¹⁾		0,044		6/D/IV
	0,5-1,0	Sa	ruskea ja harmaa (+punertava väri)	69,5	6,9	5,0	4,9 ¹⁾		0,042		6/D/IV
	1,0-1,5	Sa	harmaanruskea	66,7	7,2	3,0	4,3 ¹⁾		0,045		6/D/IV
	1,5-2,0	Sa	harmaanruskea	103	7,4	3,9	4,7 ¹⁾		0,046		6/D/IV
Domargård RF S2	0-0,5	ljSa	tumman ruskea	159	6,7	10,0	2,3	näytteessä kasvinosia	2,3	21	1/D/I
	0,5-1,0	ljSa	tumman ruskea	165	7,1	9,4	2,2		2,2		1/D/I
	1,0-1,5	ljSa	harmaanruskea	145	7,4	6,3	2,5		1,4		1/D/I
	1,5-2,0	ljSa	harmaanruskea	143	7,3	6,1	2,5		1,5	14	1/D/I
Loviisantie 1	0-0,5	Sa	harmaa	82,9	6,9	3,9	3,1 ¹⁾	näytteessä kasvinosia	0,24	2,7	1/D/III
	0,5-1,0	Sa/ljSa	harmaa	117	6,6	5,1	3,4	näytteessä kasvinosia	0,22		1/D/III
	1,0-1,5	Sa/ljSa	harmaa	123	7,0	4,7	3,7 ¹⁾		0,13	0,8	1/D/IV
	1,5-2,0	saSi/Si	ruskeanharmaa	30,7	7,3	1,0	2,8 ¹⁾		0,035		1/D/IV
Loviisantie 2	0-0,5	ljSa	tumman ruskea	180	6,3	9,1	3,2	näytteessä kasvinosia	0,45		1/D/III
	0,5-1,0	ljSa	ruskea	178	6,3	8,9	2,9	näytteessä kasvinosia	0,86		1/D/II
	1,0-1,5	Sa/ljSa	harmaa	148	6,6	5,8	2,4	näytteessä kasvinosia	1,5	18	1/D/I
	1,5-2,0	Sa/ljSa	harmaa	157	7,0	5,7	4,4 ¹⁾		0,19		1/D/IV

1) näyte ei saavuttanut tasapainotilaa 5. keittokerran jälkeen, joten minimi-pH on todennäköisesti saatua tulosta alhaisempi

2) Kokonaisrikkipitoisuudet määritetty Ramboll Analyticsissa, tutkimustodistus 1510022052-001/1

* Silmämääräisessä maalajimäärityksessä on käytetty GEO-luokitusta.

** Rakeisuuden perusteella tehdyn maalajimäärityksen yhteydessä on esitetty sekä ISO- että GEO-luokituksen mukaiset tulokset (GEO-luokitus suluissa).

Testit on suoritettu seuraavien standardien tai ohjeiden mukaisesti:

Vesipitoisuuden määrittäminen	SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-1:fi
Hehkutushäviön määrittäminen	SFS-EN 1997-2 5.6
Pesu- ja kuivaseulonta	SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-4:fi
Areometrikoe	SFS 179-2 – CEN ISO/TS 17892-4:fi
Maalajimääritys (ISO-luokitus)	SFS 2008 179-1 - EN ISO 14688-1
Maalajimääritys (GEO-luokitus)	Korhonen, K-H., Gardemeister, R. & Tamminne, M. 1974. Geotekninen maalajiluokitus. VTT.
pH-määritys	SFS-EN 1997-2 5.6