

ELINA KERKO
TAINA RANTANEN
ESA PATJAS
SANNA HUHTONEN

Sulfaattimaat väylähankkeissa

ESISELVITYS



Elina Kerko, Taina Rantanen,
Esa Patjas, Sanna Huhtonen

Sulfaattimaat väylähankkeissa

Esiselvitys

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 49/2014

Liikennevirasto
Helsinki 2014

Kannen kuva: Emmi Rankonen, Geologian tutkimuskeskus

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-026-1

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 029 534 3000

Elina Kerko, Taina Rantanen, Esa Patjas ja Sanna Huhtonen: Sulfaattimaat väylähankkeissa. Liikennevirasto, infra ja ympäristö -osasto. Helsinki 2014. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 49/2014. 36 sivua ja 4 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-026-1.

Avainsanat: ympäristövaikutukset, väylät

Tiivistelmä

Happamat sulfaattimaat ovat maaperässä luonnollisesti esiintyviä rikkiptoisia sedimenttejä. Esiselvityksen tavoitteena oli koota, käsitellä ja analysoida tietoa sulfaattimaiden vaikutuksista väylähankkeisiin.

Tietoa sulfaattimaista ja niiden vaikutuksista sekä tietämyksen nykytilasta koottiin työn alussa tehtyyn lyhyeen kirjallisuuskatsaukseen. Esiselvityksessä käytiin läpi sulfaattimaita vesienhoitosuunnitelmien ja merenhoitosuunnitelman kannalta. Lisäksi sulfaattimaita käsiteltiin vesilain ja valtioneuvoston asetuksen vesitalousasioista kannalta. Työssä käytiin läpi sulfaattimaiden ja väylähankkeiden kannalta oleelliseksi arvioituja ohjeita. Suurin osa läpikäydyistä ohjeista oli Liikenneviraston omia ohjeita. Perspektiivin saamiseksi mukana oli myös maa- ja metsätalouteen liittyviä ohjeita sekä Ruotsin Liikenneviraston (Trafikverket) julkaisu.

Esiselvityksen osana toteutettiin internet-kysely. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää ja kartoittaa sulfaattimaihinkin liittyvää tietämystä, kokemuksia sulfaattimaiden aiheuttamista haasteista käytännön työssä sekä ratkaisuehdotuksista ja annetuista ohjeista näihin ongelmatilanteisiin. Lisäksi kyselyssä selvitettiin ohjeistuksen tarvetta ja sisältötoiveita koskevia ajatuksia. Kyselyssä pyydettiin nimeämään esimerkkihankkeita, joita hyödynnettiin esiselvityksen myöhemmässä vaiheessa keskustelutilaisuudessa. Projektin aikana järjestettiin keskustelutilaisuus, jossa oli tilaisuuden järjestäjien lisäksi 12 sulfaattimaiden parissa työskentelevää eri tahojen asiantuntijaa.

Liikenneviraston nykyisissä ohjeissa maarakentamiseen tai väyläsuunnitteluun liittyvissä ohjeistuksissa on mainintoja sulfaattimaista. Sulfaattimaita on myös käsitelty muissa ohjeissa. Kaivettujen maa-ainesten sijoittamiseen ja käsittelyyn liittyen ei tullut tietoon yhtenäistä ohjeistusta tai vakiintuneita käytäntöjä. Yleisesti esiselvityksessä tehtyyn internet-kyselyyn vastanneista puolet oli sitä mieltä, että ohjeistusta ei ole riittävästi. Kyselyyn vastanneista puolet ilmoitti sulfaattimaihinkin liittyvän tietämyksensä puutteelliseksi.

Elina Kerko, Taina Rantanen, Esa Patjas ja Sanna Huhtonen: Sulfatjordar i trafikledsprojekt. Trafikverket, infrastruktur och miljö. Helsingfors 2014. Trafikverkets undersökningar och utredningar 49/2014. 36 sidor och 4 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-026-1.

Sammanfattning

Sura sulfatjordar är svavelhaltiga sediment som förekommer naturligt i marken. Syftet med förstudien var att sammanställa, behandla och analysera uppgifterna om hur sulfatjordar påverkar trafikledsprojekt.

Uppgifterna om sulfatjordar och deras effekter samt nulägeskunskapen sammanställdes till en kort litteraturöversikt i början av studien. I förstudien undersöktes sulfatjordar med tanke på vattenvårdsplanerna och havsvårdsplanen. Dessutom behandlades sulfatjordarna utgående från vattenlagen och statsrådets förordning om vattenhushållningsärenden. Man gick i arbetet igenom anvisningarna som ansågs väsentliga för sulfatjordarna och trafikledsprojektet. Största delen av de anvisningar som man gick igenom var Trafikverkets egna anvisningar. För att få perspektiv på det hela tog man också med anvisningar i anknytning till jord- och skogsbruk samt svenska Trafikverkets publikation.

Som en del av förstudien gjordes också en webbenkät. Syftet med enkäten var att ta reda på och kartlägga kunskapen om sulfatjordar, erfarenheterna av de utmaningar som sulfatjordar orsakar i det praktiska arbetet samt vilka förslag till lösningar och anvisningar som getts för olika problemsituationer. I enkäten utreddes också behovet av och önskemålen om innehållet i anvisningarna. I enkäten bad man särskilt om exempel på projekt, vilka utnyttjades i diskussioner i ett senare skede av förstudien. Under projektets gång ordnades ett diskussionsmöte. I mötet deltog, utöver arrangörerna, 12 sakkunniga med erfarenhet av arbete med sulfatjordar från olika instanser.

I Trafikverkets nuvarande anvisningar för jordbyggnad och trafikledsplanering finns sulfatjordar omnämnda. Sulfatjordar har också behandlats i andra anvisningar. Det kom inte fram några enhetliga anvisningar eller vedertagen praxis för placering och hantering av schaktade jordmassor. Av dem som svarade på webbenkäten i förstudien ansåg hälften att det inte finns tillräckligt med anvisningar. Hälften av svararna ansåg också att deras kunskaper om sulfatjordar är bristfälliga.

Elina Kerko, Taina Rantanen, Esa Patjas ja Sanna Huhtonen: Sulphate-containing soils in road projects. Finnish Transport Agency, Infrastructure and Environment. Helsinki 2014. Research reports of the Finnish Transport Agency 49/2014. 36 pages and 4 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-026-1.

Summary

Acid sulphate soils are sulphur-containing sediments that occur naturally in the ground. The purpose of this preliminary study was to collect, process and analyse information regarding the impact of sulphate soils on road projects.

A brief literature review was performed at the outset of the study to gather information on sulphate soils and their impact, as well as on the present knowledge of this subject. During the preliminary study, sulphate soils were examined from the viewpoint of water management plans and the Finnish marine resources management plan, as well as that of the Water Act and the Government Decree on Water Resource Management. The preliminary study also involved an assessment of guidelines deemed essential with regard to sulphate soils and road projects. Most of these guidelines were issued by the Finnish Transport Agency. To broaden the perspective, a number of guidelines related to agriculture and forestry were also examined, as well as a publication by the Swedish Transport Administration (Trafikverket).

A web-based survey was carried out as part of the preliminary study. The purpose of this was to map the knowledge of sulphate soils, the experiences of challenges these presented in practical work, proposals for solutions, and the guidelines available for such problematic situations. The survey also investigated the need for guidelines and suggestions for contents. Furthermore, the respondents were asked to provide examples of projects which were then utilised in a discussion event organised at a later stage of the preliminary study. In addition to the event organisers, the discussion event was attended by 12 experts from various fields who work with sulphate soils.

The Finnish Transport Agency's present guidelines related to earth construction and road planning contain mentions of sulphate soils. Sulphate soils are also dealt with in other guidelines. However, it appeared that there are no consistent guidelines or established practices regarding the placement and treatment of excavated sulphate soils. Half of the web-based survey respondents were generally of the opinion that the present guidelines are insufficient. Similarly, half of the respondents thought that their knowledge of sulphate soils was insufficient.

Esipuhe

Esiselvityksen tavoitteena oli koota, käsitellä ja analysoida tietoa sulfaattimaiden vaikutuksista väylähankkeisiin. Esiselvityksellä ei ole ohjestatusta.

Selvityksen on teettänyt Liikenneviraston Infra ja ympäristö -osasto. Työn ohjauksesta vastasi ohjausryhmä, johon kuuluivat Katri Uimaniemi, Anne-Mari Haakana, Susanna Koivujärvi, Tuula Säämänen, Laura Pennanen, Panu Tolla, Pentti Salo, Ossi Räsänen ja Timo Tirkkonen. Selvitystyön on tehnyt ja raportin kirjoittanut Sito Oy. Konsultin työryhmään ovat kuuluneet Elina Kerko (projektipäällikkö), Esa Patjas, Sanna Huhtonen ja Taina Rantanen.

Työssä toteutettiin kysely, joka lähetettiin useille tahoille (esimerkiksi viranomaiset, suunnittelijat ja urakoitsijat), joiden työskentelytoimiala oli joko suoraan sulfaattimaihin liittyvää tai he työskentelivät potentiaalisesti sulfaattipitoisten maiden alueella.

Lisäksi työn edetessä pidettiin keskustelutilaisuus, jossa keskusteltiin esimerkkihankkeista, joissa sulfaattimaa-aihe oli tullut esille ja miten asiaa oli pyritty ratkaisemaan. Sen lisäksi käytiin keskustelua näiden esimerkkitapausten pohjalta. Keskustelutilaisuuden osallistui Liikenneviraston ja Sito Oy:n edustajien lisäksi sulfaattimaiden parissa työskenteleviä eri tahojen asiantuntijoita.

Helsingissä joulukuussa 2014

Liikennevirasto
Infra ja ympäristö -osasto

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	9
1.1	Tausta ja tavoitteet	9
1.2	Selvityksen sisältö ja rajaukset.....	10
1.3	Tutkimusmenetelmät.....	10
1.3.1	Kirjallisuuskatsaus.....	10
1.3.2	Sulfaattimaihin liittyvä viranomaisohjaus	11
1.3.3	Ohjeiden läpikäynti.....	11
1.3.4	Internet-kysely.....	11
1.3.5	Hankkeiden läpikäynti.....	11
1.3.6	Keskustelutilaisuus.....	11
2	SULFAATTIMAAT	12
2.1	Määrittely ja tunnistaminen	12
2.2	Muodostuminen ja esiintyminen	13
2.3	Riskiluokittelu	15
2.4	Ominaisuudet ja vaikutukset.....	16
3	SULFAATTIMAIHIN LIITTYVÄ VIRANOMAISSOHJAUS	18
3.1	Sulfaattimaat vesienhoitosuunnitelmissa ja merenhoitosuunnitelmassa	18
3.2	Vesilaki ja valtioneuvoston asetus vesitalousasioista	19
4	OHJEISTUS.....	20
4.1	Liikenneviraston ohjeet.....	20
4.1.1	Läjitäyttöalueen suunnittelu-läjitäyttöalueohje.....	20
4.1.2	Tiepenkereiden ja -leikkausten suunnittelu.....	20
4.1.3	Massanvaihdon suunnittelu	20
4.1.4	Sillan geotekninen suunnittelu.....	20
4.1.5	Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 20 Ympäristö ja rautatiealueet.....	21
4.1.6	Radanpidon ympäristöohje	21
4.1.7	Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu.....	21
4.1.8	Vesilaki väylähankkeissa	21
4.2	Muut ohjeet.....	21
4.2.1	Sedimenttien ruoppaus- ja läjitäyttöohje.....	21
4.2.2	Råd och rekommendationet för hantering av sulfidjordmassor.....	22
4.2.3	Hulevesiopas.....	22
4.2.4	Ympäristöriskien vähentäminen happamilla sulfaattimailloilla - Opas pohjaveden pinnan säätämiseen	22
4.2.5	Hyvän metsänhoidon suositukset – Vesiensuojelu.....	23
5	INTERNET-KYSELYN JA KESKUSTELUTILAISUUDEN TULOKSET	24
5.1	Internet kyselyn tulokset	24
5.2	Keskustelutilaisuuden tulokset	26
6	SULFAATTIMAAT VÄYLÄHANKKEISSA.....	27
6.1	Sulfaattimaiden geotekniset ominaisuudet	27
6.2	Tekniset vaatimukset.....	27
6.3	Kaivutyöt ja massojen sijoitus	29
6.3.1	Kaivu ja välivarastointi.....	29
6.3.2	Massojen hyötykäyttö ja loppusijoittaminen.....	30

6.4	Vesienhallinta ja kuivatus	30
-----	----------------------------------	----

7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPITEET	32
---	---	----

LÄHTEET	34
---------------	----

LIITTEET

Liite 1	Internet-kyselyn tulokset
Liite 2	Esimerkkitaulukko koskien sulfaattimaiden kaivua, käsittelyä ja seuranta
Liite 3	Korroosiotutkimusohjelmat sisältö ja raja-arvot
Liite 4	Betoniin kohdistuva kemiallinen rasitus

1 Johdanto

1.1 Tausta ja tavoitteet

Viime vuosina sulfaattimaihin on kiinnitetty yhä enemmän huomiota johtuen muun muassa EU:n vesipuitedirektiivin tavoitteesta, jonka mukaan jäsenmaissa tulee saavuttaa hyvä vesistöjen tila vuoteen 2015 mennessä. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat haitat heikentävät sekä vesien ekologista että kemiallista tilaa. Tämän vuoksi vesienhoidon toimenpideohjelmat edellyttävät toimia happamuusongelman vähentämiseksi (Maa- ja metsätalousministeriö 2009). Jo tätäkin ennen on esimerkiksi maataloudessa happamiin sulfaattimaihin liittyvät kysymykset tunnistettu ja niihin on haettu vastauksia. Myös ilmastonmuutoksen seurauksena sulfaattimaiden aiheuttamien ympäristöhaittojen on arvioitu kasvavan sääilmiöiden äärevöityessä. Kokonaisuutena happamista sulfaattimaista on arvioitu huuhtoutuvan vesiin myrkyllisiä metalleja enemmän kuin kaikista Suomen teollisuusjätevesistä yhteensä (Sundström ym. 2002).

Sulfaattimaita on viime vuosina selvitetty useissa hankkeissa, joista osa on edelleen käynnissä. Esimerkkejä hankkeista, jotka ovat tuottaneet ja tuottavat tietoa sulfaattimaista Suomessa, ovat CATERMASS (Climate Change Adaptation Tools for Environmental Risk Mitigation of Acid Sulphate Soils – CATERMASS), PRECIKEM (Kemiallinen täsmäkäsittely sulfaattimailla tapahtuvan haponmuodostumisen estämiseksi) ja SuHE (Sulfaattimailla syntyvän happaman kuormituksen ennakointi- ja hallintamenetelmät). Liikenneväyliin tai rakentamiseen keskittyvää tutkimushanketta ei ole tehty, joten sulfaattimaista ja väylähankkeista ei ole suoraan saatavilla tutkimustietoa. Käytössä ei myöskään ole maanrakentamiseen tai väylähankkeisiin soveltuvaa sulfaattimaita koskevaa yleisohjeistusta. Sulfaattimaita on kuitenkin sivuttu tietyissä ohjeissa. Nykyisellään ei ole kootusti tietoa, miten sulfaattimaat tai niiden ympäristövaikutukset huomioidaan väylien rakennushankkeissa tai niiden kunnossapidossa tai siitä, miten sulfaattimaat vaikuttavat väylähankkeisiin.

Nykytilanteen selvittämiseksi Liikennevirasto käynnisti kesällä 2013 esiselvityksen sulfaattimaista ja väylähankkeista. Esiselvitys nähtiin tarpeelliseksi, sillä sulfaattimaiden tunnistaminen ja oikea-aikainen huomioonottaminen väylien suunnittelussa sekä käsittelytapojen valinta suhteessa sulfaattimaamassojen määrään ja laatuun vähentävät hankkeiden riskejä. Esiselvityksen tavoitteena oli koota, käsitellä ja analysoida tietoa sulfaattimaiden vaikutuksista väylähankkeisiin. Tässä raportissa kuvataan työn eteneminen ja ne keskeiset tulokset, joita voidaan hyödyntää jatkosuunnittelua ja -toimenpiteitä tehtäessä. Raportissa kuvataan nykytila ja arvioidaan jatko-toimenpiteiden tarvetta, kuten esimerkiksi ohjeistustarpeita.

1.2 Selvityksen sisältö ja rajaukset

Sulfaattimaista käytettävä määritelmä ja luokitus pohjautuvat tässä selvityksessä CATERMASS-hankkeen osahankkeessa 1 luotuun määritelmään ja riskiluokitukseen (Edén ym. 2012b). Osahankkeen tehtäviin osallistuivat Geologian tutkimuskeskus (päävastuu), Åbo Akademi ja Helsingin yliopisto. Määritelmää ja luokitusta on muokattu vuoden 2012 jälkeen ja se voi edelleen muuttua. Esiselvityksessä käytettävä määritelmä ja luokitus ovat 6.6.2013 päivätyn version mukaiset (Edén 2013). Käytettävä määritelmä ja luokitus eroavat merkittävästi kansainvälisesti käytössä olevista määritelmistä ja luokituksista, kuten World Reference Base -järjestelmästä (WRB) ja Soil Taxonomy -järjestelmästä (Edén ym. 2012). Suomessa esimerkiksi sulfaattimaiksi luokitellaan syvemmällä olevia maita kuin muualla maailmassa, koska kaivusvyvyys on suuri ja siten sulfideja hapettuu kansainvälisiä kriteerejä syvemmältä (Kangas 2010). Suomen olosuhteisiin luotuina CATERMASS-hankkeen osahankkeen 1 määritelmä ja luokitus soveltuvat kansainvälisiä määritelmiä paremmin täällä käytettäviksi. Tässä esiselvityksessä käytetty luokitus on lähes samanlainen Ruotsissa käytössä olevan luokituksen kanssa (Aroka ym. 2012).

Esiselvityksen tietolähteinä on käytetty olemassa olevaa kansallista ja kansainvälistä kirjallisuutta mukaan lukien olemassa oleva ohjeisto ja kansallinen lainsäädäntö. Lisäksi tietoa kerättiin kyselyn avulla suomalaisilta alan asiantuntijoilta ja happamien sulfaattimaiden parissa työskenteleviltä. Kyselyllä saatua tietoa täydennettiin järjestämällä keskustelutilaisuus, jossa keskityttiin erityisesti sulfaattimaiden vaikutuksiin väylähankkeissa.

Esiselvityksessä keskitytään Suomen rannikkoalueella esiintyviin happamiin sulfaattimaihin, jotka ovat pääasiallisesti muodostuneet Itämeren muinaisen Litorinamerivaiheen aikana kerrostuneista rikki- ja rikkipitoisista sedimenteistä. Tarkastelussa keskitytään hienojakoisiin sedimentteihin esimerkiksi hiekkojen jäädessä vähemmälle huomiolle. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty Keski- ja Itä-Suomen notkojen soissa esiintyvät sulfaattimaat ja mustaliuskealueilla esiintyvät sulfidipitoiset maat. Rannikkoalueiden savikoiden ja niissä esiintyvien sulfaattimaiden on katsottu olevan kokonaisuuden kannalta merkittävämpiä.

1.3 Tutkimusmenetelmät

1.3.1 Kirjallisuuskatsaus

Tietoa sulfaattimaista ja niiden vaikutuksista sekä tietämyksen nykytilasta koottiin työn alussa tehtyyn lyhyeen kirjallisuuskatsaukseen. Tarkastelussa pidättäydettiin yleisellä tasolla eikä esimerkiksi sulfaattimaiden synty- tai vaikutusmekanismeja käyty yksityiskohtaisesti läpi. Työssä hyödynnettiin viimeaikaisia sulfaattimaihin liittyviä projekteja, joita viime vuosina on ollut ja on edelleen useita. Näistä mainittakoon esimerkiksi CATERMASS, PRECIKEM ja SuHe. Projektit ovat tuottaneet ja tuottavat edelleen Suomen olosuhteisiin tietoa. Esimerkiksi tässä esiselvityksessä käytettävä sulfaattimaiden määritelmä ja luokitus pohjautuvat CATERMASS-hankkeen osahankkeessa 1 luotuun määritelmään ja riskiluokitukseen.

1.3.2 Sulfaattimaihien liittyvä viranomaisohjaus

Esiselvityksessä käytiin läpi sulfaattimaita vesienhoitosuunnitelmien ja merenhoitosuunnitelman kannalta. Lisäksi sulfaattimaita käsiteltiin vesilain ja valtioneuvoston asetuksen vesitalousasioista kannalta.

1.3.3 Ohjeiden läpikäynti

Työssä käytiin läpi sulfaattimaiden ja väylähankkeiden kannalta oleelliseksi arvioituja ohjeita. Suurin osa läpikäydyistä ohjeista oli Liikenneviraston omia ohjeita. Perspektiivin saamiseksi mukana oli myös maa- ja metsätalouteen liittyviä ohjeita sekä Ruotsin Liikenneviraston (Trafikverket) julkaisu *Råd och rekommendationer för hantering av sulfidjordsmassor* (Vägverket 2007). Ulkomaisten julkaisujen tarkastelussa keskityttiin samanlaisten ilmasto-olosuhteiden vuoksi Suomen lähialueeseen, joten esimerkiksi Australia jätettiin tarkastelujen ulkopuolelle, vaikka siellä on tehty paljon sulfaattimaiden ympäristövaikutuksiin keskittyvää tutkimusta.

Työn aikana esille tulleita viranomaisohjeistuksia tai hankkeiden valvontaan liittyviä päätöksiä ei ole käyty läpi tarkemmin niiden hankekohtaisuuden vuoksi. Näistä saatua tietoa on kuitenkin hyödynnetty johtopäätöksiä laatiessa ja tuotu esille esimerkiksi kappaleessa 6.

1.3.4 Internet-kysely

Syyskuussa 2013 toteutettiin internet-kysely. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää ja kartoittaa sulfaattimaihien liittyvää tietämystä, kokemuksia sulfaattimaiden aiheuttamista haasteista käytännön työssä sekä ratkaisuehdotuksista ja annetuista ohjeista näihin ongelmatilanteisiin. Lisäksi kyselyssä selvitettiin ohjeistuksen tarvetta ja sisältötoiveita koskevia ajatuksia. Internet-kysely lähetettiin noin 250 henkilölle, jotka valikoitiin siten, että heidän toimialansa oli joko suoraan sulfaattimaiden tutkimukseen liittyvää tai he työskentelivät potentiaalisesti sulfaattipitoisten maiden alueella (esimerkiksi viranomaiset, suunnittelijat ja urakoitsijat). Vastauksia saapui määräaikaan mennessä 80 kappaletta. Internet-kyselyn tulokset on esitetty kappaleessa 5.1.

1.3.5 Hankkeiden läpikäynti

Kyselyssä pyydettiin nimeämään esimerkkihankkeita, joita voitaisiin hyödyntää esiselvityksen myöhemmässä vaiheessa (esim. keskustelutilaisuudessa). Ehdotuksia saatiin runsaasti ja niistä valikoitiin neljä aiheetta. Esimerkit koskivat tie- ja ratahankkeita sekä happamien vesien vaikutuksia tierumpuihin.

1.3.6 Keskustelutilaisuus

Keskustelutilaisuus järjestettiin lokakuussa 2013. Paikalla oli tilaisuuden järjestäjien lisäksi 12 sulfaattimaiden parissa työskentelevää eri tahojen asiantuntijaa. Keskustelutilaisuudessa esiteltiin esimerkkihankkeita, joissa sulfaattimaa-aihe oli tullut esiin, ja kerrottiin, miten asiaa oli pyritty ratkaisemaan. Näiden esittelyjen pohjalta käytiin keskusteluita hankkeista ja yleisemmin sulfaattimaita. Keskustelutilaisuuden tulokset on esitetty kappaleessa 5.2.

2 Sulfaattimaat

2.1 Määrittely ja tunnistaminen

Happamat sulfaattimaat ovat maaperässä luonnollisesti esiintyviä rikkiä sisältäviä sedimenttejä. Sulfaattimaassa voi olla sekä hapettunut maakerros (todellinen hapan sulfaattimaa) että hapettumaton sulfidirikkipitoinen maakerros (potentiaalinen hapan sulfaattimaa) tai vain toinen näistä (Edén ym. 2012b). Hapettunut maakerros syntyy potentiaalisesti happaman sulfaattimaan joutuessa kosketuksiin ilmakehän hapen kanssa, jolloin sulfidit alkavat hapettua ja todellinen hapan sulfaattimaa syntyy.

Todellisessa happamassa sulfaattimaassa (THS) pH on maastossa suoraan näytteestä mitattuna $< 4,0$ sulfidien hapettumisen seurauksena silloin, kun kyseessä on hapettunut mineraalimaa tai lieju (ei turve). Jos pH on $4,0-4,4$ eikä ole selvää havaintoa sulfidien läsnäolosta, selvitetään asiaa lisämäärityksillä (inkubaatio tai rikkiä sisältävyys). (Edén ym. 2012b)

Väritään todellinen hapan sulfaattimaa on yleensä (ruskean) harmaata savea ja silttiä, yleensä se on myös liejupitoista. Maa saattaa sisältää runsaasti oransseja ja mahdollisesti myös kellertäviä (jarosiitti) rautasaostumia. (Geologian tutkimuskeskus 2013)

Potentiaalisessa happamassa sulfaattimaassa (PHS) rikki on sulfidimuodossa (pelkistynyt, ei hapettunut) ja pH on yleensä yli $6,0$. Rikkiä sisältävyys (S_{tot}) on $\geq 0,2\%$, hiekassa rikkiä sisältävyys on $> 0,01\%$. Inkuboitu pH on $\leq 4,0$ ja pudotusta on vähintään $0,5$ yksikköä maastossa mitattuun pH-arvoon verrattuna. (Edén ym. 2012 b)

Potentiaalinen hapan sulfaattimaa on usein väritään mustaa tai tumman (likaisen) harmaata (Kuva 1). Tosin myös väritään vaalea savi voi olla hyvin sulfidipitoista. Maalaji on yleensä savea tai silttiä, usein myös liejupitoista, harvoin hienoa hiekkaa. Maassa on yleensä selvä rikin haju. (Geologian tutkimuskeskus 2013, esite.)



Kuva 1. *Potentiaalinen hapan sulfaattimaa (sulfidihiesu) (Kuva Emmi Rankonen, Geologian tutkimuskeskus)*

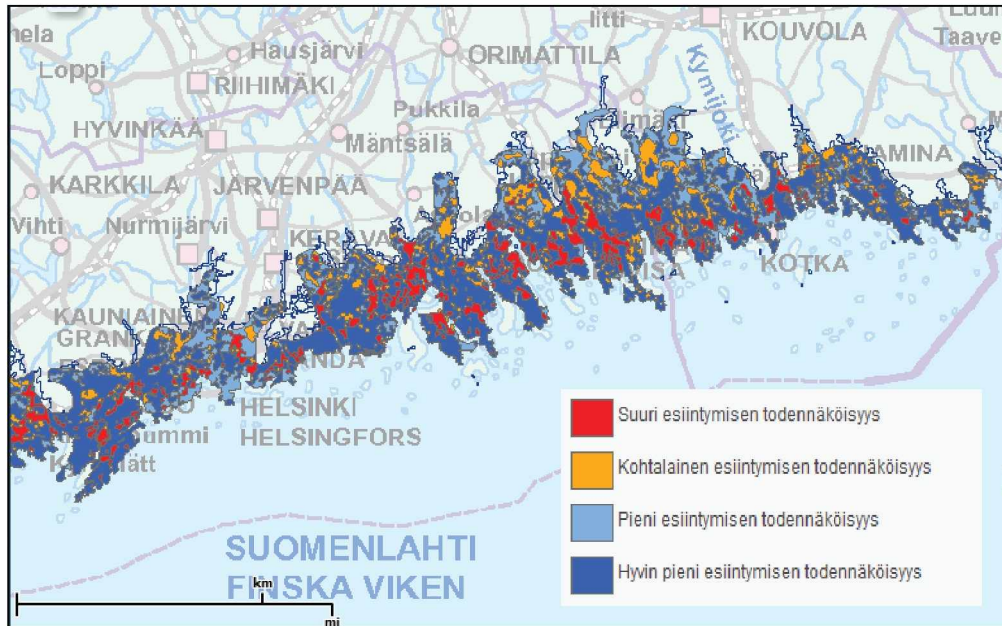
2.2 Muodostuminen ja esiintyminen

Happamat sulfaattimaat ovat maaperässä luonnollisesti esiintyviä rikkipitoisia sedimenttejä, jotka ovat tyypillisesti kerrostuneet muinaiselle merenpohjalle, merenlahtiin tai jokisuistoihin (Geologian tutkimuskeskus 2013). Suomen kannalta merkittävimmät happamat sulfaattimaat ovat pääasiallisesti muodostuneet Itämeren muinaisen Litorinamerivaiheen aikana noin 4 000–8 000 vuotta sitten kerrostuneista rikkipitoisista sedimenteistä. Litorinamerivaiheen aikana muodostuneisiin sedimentteihin rikki on varastoitunut sulfidirikkinä mikrobien pelkistäessä meriveden sulfaattia sulfidiksi.

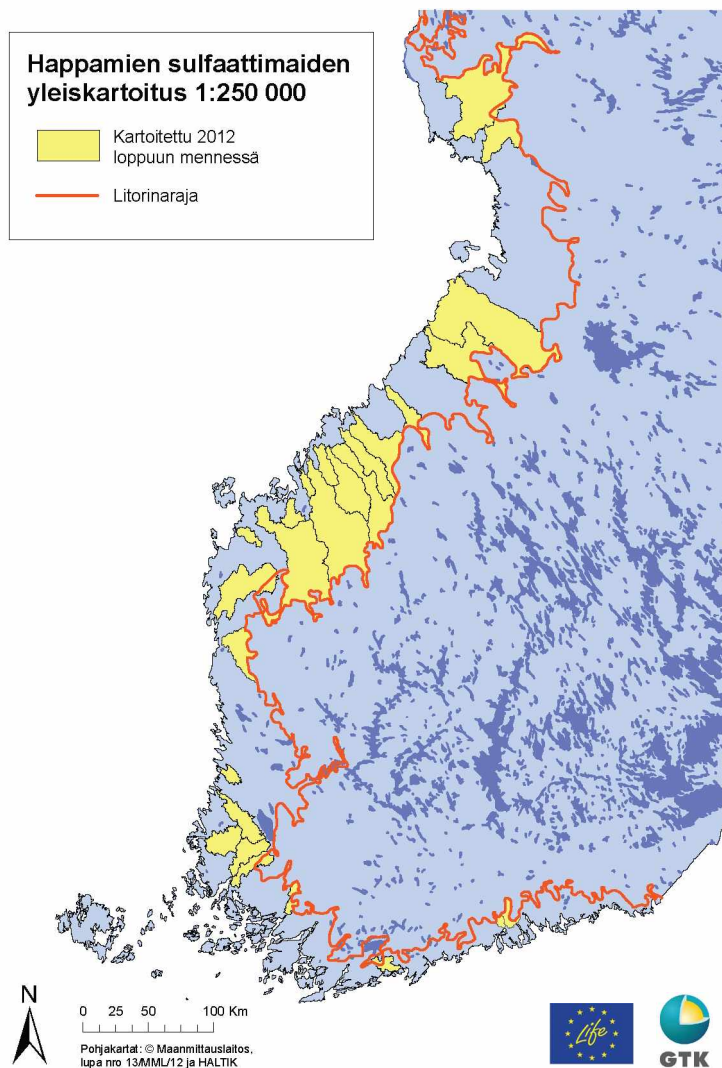
Suomen happamat sulfaattimaat esiintyvät pääasiassa muinaisen Litorinameren peittämällä alueella (Geologian tutkimuskeskus 2013) eli niitä tavataan itäiseltä Uudelta maalta Perämeren rannikolle saakka (Geologian tutkimuskeskus 2009). Maankohoamisen ja maankuivatuksen seurauksena sulfaattimaat ovat nousseet vedenpinnan yläpuolelle. Muinaisen Litorinameren peittämät alueet ulottuvat Perämeren rannikolla noin 100 metrin ja Etelä-Suomen rannikolla 20–40 metrin tasoon merenpinnan yläpuolelle (Geologian tutkimuskeskus 2013 esite). Esimerkiksi Oulun alueella Litorinameren peittämä alue ulottuu sisämaahan noin 50 km:n, Vaasan alueella yli 100 km:n, Porin alueella noin 25 km:n, Uudenkaupungin alueella noin 50 km:n ja etelärannikolla noin 10 km:n etäisyydelle rannikosta sisämaahan päin. Yleisimpiä sulfaattimaat ovat Pohjanmaalla, erityisesti Kristiinankaupungin ja Oulun välisellä alueella. Suomessa sulfaattimaita on arviolta 100 000–300 000 hehtaaria (Geologian tutkimuskeskus 2009).

Sulfaattimaakerroksien pinnalla esiintyy usein vaihtelevan paksuisina kerroksia multamaata, turvetta tai esimerkiksi karkeaa silttiä tai hiekkaa. Hapettumattomat rikkipitoiset kerrostumat esiintyvät keskimäärin 1–2 metrin syvyydellä maanpinnasta ja niiden paksuus vaihtelee alle puolesta metristä useisiin metreihin. Rikkipitoisten kerrosten pohjalla esiintyy usein vanhempia savi- ja silttikerroksia, joissa rikkipitoisuudet ovat vähäisiä. Paikoin rikkipitoiset kerrostumat voivat sijaita suoraan moreenin tai peruskallion päällä. (Geologian tutkimuskeskus 2013, esite.)

Happamien sulfaattimaiden systemaattinen kartoitus alkoi vuonna 2009 Geologian tutkimuskeskuksen, Åbo Akademin ja Helsingin yliopiston yhteisprojektina (Edén ym. 2012a). Koko potentiaalisen rannikkoalueen yleiskartoitus pyritään tekemään vuoden 2015 loppuun mennessä. Valmiit kartat löytyvät Geologian tutkimuskeskuksen verkkosivuilta Happamat sulfaattimaat-karttapalvelusta (www.gtk.fi > tietopalvelut > Havainto- ja mittaustiedot > Happamat sulfaattimaat) sitä mukaa kun ne valmistuvat. Vastaavat tiedot löytyvät myös ja ovat ladattavissa Geologian tutkimuskeskuksen Hakku-palvelusta (hakku.gtk.fi) Kartoituksen pohjana on kirjoituspöytätyönä tehty ennakkotulkintakartta (Kuva 2), joka myös löytyy karttapalvelusta. Vuoden 2012 loppuun mennessä kartoitetut alueet näkyvät kuvan 3 kartalla.



Kuva 2. Ote ennakkotulkintakartasta. (Lähde: Geologian tutkimuskeskuksen Happamat sulfaattimaat -karttapalvelu)



Kuva 3. Kartoitustilanne vuoden 2012 lopussa. (Lähde: Geologian tutkimuskeskus)

2.3 Riskiluokittelu

Suomessa sulfaattimaista käytettävä riskiluokittelu perustuu kahteen tai kolmeen tekijään, jotka ovat

- sulfidipitoisen kerroksen alkamissyvyys maanpinnasta (Taulukko 1),
- kenttämittausten pH-arvon minimi (Taulukko 2) ja
- rikkipitoisuus (jos analysoitu) (Taulukko 3) (Edén ym. 2012b).

Luokittelussa kartoitus/havainnointisyvyys on 3 metriä. Luokitus soveltuu hienojakoisille sedimenteille, kuten savi, hiesu ja hieno hieta. Happamia hiekkoja ei esimerkiksi ole vielä sisällytetty luokitukseen.

Määräävänä tekijänä riskiluokituksessa on sulfidin esiintymissyvyys (Taulukko 1). Mittattu pH-arvon minimi (Taulukko 2) (lisämääre A–D) kuvastaa maaperän hapettumisen ja happamoitumisen nykytilannetta. Alhainen pH osoittaa, että maaperässä tapahtuu aktiivista sulfidien hapettumista ja happamoitumista, jota maaperä ei kykene puskuroimaan.

Kokonaisrikkipitoisuuden (Taulukko 3) (lisämääre I–IV) tulkitaan edustavan sulfidipitoisuutta happamassa sulfaattimaassa ja ennustavan potentiaalista happamuuskuormituksen määrää. Kokonaisrikkipitoisuutta luokituksessa edustaa hapettumatoman kerroksen ylimmän 40 cm:n kokonaisrikkipitoisuuden keskiarvo.

Geologian tutkimuskeskuksen käynnissä olevassa happamien sulfaattimaiden yleiskartoituksessa riskiluokitusta sovelletaan vain pistemäiselle havaintoaineistolle. Riskiluokitusta voidaan käyttää esimerkiksi hahmoteltaessa sulfidien hapettumisastetta alueittain sekä maankäytön suunnittelussa. Varsinaista tulkintaohjetta tai toimenpidesuosituksia riskiluokitukseen liittyen ei ole tehty.

Taulukko 1. Sulfidin esiintyminen.

Luokka	Sulfidin alkamissyvyys (m)
1	0–1,0
2	1,0–1,5
3	1,5–2,0
4	2,0–3,0
5	sulfidi kokonaan hapettunut
6	ei sulfidia 0–3 m syvyydellä

Taulukko 2. Maastossa mitattu pH-arvon minimi (lisämääre)

Lisämääre	Minimi pH (syvyydellä 0–3 m)
A	< 3,5
B	3,5–3,9
C	4,0–4,4
D	≥ 4,5

Taulukko 3. Rikkipitoisuus (lisämääre)

Lisämääre	Kokonaisrikkipitoisuus (%)*
I	$S(\text{tot}) \geq 1,0$
II	$0,6 \leq S(\text{tot}) < 1,0$
III	$0,2 \leq S(\text{tot}) < 0,6$
IV	$S(\text{tot}) < 0,2$

* Sulfidikerroksen ylimmän 40 cm:n kokonaisrikkipitoisuuden keskiarvo.

Riskiluokittelu näytteelle annetaan muodossa: sulfidien alkamissyvyys / pH_{min} / $S(\text{tot})$
esimerkiksi seuraavasti: 2 / A / II.

2.4 Ominaisuudet ja vaikutukset

Luonnontilassa sulfaattisavet ovat yleensä alavia, turpeen peittämiä ja tasaisen kosteita maita. Maarakennus- ja geoteknisiltä ominaisuuksiltaan sulfaattimaat eivät juurikaan eroa vastaavista ei-sulfaattipitoisista savi- ja silttimaista. Veden kyllästäminä sulfaattimaat eivät aiheuta ongelmia ympäröivälle luonnolle. Sulfidit alkavat hapettua ja happamoituminen käynnistyy, kun sulfidipitoiset kerrokset joutuvat vedenpinnan yläpuolelle ja pääsevät kosketuksiin ilmakehän hapen kanssa. Pohjavedenpinnan aleneminen voi seurata esimerkiksi maankohoamisesta, ojituksesta (etenkin salaojituksesta), maankaivamisesta tai rakenteiden kuivatusjärjestelyistä. Myös kaivutöiden yhteydessä ja massojen läjityksessä aiemmin hapettomissa olosuhteissa olleet sulfidipitoiset maa-ainekset joutuvat usein hapellisiin olosuhteisiin. Hapettumisen seurauksena syntyy rikkihappoa, joka on tehokas syövyttäjä ja liottaa maaperästä sen luontaisesti sisältämiä metalleja (Geologian tutkimuskeskus 2009). Haittojen vakavuusaste on yhteydessä happamien maiden suhteelliseen osuuteen valuma-alueella, sulfidikerrosten syvyyteen ja rikkipitoisuuteen. (Sutela ym. 2012)

Epäedullisimmat olosuhteet syntyvät yleensä kevät- ja syysvaluntojen aikana, kesällä rankkasateiden jälkeen ja keväällä syvän roudan sulaessa. Vesistöseurantojen yhteydessä on havaittu, että pahimpia tilanteita ovat pitkien kuivien kausien jälkeiset äkilliset rankkasateet, joiden seurauksena hapettuneessa maakerroksessa muodostunut rikkihappo huuhtoutuu yhdessä liuenneiden metallien, kuten alumiinin ja kadmiumin, kanssa veden mukana sivu-uomista pääuomiin. Kun pääuomien virtaama on alhainen, on myös laimeneminen vähäisempää kuin normaaleina vesivuosina. (Sutela ym. 2012). Pahimmillaan valumavesien pH-arvo voi olla alle 3, mikä on noin tuhatkertainen muutos suomalaisten vesien yleistilaan verrattuna. Esimerkiksi herkimmät kalat kuolevat, kun vesistön pH-arvo laskee alle arvon 5,5 (Geologian tutkimuskeskus 2009). Veden pH-arvon laskun lisäksi maaperästä huuhtoutuvat metallit aiheuttavat ympäristöhaittoja. Luonnon olosuhteissa metallien myrkyvaikutuksissa on yleensä kyse niiden yhteisvaikutuksista. Yksittäisen metallin pitoisuus ei välttämättä ole suurentunut kuolleisuutta aiheuttavaksi, vaan useat metallit lisäävät toistensa myrkyvaikutuksia. (Sutela ym. 2012)

Sulfaattimaat ja happamat valumavedet vaikuttavat rakennettuun ympäristöön muun muassa aiheuttaen raudan korroosiota ja esimerkiksi tierakenteissa olevien teräsputkirumpujen ruostumista sekä betonirakenteiden syöpymistä. Yleisesti ottaen happamia sulfaattimaita voi esiintyä korkean vesi- ja humuspitoisuuden savimaissa, jois-

sa painumat ovat suuria ja jotka ovat kantavuudeltaan ja lujuudeltaan heikkoja. Sulfaattimaiden vaikutuksia väylähankkeisiin käsitellään tarkemmin luvussa 6 .

Happamien sulfaattimaiden aiheuttama hapan kuormitus on heikentänyt selvästi läntisen rannikon pintavesien ekologista ja kemiallista tilaa (Maa- ja metsätalousministeriö 2011). Hyvää huonompaan tilaan on luokiteltu kemiallisesti esimerkiksi noin 20 Pohjanmaan jokea. Nämä joet sijaitsevat happamilla sulfaattimailla ja niissä esiintyy muun muassa korkeita kadmiumin pitoisuuksia. Kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi luokiteltujen vesistöjen ekologinen tila on arvioitu tyydyttäväksi tai huonoksi vuoden 2008 arvioinnissa (Mäenpää ja Tolonen 2011). Vuonna 2013 on tehty uusi arvio Suomen vesien ekologisesta tilasta. Esimerkiksi Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskusten alueella jokivesistöjen ekologinen tila on hieman parantunut johtuen muun muassa vallinneesta happamuusoloiltaan paremmasta jaksosta (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus ja Kainuun ELY-keskus 2013).

3 Sulfaattimaihin liittyvä viranomaisohjaus

3.1 Sulfaattimaat vesienhoitosuunnitelmissa ja merenhoitosuunnitelmassa

EU:n vesipuitedirektiivi ja meristrategiadirektiivi on Suomessa pantu käytäntöön lailla vesien ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004) sekä valtioneuvoston asetuksilla vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006) ja merenhoidon järjestämisestä (272/2011). Vesienhoidon tavoitteena on hyvä vesistöjen tila vuoteen 2015 mennessä. Merenhoidon tavoitteena on taata terve ja toimiva meriekosysteemi.

Valtioneuvoston asetuksessa 1040/2006 määrätään vesienhoidon vesienhoitosuunnitelmiin sisällytettävistä selvityksistä, vesien tilan arvioimisesta ja seurannasta sekä vesienhoitosuunnitelmien laatimisesta. Asetuksen mukaan vesienhoitosuunnitelmat laaditaan kuudeksi vuodeksi kerrallaan. Valtioneuvosto hyväksyi joulukuussa 2009 päätöksellään vesienhoitosuunnitelmat 2010–2015.

Alueellinen ELY-keskus kokoaa vesienhoidon toimenpideohjelmista vesienhoitosuunnitelman kullekin vesienhoitoalueelle. Vesienhoitosuunnitelmissa 2010–2015 happamien sulfaattimaiden hallinnan vesiensuojelun keskeiset ohjauskeinot ovat (Mäenpää ja Tolonen 2011):

- Lisätään happamiin sulfaattimaihin liittyvää tiedotusta ja neuvontaa kaikilla sektoreilla.
- Kartoitetaan happamat sulfaattimaat ja näiden maiden aiheuttamat kuormitusriskit yhtenäisin menetelmin vuoteen 2015 mennessä.
- Kehitetään ja otetaan käyttöön kustannustehokkaita menetelmiä happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämiseksi.
- Pyritään sisällyttämään happamilla sulfaattimailla tarvittavia vesiensuojelutoimenpiteitä maatalouden, metsätalouden ja kuivatuksen tukijärjestelmiin.
- Otetaan happamat sulfaattimaat huomioon maankäytön suunnittelussa.
- Varmistetaan lainsäädännön muutoksilla tai nykyistä lainsäädäntöä täydentävällä ohjeistuksella, että happamat sulfaattimaat otetaan huomioon jo hankkeiden suunnittelussa.

Em. ohjauskeinot ovat vesienhoitosuunnitelmissa asetettuja tavoitteita, jotka eivät välttämättä ole toteutuneet. Vesienhoitosuunnitelmia päivitetään parhaillaan vuosiksi 2016–2021.

Valtioneuvoston asetuksessa merenhoidon järjestämisestä säädetään muun muassa merenhoitosuunnitelman laadinnasta ja siihen kuuluvasta merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelmasta. Asetuksen mukaisesti ensimmäinen merenhoitosuunnitelma on valmisteltava siten, että se hyväksytään viimeistään 15.7.2015. Merenhoitosuunnitelmaan kuuluu kolme osaa, joista ensimmäiseen sisältyy alustava arvio meren nykytilasta, meriympäristön hyvän tilan määrittäminen sekä ympäristön ympäristötavoitteiden ja niihin liittyvien indikaattoreiden asettaminen. Toinen osa on seurantaohjelma ja kolmas osa on toimenpideohjelma.

Kolmesta osasta ensimmäinen on valmistunut vuonna 2012 (Ympäristöministeriö 2012). Epäpuhtauksien pitoisuuksien suhteen tavoitteeksi on kirjattu seuraava:

”Tavoitteena on, että haitallisten aineiden pitoisuudet eivät ylitä yhteisön lainsäädännössä asetettuja ympäristölaatonormeja. Haitalliset aineet eivät estä merinisäkkäiden ja -lintujen lisääntymistä eikä niillä ole populaatiovaikutuksia, fykotoksiinien pitoisuudet pysyvät ennallaan ja ovat pitkällä aikavälillä laskevia. Öljystä ei aiheudu haittaa meriluonnolle. Sulfaattimaista ei tule kalojen poikastuotantoa eikä kalakantoja heikentäviä määriä myrkyllisiä metalleja tai happamia yhdisteitä.”

Valtioneuvosto on päättänyt elokuussa 2014 merenhoitosuunnitelman seurantaohjelmasta vuosille 2014–2020 (merenhoitosuunnitelman toinen osa) (Ympäristöministeriö 2014).

3.2 Vesilaki ja valtioneuvoston asetus vesitalousasioista

Sulfaattimaat on otettava huomioon vesilain mukaisessa ojituksessa. Valtioneuvoston vesitalousasioista antaman asetuksen (1560/2011) mukaan ojitussuunnitelmassa on tarpeellisessa laajuudessa esitettävä muun muassa ”selvitys ojitettavan alueen maalajeista ja happamien sulfaattimaiden esiintymisestä” (26, 1 § 4 kohta).

Mikäli sulfaattimaista voi ojituksen, ojan käyttämisen tai kunnossapidon johtuen aiheutua ympäristönsuojelullaista tarkoitettua pilaantumista vesialueella, edellyttää ojittaminen vesilain (587/2011) mukaista lupaa (VL 5:3).

Tarkemmin vesilakia ja vesilainmukaisia lupa- ja ilmoitusasioita käsitellään Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu -ohjeessa (Liikennevirasto 2013a), Radanpidon ympäristöohjeessa (Liikennevirasto 2013b) ja Vesilaki väylähankkeissa -ohjeessa (Liikennevirasto 2013c).

4 Ohjeistus

4.1 Liikenneviraston ohjeet

4.1.1 Läjitysalueen suunnittelu-läjitysalueohje

Läjitysalueohjeessa (Tielaitos 1999) ei erikseen käsitellä sulfaattimaita. Ohjeessa käydään läpi läjitysalueen suunnittelussa ja läjitystoiminnassa noudatettavia periaatteita, jotka sinänsä ovat suoraan sovellettavissa sulfaattimaihin.

4.1.2 Tiepenkereiden ja -leikkausten suunnittelu

Tiepenkereiden ja -leikkausten suunnitteluohjeessa (Liikennevirasto 2009) ei käsitellä sulfaattimaita. Ohje keskittyy suunnittelun geotekniseen näkökulmaan. Ohjeessa on määritelty eroosioriskin arviointi. Erodoitumisen myötä voi sulfaattipitoisissa maissa syntyä tässä selvityksessä mainittuja pH-arvoon ja metallipitoisuuteen liittyviä vaikutuksia hulevesiin.

4.1.3 Massanvaihdon suunnittelu

Massanvaihdon suunnitteluohjeessa (Liikennevirasto 2011) huomioidaan sulfaattimaat ja ohjeistetaan niiden kaivamista seuraavasti:

”Savimaita kaivettaessa tulee ottaa huomioon sulfaattisavien aiheuttama hapan valunta. Sulfaattisavia kaivettaessa pohjaveden pinnan alapuolelta, saa niiden hapettumisen aikaan veden happamoitumista. Tämä on otettava huomioon läjitysalueen suunnittelussa, sillä hapan valunta ei saa päätyä vesistöihin.”

Ohjeessa ei anneta erikseen ohjeita sulfaattimaiden huomioimiseen läjitysalueiden suunnittelussa.

4.1.4 Sillan geotekninen suunnittelu

Sillan geotekninen suunnittelu -ohjeessa (Liikennevirasto 2012a) esitetään yleiset vaatimukset siltojen ja muiden taitorakenteiden, kuten tukimuurien ja paalutettujen tukiseinien geotekniselle suunnittelulle. Ohjeessa käydään läpi mm. geoteknisen luokan määrittäminen. Yhtenä geotekniseen luokkaan vaikuttavista tekijöistä on teräksen korroosio ja betoniin kohdistuva kemiallinen räsitus. Sulfaattimaat ovat yksi korroosioriskiä arvioitaessa huomioon otettavista tekijöistä ja ohjeessa käydään läpi tutkimukset ja raja-arvot, joiden perusteella voidaan tulkita maan korroosio-olosuhteiden olevan tavanomaisesta poikkeavat. Kappaleessa 6.2 (Tekniset vaatimukset) käydään läpi ohjeen ympäristöolosuhteiden huomioon ottamista ja ympäristön aggressiivisuuden arviointia. Ohjeen liitteen 2 kaksi taulukot 1 (Korroosiotutkimusohjelman sisältö ja raja-arvot) ja 5 (Kemiallisen räsituksen ympäristöluokkien raja-arvot) ovat tämän esiselvityksen liitteinä 3 ja 4.

4.1.5 Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 20 Ympäristö ja rautatiealueet

Ratateknisten ohjeiden osa 20 ”Ympäristö ja rautatiealueet” (Liikennevirasto 2012c) sisältää radanpidon ympäristöä sekä rautatiealueita koskevaa ohjeistusta. Ohjeessa käydään läpi pintavedet, hulevedet ja pohjavedet sekä käydään muun muassa läpi riskejä ja annetaan ohjeita haitallisten vaikutusten ehkäisyyn ja tarkkailuun. Siinä ei suoraan käsitellä happamia sulfaattimaita.

4.1.6 Radanpidon ympäristöohje

Radanpidon ympäristöohje (Liikennevirasto 2013b) kattaa rautatiehankkeiden eri suunnitteluvaiheet sekä rakentamisen ja kunnossapidon. Ohjeessa ei suoraan käsitellä happamia sulfaattimaita. Ohjeessa on käsitelty jonkin verran pohja- ja pintavesivaikutuksia. Tarkemmin radan rakentamisen, käytön ja kunnossapidon aiheuttamia pinta- ja pohjavesiriskejä, ja -vaikutuksia sekä keinoja haitallisten vaikutusten torjumiseksi on esitetty Ratateknisten ohjeiden (RATO) osassa 20 Ympäristö ja rautatiealueet (Liikennevirasto 2012c).

4.1.7 Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu

Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnitteluohjeessa (Liikennevirasto 2013a) ei suoraan käsitellä happamia sulfaattimaita. Ohjeessa painotetaan olosuhteiden ja riskien tunnistamista, vaikka sulfaattimaita ei esimerkeissä mainitakaan. Ohjeessa käsitellään hulevesien hallintaa ja hallintatarvetta. Osio perustuu Suomen kuntaliiton hulevesioppaaseen, jossa käsitellään hulevesien hallinnan kokonaisvaltaista suunnittelua (4.2.3).

4.1.8 Vesilaki väylähankkeissa

Vuonna 2013 Liikennevirastossa valmistui vesilaki väylähankkeissa -ohje (12/2013), joka sisältää mm. vesiväylien ruoppaus- ja läjitystöihin liittyvää ohjeistusta, vesiväylähanketta varten tehtävien selvitysten ja vaikutusten arviointien ohjeistusta sekä vesilain soveltamisohjetta tie- ja ratahankkeisiin (Liikennevirasto 2013c).

4.2 Muut ohjeet

4.2.1 Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje

Ympäristöministeriön Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeessa (ympäristöministeriö 2004) ei käsitellä tai erikseen mainita happamia sulfaattimaita.

Ruoppaus- ja läjitysohjetta ollaan parhaillaan uudistamassa ja 6.5.2014 päivätyssä ohjeluonnoksessa (ympäristöministeriö 2014) on sulfaattimaita koskeva kohta. Koska ohje on luonnosvaiheessa, sen sulfaattimaita koskevan osion lopullisesta sisällöstä ei ole tietoa.

Uudistettu ohje julkaistaan todennäköisesti vuonna 2014 (Holm 2013).

4.2.2 Råd och rekommendationet för hantering av sulfidjordmassor

Ruotsin Liikenneviraston (Trafikverket) julkaisussa (Vägverket 2007) on käyty läpi muun muassa sulfaattimaiden tunnistamista ja luokittelua sekä happamoittamisominaisuuksien selvittämistä. Julkaisuun on koottu neuvoja ja suosituksia koskien sulfaattimaiden käsittelyä painopisteensä sulfaattimaiden ympäristötekniset ominaisuudet. Julkaisussa keskitytään siihen, miten voidaan systemaattisesti arvioida sulfaattimaiden happamoittamisominaisuuksia. Siinä annetaan myös ohjeita/ehdotuksia toimenpiteistä ja ympäristö seurannasta. Sulfaattimaille on esitetty luokitus happamoittamisominaisuuksien mukaan sekä happamoittamisominaisuuksien määrittämissä kriteerit ja -menetelmät. Julkaisussa käydään läpi myös Ruotsin lainsäädäntöä sulfaattimainiin liittyen.

Julkaisussa on esitetty sulfaattimaatyypeittäin ja -määrittäin periaatteet suojaustoimenpiteiden, kaivettujen massojen sijoittamisen ja toteutettavan tarkkailun valintaan. Nämä periaatteet on julkaisussa esitetty myös taulukkomuodossa. Taulukko on esiselvityksen liitteenä 2. Sen tarkoituksena on olla esimerkki lähestymistavasta eikä sitä ole tarkoitettu ohjeeksi.

4.2.3 Hulevesiopas

Suomen Kuntaliiton hulevesioppaassa huomioidaan happamat sulfaattimaat toteamalla, että alunamailla pH voi laskea ojitustoimien jälkeen. Sinänsä sulfaattimaita koskevaa ohjeistusta tai ohjeistusta niiden huomioon ottamiseksi ei oppaassa ole.

4.2.4 Ympäristöriskien vähentäminen happamilla sulfaattimaille - Opas pohjaveden pinnan säätämiseen

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen julkaisusarjassa ilmestynyt opas on koottu CATERMASS -hankkeen osahankkeessa 3 (Haittojen vähentämismenetelmien kehittäminen ja sopeuttaminen maa- ja metsätalouden tuotantojärjestelmän muuttuvissa ilmasto-oloissa) (Uusi-Kämpä ym. 2013). Oppaassa keskitytään peltoviljelyn edellyttämän maankuivatuksen seurauksena syntyvien happamien sulfaattimaiden ympäristölle aiheuttamien haitallisten vaikutusten vähentämiseen.

Oppaan lähtökohtana on happamuus- ja metallikuormitusten välttäminen pitämällä pohjaveden pinta 1,5–2,0 metrin syvyydessä alkavien sulfidikerrosten yläpuolella. Tällöin sulfidirikkaiden maakerrosten hapettuminen estyy ja happamuusongelma pienee. Tavallisella salaojitetulla pellolla pohjaveden pinta laskee keväällä ja syksyllä salaojasyvyyteen, jolloin saavutetaan maanviljelyskoneiden ja kasvien tarvitsema kuivavara. Haihdunnan ja pohjavesivirtauksen vuoksi pohjaveden pinta voi kuitenkin laskea salaojien alapuolelle aina sulfidikerrokseen asti, jolloin sulfidien hapettuminen alkaa. Tätä voidaan estää säätösalojituksella, jota voidaan tehostaa pumppaamalla ojastoon lisää vettä, silloin kun pohjavedenpinta uhkaa säädöstä huolimatta laskea sulfidikerroksen alapuolelle (altakastelu). Molemmissa tapauksissa veden karkaamista valtaajiin voidaan vähentää pellon ja valtaojan väliin asennetulla muovikalvolla. (Uusi-Kämpä ym. 2013)

4.2.5 Hyvän metsänhoidon suositukset – Vesiensuojelu

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion vesiensuojeluoppaassa (Joensuu ym. 2013) käsitellään happamia sulfaattimaita metsätalouden vesistökuormituksen kannalta ja siinä esitetään muun muassa keinoja happamilta sulfaattimailta tulevan vesistökuormituksen vähentämiseen.

Metsänhoidossa happamilla sulfaattimailta vesistökuormituksen vähentämiseen parhaiten sopivia vesiensuojelutoimenpiteitä ovat erityisesti sarkaojien perkaus- ja kaivukatkot sekä kokooja- ja laskuojien pienimuotoiset pintavalutuskentät ja perkauskatkot (Joensuu ym. 2013).

Vesiensuojelutoimenpiteet happamilla sulfaattimailta ovat metsänhoidon vesiensuojeluoppaassa seuraavat:

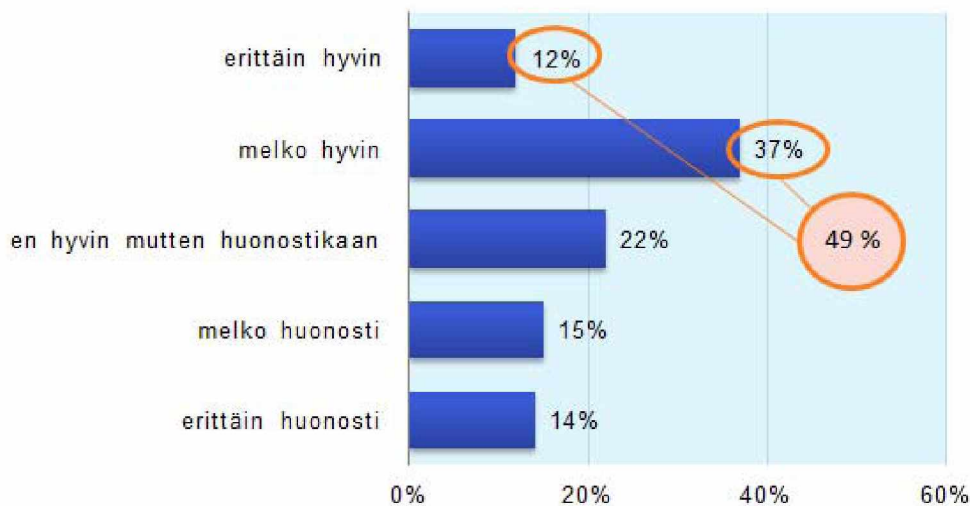
”Kun happamia sulfaattimaita esiintyy ojitussyvyydellä, vältetään kuivatussyvyyden lisäämistä tai pidättäytytään kunnostusojituksesta. Suositeltavaa on, että perattavat kuivatusojat ja täydennysojat suunnitellaan kaivettavaksi enintään vanhojen uudistusojien pohjien syvyyteen ja täydennysojia ei tehdä. Mikäli riittävän kuivatustehon saavuttaminen edellyttää edellä mainittuja syvempiä ojia, korostuu hankekohtaisen kartoituksen merkitys.

Jos happamat sulfaattimaat esiintyvät ojitussyvyyttä syvemmällä, niin happamuushaittojen torjuntatoimenpiteet ja hoito voidaan toteuttaa esimerkiksi pohja- ja putkipatoratkaisuilla. Pohja- tai putkipatoratkaisut sekä mahdollisesti myös kalkkirouhepatojen käyttö voivat vähentää kuivatuksesta aiheutuvia ongelmia.”

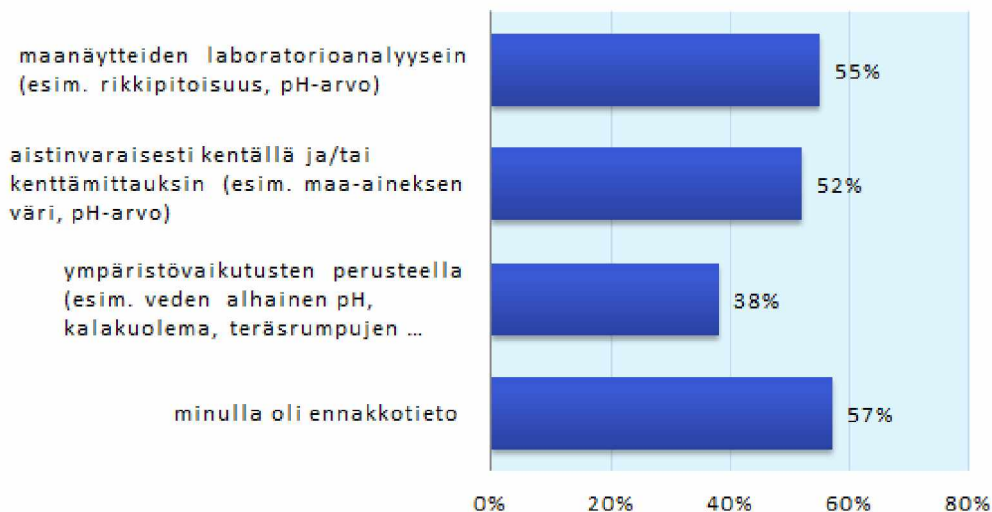
5 Internet-kyselyn ja keskustelutilaisuuden tulokset

5.1 Internet kyselyn tulokset

Internet-kyselyyn vastanneista noin puolet tunsi sulfaattimaihin liittyvää problematiikkaa hyvin (Kuva 4). Kyselyssä kävi ilmi, että vajaalle neljännekselle kyselyyn vastanneista sulfaattimaat aiheena ei ollut etukäteen tiedossa. Mikäli kyselyyn vastanneet olivat konkreettisesti olleet tekemisissä sulfaattimaiden kanssa, sulfaattimaat tunnistettiin aistinvaraisten havaintojen (haju, väri), ympäristövaikutusten perusteella tai laboratorioanalyysin varmistettuna (Kuva 5). Yli puolessa tapauksista, joissa sulfaattimaita oli havaittu, sulfaattimaiden esiintyminen osattiin ennakoida. Ennakkotieto sulfaattimaiden esiintymisestä oli saatu joko tilaajalta tai alueella tehtyjen tutkimustietojen perusteella.

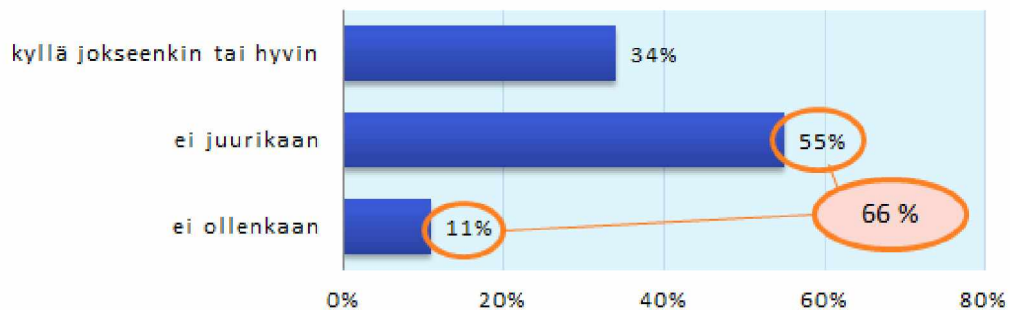


Kuva 4. Sulfaattimaiden tuntemus.



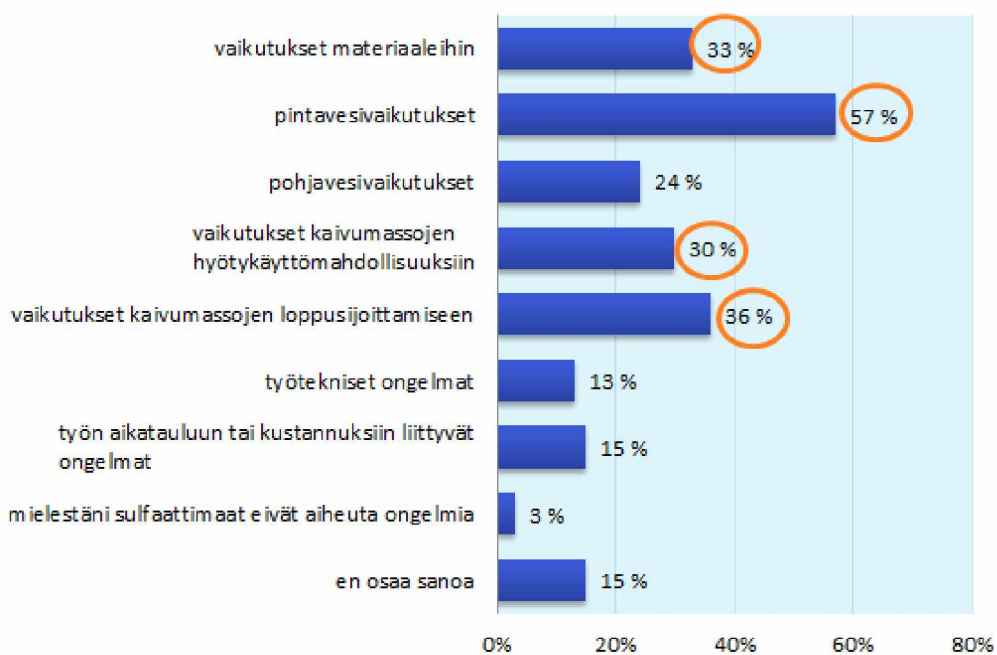
Kuva 5. Sulfaattimaiden tunnistamistapa.

Lähes kaksi kolmasosaa vastaajista oli sitä mieltä, että sulfaattimaat otetaan liian vähän huomioon hankkeiden suunnittelussa ja toteutuksessa (Kuva 6). Tämän puutteen korjaamiseksi kaivattiin lisätutkimuksen tekemistä ja ohjeistusta.



Kuva 6. Sulfaattimaiden huomioiminen hankkeiden suunnittelussa ja toteutuksessa.

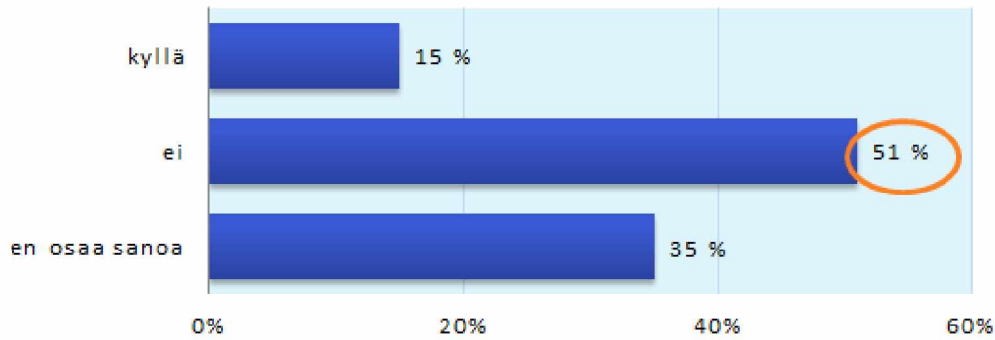
Merkittävimiksi sulfaattimaiden aiheuttamiksi ongelmiksi mainittiin pintavesivaikutukset (Kuva 7). Muita keskeisiä ongelmia ovat vaikutukset kaivumassojen loppusijoitukseen ja hyötykäyttömahdollisuuksiin sekä vaikutukset materiaaleihin.



Kuva 7. Merkittävimmät sulfaattimaiden aiheuttamat ongelmat.

Vajaalla 60 prosentilla oli käytössään jonkinlainen ohjeistus. Virallisia kokonaisvaltaisesti sulfaattimaita käsitteleviä viranomaisohjeita ei esiselvityksessä tehdyn kirjallisuuskatsauksen mukaan kuitenkaan tullut esille. Ohjeistukset siis lienevät epävirallisempia (sähköpostit) tai vain tiettyyn tapaukseen räätälöityjä (lupamääräykset).

Puolet vastaajista oli sitä mieltä, että ohjeistusta saisi olla paremmin käytettävissä (Kuva 8). Vastausten perusteella ohjeistukseen toivottiin selkeää suunnitteluohjetta eri kohderyhmien käyttöön ja yleistä tietopakettia sulfaattimaista.



Kuva 8. Ohjeistuksen riittävyys.

Kyselyn tuloksista koottu diasarja on liitteenä 1.

5.2 Keskustelutilaisuuden tulokset

Keskustelutilaisuudessa huomio kohdistui erityisesti sulfaattimaiden käsittelyyn liittyvään sääntelyyn. Keskustelutilaisuudessa tuli ilmi, että sulfaattimaita koskevien toimenpiteiden määrittely on haastavaa. Tämä kuvastaa tarvetta lisätiedolle ja puoltaa ohjeistuksen laadintaa.

Keskeisimpinä sulfaattimaiden ympäristölle aiheuttamina haasteina mainittiin vaikutukset vesistöön (hapan metallipitoinen vesi) ja vesien hallinta (ojitus, pohjavedenpinnan sääntely), metallien liukoisuuden lisääntyminen sekä sulfaattimaiden tiedostamiseen ja tunnistamiseen liittyvät puutteet.

Keskeisimpinä sulfaattimaiden rakentamiselle aiheuttamina haasteina mainittiin riittävä yhteistyö eri osapuolten kesken ja kokonaisuuden hallinnan sekä selkeiden käytäntöjen puuttuminen, lupamenettelyihin kuluva pitkä aika ja tarpeellisen ennakkotiedon puuttuminen.

6 Sulfaattimaat väylähankkeissa

6.1 Sulfaattimaiden geotekniset ominaisuudet

Savien lujuuteen, plastisuuteen, kokoonpuristuvuuteen ynnä muihin teknisesti tärkeisiin ominaisuuksiin vaikuttaa oleellisesti paitsi savien mineraalikoostumus myös savikerrosten syntyolosuhteiden sanelemat tekijät, joista savien rakeisuus, rakenne ja humuspitoisuus sekä raepinnoille pidättyneet vaihtuvat kationit eli mineraalirakeiden hiukkaslataus ja kolloidinen käyttäytyminen ovat tärkeimpiä (Soveri ja Kauranne 1975). Litorinameren savien keskimääräiset ominaisuudet Etelä-Suomessa ovat seuraavat (Kauranne ym. 1972):

- maalaji Lj...ljSa
- raekokojakauma $sa < 0,002 \text{ mm } 55 \% \pm 20 \%$, $0,002 \text{ mm} < si < 0,06 \text{ mm } 40 \% \pm 20 \%$, $hk > 0,06 \text{ mm } 5 \% \pm 5 \%$
- humuspitoisuus 2,5...8 %
- vesipitoisuus 120...150 %
- hienousluku 90...160
- suolaisuus 0,4...0,8 %
- pH 7,1
- tilavuuspaino 1,3...1,5 kN/m³
- sensitiivisyys 7...12

Litorinameren hienorakeiset maalajit ovat pehmeytensä ja pienen lujuutensa vuoksi runsaasti kokoonpuristuvia. Niiden kokoonpuristuminen tapahtuu hitaasti kestäen paksuissa ja huonosti vettä läpäisevissä savikerroksissa vuosisatoja. Tämän vuoksi lähes kaikki maarakentaminen näillä alueilla edellyttää maapohjan vahvistamista. Käytetyimpiä vahvistusmenetelmiä ovat massanvaihto, syvästabilointi ja paalulaatta. Joissakin tapauksissa soveltuvia kevennys- ja lujitemateriaaleja käytettäessä pitää ottaa huomioon happamuuden vaikutukset materiaalien pitkäaikaiskestävyyteen.

Sulfaattipitoisuuden ja happamuuden vaikutusta pehmeiden savien luokitus-, painuma- ja lujuusominaisuuksiin ei ole kattavasti tutkittu. Käytännön kokemuksen perusteella voidaan arvioida, että pH-arvolla ja sulfaattipitoisuudella ei ole ratkaisevan suurta vaikutusta kyseisiin ominaisuuksiin eli indeksi- ja lujuusominaisuuksista ei voida päätellä luotettavasti sulfaatin esiintymistä.

Syvästabiloinnissa käytettyjen sideaineiden lujittumisessa on havaittu, että pH-arvolla on ratkaiseva merkitys stabiloinnilla saavutettavaan lujuuteen: mitä pienempi maaperän pH on, sitä pienempi on saavutettu lujuus (Autiola ym. 2012).

6.2 Tekniset vaatimukset

Sulfaattimaiden huomioiminen geo- ja rakennusteknisessä suunnittelussa tapahtuu käytännössä ympäristöolosuhteiden aggressiivisuuden arvioinnin kautta. Aggressiivisuus arvioidaan rakenteiden säilyvyyden kannalta, jotta voidaan ryhtyä varotoimenpiteisiin materiaalien suojaamiseksi tai tarkoituksenmukaisen vastustuskyvyn aikaansaamiseksi (Paalutusohje 2011).

Ohjeessa Sillan geotekninen suunnittelu LO 11/2012 (Liikennevirasto 2012a) on korroosiotutkimusten tarve määritetty seuraavasti:

- Korroosiotutkimukset ovat aina tarpeen olosuhteiden aggressiivisuuden varmistamiseksi ohjeen LO 11/2012 kohdan 2 mukaisissa korroosion suhteen poikkeavissa ja aggressiivisissa olosuhteissa.
- Vesialueella korroosiotutkimusten tai erityisen suojauksen tarvetta osoittavat runsas virtaus, suolainen vesi tai merivesi, pilaantunut vesi tai sedimentti, jossa on korkea sulfaattipitoisuus tai orgaanisen aineksen määrä.

Teräksen korroosion kannalta ongelmallisempia ovat rikkiä sisältävissä maissa sulfaatteja pelkistävien bakteerien (SRB = sulphate reducing bacteria) vaikutukset. Nämä bakteerit pelkistävät sulfaatin sulfidiksi, joka edelleen reagoi vedyn kanssa syövyttäväksi rikkivedyksi tai ferrosulfidiksi (Liikennevirasto 2012a). SRB-bakteerit voivat kiihdyttää korroosiota myös muodostamalla happipitoisuuseroja, tuottamalla liukenemattomia sulfideja tai katodisen depolarisaation kautta. Tyypillisimmillään bakteerit toimivat olosuhteissa, joissa pH on suhteellisen neutraali, välillä 6–8, ja maan ominaisvastus on välillä 5–200 ohmimetriä. SRB-bakteerien korroosion määrän arviointiin soveltuvaa menettelyä ei tällä hetkellä ole tiedossa.

Maanäytteistä tehtävät korroosiotutkimukset on esitetty liitteen 3 taulukossa, jossa on esitetty maaperästä määritettäviä ominaisuuksia ja pitoisuuksien raja-arvoja. Raja-arvon ylittämisen tai alittamisen perusteella maaperä luokitellaan tavanomaiseksi tai tavanomaisesta poikkeavaksi.

Teräsrakenteissa sulfaattimaiden vaikutusta teknisiin vaatimuksiin on määritetty seuraavasti:

- Sillan geotekninen suunnittelu 11/2012 (Liikennevirasto 2012a): Korroosiovarana käytetään arvioitua korroosion aiheuttamaa seinämäpaksuuden menetystä rakenteen mitoitusajana. Korroosion aiheuttama teräksen seinämäpaksuuden menetys on esitetty tavoitekäyttöään ja olosuhteiden mukaan taulukoituna.
- Teräsputkisillat, suunnitteluohje 2/2012 (Liikennevirasto 2012d): Suunnittelun lähtötiedoiksi ja olosuhdeluokan määrittämiseksi tarvitaan veden pH-arvo ja virtausnopeus. Veden pH-arvo on mitattava siltapaikkatutkimuksissa. Vanhaa putkisiltaa uusittaessa voidaan käyttää Siltarekisterin tarkastustiedoissa olevaa pH-arvoa, jos sen päivitys on enintään 5 vuotta vanha tai vesistön yläpuolisella osuudella ei ole tehty merkittäviä veden laatuun vaikuttavia kaivutoimenpiteitä. Olosuhdeluokka (1-4) otetaan huomioon olosuhdekertoimella, joka ilmoittaa putken ja sen suojakerrosten kulumisnopeuden olosuhdeluokkaan 1 verrattuna. Kun veden pH on yli 4, niin vesistösilta kuuluu vähintään olosuhdeluokkaan 3 ja kun pH on välillä 3–4, niin silta kuuluu olosuhdeluokkaan 4.

Betoniin kohdistuva kemiallinen rasitus arvioidaan määrittämällä ympäristöluokka XA (liite 4). Maaperässä ympäristöluokka määräytyy yksinomaan sulfaattipitoisuuden mukaan. Pohjavedessä ympäristöluokan määräytymiseen vaikuttaa sulfaatin lisäksi myös pH, aggressiivinen hiilidioksidi sekä ammonium- ja magnesiumioni. Kemiallisen rasituksen ympäristöluokkien tutkimukset ja raja-arvot on esitetty liitteen 4 taulukossa. Taulukko perustuu normiin EN-206-1 ja on esitetty useissa Liikenneviraston tai muiden tahojen ohjeissa.

Betonirakenteissa sulfaattimaiden vaikutusta teknisiin vaatimuksiin on määritetty seuraavasti:

- NCCI2, Betonirakenteiden suunnittelu (Liikennevirasto 2012b), kohta 4.1: Sulfaatinkestävää betonia käytetään tarvittaessa standardin EN 206-1 kansallisen soveltamisohjeiden mukaisesti. Sulfaattirasituksen alaisille rakenneosille on suunnitelmissa esitettävä rasitusluokkaryhmän lisäksi XA-rasitusluokka. Rasitusluokkien XA1, XA2 ja XA3 mukaisessa kemiallisessa rasituksessa olevien rakenteiden betonin lujuusluokka ja sementtimäärä valitaan NCCI2 kohdan 4.3 mukaisesti. Sulfaatin kestävää sementtiä käytetään ympäristörasitusluokissa XA2 ja XA3. Kemiallisen rasituksen rasitusluokkien raja-arvot on esitetty liitteessä 4.
- Sillan geotekninen suunnittelu 11/2012 (Liikennevirasto 2012a), kohta 4.3: Korroosiotutkimuksiin liittyen selvitetään myös tuleeko betonista tehtävissä pohjarakenteissa käyttää sulfaatinkestävää sementtiä. Rasitusluokat määritetään kuten ohjeessa NCCI2.

6.3 Kaivutyöt ja massojen sijoitus

6.3.1 Kaivu ja välivarastointi

Liikenneviraston ohjeessa Massanvaihdon suunnittelu 11/2011 (Liikennevirasto 2011) on sulfaattimaita koskien seuraava kappale:

”Savimaita kaivettaessa tulee ottaa huomioon sulfaattisavien aiheuttama hapan valunta. Sulfaattisavia kaivettaessa pohjaveden alapuolelta, saa niiden hapettuminen aikaan veden happamoitumista. Tämä on otettava huomioon läjitysalueen suunnittelussa, sillä hapan valunta ei saa päätyä vesistöihin.”

Maa-alueilla sulfaattimaiden kaivu tehdään joko ilman kaivettavan maan ennakkokäsittelyä tai stabiloinnin tai neutraloinnin jälkeen. Mahdollinen ennakkokäsittely tehdään pääsääntöisesti rakentamisen vuoksi (maapohjan vahvistaminen) eikä sulfaattimaiden neutraloimiseksi. Vakiintuneita käytäntöjä tai ohjeistusta maalla tehtäviin sulfaattimaiden kaivuihin tai kaivun välttämiseen liittyen ei tullut esille tässä esiselvityksessä. Mikäli sulfaattimaiden kaivu liittyy hankkeeseen, joka tarvitsee viranomaisen myöntämän luvan (esimerkiksi uoman siirto), voi luvassa olla sulfaattimaita koskevia määräyksiä.

Nykyisissä käytännöissä ja ohjeistuksessa on hankekohtaisia eroja. Eroja ei selitä esimerkiksi kaivettavan sulfaattimaan arvioitu määrä, rikkipitoisuus tai vaikutusalueen arvioitu laajuus. Eroja oli esimerkiksi sulfaattimaiden stabilointia/neutralointia koskevissa ohjeistuksissa.

Vesillä tehtävissä ruoppauksissa tai läjityksissä ei ole tullut esille sulfaattimaita koskevaa ohjeistusta tai käytäntöjä. Esimerkiksi ympäristöministeriön Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeessa (Ympäristöministeriö 2004) ei käsitellä tai erikseen mainita happamia sulfaattimaita. Ohjetta ollaan uudistamassa ja 6.5.2014 päivityssä luonnoksessa (Ympäristöministeriö 2014) käsitellään sulfaattimaiden läjittämistä maalle. Sulfaattimaita koskeva osio saattaa vielä muuttua, koska ohje on luonnosvaiheessa.

Ennakkoon käsittelemättömien kaivumassojen käsittely voidaan tehdä joko hankealueella tai sitten massat viedään sellaisenaan pois. Kaivumassojen välivarastointi tai neutralointi hankealueella ei välttämättä ole mahdollista, joko tilanpuutteen tai ympäristöviranomaisilta saatujen ohjeiden vuoksi. Jos hankealueen välittömässä läheisyydessä on esimerkiksi herkkä pintavesikohde, saatetaan välivarastointi hankealueella kieltää.

6.3.2 Massojen hyötykäyttö ja loppusijoittaminen

Kirjallisuuden ja työhön sisältyneen keskustelutilaisuuden perusteella sulfaattimaiden hyötykäyttö riippuu lähtökohtaisesti maalajista ja siitä, löytyykö sopivaa hyötykäyttökohdetta. Yleisesti hienorakeisten maalajien kuten savien hyötykäyttö on vähäistä ja ne pääsääntöisesti loppusijoitetaan tie- tai ratasuunnitelmassa osoitetulle läjitysalueelle, maankaatopaikalle tai kaatopaikalle. Savia voidaan tietysti rajoituksin käyttää myös maisemanhoidollisissa täytöissä ja suojausrakenteissa. Esiselvitystyön aikana ei tullut esille kohteita, joissa sulfaattimaita olisi hyötykäytetty.

Mikäli loppusijoitusalueella on ympäristölupa, luvassa on todennäköisesti edellytetty säännöllinen seuranta toiminnan ympäristövaikutusten tarkkailemiseksi. Tämentyypisen toiminnan seurantaan kuuluu yleensä säännöllinen pinta- ja pohjavesinäytteiden otto, joten sulfaattimaiden mahdollinen ympäristökuormitus tulee esille. Tämän lisäksi lupapäätöksissä voi olla määräyksiä tai valvova viranomainen voi antaa ohjeita liittyen sulfaattimaiden sijoittamiseen loppusijoitusalueella. Tie- ja ratasuunnitelmassa osoitetulla rakentamisen aikaisella läjitysalueella ei välttämättä ole toimintaohjeita sulfaattimaiden sijoittamiseen tai käsittelyyn liittyen, eikä alueilla välttämättä ole toiminnan aikaista tai sen jälkeistä seurantaa. Tällaisten läjitysalueiden ympäristövaikutukset eivät välttämättä ole tiedossa. Esimerkiksi läjitysalueohjeessa (Tielaitos 1999) ei käsitellä happamia sulfaattimaita.

6.4 Vesienhallinta ja kuivatus

Vesienhallinnan ja kuivatuksen tarve ja niiden toteutus vaihtelevat hankkeittain, hanketyypeittäin sekä hankealueittain. Vaikka kuivatuksen tehtävänä on poistaa vesi väylän pinnoilta ja rakenteista, otetaan kuivatuksen suunnittelussa huomioon hankealueen lisäksi myös ympäristö ja sen ominaispiirteet. Vesienhallinnan toimenpiteet ja vaikutukset kohdistuvat pohjavesiin, hulevesiin ja pintavesiin. Työn aikana ei ole tullut esille erityistä tapaa tai ohjeistusta käsitellä ja johtaa sulfaattimailta peräisin olevia vesiä väylähankkeissa.

Kuivatuksella ja vesienhallinnalla voidaan vaikuttaa sulfaattimaihinkin sekä suoraan että välillisesti. Esimerkiksi alikuluissa usein tarvittava pohjaveden pinnan alentaminen tai ylipäättään syvät leikkaukset ja massanvaihdot vaikuttavat suoraan sulfaattimaihinkin altistamalla sulfaattimaita hapettumiselle (Kuva 9). Hapettumisella on suoraan vaikutusta maaperän ja maaperässä olevan veden pH-arvoon ja välillisesti eroosion ja valumavesien kautta ympäristöön.



Kuva 9. Hapettuneen pinnan alla (todellinen hapan sulfaattimaa) hapettumaton sulfaattimaa (potentiaalinen hapan sulfaattimaa) (Kuva: Emmi Rankonen, Geologian tutkimuskeskus)

Esimerkiksi yksittäiseen alikulkuun liittyvä pohjaveden pinnan alentuminen on vaikutusalueeltaan pieni verrattuna laajaan maaleikkaukseen, peltoviljelmien salaojitukseen tai metsäojitukseen. Mikäli hankkeeseen liittyy laajemman alueen kuivatussuunnittelua, kuten peltosalaojien järjestelyjä, on hankkeella alueellisia vaikutuksia. Kuivatustaso ei peltosalaojien järjestelyssä välttämättä muutu, vaan vaikutukset syntyvät kaivutöiden muuttaessa maaperän luonnollista kerrosjärjestystä, jolloin aiemmin pohjaveden pinnan alapuolelle sijainneita sulfaattimaita jää pohjaveden pinnan yläpuolelle ja hapettuminen alkaa.

Toisaalta vaikutusalueeltaan suppealla hankkeella voi olla merkittävä vaikutus, mikäli kuivatusvedet johdetaan herkkään vesistöön (esim. taimenjokeen). Herkän vesistön määritelmä on esitetty Liikenneviraston Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnitteluohjeessa (Liikennevirasto 2013a). Hankkeen vaikutuksia, vaikutusten merkittävyyttä sekä toimenpidetarpeita ja -vaatimuksia saattaa olla vaikeaa suhteuttaa ja ennalta arvioida samoin kuin vaikutusten voimakkuutta ja kestoa.

7 Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

Liikenneviraston nykyisissä ohjeissa maarakentamiseen tai väyläsuunnitteluun liittyvissä ohjeistuksissa on mainintoja sulfaattimaista. Rakenteiden (teras- ja betonirakenteet) ympäristösoveltuvuuden ja kestävyuden kannalta sulfaattimaat tulevat hyvin huomioon otetuiksi Liikenneviraston ohjeissa (Liikennevirasto 2012a Sillan geotekninen suunnittelu ja Liikennevirasto 2012b Eurokoodin soveltamisohje. Betonirakenteiden suunnittelu – NCCI 2). Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että hankkeessa maaperä tunnustetaan sulfaattimaaksi riittävän aikaisessa vaiheessa.

Rakentamisen ja ylläpidon vaikutuksia esimerkiksi pohja- ja pintavesiin käsitellään useissa ohjeissa (Liikennevirasto 2013a Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu ja Liikennevirasto 2012b Radanpidon ympäristöohje), joten työkaluja sulfaattimaiden vaikutusten arviointiin ja hallintaan on olemassa, mikäli sulfaattimaat tulevat hankkeissa ajoissa tunnistetuiksi. Sulfaattimaita käsitellään maanviljelyä ja metsätaloutta koskevissa julkaisuissa (Uusi-Kämpä ym. 2013 Opas pohjaveden pinnan säätämiseen ja Joensuu ym. 2013 Hyvän metsänhoidon suositukset – Vesiensuojelu) ja niissä on tietoa ja suosituksia liittyen esimerkiksi ojitukseen ja vesienhallintaan. Julkaisuja voitaisiin jossain määrin soveltaa myös väylähankkeisiin. Näiden lisäksi uudistuvaan sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeeseen on tulossa sulfaattimaita käsittelevä osio. Kaivettujen maa-ainesten sijoittamiseen ja käsittelyyn liittyen ei tullut tietoon yhtenäistä ohjeistusta tai vakiintuneita käytäntöjä. Käytäntöjen puuttuminen voi johtaa hankekohtaiseen vaihteluun toimintatavoissa. Yhtenäisen ohjeistuksen ja vakiintuneiden käytäntöjen puuttuminen vaikeuttaa myös toimenpidetarpeen ja -vaatimusten arviointia ja vaikeuttaa ratkaisujen tekemistä.

Yleisesti esiselvityksessä tehtyyn internet-kyselyyn vastanneista puolet oli sitä mieltä, että ohjeistusta ei ole riittävästi. Sulfaattimaat eivät yleensä ole merkittävin ratkaisuihin vaikuttava tekijä hankkeiden suunnittelussa. Esimerkiksi massanvaihtoista tai maaleikkauksista päätettäessä tai niitä suunniteltaessa ei välttämättä ole tunnistettu ja huomioitu sulfaattimaita. Vaikka sulfaattimaat on tunnistettu, ei niiden ympäristövaikutuksista olla välttämättä tietoisia, jolloin sulfaattimaat voivat aiheuttaa ympäristökuormitusta. Kyselyyn vastanneista puolet ilmoitti sulfaattimaihinkin liittyvän tietämyksensä puutteelliseksi. Ohjeistus sulfaattimaiden huomioimiseen hankkeiden suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa sekä kunnossapidossa olisi perusteltua.

Esiselvityksen perusteella sulfaattimaita koskevalle ohjeistuksella on selkeä tarve. Liikenneviraston kannalta ohjeistuksen laatiminen tässä vaiheessa olisi kuitenkin hankalaa. Esiselvityksessä käsiteltyjen hankkeiden kohdalla käytännöt vaihtelivat (ohjeistus sulfaattimaiden tunnistamisesta ja luokittelusta, vaarallisuuden asteen määrittäminen sekä haittoihin soveltuvat käsittely- ja torjuntatavat). Myös sulfaattimaiden asema lainsäädännön kannalta vaatii tulkintaa. Ensiarvoisen tärkeää on saada yhtenäistettyä ja luotua käytäntöjä, jotta sulfaattimaihinkin liittyvissä suunnitteluratkaisuissa saavutetaan riittävä ennustettavuus, jolla taataan aikataulun ja budjetin pitävyys. Yhtenäisellä ja kattavalla ohjeistuksella voidaan luoda menettelytapoja, joilla päästään edellä mainittuun tavoitteeseen. Liikennevirastolle on tärkeää olla aktiivisesti mukana mahdollisissa ympäristöviranomaisten sulfaattimaita koskevissa ohjetöissä. Vastaavasti Liikenneviraston omien ohjeiden laatiminen on tärkeää tehdä yhteistyössä ympäristöviranomaisten kanssa.

Lisäksi suositellaan selvitettäväksi parhaimmin soveltuvia nykyisiä menettelytapoja sulfaattimaiden käsittelyyn ja huomioon ottamiseen rakentamisessa ja sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen poistamiseen tai lieventämiseen. Sulfaattimaiden tutkimusohjeistusta voidaan tarkentaa ja laajentaa käynnistyneessä Liikenneviraston Geotekniset tutkimukset ja mittaukset -ohjeen uudistamistyössä. SRB-bakteerien korroosion määrän arviointiin soveltuvaa menettelyä on myös tarpeen selvittää perehtymällä kansainvälisiin tutkimuksiin.

Lähteet

- Aroka, N., Norrlin, J., Sohlenius, G., Uhlbäck, J. ja Wåhlén, H. 2012. Identification and Classification of Acid sulfate Soils in Northern Sweden. Julkaisusta: Österholm, P., Yli-Halla, M. ja Edén, P. (toim.) Towards Harmony between Land Use and the Environment, 7th International Acid Sulfate Soil Conference in Vaasa, Finland 2012, Proceeding volume. Geological Survey of Finland. Guide 56: 13–15.
- Autiola, M., Hakanen, T., Kaaranen, V., Lindroos, N., Mäkelä, A. ja Ratia, K. 2012. Excavation practices in sulfide clay areas, in project Highway No. 8 Sepänkylä bypass Vaasa–Mustasaari. Julkaisusta: Österholm, P., Yli-Halla, M. ja Edén, P. (toim.) Towards Harmony between Land Use and the Environment, 7th International Acid Sulfate Soil Conference in Vaasa, Finland 2012, Proceeding volume. Geological Survey of Finland. Guide 56: 16.
- Edén, P., Auri, J., Rankonen, E., Martinkauppi, A., Österholm, P., Beucher, A. ja Yli-Halla, M. 2012a. Mapping Acid Sulfate Soils in Finland: Methods and Results. Julkaisusta: Österholm, P., Yli-Halla, M. ja Edén, P. (toim.) Towards Harmony between Land Use and the Environment, 7th International Acid Sulfate Soil Conference in Vaasa, Finland 2012, Proceeding volume. Geological Survey of Finland. Guide 56: 31–33.
- Edén, P., Rankonen, E., Auri, J., Yli-Halla, M., Österholm, P., Beucher, A. ja Rosendahl, R. 2012b. Definition and classification of Finnish Acid Sulfate Soils. Julkaisusta: Österholm, P., Yli-Halla, M. ja Edén, P. (toim.) Towards Harmony between Land Use and the Environment, 7th International Acid Sulfate Soil Conference in Vaasa, Finland 2012, Proceeding volume. Geological Survey of Finland. Guide 56: 29–30.
- Edén, P. 2013. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2013. Vesienhoito haasteellista Länsi-Suomessa (tiedote 2.10.2013). Internet-osoite: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/tiedotteet-2013>.
- Geologian tutkimuskeskus 2009. Happamien sulfaattimaiden haitat hallintaan. Geofoorumi 2/2009.
- Geologian tutkimuskeskus 2013. Esiintyminen ja tunnistaminen (esite).
- Geologian tutkimuskeskus 2013. Happamat sulfaattimaat -karttapalvelu. Internet-osoite: <http://geodata.gtk.fi/Hasu/index.html>
- Holm, K. 2013. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. ja Tenhola, T. 2012. Hyvän metsänhoidon suosituksukset – Vesien suojeleminen. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.
- Kangas, J. 2010. Happamien sulfaattimaiden luokitus. Diplomityö. Oulun yliopisto, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto.
- Kauranne, L. K., Gardemeister, R., Korpela, K., Mälkki, E. 1972. Rakennusgeologia II, 304. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta, Otaniemi 1972. ISBN 951-671-017-4.

Liikennevirasto 2011. Massanvaihdon suunnittelu. Tien pohjarakenteiden suunnitteluohjeet. Liikenneviraston ohjeita 11/2011. ISBN 978-952-255-676-9.

Liikennevirasto 2012a. Sillan geotekninen suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 11/2012. ISBN 978-952-255-143-6.

Liikennevirasto 2012b. Eurokoodin soveltamisohje. Betonirakenteiden suunnittelu – NCCI 2. Liikenneviraston ohjeita 13/2012. ISBN 978-952-255-157-3.

Liikennevirasto 2012c. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 20 Ympäristö ja rautatiealueet. Liikenneviraston ohjeita 18/2012. ISBN 978-952-255-208-2.

Liikennevirasto 2012d. Teräsputkisillat, suunnitteluohje. Liikenneviraston ohjeita 2/2012. ISBN 978-952-255-085-9.

Liikennevirasto 2013a. Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 5/2013. Helsinki 2013. ISBN 978-952-255-250-1.

Liikennevirasto 2013b. Radanpidon ympäristöohje. Liikenneviraston ohjeita 22/2013. Helsinki 2013. ISBN 978-952-255-306-5.

Liikennevirasto 2013c. Vesilaki väylähankkeissa. Liikenneviraston ohjeita 12/2013. Helsinki 2013. ISBN 978-952-255-358-4.

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

Mäenpää, M. ja Tolonen, S. (toim.) 2011. Kooste vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmista vuoteen 2015. Suomen ympäristö 23/2011. ISBN 978-952-11-3925-3 (PDF).

Paalutusohje 2011. RIL 254-2011.

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus ja Kainuun ELY-keskus 2013. Uutta tietoa pintavesien tilasta Oulujoen–Iijoen vesienhoitoalueelta (tiedote 2.10.2013). Internet-osoite: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/tiedotteet-2013>.

Ratahallintokeskus 2009. Ympäristötekkinen toimintaohje rautatiealueella tehtäviin kaivu-töihin. Ohje 27.3.2009.

Soveri, U., Kauranne, L. K. 1975. Rakennusgeologia I, Suomen rakennusgeologia, 272. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta, Otaniemi 1975. ISBN 951-671-029-8.

Suomen Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. Helsinki 2012. ISBN 978-952-213-896-5.

Sutela, T., Vuori, K., Louhi, P., Hovila, K., Jokela, S., Karjalainen, S., Keinänen, M., Vuorinen, R. ja Österholm, P. 2012. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa. Suomen ympäristö 14/1012. Suomen ympäristökeskus. Helsinki 2012. ISBN 978-952-11-4014-3.

Sundström, R., Åström, M. ja Österholm, P. 2002. Comparison of the Metal Content in Acid Sulfate Soil Runoff and Industrial Effluents in Finland. *Environmental Science and Technology* 36: 4269–4272.

Teppo, A. 2013. Henkilökohtainen tiedonanto.

Tielaitos 1999. Läjitysalueen suunnittelu, läjitysalueohje. Tie- ja liikennetekniikka – yksikön julkaisuja, TIEL2110014. Helsinki 1999. ISBN 951-726-461-5.

Uusi-Kämppeä, J., Virtanen, S., Rosendahl, R., Österholm, P., Mäensivu, M., Westberg, V., Regina, K., Ylivainio, K., Yli-Halla, M., Edén, P. ja Turtola, E. 2013. Ympäristöriskien vähentäminen happamilla sulfaattimailloilla – Opas pohjaveden pinnan säätämiseksi. Happamien sulfaattimaiden ympäristöriskien vähentäminen – sopeutumiskeinoja ilmastomuutokseen (CATERMASS) -hanke. MTT Raportti 74. MTT Jokioinen. ISBN 978-952-487-422-9.

Vägverket 2007. Råd och rekommendationer för hantering av sulfidjordsmassor. Vägverket Publikation 2007:100. ISSN 1401-9612.

Ympäristöministeriö 2004. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöopas 117. Helsinki 2004. ISBN 952-11-1850-4.

Ympäristöministeriö 2012. Valtioneuvoston päätös meren nykytilasta ja hyvän tilan arvioimisesta sekä ympäristötavoitteiden ja indikaattoreiden asettamisesta; Suomen merenhoitosuunnitelman ensimmäinen osa. 13.12.2012.

Ympäristöministeriö 2014. Valtioneuvoston päätös merenhoitosuunnitelman seurantaohjelmasta vuosille 2014–2020; Suomen merenhoitosuunnitelman toinen osa. 21.8.2014.



Sulfaattimaat ja väylähankkeet – esiselvitys

Liite 1 – Kyselyn tulokset



Yhteenveto

- Vastauksia saapui määräaikaan mennessä 80 kpl. Vastausprosentti oli n. 30 %
- Vastaajat edustivat kaikkia ELYjä sekä mainittuja työkuvia
- 39 halusi tutustua raporttiin sen valmistuttua
- Seuraavissa dioissa on kyselyn tuloksia ja kyselyssä esiin tulleita asioita



Yhteenveto

● Sulfaattimaa-aiheen tuntemus ennestään:

- Erittäin tai melko hyvin 49 %
- Melko huonosti tai erittäin huonosti 29 %
- Sulfaattimaat ovat tullee esille työssä: 54 %
 - Asia ei ole ollut tiedossa 22 %
- Asia on tullut esille töissä, jotka koskevat seuraavia aihepiirejä: maa- ja metsätalous, vesienhuolto, selvitykset / tutkimukset / valvonta, maankäytön suunnittelu, rakentaminen, lupa-asiat, teollisuus, näytteenotto

● Sulfaattimaiden tunnistaminen:

- Tunnistus tehtiin laboratorioanalyysien, aistinvaraisesti, ympäristövaikutusten perusteella tai näiden yhdistelmällä. Ennakkotieto asiasta oli 57 %:lla. Se oltiin saatu tilaajalta, alueella aiemmin tehtyjen tutkimusten perusteella tai eri tahoilta (kuten GTK, ELY, maanomistajat, SYKE)
- Sulfaattimaiden tunnistaminen oli tapahtunut vastaajien mielestä liian myöhään 33 % tapauksista. 47 % oli sitä mieltä, että tunnistaminen oli tapahtunut oikeaan aikaan.
- Sulfaattimaita ei oteta riittävästi huomioon suunnittelussa ja hankkeiden valmistelussa (66 %)



Yhteenveto

- **Aiheen huomioon ottaminen paremmin:**
 - Asian huomioonottamiseksi paremmin ehdotettiin keinoiksi tutkimuksen tekemistä sekä tiedottamista / ohjeistamista asiasta
- **Merkittävimmät sulfaattimaiden aiheuttamat ongelmat:**
 - Pintavesivaikutukset (57 %)
 - Vaikutukset kaivumassojen loppusijoittamiseen (36 %)
 - Vaikutukset materiaaleihin (33 %)
 - Vaikutukset kaivumassojen hyötykäyttömahdollisuuksiin (30 %)
- **Olemassa oleva ohjeistus:**
 - Ohjeistusta oli käytössä 58 %:lla vastaajista.
 - Niistä, joilla sitä ei ollut, hyödylliseksi sen kokisivat 69 %.
 - Niillä, joilla ohjeistusta oli, se oli useimmiten viranomaisohje (85 %)
 - Ohjeita oli ollut laatimassa 73 %
 - Reilu puolet (51 %) oli sitä mieltä, että ohjeistusta saisi olla enemmän. 15 %:n mielestä sitä oli riittävästi.



Yhteenveto

● Ohjeistuksen kehittäminen:

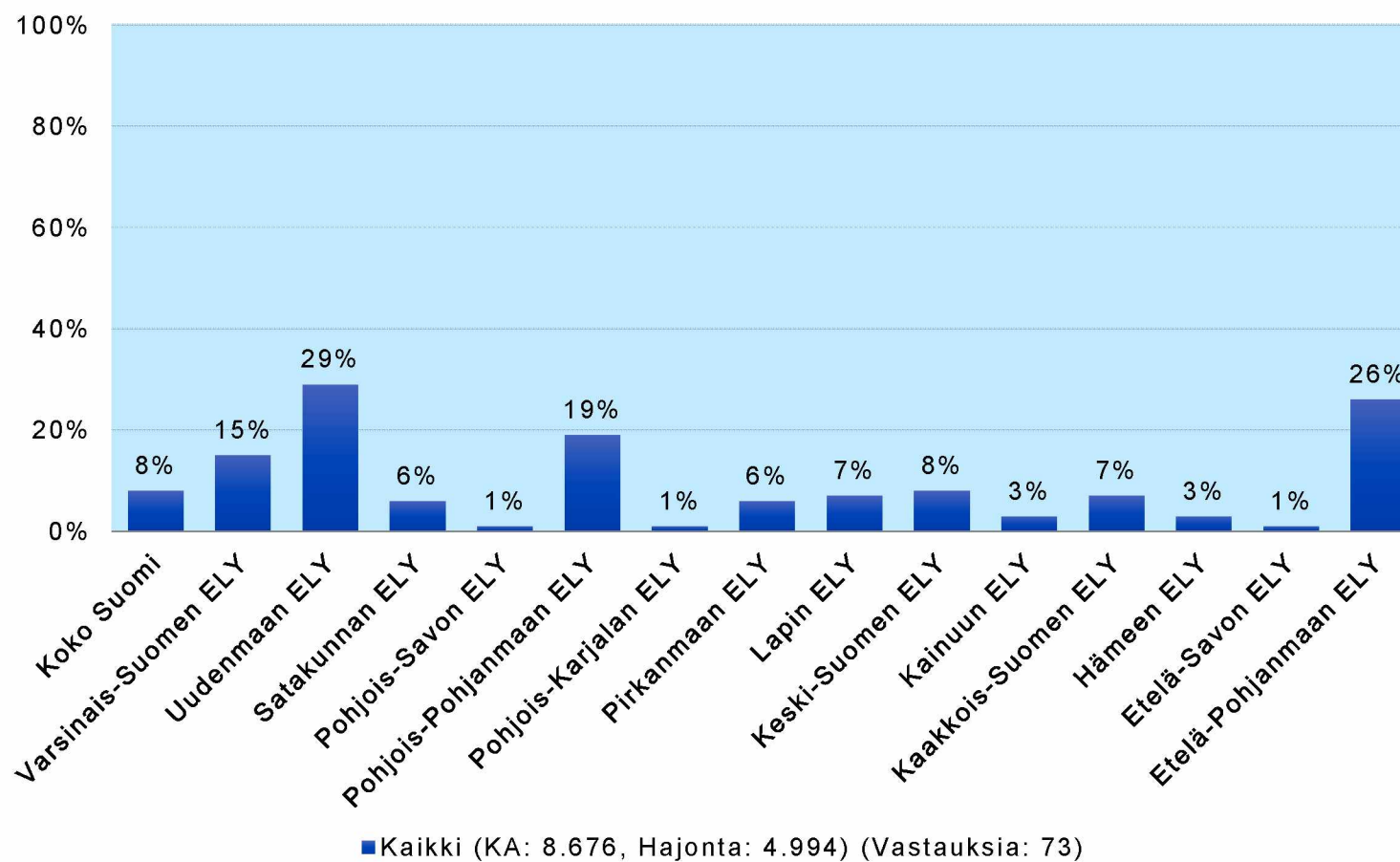
- Ohjeesta toivottiin selkeää suunnitteluohjetta eri kohderyhmien käyttöön ja yleistä tietopakettia. Nähtiin tarpeelliseksi päivittää tietoja myös olemassa oleviin ohjeisiin (ruoppausohje, ympäristöohje, InfraRYL2010). Tärkeää saada tietoa eri osaamisalueille ja suunnittelun tasoille.

● Ongelman ratkaisuehdotukset:

- Aihealueet, joista saatiin ratkaisuehdotuksia
 - Tavalliset läjitysalueet
 - Kuivatus- ja ojitusmenetelmät
 - Haittojen neutralointi
 - Ohjeistaminen

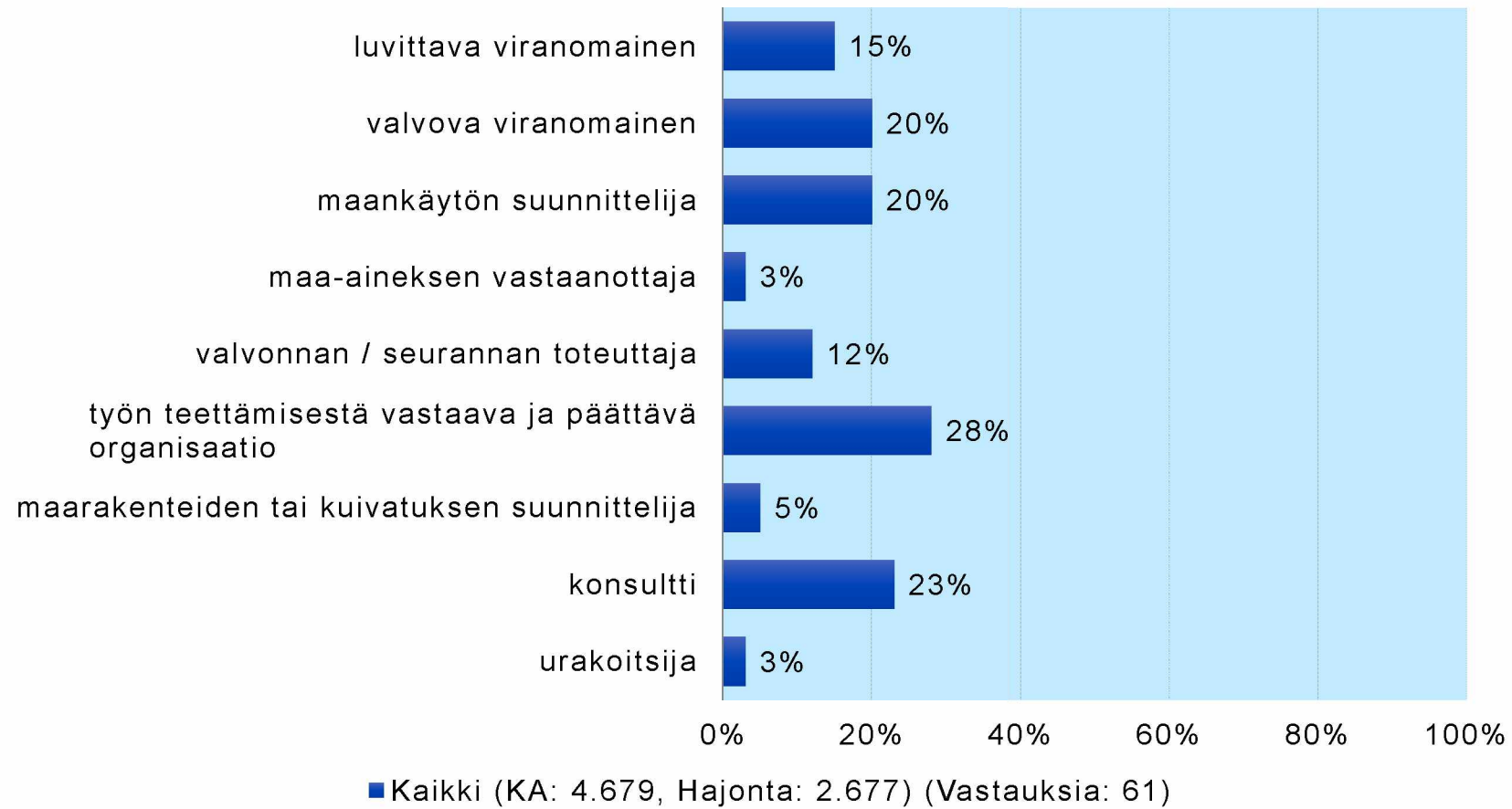


Alue



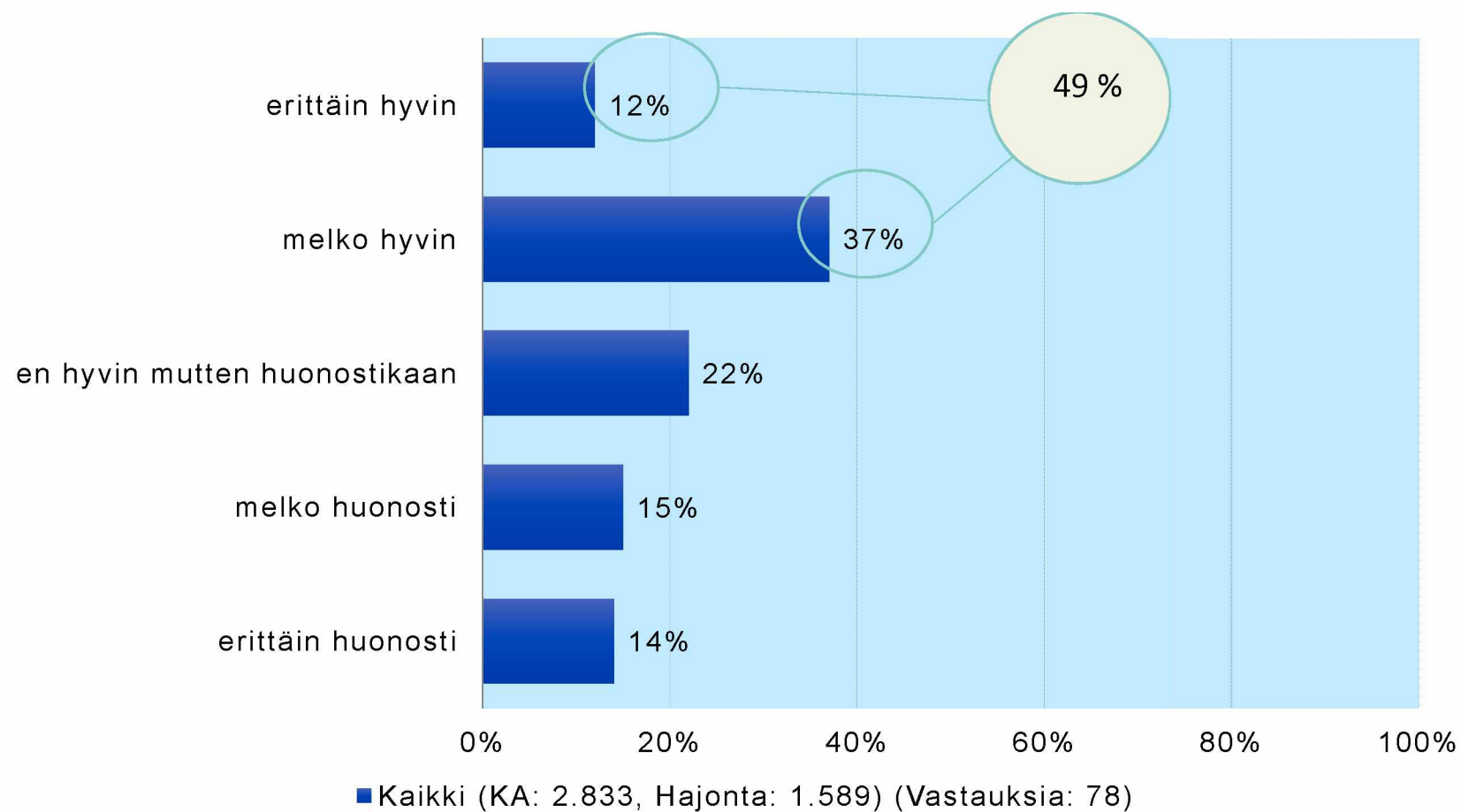


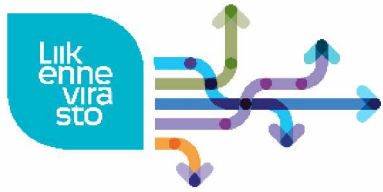
Työnkuva





Miten hyvin tunnet sulfaattimaat ja niiden ympäristövaikutukset



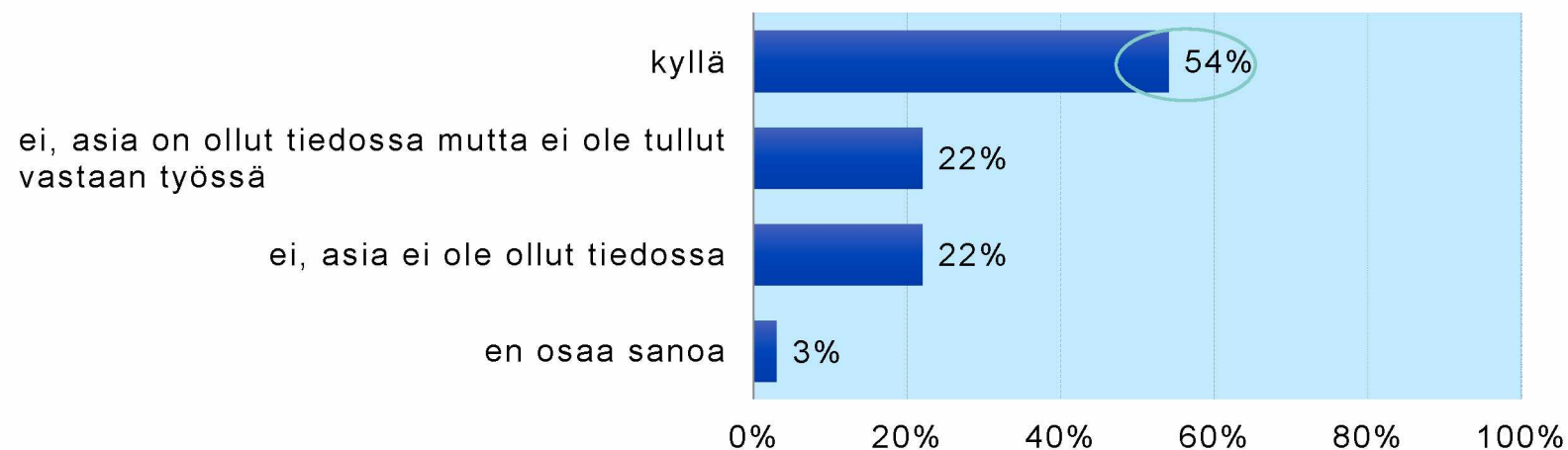


Keneltä tietoa haetaan tarvittaessa

- GTK
- ELY-keskus
- Konsultti
- Paikallinen ympäristöviranomaisen
- Vesirakennusalan suunnittelutoimisto
 - Oma suunnittelutoimisto
- SYKE
- Kaupungin ympäristöyksikkö
- Kunnan ympäristöviranomaisen
 - AVI
- Rautatiesuunnittelu
 - Åbo Akademi
 - Helsingin yliopisto
 - Linné yliopisto
- Liikenneviraston ympäristöasiantuntijat
- Oman keskuksen maatalousasiantuntijat
 - Google
- Pohjanmaan Vesi ja Ympäristö



Ovatko sulfaattimaat tulleet esille työssä



■ Kaikki (KA: 1.731, Hajonta: 1.337) (Vastauksia: 78)



Hankkeet, joissa ovat tulleet esille

- **Maa- ja metsätalous:**

- Peltoviljely, pellonkuivatus
- Metsäojitus (esim. ojitus ja tulvat => saostumat ojissa)
- Turvetuotanto

- **Vesienhuolto:**

- Ruoppaus
- Vesiensuojeluasiat
- Vesihuollon rakentaminen
- Stabiloinnit
- Pohjaveden velvoitetarkkailut

- **Selvitykset / tutkimukset / valvonta:**

- Selvityspyynnöt ympäristöviranomaisilta, konsulteilta, rakennuttajilta, ojittajilta, maanomistajilta
- Tutkimushankkeet: esim. sulfaattimailla syntyvän happaman kuormituksen ennakointi ja hallinta; happamien sulfaattimaiden kartoittaminen; Pro gradut
- Vesistökuormituksen valvonta (luvitetut hankkeet), kunnostushankkeet, hajakuormituksen valvonta, kuivatussuunnittelu, kartoitus, kalakuolemaselvitykset, yleinen vedenlaadun seuranta ja sulfaattimaiden selvitykset, kartoitukset ja haittojen ehkäisyyn liittyvät hankkeet
- Korroosiovaikutukset teräsputkipaaluilla
- Seminaarit ja ohjelmatyöt



Hankkeet, joissa ovat tulleet esille

- **Maankäytön suunnittelu ja rakentaminen:**

- Maankäytön suunnittelu ja toteutus: esim. aluerakentamisen kohteet Lapissa meren rannikkoalueella
- Väylä- ja katuhankkeet: esim. Kemi-Tornio -moottoritien rakentaminen; kadunrakennushankkeet, joissa tuleva katu ylittää kosteikkoalueen, jossa todettu sulfaattimaita (esim. rautatierakentaminen Pohjanmaan alueella: mm. Kokkola-Ylivieska kaksoisraide, ns. ST-hanke)
- Pääkaupunkiseudun rakentamishankkeet
- Siirtolinjahanke
- Sillanrakennus
- Massanvaihdot

- **Lupa-asiat:**

- Jätteiden hyödyntäminen maarakentamisessa: lupa-asiat

- **Teollisuus:**

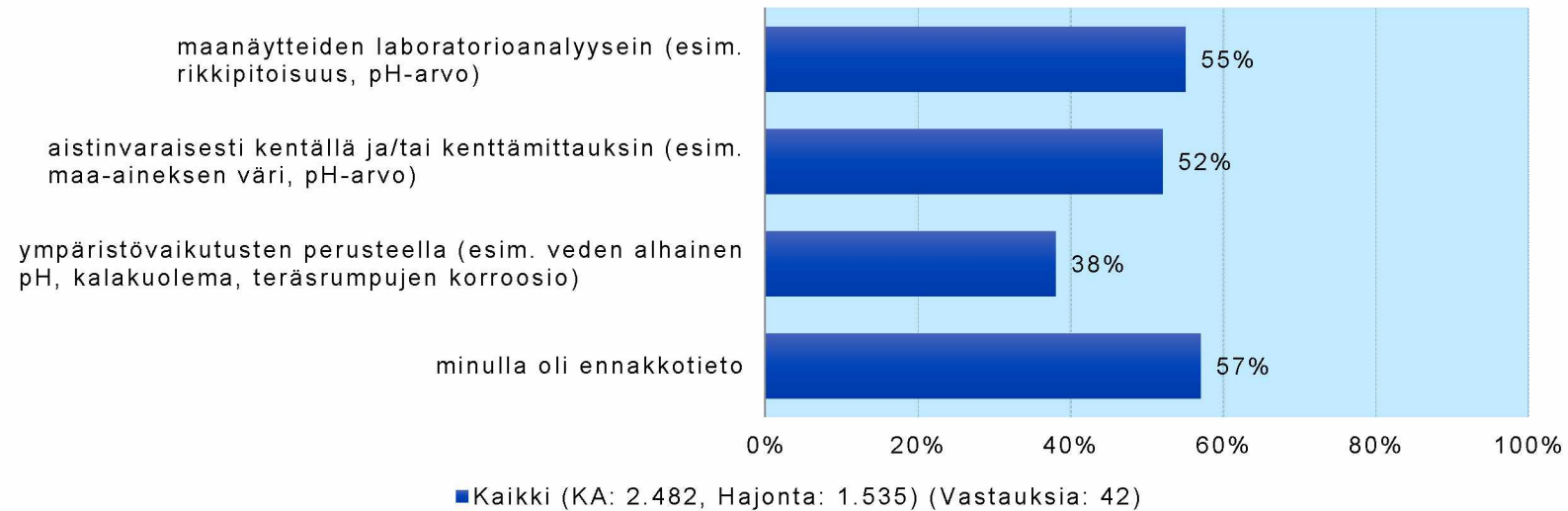
- Teollisuuden metallikuormitus
- Vientiteollisuudessa betonirakenteiden sulfaatinkestävyyden arviointi (=sulfaatinkestävän sementin vaatimus)

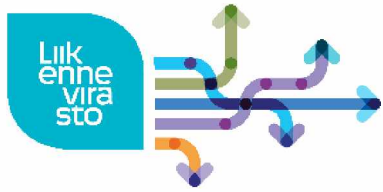
- **Näytteet:**

- Savinäytteet
- Kenttäkurssien maaperänäytteenotto



Miten sulfaattimaat tunnistettiin



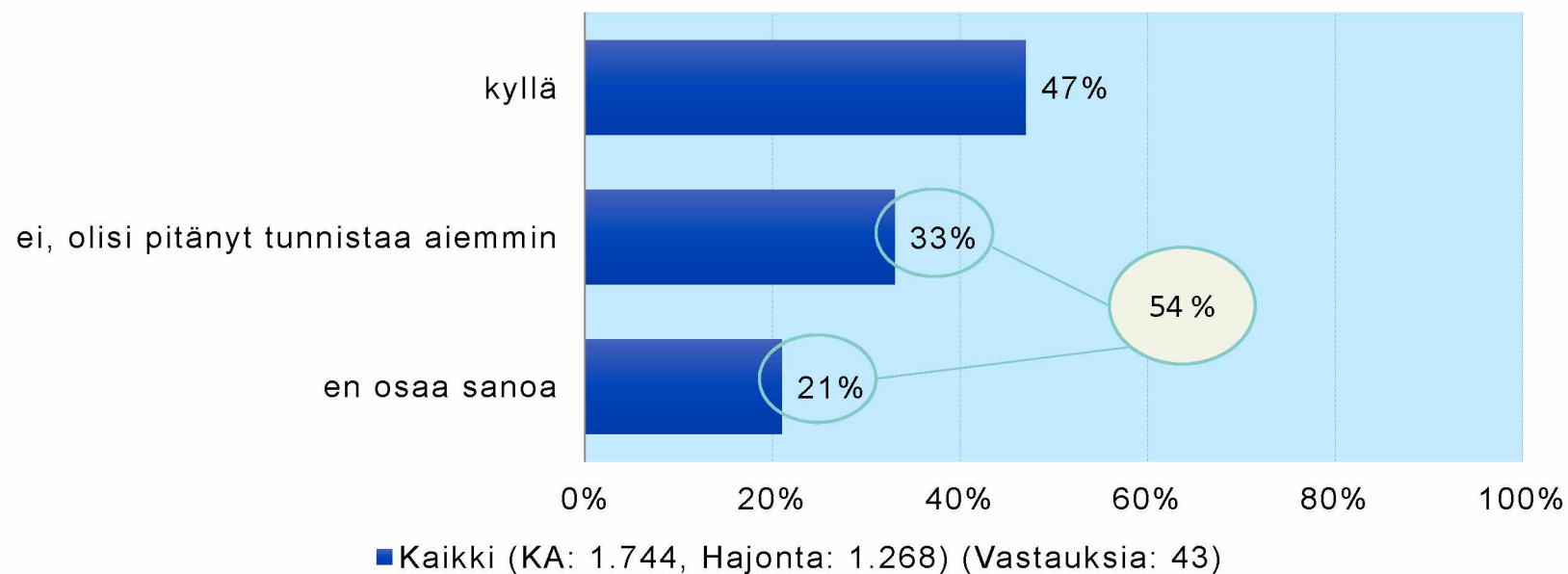


Mistä ennakkotieto saatiin

- Tilaaajalta
- Geoteknisistä kairaustutkimuksista
- Rannikko-Pohjanmaan maaperä on tiedossa
- Maalajien yleinen esiintyminen ja jakaantuminen
- Konsultilta
- GTK:n tietokannoista
- Catermass ja Precikem -hankkeista
- Omat kokemukset pohjatutkimuksista
- Kirjallisuudesta, julkaisuista
- Pidempään talossa olleilta
- Maanomistajilta
- Vesinäytteistä
- Alueilla toimivilta yrityksiltä
- ELY-keskukselta
- Koulutuksen kautta (yliopisto)
- Suomen ympäristökeskukselta
- Tiehallinnon sillansuunnitteluohjeista
- Alueen historiasta

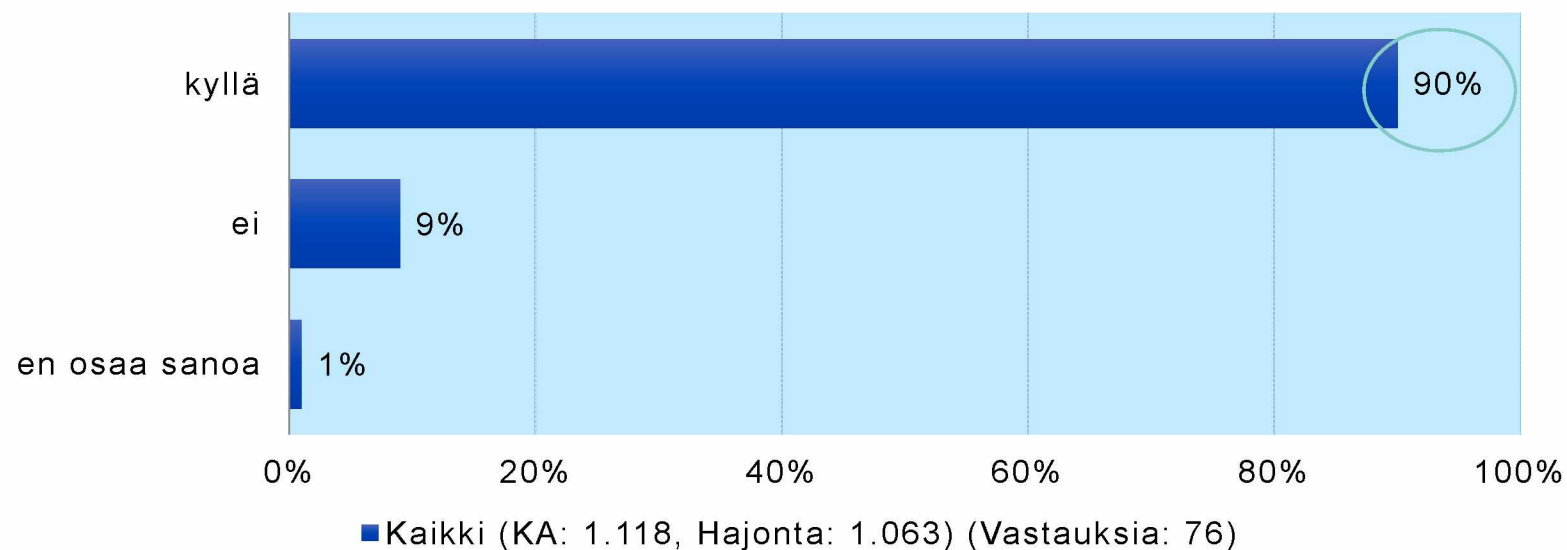


Tunnistettiinko sulfaattimaat oikeaan aikaan



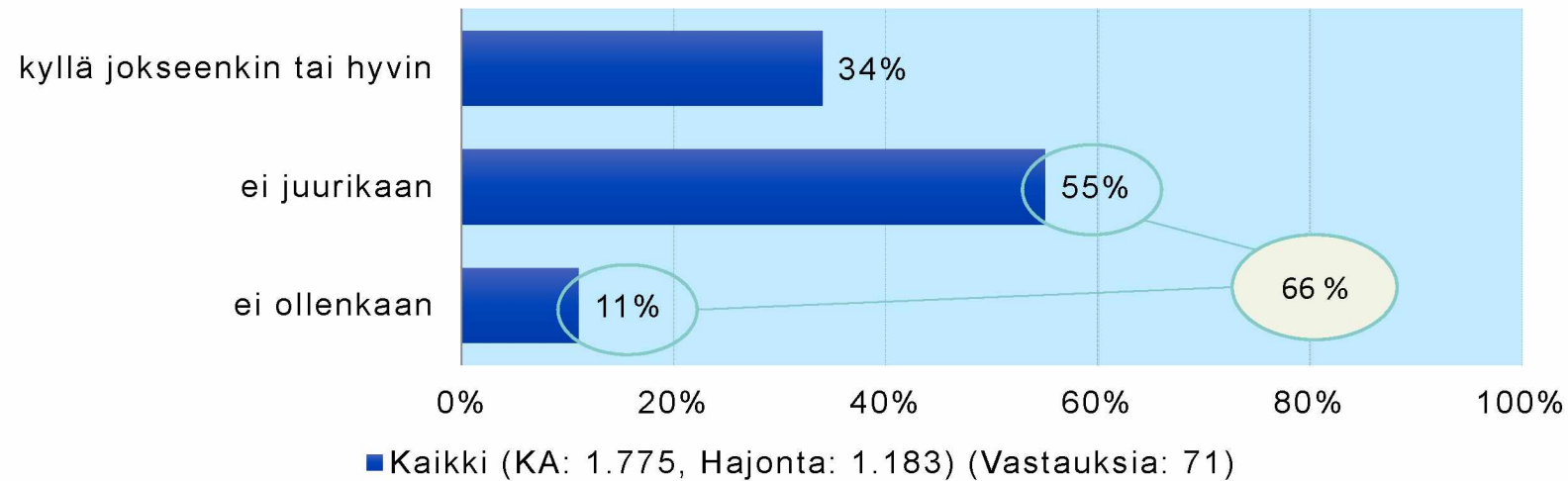


Kohdentuvatko työtehtävät sulfaattimaiden kannalta potentiaalisille alueille





Otetaanko sulfaattimaat riittävästi huomioon suunnittelussa ja hankkeiden valmistelussa





Kyselyssä esiin tulleet toimenpide-ehdotukset, jotta asia huomioitaisiin paremmin

- A) Selvitykset / tutkimukset
 - B) Tiedottaminen / ohjeistaminen
-
- **A) Selvitykset/tutkimukset => tiedon lisääminen:**
 - Potentiaalisten sulfaattimaiden kartoitus suunnitteluvaiheessa ja esiselvitys jo alkuvaiheessa
 - Yleensä sulfaattimaiden vaikutukset näkyvät pilaantuneisuustutkimuksissa, toisaalta niitä ei ymmärretä aina tarkastella metallien liukoisuuteen ja sitä kautta kulkeutumiseen vaikuttavina tekijöinä
 - Lisää tutkimustyötä, jotta tietämys lisääntyy. Asiaa tutkittava eri intressiryhmien kannalta



Kyselyssä esiin tulleet toimenpide-ehdotukset, jotta asia huomioitaisiin paremmin

● B) Tiedottaminen/ohjeistaminen:

- Riskien ja potentiaalisten alueiden tuominen paremmin esille
- Koulutuksen järjestäminen
- Suunnittelijat, konsultit ja toiminnanharjoittajat paremmin tietoiseksi sulfaattimaista ja niiden riskeistä
- Maaperätutkimusselostus: maininta siitä, onko kohteen sulfaattimaiden esiintyminen selvitetty vai ei
- Hankkeen selostuksessa tulee selkeästi kertoa kohteessa esiintyvistä sulfaattimaista ja niiden vaikutuksista rakentamistapaan ja ympäristöön
- Riskialueilla kaikissa maan kaivamiseen liittyvissä hankkeissa pitäisi selvittää sulfaattimaiden sijainti ja tehdä toimenpiteitä ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Tähän liittyen riskialueiden kartoittaminen olisi tärkeää.



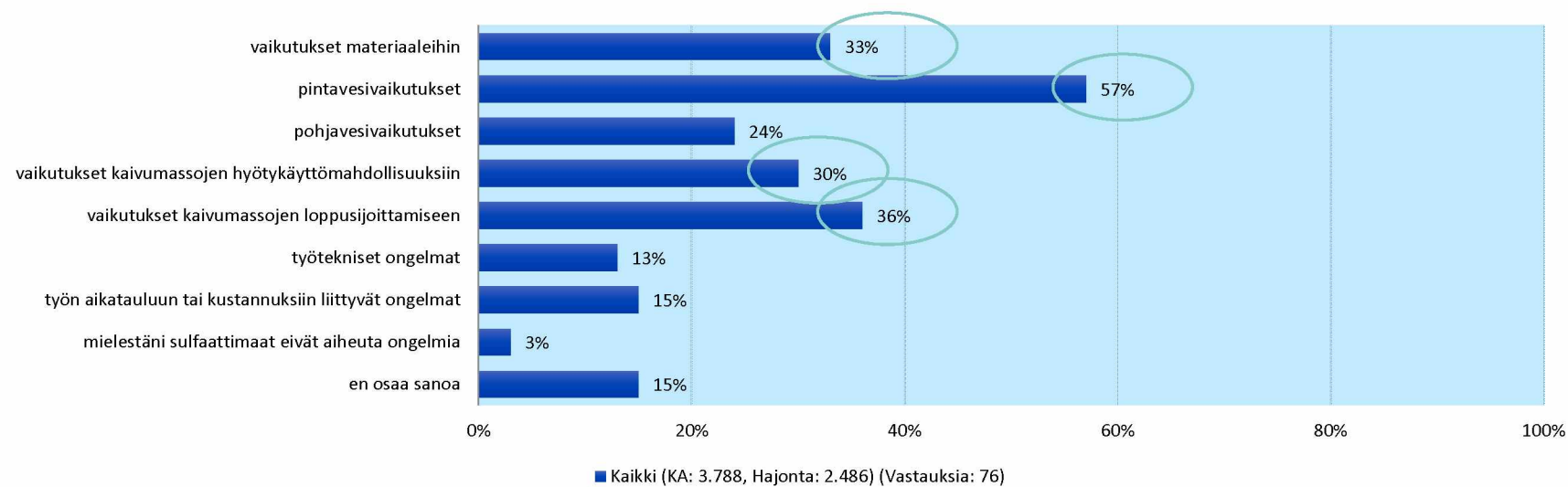
Kyselyssä esiin tulleet toimenpide-ehdotukset, jotta asia huomioitaisiin paremmin

● B) Tiedottaminen/ohjeistaminen:

- Tiedon välitys erityisesti kaavoituspuolelle sekä valvoville ja ohjaaville viranomaisille.
- Tiedon sisäistäminen, erityisesti sisämaassa puutteita
- Lyhyt ja ytimekäs tietopaketti, joka nostaa asian esille julkisuudessa
- Maaperään vaikuttavissa hankkeissa tulisi vaatia hakijalta laadukkaampia ennakkoselvityksiä
- Täsmäinfot kuntien vastuushenkilöille ja suunnittelijoille sekä maa- ja metsätalouspuolen neuvontaorganisaatiolle
- Yhtenäinen ohje kartoituksesta, laajuuden arvioinnista, vaihtoehtoja ongelman ratkaisemiseksi ja rajaukset esim. massanvaihdossa syntyvien määrien merkityksellisyydestä. Eli esim. < 500 m³ ei vaadi erityisjärjestelyjä ja tietyllä massamäärällä tulee arvioida eri toimenpiteiden vaikutus ja hyödyllisyys tms.
- Ongelmista raportointi oman organisaation sisällä (kunta). Vaihtoehtoisesti jokin tahokeräisi tietoa kootusti.
- Sulfaattipitoisten maiden tekniset ongelmat on tunnistettu, mutta ympäristölupien kannalta vaatimusten mitoittaminen haastavaa

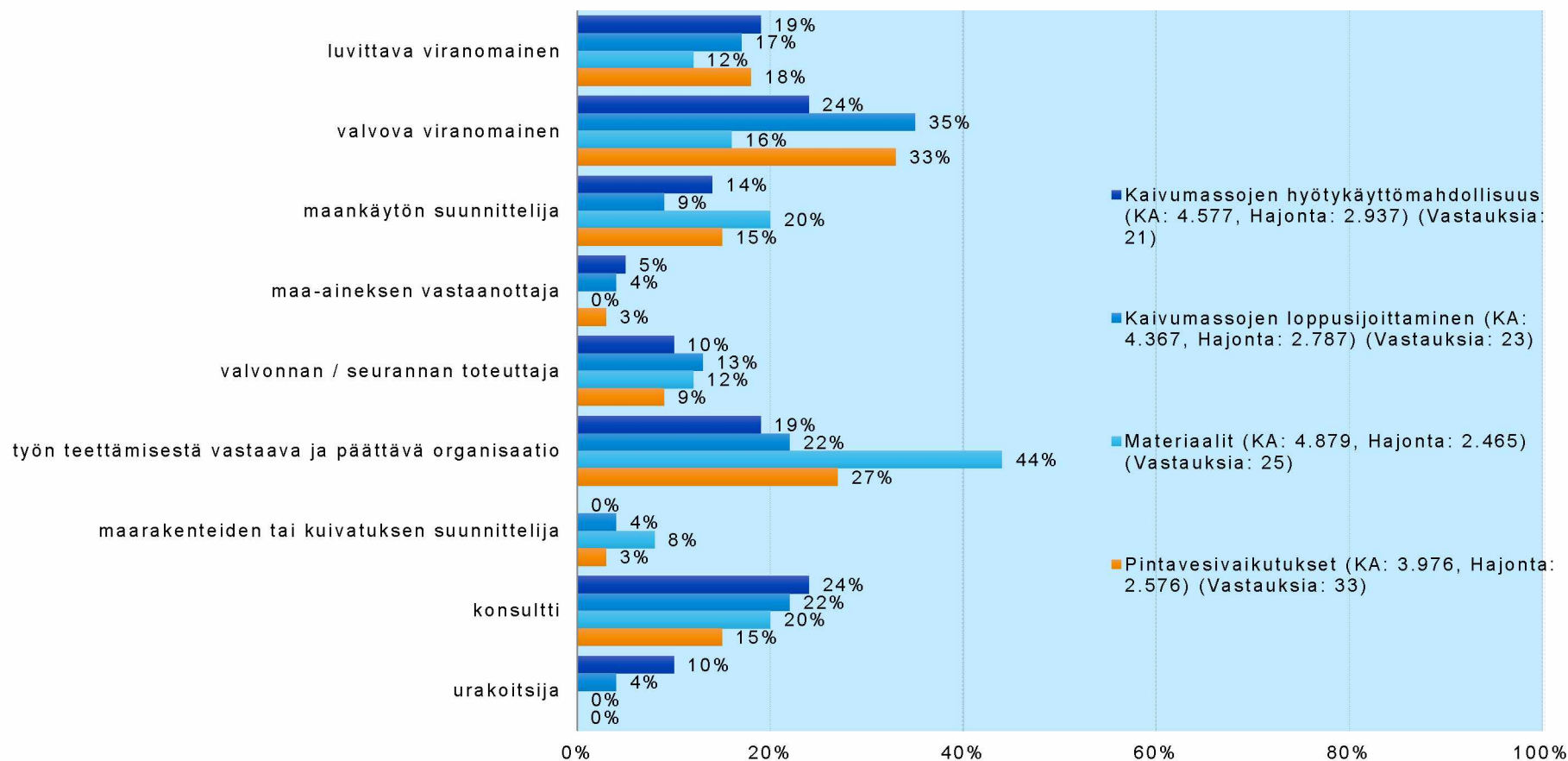


Merkittävimmät sulfaattimaiden aiheuttamat ongelmat



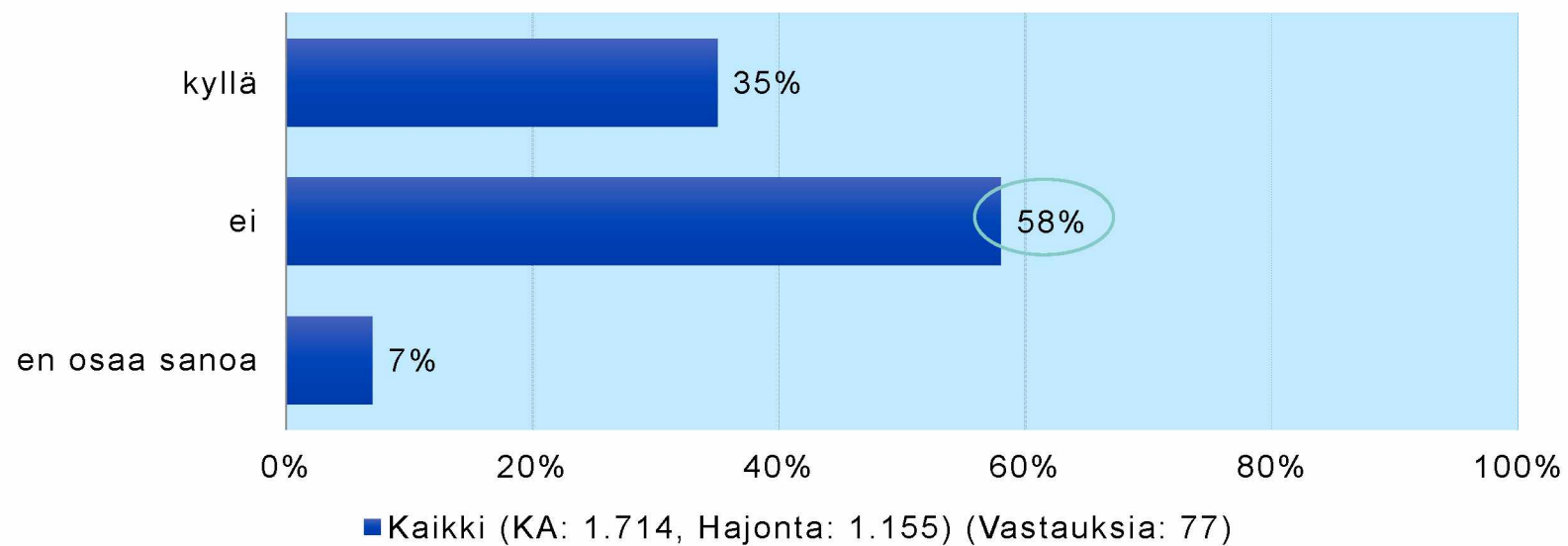


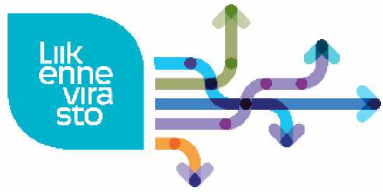
Merkittävimmät sulfaattimaiden aiheuttamat ongelmat työnkuvittain



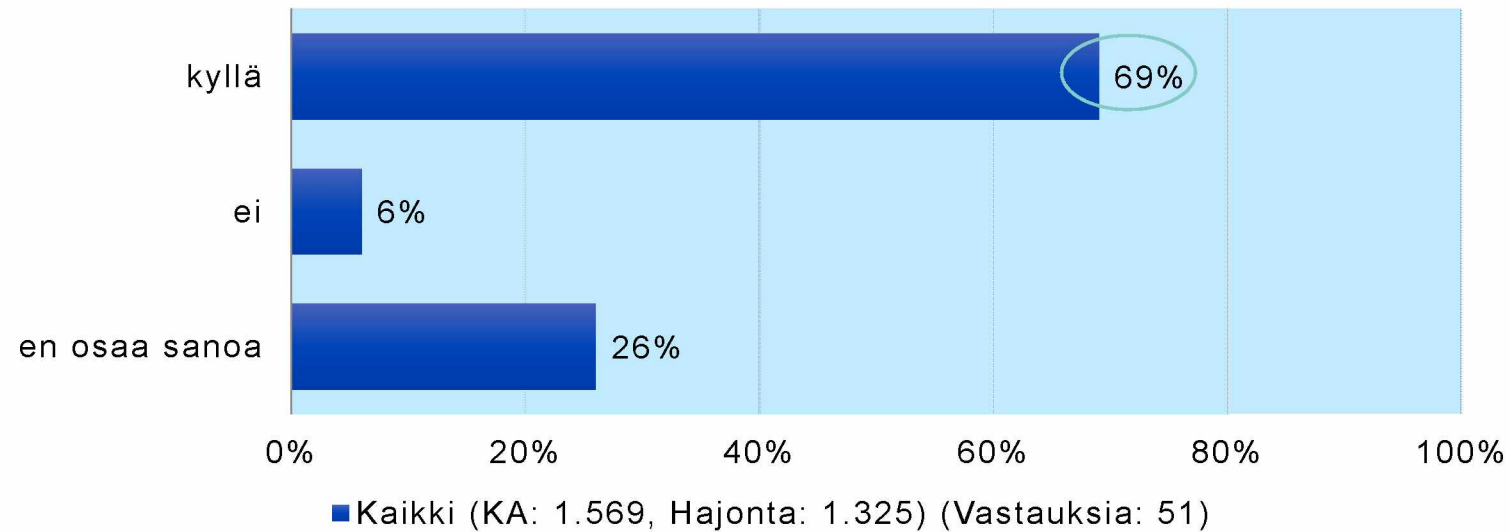


Onko käytössä sulfaattimaihin liittyvää ohjeistusta



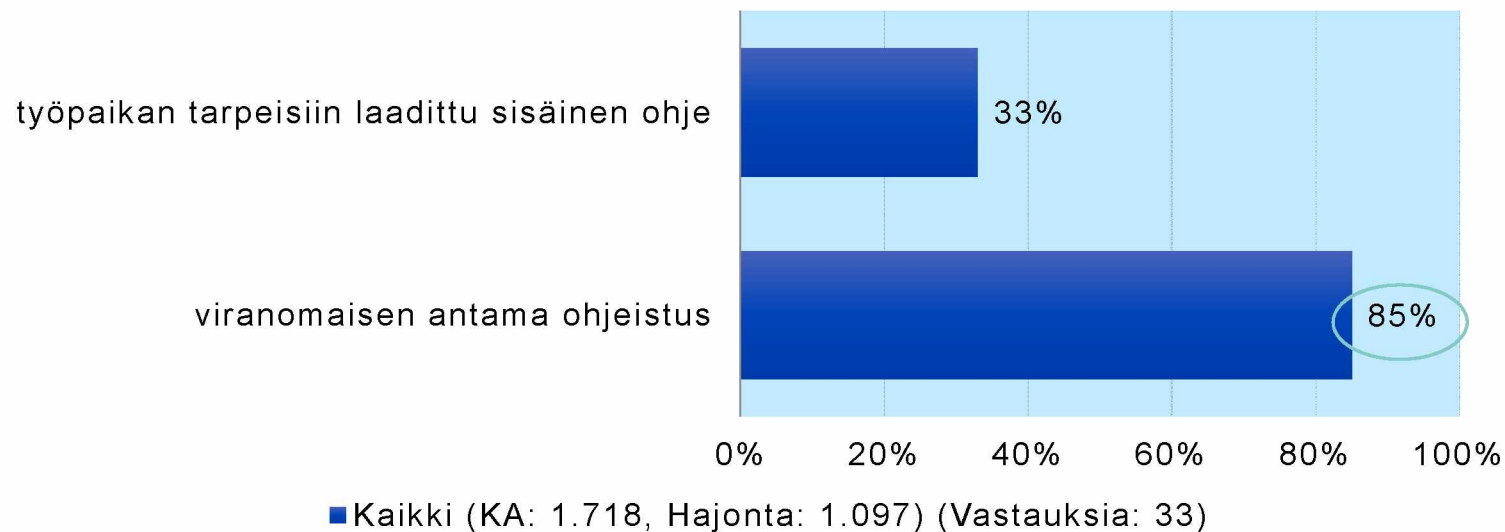


Olisiko ohjeistuksesta hyötyä



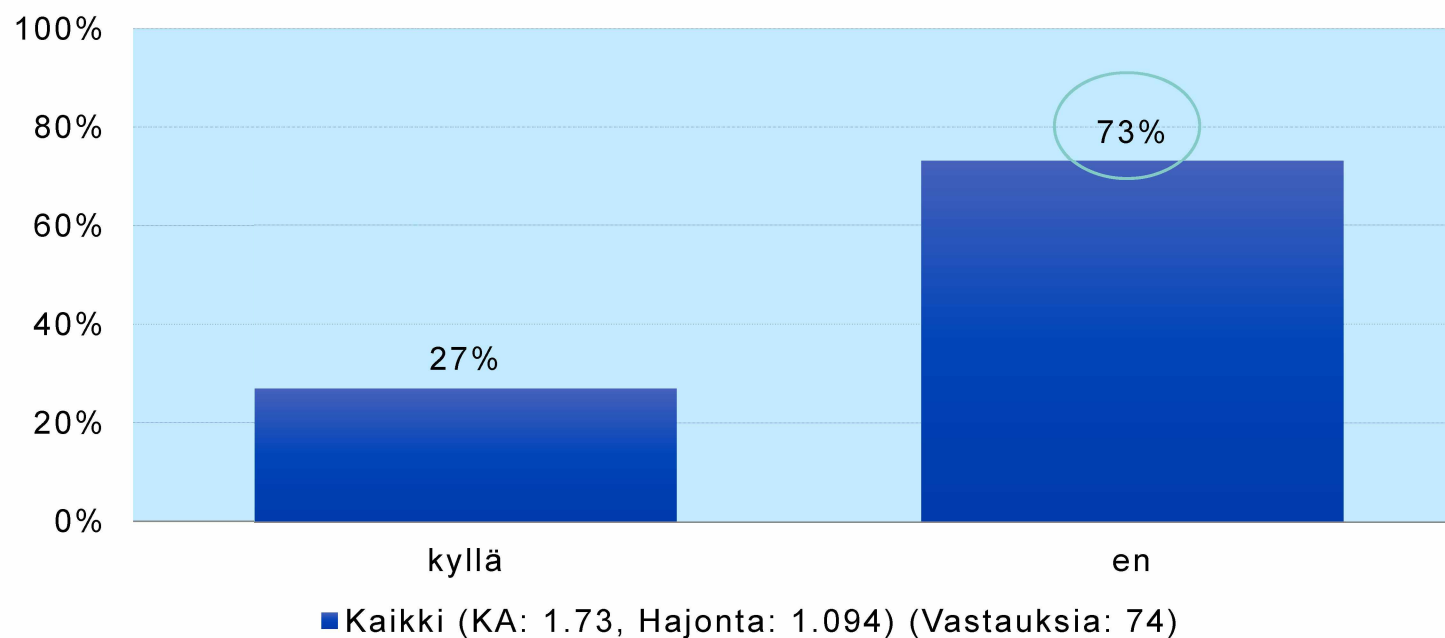


Käytössä oleva ohjeistus



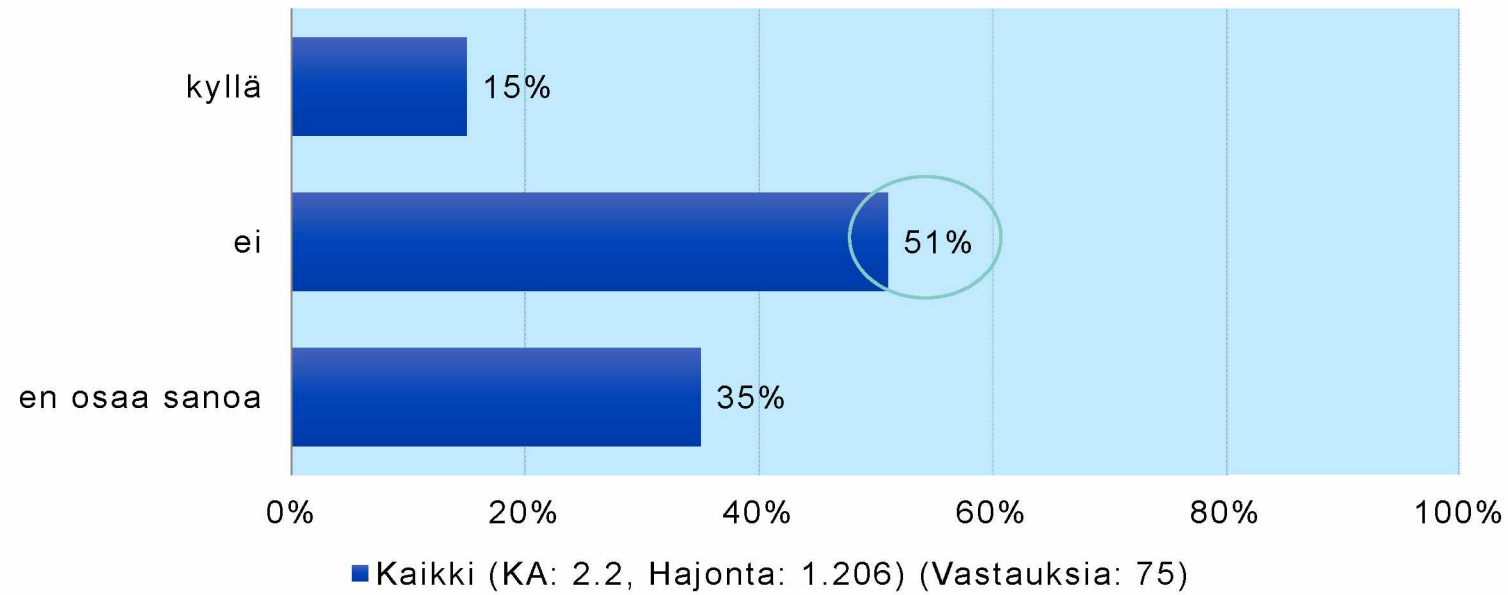


Oletko ollut laatimassa tai antamassa ohjeistusta





Onko ohjeistusta riittävästi





Mitä ohjeistusta haluaisit/Miten ohjeistusta kehittäisit

- **Selkeä suunnitteluohje / yleinen tietopaketti**
- Eri toimijoille: tunnistaminen (ennakkoon ja käytännössä) ja reagointi / ongelman ratkaisu
 - Urakoitsijat
 - Kaavoittajat
 - Töiden tilaajat
 - Maanomistajat / muu väestö
- ELY:n ohjeistus oman alueen kunnille (esim. tarvealueiden tarkempaan tutkimiseen)
- Paikkatietorajaus ja kartta-aineisto
- Nettiversio/tiivis infopaketti
- Tunnistusohje (esim. menetelmät: näytteenotto ja lab-analyysit)
- Ohje tulosten tulkintaan ja jatkotoimenpiteisiin
- A) Sulfaattimaan vaikutus ympäristöön B) Sulfaattimaan vaikutus rakentamiseen (erottelu)
- Tarvittavan tiedon oikea-aikaisuus (check-list työn eri vaiheisiin)
- Kuvaus ongelmasta alueellisesti ja vaihtoehdot ongelman ratkaisemiseksi
- Esimerkkejä vaikutuksista
- Käytettävät kriteerit (esim. raja-arvot pitoisuuksista ja massamäärät) sulfaattimaiden huomioimiseksi



Mitä ohjeistusta haluaisit/Miten ohjeistusta kehittäisit

- Olemassa olevien ohjeiden päivitys sulfaattimaa-tiedolla
 - Ruoppausohje
 - Ympäristöohje
 - InfraRYL2010 (risteämäluvat ja suojausmateriaali)
- Tietoa eri osaamisalueille / suunnittelun tasolle
 - Kaavoitus / eri kaavoitustasot
 - Maanrakennus / erityyppiset rakennushankkeet (aiheena esim. vaikutus stabilointipilareiden kovettumiseen)
 - Väylähankkeet ja kunnossapito (esim. rautatierakentaminen)
 - Vesirakentamishankkeet ja turvetuotanto
 - Maankuivatus (esim. maanviljely (avo-ojat ja salaojat), metsäojitus) / väliaikainen pohjavedenpinnan alentaminen
 - Maiden hyötykäyttö, läjitys ja loppusijoittaminen (esim. sulfaattimaiden käsittely kalkituksen suhteen ja sekoitusmenetelmät)
 - Pilaantuneet maat ja sulfaattimaat
 - Valumavesien käsittely



Kyselyssä esiin tulleita ehdotuksia sulfaattimaihin liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi

● Käytännön toimet ”kentällä”:

● Tavalliset läjitysalueet

- Sulfaattimaiden käsittely voisi tapahtua tavanomaisilla läjitysalueilla ja kevyemmin.
- Hapettumista ei voi estää, mutta happamuutta voisi säätää läjityksen pohjan ja pintojen kalkituksella.

● Kuivatus- ja ojitusmenetelmät

- Sarkaojat kaivetaan vaakasuoriksi ja niihin padotetaan pohjalle riittävä vesikerros, jotta hapan kuormitus estyy.
- Ojat varustetaan virtaamansäädöllä.
- Ojitusmenetelmät ovat avainasemassa.
- Säättösalaojitus ongelmapelloilla normiksi, ei vapaaehtoiseksi valinnaksi. Altakastelu myös kiinnostava vaihtoehto. Näiden tukemista tulisi harkita.
- Ajoittaiset kevättulvat hyväksyttävä Suomen luontoon kuuluvaksi, ojitusten mitoitus siten, että viipymää valuma-alueella on huomattavasti nykyistä enemmän.
- Sulfaattisavia sisältävät ruoppausmassat aina kauas ranta-alueista + neutralointi kalkitsemalla.
- Haittakorvaukset käyttöön (vesien/kalastonhoitomaksu) jos happamia sulfaattimaita ojitetaan siten, että haittaa syntyy. Olisi tärkeätä että tätä, ja ehkä muita vaatimattomampiakin koekenttiä pystyttäisiin rahoittamaan pidemmän aikaa.
- Seurantaa ojitusalueille aiheuttajaperiaatteella.
- Sulfaattimaakerrokseen ei tulisi pääosin koskea lainkaan, koska haittojen neutralointi on lähes ylivoimainen tehtävä.
- Ratkaisuna esim. tiheämpi ja matalampi ojitus siellä, missä ongelmia on odotettavissa.



Kyselyssä esiin tulleita ehdotuksia sulfaattimaihin liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi

● Ohjeistaminen:

● Konkreettinen tiivis kirjallinen kuvaus

- Sulfaattimaiden vaikutuksista
- Niiden tuomista rajoituksista/vaatimuksista maankäytön suunnittelulle ja ympäristönsuojelulle

● Kohderyhmien tiedon lisääminen

- Elinkeinojen harjoittajat
 - Mahdollisten toimenpiteiden, lainsäädäntöhankkeiden tms. vaikutukset elinkeinojen jokapäiväiseen harjoittamiseen, on selvitettävä asianomaisille yksityiskohtaisesti
 - Vaikutuksilla ei saa asettaa elinkeinonharjoittajia eriarvoiseen asemaan. Suhteellisuusperiaate on huomioitava: mittavat suojelutoimet täytyy keskittää todellisille riskialueille.
- Suunnittelijoiden ja tilaajien työpaja
 - Toistaiseksi suuremmat asiaan liittyvät tapahtumat ovat olleet tutkijaseminaareja, mutta suunnittelijoiden ja tilaajien kannalta olisi suuri tarve järjestää suurempi työpaja, valtakunnallisella tasolla, ja vuosittain lisääntyvän tiedon vuoksi tätä käytännön toimijoiden kokoontumista tulisi vuosittain tehdä. (vrt. turvetuotannon vuosittaiset vesiensuojelupäivät tai kuivatustyöpajat)
- ”Road-show”
 - Eri tilaisuuksien yhteydessä
 - Esitellään selvityksiä ja tuloksia
 - Opastetaan ruohonjuuritasoa ympäri maakuntia
- Säännöllinen ja kansantajuinen sulfaattimaaongelmasta informointi pohjautuen tutkimuksiin
- Tietoa erityisesti luokittelusta, käsittelystä ja loppusijoittamisesta
- Geotekniikan puolella tietoa stabilointitekniikoiden kehittymisestä (johtaa muutoin raskaisiin ja kalliisiin rakenteisiin)



Kyselyssä esiin tulleita ehdotuksia sulfaattimaihin liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi

- **Tiedon kerääminen**
 - Mallia sulfaattimaiden kartoittamiseen ulkomailta, erityisesti Australiasta
- **Koordinointi**
 - Yksi selkeä taho, jolta voisi kysyä hs-maihin liittyvistä asioista. Tieto on nyt hajautettu eri puolille Suomea (ELY -keskus, Helsingin yliopisto, Åbo Akademi, SYKE).
- **Muuta:**
 - Ohjeistus lienee paras, mutta voisi jopa vaikeimmilla alueilla edellyttää jonkinlaista ilmoitus/lupamenettelyä.
 - Ruoppauksen ja maankuivatuksen normitus
 - Ohjeistus ei riitä, tarvitaan normitusta ja suuria muutoksia vallitseviin käytäntöihin ruoppauksissa ja maankuivatuksessa.

Esimerkkitaulukko koskien sulfaattimaiden kaivua, käsittelyä ja seuranta

Principer för val av skyddsåtgärd, lämplig omgivning vid upplagsplats och kontrollprogram vid uppläggning ovanför grundvatten (Vägverket 2007).

Jordtyp	Volym, m ³	Skyddsåtgärder	Lämplig omgivning vid upplagsplats	Kontrollprogram
4		Inga		
3	< 5 000	Inga		
3	> 5 000	Enkla åtgärder täcksikt ≥0,5 m	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter	Utförande, täcksikt
2	< 50	Inga		
2	50 - 500	Enkla åtgärder täcksikt ≥0,5 m	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter	Utförande, täcksikt
2	500 - 5 000	Täcksikt ≥1 m	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter Inte skyddsvärd mark	Utförande, täcksikt Ytvatten
2	> 5 000	Täcksikt ≥1 m	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter Inte skyddsvärd mark Uppläggning på områden påverkade av sulfidjord	Utförande, täcksikt Ytvatten Oxidationsfront
1	< 50	Enkla åtgärder täcksikt ≥0,5 m	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter	Utförande, täcksikt
1	50-500	Täcksikt ≥1 m	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter Inte skyddsvärd mark	Utförande, täcksikt Ytvatten
1	500 - 5 000	Täcksikt ≥1 m	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter Inte skyddsvärd mark Uppläggning på områden påverkade av sulfidjord	Utförande, täcksikt Ytvatten Oxidationsfront
1	> 5 000	Täcksikt ≥1 m	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter Inte skyddsvärd mark Uppläggning på områden påverkade av sulfidjord	Utförande, täcksikt Ytvatten Oxidationsfront

Bedömning jordtyp

1	Mycket starkt försurande sulfidjord
2	Starkt försurande sulfidjord
3	Måttligt försurande sulfidjord
4	Svagt försurande sulfidjord

Bedömning volym jord, m³

> 5 000	Mycket stor
500-5 000	Stor
50-500	Måttlig
< 50	Liten

Skyddsåtgärder

	Täcksikt ≥1 m
	Täcksikt ≥1 m
	Enkla, täcksikt ≥0,5 m
	Inga

Lämplig omgivning

	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter Inte skyddsvärd mark Uppläggning på områden påverkade av sulfidjord
--	--

	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter Inte skyddsvärd mark
--	--

	Inga känsliga vattendrag eller andra recipienter
--	--

Kontrollprogram

	Utförande, täcksikt Ytvatten Oxidationsfront
--	--

	Utförande, täcksikt Ytvatten
--	---------------------------------

	Utförande, täcksikt
--	---------------------

Korroosiotutkimusohjelman sisältö ja raja-arvot

Korroosiotutkimusohjelman sisältö ja raja-arvot, joiden perusteella maapohja tulkitaan tavanomaisesta poikkeavaksi. Homogeenisen pohjamaan rakeisuuden, vesipitoisuuden taikka sähkönjohtavuuden perusteella maalaji ei yksinomaan ole tulkittavissa kuuluvaksi korroosion kannalta tavanomaiseksi taikka tavanomaisesta poikkeavaksi. Taulukko on esitetty Sillan geotekninen suunnittelu -ohjeen (Liikennevirasto 2012a) liitteessä 2.

Mitattava ominaisuus	Menetelmä	Määrä	Raja-arvo
maalaji	seulonta ja areometri tai sedigraph ISO 11277	pohjatutkimusten yhteydessä, selvitetään kerrosjärjestys	merkittävimpiä hienorakeiset maalajit ja eloperäiset maalajit
vesipitoisuus, w	uunikuivaus 105°C:ssa ISO 11465 ISO/TS 17892-1	pohjatutkimusten yhteydessä	jos $w > w_L$, on korroosio hidasta
sähkönjohtavuus tai ominaisvastus	ilmakuivaus, < 2 mm fraktio, suodatetusta vesiliuoksesta 1:5 elektrodilla ISO 11265:1994/Cor 1:1996	kaksi rinnakkaista näytettä, näytteitä eri syvyyksiltä	$> 50 \text{ mS/m}^{(1)}$
	ominaisvastus mitattuna in situ	pohjatutkimusten yhteydessä maan pinnasta paalujen tunkeutumissyvyyteen	$\rho < 20 \text{ } \Omega\text{m}$ hienorakeisessa maassa $\rho < 50 \text{ } \Omega\text{m}$ karkearakeisessa maassa ⁽¹⁾
humuspitoisuus	hehikutushäviö SFS 3008	pohjatutkimusten yhteydessä	$> 6 \%$
pH	ISO 4316 (ISO 10390 ilma-kuivaus tai < 40°, < 2 mm fraktio, vesiliuoksesta 1:5 elektrodilla)	kaksi rinnakkaista näytettä, näytteitä eri syvyyksiltä	pH < 4,5 pH > 9
sulfaatti SO ₄ ²⁻	SFS-EN 196-2 (ISO 11048, kiviaineselle, SFS-EN 1744-1)	näytteitä eri syvyyksiltä	SO ₄ ²⁻ > 500 mg/kg tai SO ₄ ²⁻ > 200 mg/l vesiliuoksessa
kloridit Cl ⁻	esim. vesiututto SFS-3006, kiviaines SFS-SFS-EN 1744-1	näytteitä eri syvyyksiltä	Cl ⁻ > 500 mg/kg tai Cl ⁻ > 300 mg/l vesiliuoksessa

Betoniin kohdistuva kemiallinen rasitus

Sulfaatin kestävä sementtiä käytetään ympäristöluokissa XA₂ ja XA₃, joiden raja-arvot on esitetty taulukossa alla. Taulukko on esitetty Sillan geotekninen suunnittelu -ohjeen (Liikennevirasto 2012a) liitteessä 2

Kemiallisen rasituksen ympäristöluokkien raja-arvot (Betoninormit 2012, Suomen Betoniyhdistys 2012)

Alla luokitellut kemiallisesti aggressiiviset ympäristöt perustuvat luonnollisiin ympäristöihin maassa ja vedessä 5 °C ja 25 °C lämpötilavälillä ja riittävän hitaalla veden virtausnopeudella, minkä voidaan katsoa vastaavan staattista tilannetta. Jokaisesta yksittäisestä kemiallisesta ominaisuudesta suurin rasitusarvo määrittää luokan. Jos kaksi tai useampi aggressiivista ominaisuutta johtaa samaan luokkaan, ympäristö luokitellaan seuraavaan korkeampaan luokkaan. Aggressiivisten ominaisuuksien määrittämiseen käytetään taulukossa annettuja standardikoemenetelmiä.				
Kemiallinen ominaisuus	Koemenetelmä	XA1	XA2	XA3
Pohjavesi				
sulfaatti SO ₄ ²⁻ , mg/l	EN 196-2	≥ 200 ja ≤ 600	> 600 ja ≤ 3 000	> 3 000 ja ≤ 6 000
pH	ISO 4316	≥ 15 ja ≤ 5,5	< 5,5 ja ≥ 4,5	< 4,5 ja ≥ 4,0
CO ₂ aggressiivinen mg/l	PrEN 13577:1999	≥ 15 ja ≤ 40	> 40 ja ≤ 100	> 100 kyllästymispisteeseen asti
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1 tai ISO 7150-2	≥ 15 ja ≤ 30	> 30 ja ≤ 60	> 60 ja ≤ 100
Mg ²⁺ mg/l	ISO 7980	≥ 300 ja ≤ 1000	> 1000 ja ≤ 3000	> 3000 kyllästymispisteeseen asti
Maaperä				
SO ₄ ²⁻ , mg/l ¹⁾ kokonaismäärä	EN 196-2 ²⁾	≥ 2 000 ja ≤ 3 000 ³⁾	> 3 000 ja ≤ 12 000	> 12 000 ja ≤ 24 000
Happamuus ml/kg	DIN 4030-2	> 20 Baumann Gully	Ei esiinny käytännössä.	
1) jos savimaan läpäisevyys on alle 10-5 m/s, 2) Koemenetelmä kuvaa SO ₄ ²⁻ :n uuttamista suolahapolla; vaihtoehtoisesti vesiuttamista voidaan käyttää, jos kokemusta on käytettävissä betonin käyttöpaikassa. 3) Raja-arvo 3000 mg/kg lasketaan arvoon 2000 mg/kg, jos betonissa on olemassa sulfaatti-ionien kasaantumisriski kuivumis- ja kastumisvaihtelujen tai kapillaarisen imun johdosta.				

