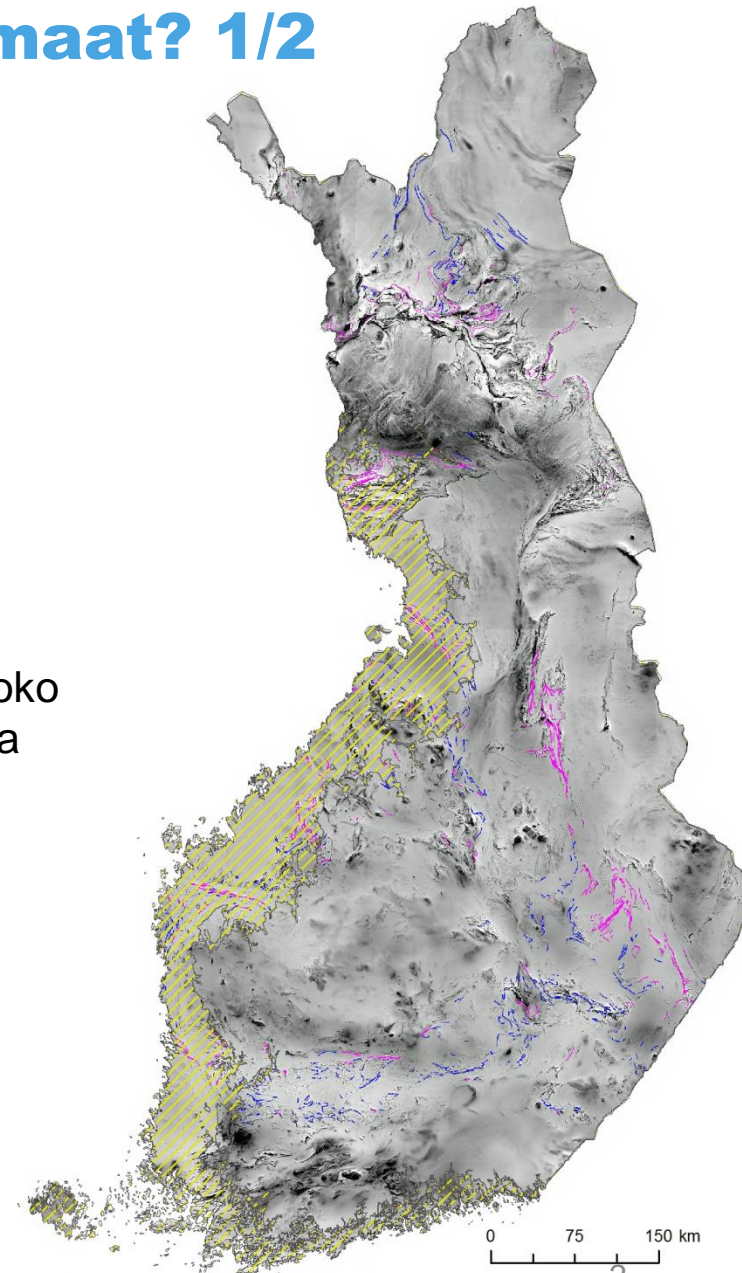


Alustus happamista sulfaattimaista

**Anssi Karppinen
Suomen ympäristökeskus
Vesikeskus
18.1.2016**

Mitä ovat happamat sulfaattimaat? 1/2

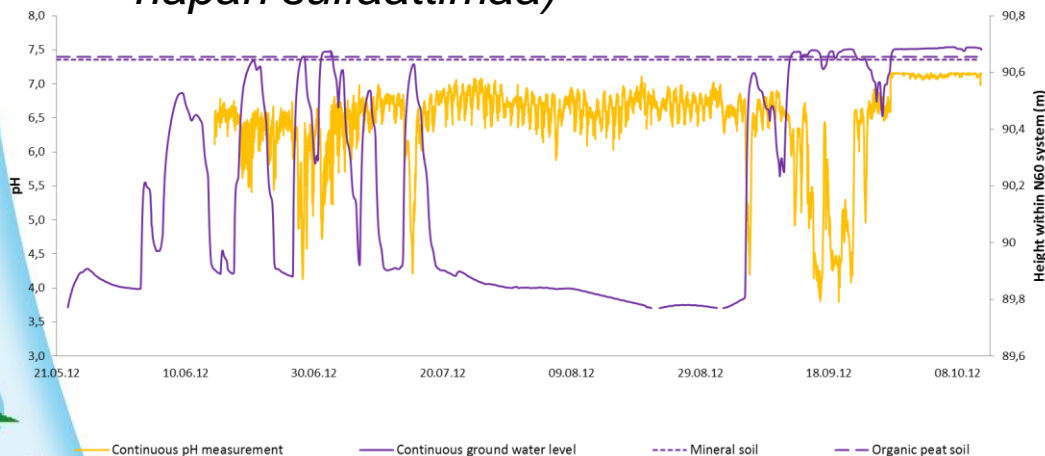
- Rikkipitoisia yleensä hienoja maalajeja
- Suomessa esiintyy kahta eri sulfaattimaalajaa
 - Litorina-meressä syntyneet kerrostumat
 - Yleensä hienoa saviaineista
 - Maankohoamisen seurauksena koko rannikolla n. 100 m merenpinnasta korkeuteen asti
 - Kallioperän mustaliuskealueet
 - Jääkauden rapauttamia



Kuva: Kati Häkkinen, SYKE

Mitä ovat happamat sulfaattimaat 2/2

- Pohjaveden pinnan alapuolella (ilman ihmisen toimintaa) ei yleensä ongelmia (*potentiaalinen hapan sulfaattimaa*)
- Yksinkertaistettuna hapetusreaktio:
 - Pyriitti (FeS_2) + Happi + Vesi \rightarrow Ferrorauta (Fe^{2+}) + Sulfaatti (SO_4) + Protoni (H^+)
- Reaktion tuloksena maa-aineksen ja valumaveden pH laskee, jolloin myös maaperän metallit liukenevat (*todellinen hapan sulfaattimaa*)



Kuva: Peter Eden (GTK)

Kuva: Heini Postila (Oulun yliopisto)

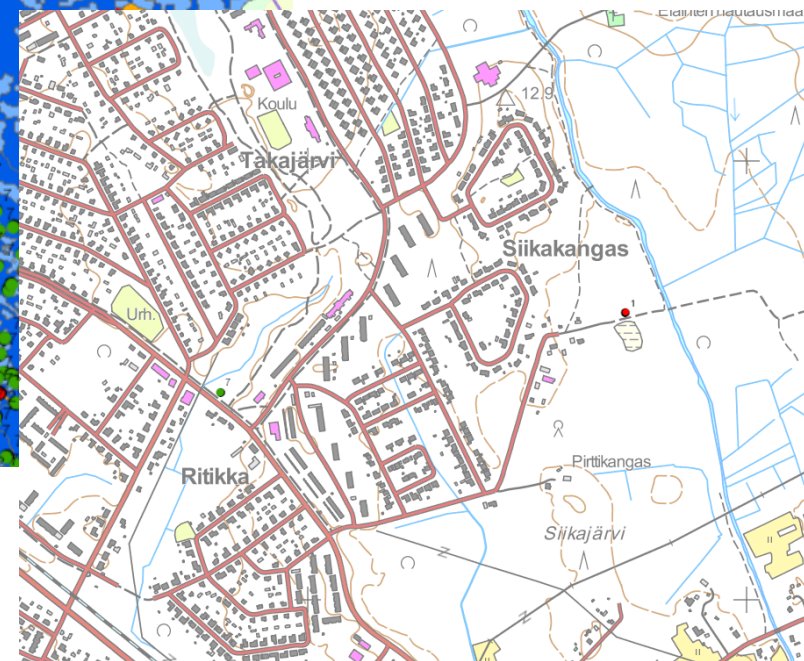
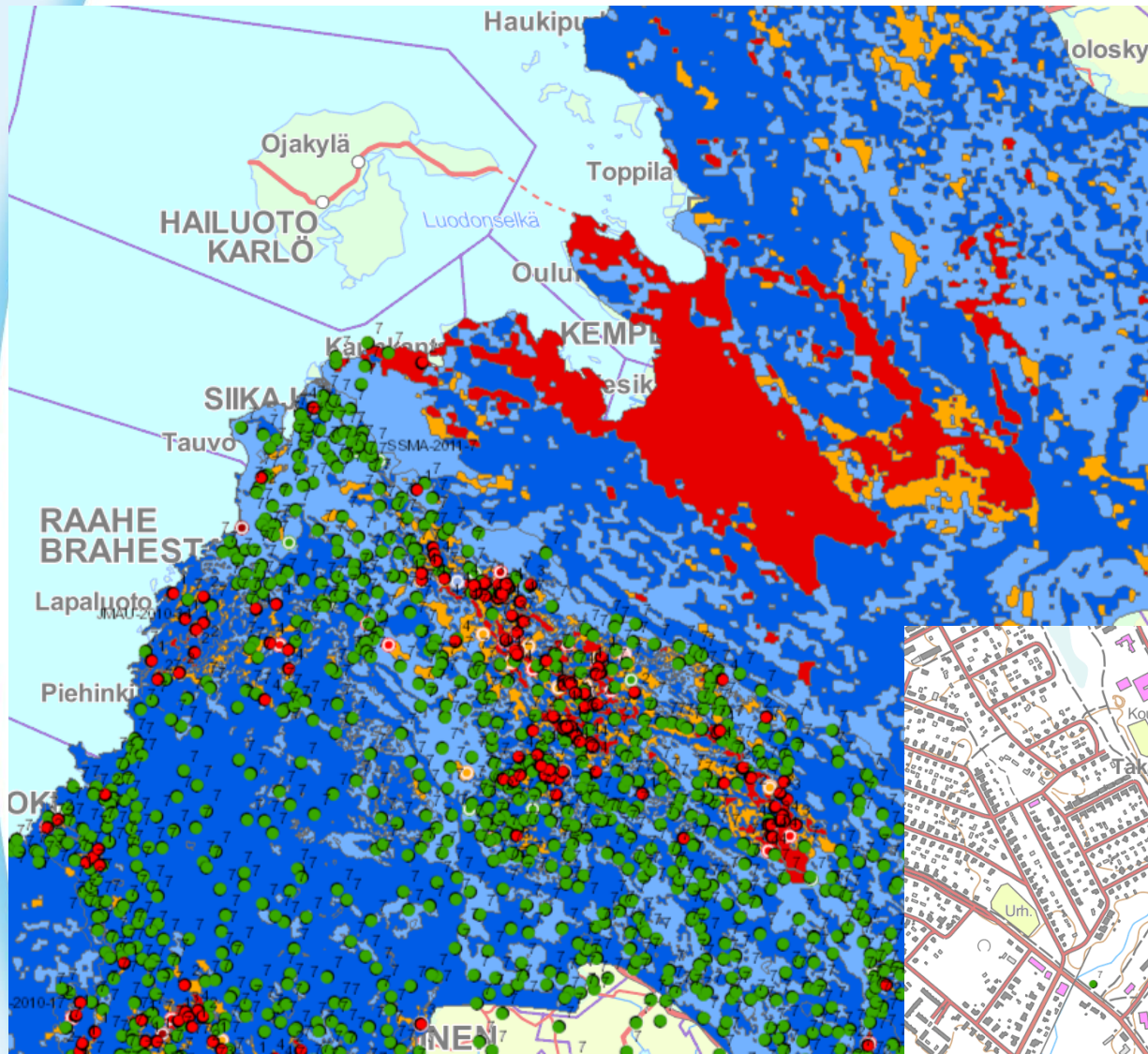
Miksi happamat sulfaattimaat ovat ongelma?

- Pintavesien kemiallinen ja ekologinen tila heikkenee
 - Happamuus ja metallit aiheuttavat kalojen ja pohjaeläinten kuolemia
 - Tuloksena vesimuodostumia, jotka voivat olla täysin elottomia
- Vesien virkistys- ja matkailuarvo vähenee
- Maatalousmaa tarvitsee kalkitusta ollakseen viljelykelpoinen
- Rakennustekniset ongelmat
 - Korroosio ja kaivumassat



Kuva: Kari Saari

Missä happamat sulfaattimaat sijaitsevat?



<http://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>

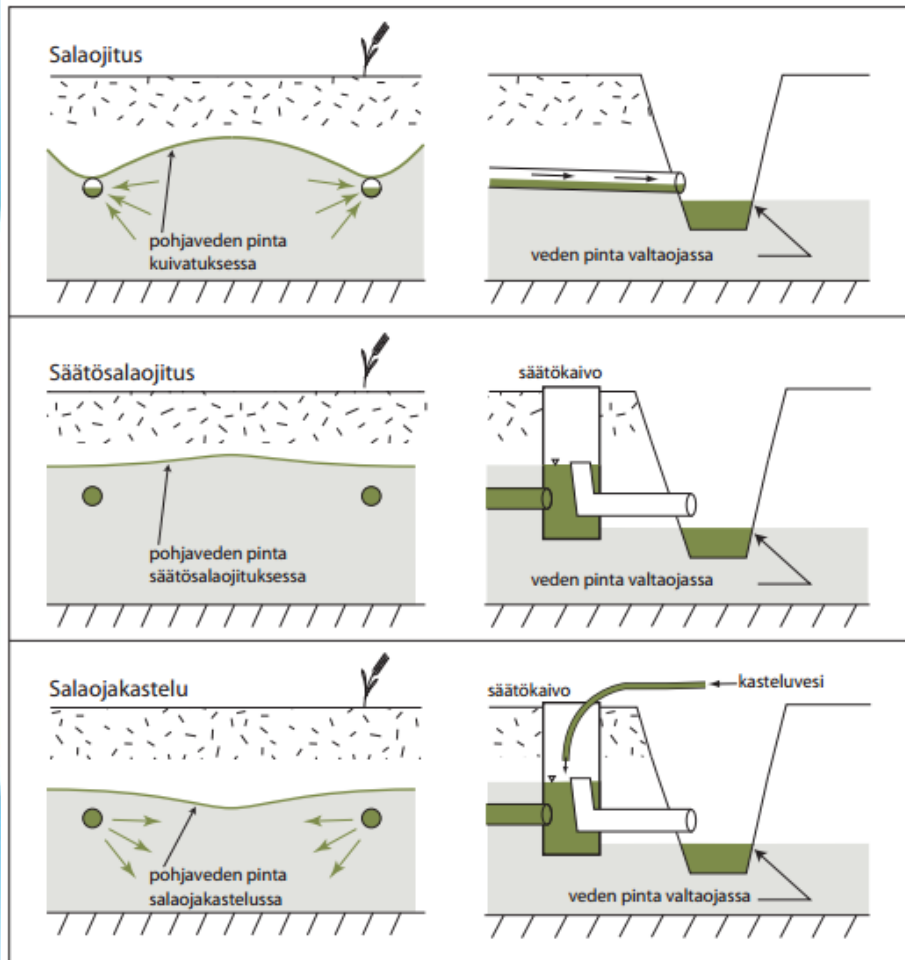
Miten jo aiheutettuja ongelmia on pyritty ratkaisemaan?

- Menetelmät voidaan jakaa karkeasti kolmeen kategoriaan:
 - Sulfidien hapettumisen vähentäminen / estäminen
 - Happaman maaperän neutralointi
 - Valumavesien käsittely

Sulfidien hapettumisen vähentäminen / estäminen

- Säättösalaojitus ja säätökastelu (altakastelu)
- Pohjapadot, kosteikot ja vesiensuojelurakenteet ojituksessa
- Kuivatusmenetelmän muutos, kuivatussyvyyden lisäämisen välttäminen
 - Vältetään tietoisesti kuivatusta alueilla, joilla tiedetään olevan vielä hapettumattomia sulfideja
- Viljelykasvin vaihtaminen ja pienempi kuivatussyvyys
 - Otetaan tarvittaessa käyttöön viljelykasvi, joka vaatii pienemmän kuivatussyvyyden
- Vaihtoehtoisesti voidaan myös ohjata kuivatusta vaativaa maankäyttöä pois sulfaattimaa-alueilta

Säätösalaajitus ja säätökastelu

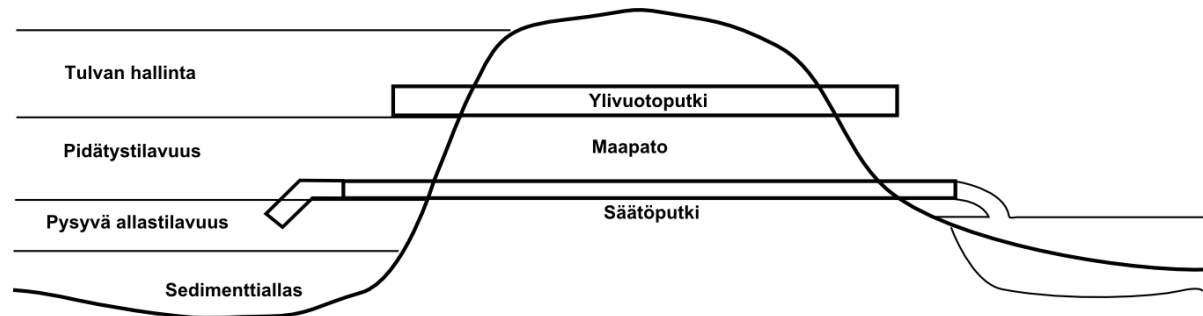


- Tarkoituksena on ylläpitää pohjaveden pinnankorkeus tietyllä tasolla
 - Sulfidien hapettumisen vähentäminen / rajoittaminen tietyllä tasolla
 - Hyötyä myös kasvinviljelyn kannalta

Kuva: Maaseutuverkosto

Pohjapadot, kosteikot ja vesiensuojelurakenteet ojituksessa

- Pohjapatojen ja muiden vettä pidättävien rakenteiden tarkoitus ojissa on estää vedenpinnan liiallinen alentuminen → Sulfidit eivät pääse hapettumaan



Kuva: Juha Riihimäki SYKE (Marttila ja Kløve 2010 mukaan)



Kuva: Hannu Marttila (Oulun yliopisto)

Happaman maaperän neutralointi

- Valuma-alueen neutralointi
- Kaivumassojen neutralointi

Valuma-alueen neutralointi

- Vesistön happamuuteen voidaan vaikuttaa neutraloimalla sen valuma-alueella olevaa maaperää
- Useita testejä Suomessa erilaisilla neutralointimateriaaleilla ja määrillä [t/ha]
- Tulokset vaihtelevia, ei yleensä merkittävää pitkäaikaista vaikutusta valumaveden happamuuteen
- Jos neutraloinnissa käytetään teollisuuden sivujakeita, huomioitava niiden mahdollisesti sisältämät ympäristön kannalta haitalliset aineet
 - Esim. Kadmium

Kaivumassojen käsittely

- Maaperän kaivamisen tai ruoppauksen yhteydessä ilmakehän hapen kanssa kosketuksiin pääsevät sulfidipitoiset kaivumassat hapettuvat nopeasti ja voivat aiheuttaa paikallisia ja nopeita happamuuspiikkejä.
- Maalle läjittämisen haittavaikutuksia voidaan vähentää kalkitseamalla ruoppausmassat lisäämällä kalkkia neutraloimisen tehostamiseksi kerroksittain, noin 10-30 kg/m³ ruopattua massaa. Mahdollisuuksien mukaan hapettumista voidaan estää myös läjittämällä sulfidipitoinen massa sopivaan paikkaan pohjavesipinnan alapuolelle.

Happaman veden käsittely

- Kalkkisuodinojat / patoratkaisut
- Anaerobiset ratkaisut
- Järvien kalkitus
- Aktiiviset menetelmät



Kalkkisuodinoja



Kuva: Heini Postila (Oulun yliopisto)



Kuva: Jermi Tertsunen Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus

- Vesi suotautuu alkaloivan materiaalin läpi
 - Teräskuona
 - Kalkkikivi
- Ongelmana metallien saostuminen materiaalin pintaan
 - Suodin tukkeutuu

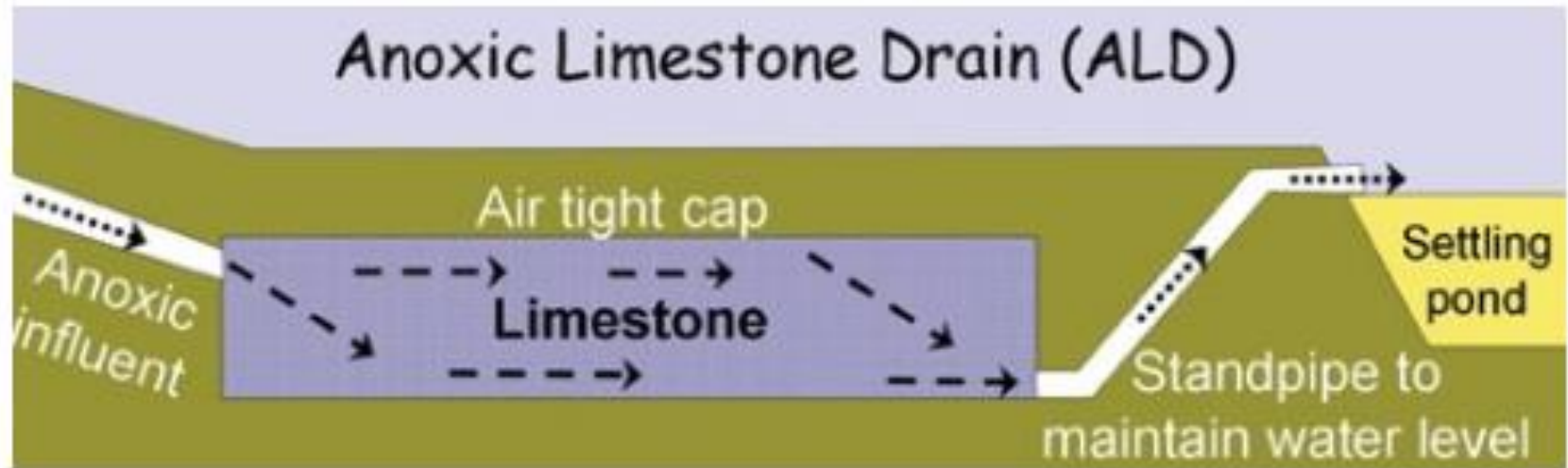
Kalkkikivikoski



- Ideana nostaa käsiteltävän pH:ta kalkkikiven avulla
- Samalla tapahtuu veden hapettumista
- Suuri virtausnopeus pitää kivien pinnat reaktiivisina
- Laskeutusallas, johon saostuneet metallit jäävät



Anaerobiset suotimet



Kuva: Skousen. J. 2007

- Hapettomassa tilassa myös hiilidioksidi kertyy systeemiin, joka lisää käsiteltävän veden puskurikykyä ja parantaa kalkkikiven liukenemista.
- Tukkeutumisongelmia, jos käsiteltävässä vedessä happea tai paljon rautaa ja alumiinia

”Anaerobinen alkaloiva systeemi” (SAPS – Successive alkalinity producing system)



Kuva: Ritva Nilivaara-Koskela (SYKE)

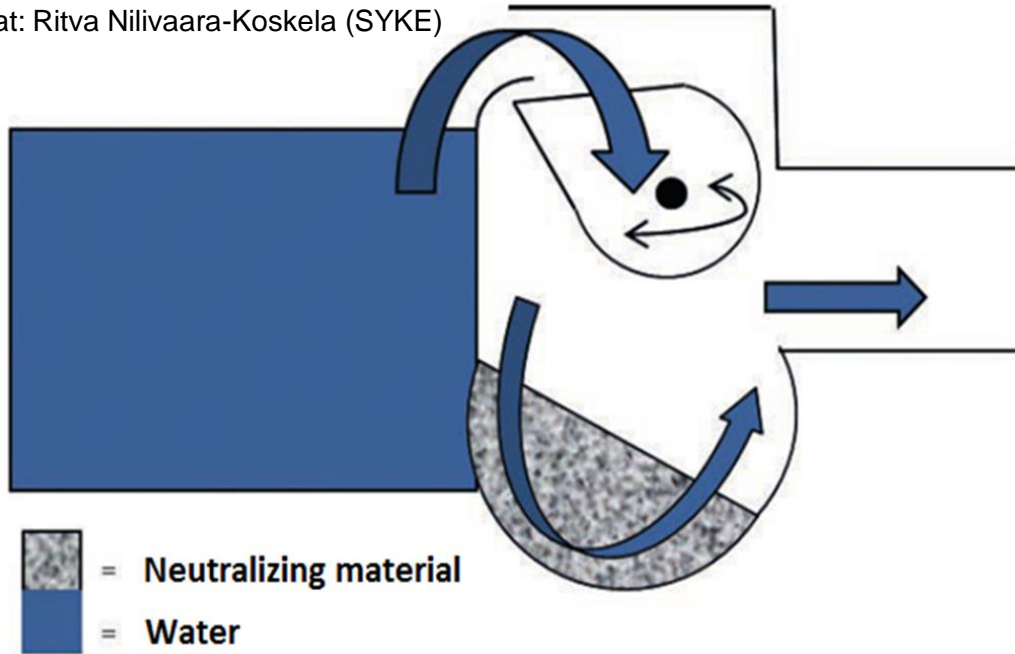
- Yhdistelmä kosteikosta ja kalkkikivisuotimesta
- Vesi johdetaan ensin orgaanisen kerroksen läpi, jossa sulfaattia pelkistävät bakteerit muodostavat metallisulfideja
 - Kylmät olosuhteet ongelma bakteeritoiminnalle
- Pääosa neutraloitumisesta tapahtuu kalkkikivirouheessa
- Suotimen jälkeen oltava laskeutusallas, johon metallit saostuvat

Järvien kalkitus

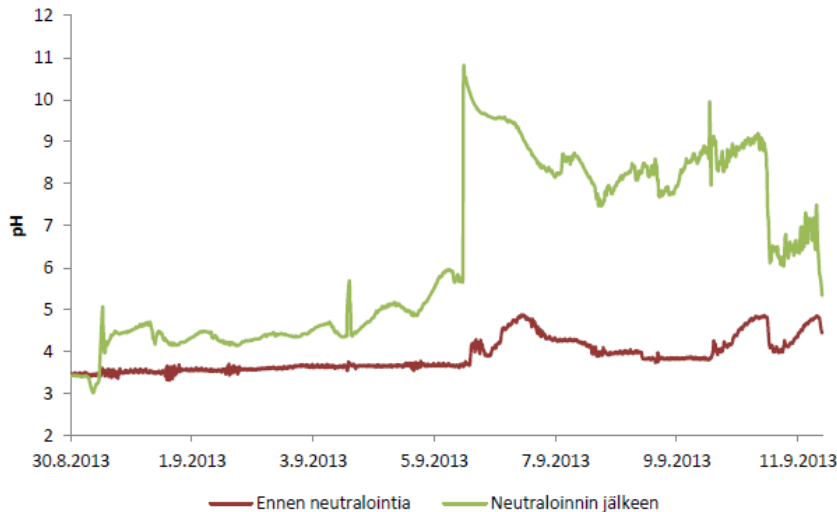
- Myös happamoitunutta vesistöä voidaan neutraloida
 - Vaikutus ei ole pysyvä
 - Riippuvainen vesimuodostuman viipymästä
 - Ei poista happamoitumisen syytä
- Voidaan tehdä esimerkiksi jään päältä, jolloin kustannukset kohtuulliset
 - Vaihtoehtoisesti voidaan levittää myös veneestä tai helikopterista

Kippaava neutralointilaitteisto

Kuvat: Ritva Nilivaara-Koskela (SYKE)

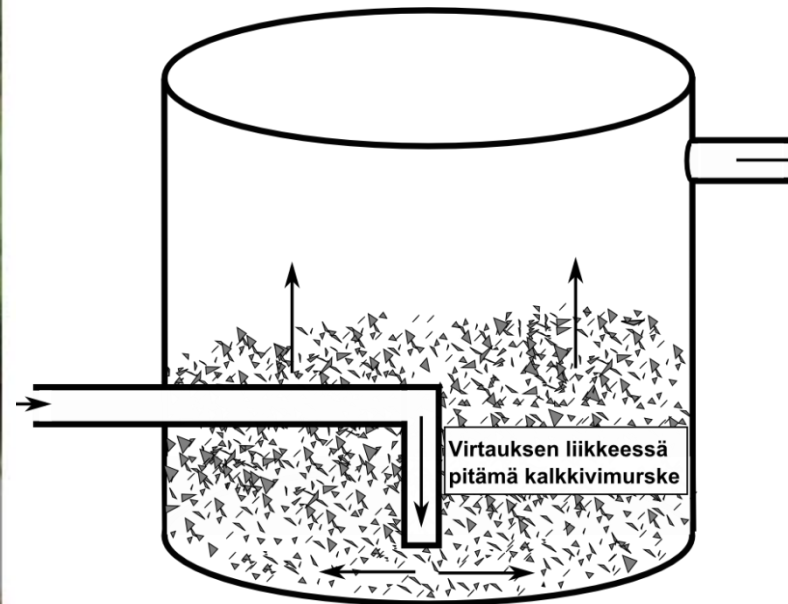
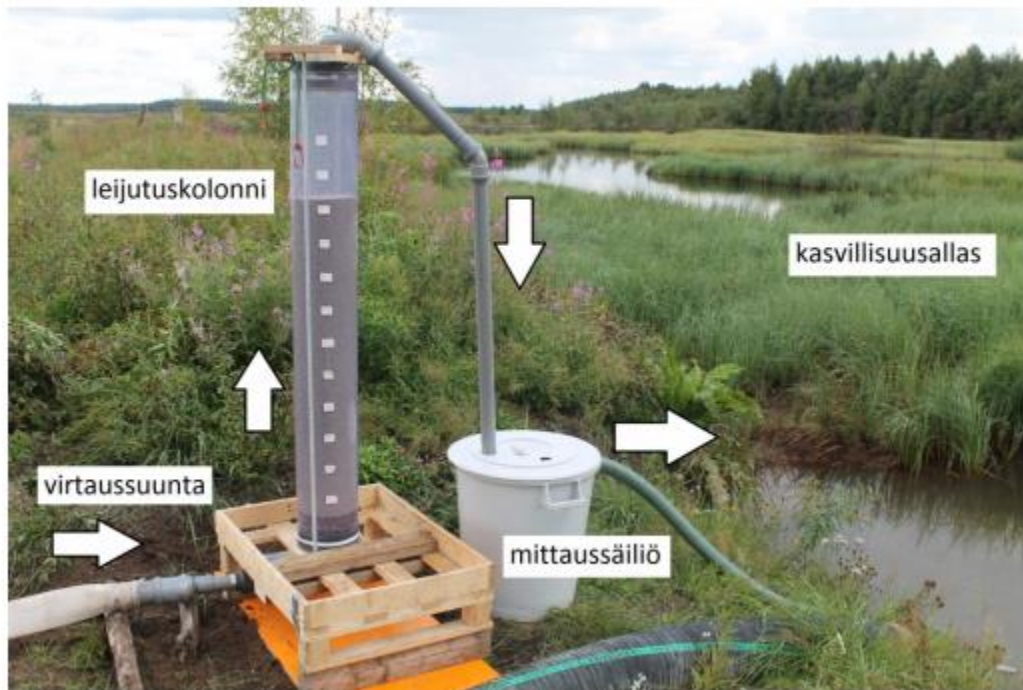


- Vesi syötetään epäkeskolla kiinnitettyyn astiaan, josta vesi ajoittain kaatuu neutraloivaan materiaaliin aiheuttaen liikettä neutralointimateriaalissa
- Testattu pienessä mittakaavassa turvetuotantoalueella



Leijupetisysteemit

- Idea perustuu tehokkaaseen reaktioon ja materiaalin mekaaniseen kulutukseen
- Veden virtausvoima aiheuttaa neutralointimateriaalin ”leijumisen”, jolloin materiaali pysyy toimintakykyisenä
- Vaatii pumppauksen



Neutraloivan materiaalin annostelu veteen

- Käsiteltävään veteen voidaan annostella vesienkäsittelykemikaalin tapaan vettä alkaloivaa materiaalia



Kiitos!



Kuva: Ari-Pekka Auvinen (SYKE)