

HASUJEN HAPETUS -PILOTOINTI



KOLME ERILAISTA PILOTTIRAKENNETTA



1. Luonnonmaan rakenne

2. Kerroksittain kalkittu rakenne

Kalkkia noin 70 kg/m^3 , 15-20 cm välein

3. Sekoittaen kalkittu rakenne

Kalkkia noin 70 kg/m^3

-
- Työaika lähes puolet lyhyempi kerroksittain kalkitussa rakenteessa (15 min vs. 25 min)
 - Vesijärjestelmä helppo ja yksinkertainen toteuttaa, soveltuu myös todellisiin kohteisiin

TUTKIMUKSESSA KÄYTETYN MAA-AINEKSEN OMINAISUUDET

- Potentiaalisesti hapan sulfaattimaa, alkutilanteessa **pH 7,2**
- Lihava savi, savi \approx **60 %**
- Vesipitoisuus **113 %**
- Humuspitoisuus **< 1 %**
- Rikkipitoisuus \approx **0,7 %**
- Inkubointi ja NAG-pH **3,4**
- Nettohapontuotto **7,5 kg H₂SO₄/tonni**



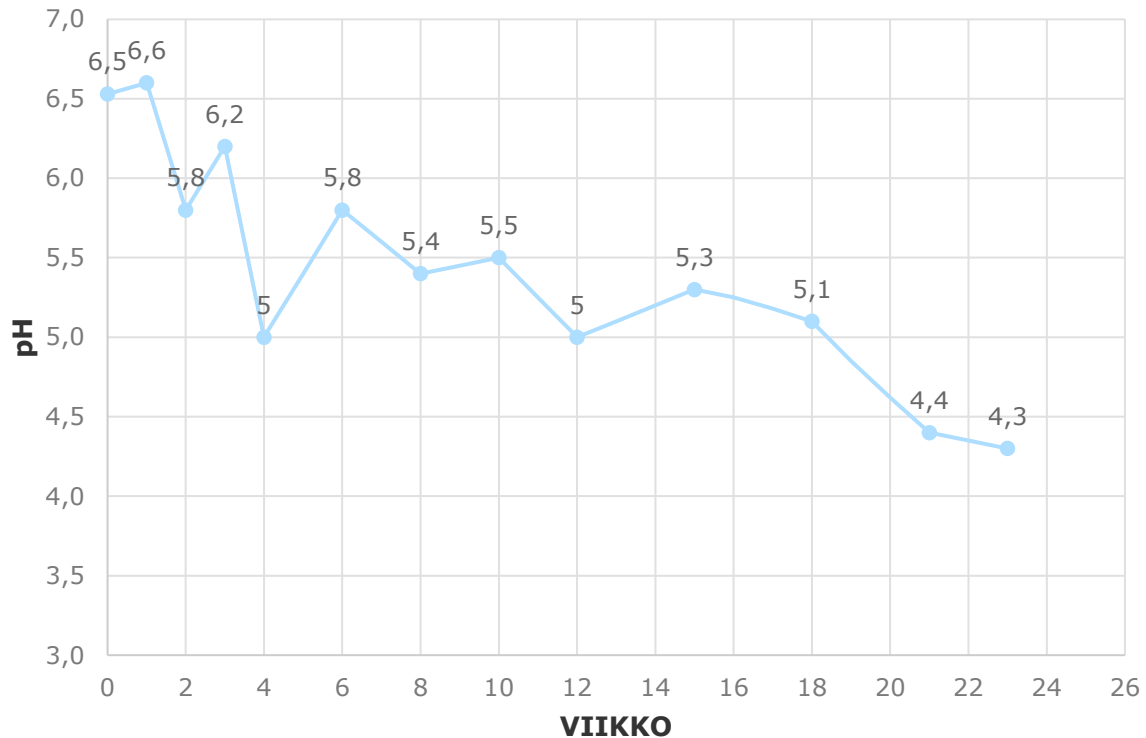
Savi 10.6.2021

LUONNONMAAN PILOTTIRAKENNE (KESÄ-LOKAKUU 2021)



LUONNONMAAN PILOTTIRAKENNE PH-SEURANTA

Luonnonmaan pilottirakenteen pH-arvot



Kaapaistujen seinämien pH-mittaukset kerroksittain

	Vko1	Vko5	Vko10	Vko18	Vko21
Hapettunut kerros (0,03-0,25 m)	6,6	3,8	3,8	3,6	3,8
Vaihettunut kerros (0,1-0,4 m)	6,6	5,0	4,9	4,2	4,6
Pelkistynyt kerros (0,4-0,7 m)	6,8	6,4	6,4	6,0	6,3

- pH-arvot lapiolla kaapaistuissa seinämissä laskeneet, pintamittauksissa muutokset vaihtelevia
- Hapettuneiden kerrosten paksuus vaihtelee
- Selkeitä rautasaostumia, joissa pH matalimmillaan 2,9
- Rakenne mureneva ja hapertunut

KALKITUT PILOTTIRAKENTEET

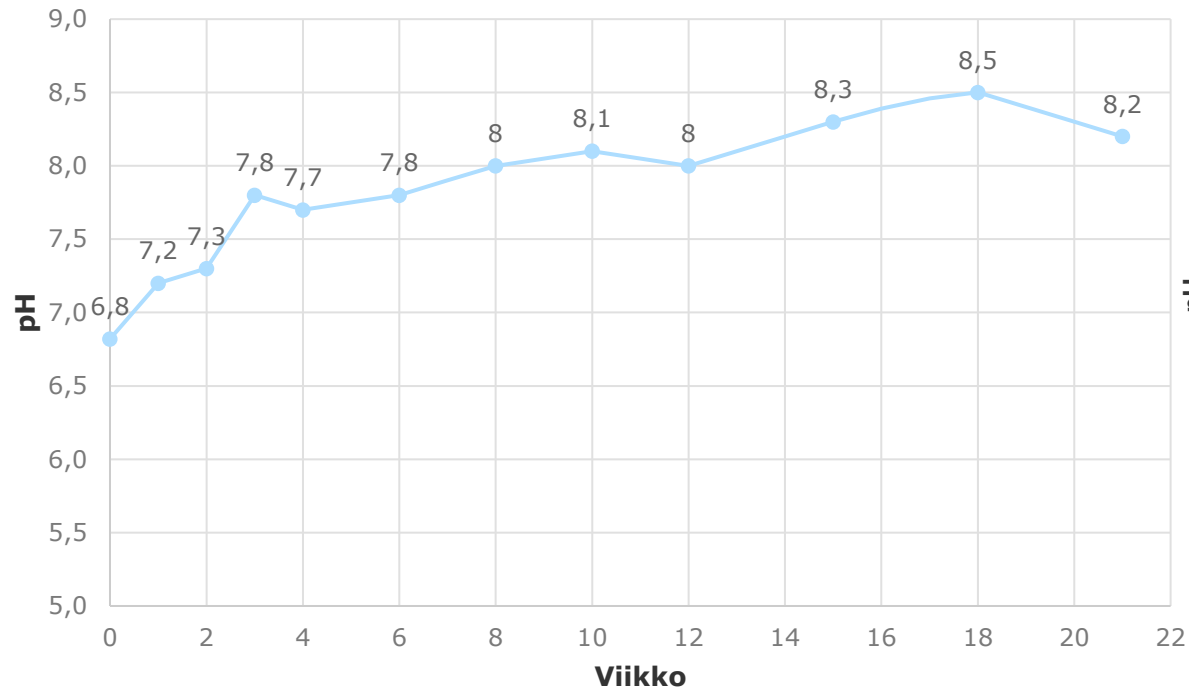


Sekoittain kalkittu maa

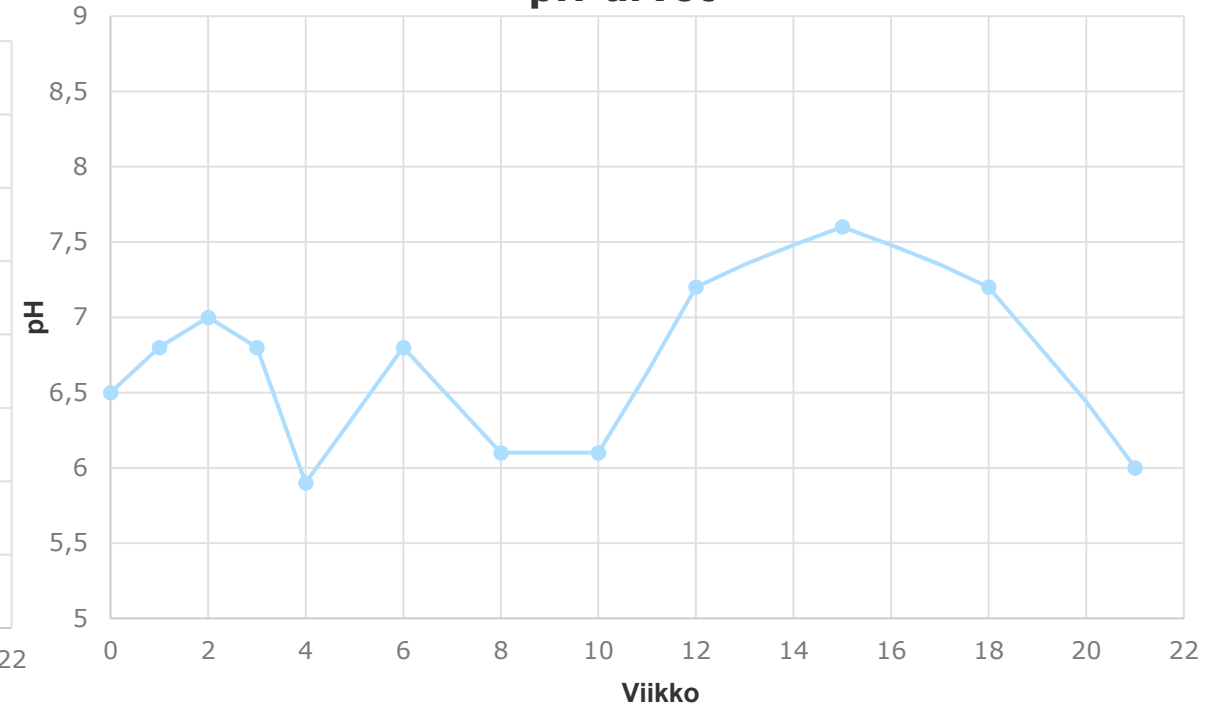
Kerroksittain kalkittu maa

KALKITTUJEN PILOTTIRAKENTEIDEN PH-SEURANTA

Sekoittaen kalkitun maan pilottirakenteen pH-arvot



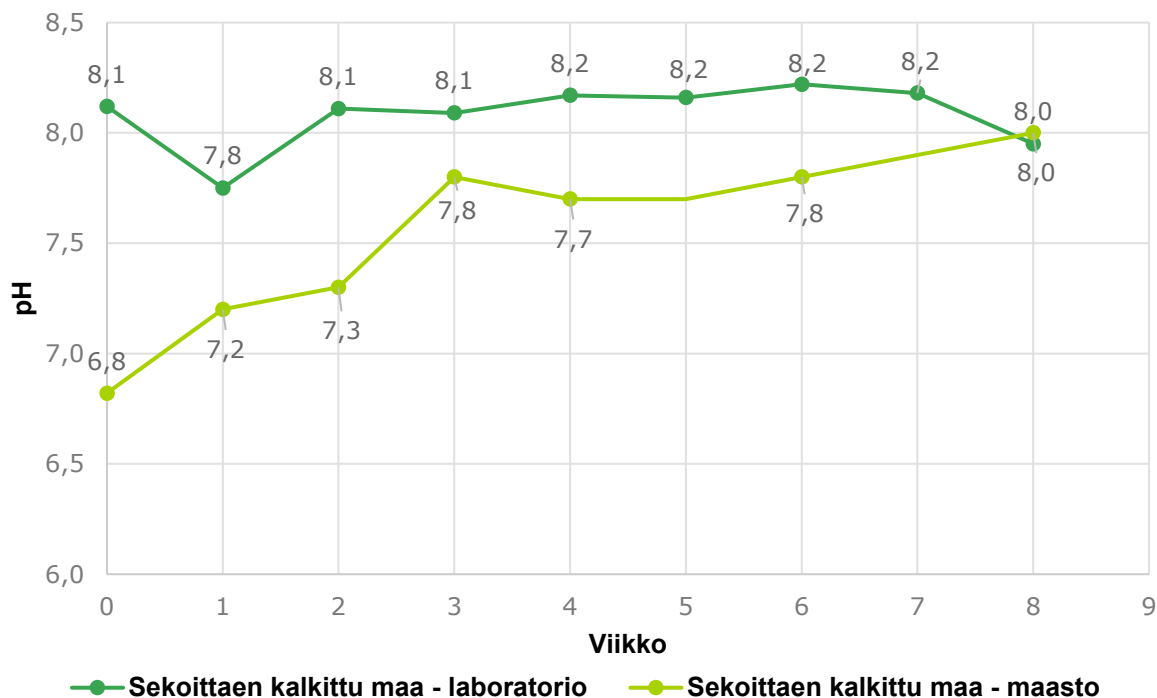
Kerroksittain kalkitun maan pilottirakenteen pH-arvot



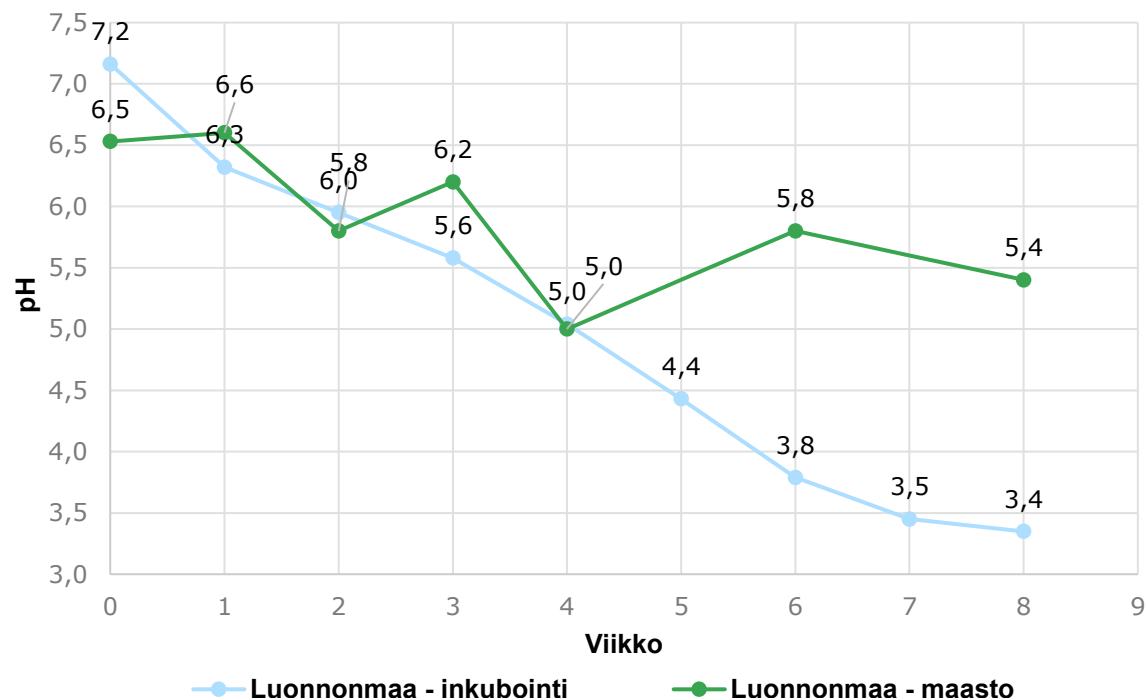
- Kalkin reagointi havaittavissa pH-arvojen nousuna
- Kalkitusmäärä riittävä, sekoittaen kalkitussa maa-aineksessa vaikutus tehokkaampi
- Kerroksittain kalkitun pilottirakenteen matalimmat pH-arvot mitattu kalkkikerroksen rajapinnoilta (yksittäisiä mittaustuloksia välillä 3,6-5,0), ei toistaiseksi vaikutusta suotoveden happamuuteen

LUONNONMAAN JA SEKOITTAEN KALKITUN MAAN INKUBOINTI JA MAASTO-PH

Sekoittaen kalkitun maan pilottirakenteen inkubointi ja maasto pH-seuranta



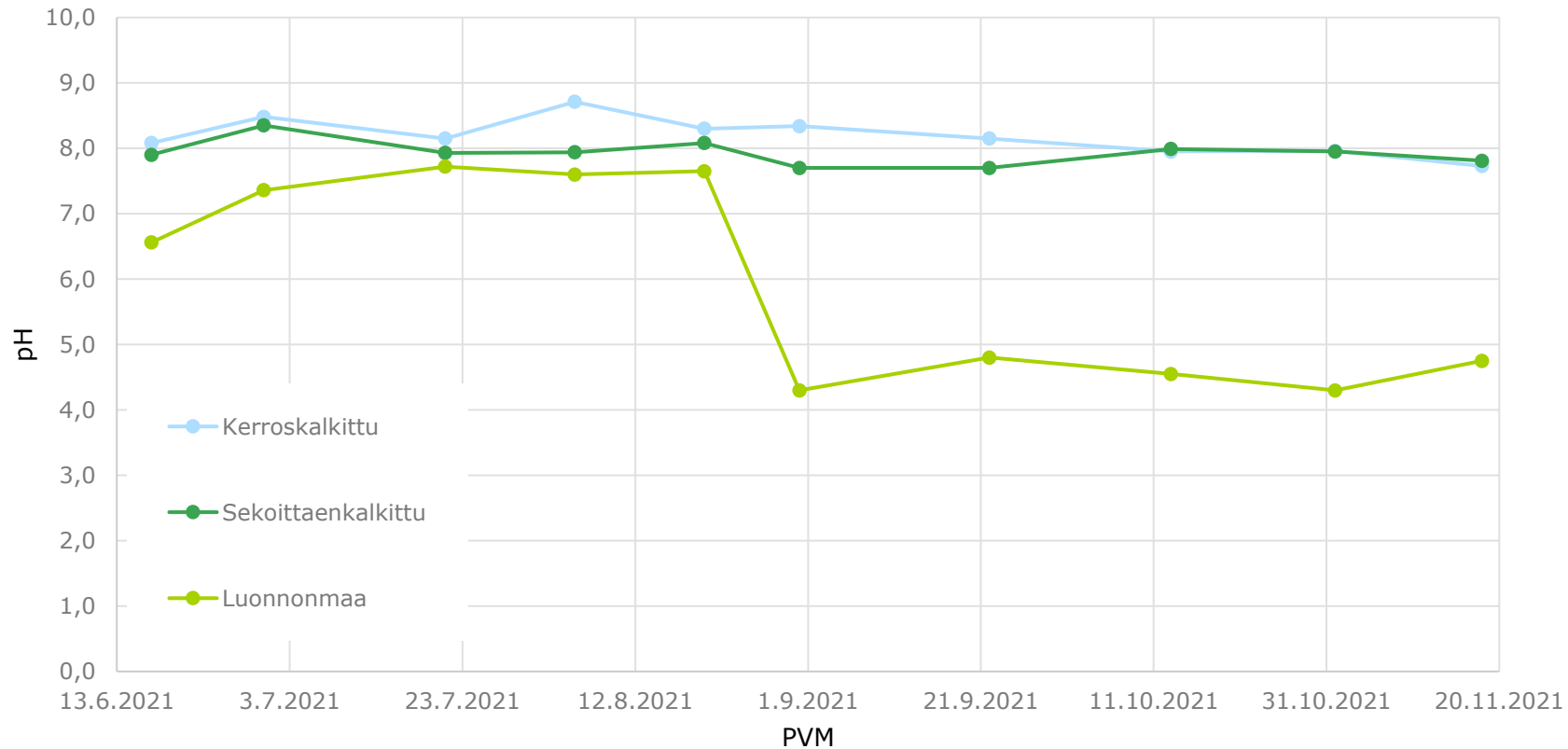
Luonnonmaan pilottirakenteen inkubointi ja maasto pH-seuranta



Inkubointi kuvaa hyvin maa-aineksen pinnan hapettumista riittävän kosteissa olosuhteissa

PILOTTIRAKENTEISTA SUOTAUTUVAN VEDEN PH-SEURANTA

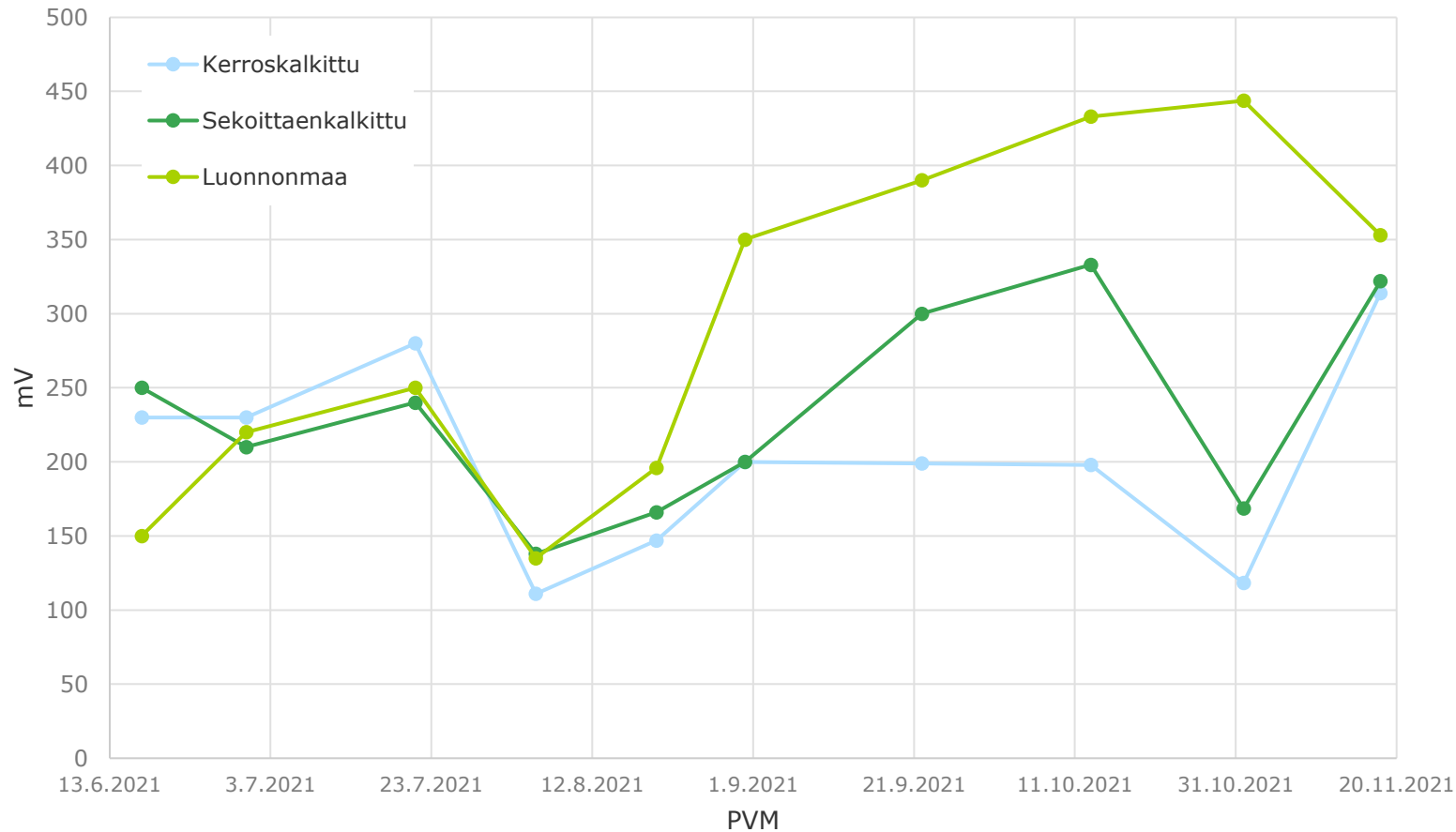
Vesinäytteiden pH-arvot



Maa-aineksen
puskurikapasiteetti
pettää ja suotoveden
pH laskee 7-7,5 tasolta
tasolle 4-5

PILOTTIRAKENTEISTA SUOTAUTUVAN VEDEN REDOX-POTENTIAALI

Vesinäytteiden redox

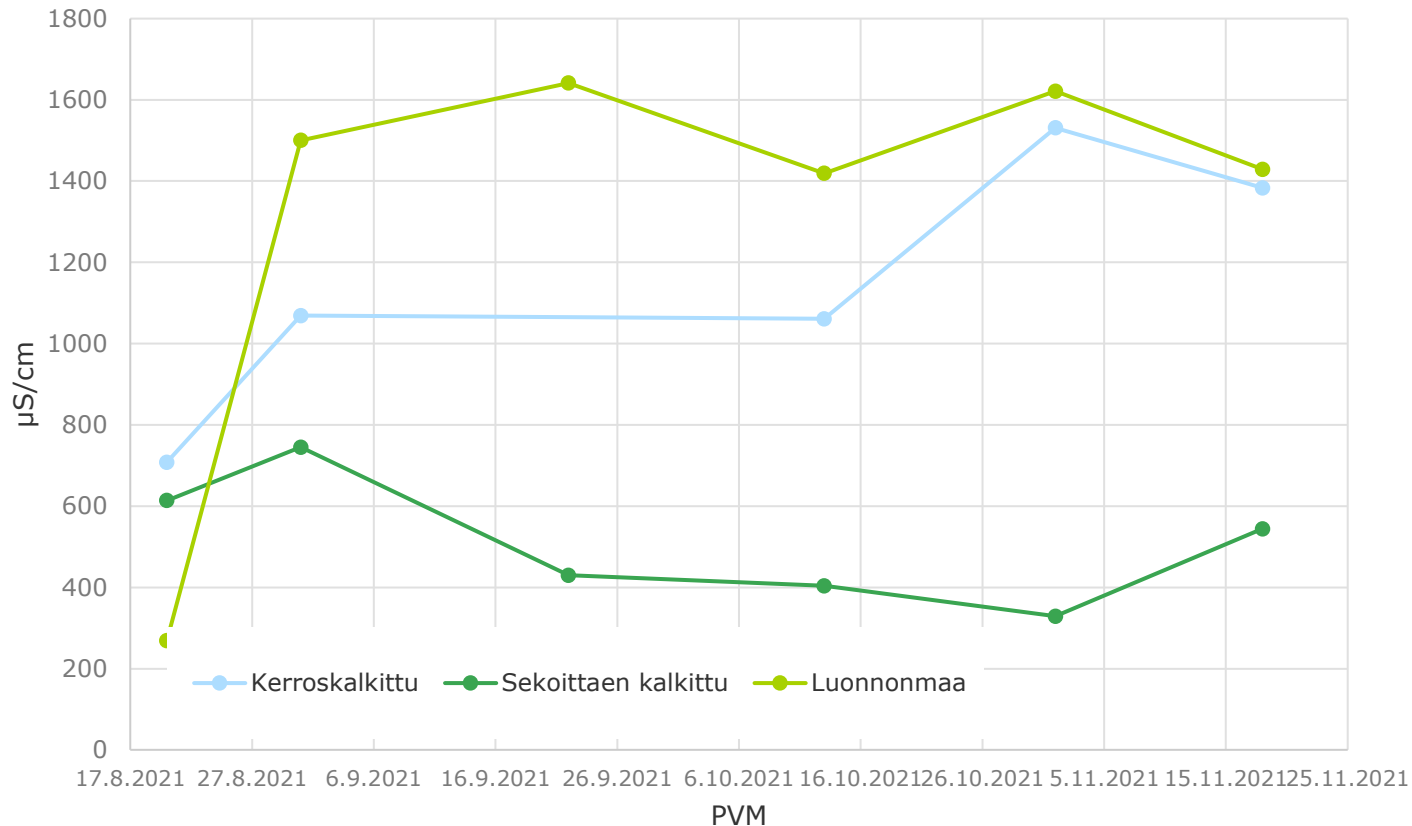


Redox eli hapetus-pelkistymispotentiaalin kasvaminen kertoo hapetusreaktioista

→ luonnonmaan rakenteessa suurimmat arvot

PILOTTIRAKENTEISTA SUOTAUTUVAN VEDEN SÄHKÖNJOHTAVUUS

Vesinäytteiden sähkönjohtavuus



Sähkönjohtavuutta nostaa veden sulfaattipitoisuus, jolloin sulfideista sulfaatiksi hapettunutta rikkiä on liuennut suotautuvaan veteen.

Kerroksittain kalkitussa rakenteessa kalkin liukeneminen vaikuttaa johtokykyyn.

TUTKIMUSTEN ETENEMINEN

- Laskeeko suotoveden pH myös kalkituissa rakenteissa pidemmällä aikavälillä?
- Vaikuttaako happamat tai emäksiset olosuhteet metallien liukoisuuteen? (Näytteitä pakastettu)
- Miten maa-aineksen (ja veden) ominaisuudet muuttuvat talvi-olosuhteissa ja niiden jälkeen (sulamisvesien ominaisuudet)?
- Koska maaperän reaktiot ja haitallisten aineiden liukeneminen vähenee?



PROJEKTIN AIKANA ESIIN NOUSSEITA JATKOSELVITYSAIHEITA

- Pohjaveden alentamiskohde

- Pohja/-valumaveden tilan ja maa-aineksen hapettumisen seuranta -> saadaan tietoa millä tavalla ja nopeudella esim. alentamistoimet näkyvät vesien laadussa
- Erilaisia kohteita ja vaihtelevia maalajeja (koheesio vs. kitkamaat), jatkuva seuranta vähintään vuoden ja täydennetään näytteenotolla
- Hankkeen **jälkivaikutukset** (Esim. seurantaan jo rakennettu kohde, vaikutukset ilman neutralointi-/hallintatoimia)

- Talviolosuhteet happamilla sulfaattimailla

- Maa-aineksen ja suotoveden ominaisuudet lämpötilan vaihdellessa
 - Jäätymisen ja sulamisen aiheuttamien vesien ominaisuudet
 - Neutralointitoimenpiteiden merkitys ja toimivuus talviolosuhteissa
- > saadaan tietoa miten happamoitumis- ja neutraloitumisprosessit toimivat kylmissä olosuhteissa

- Passiivinen neutralointijärjestelmä -pilotointi

- Erilaisia materiaaleja ja järjestelmiä
- Vaihdettavien "neutralointiratkaisujen" suunnittelu ja testaus
- Teollisuuden sivutuotteiden/jätteiden hyötykäyttömahdollisuuksien selvittäminen
- Materiaalin/ratkaisun toimivuuden ja käyttöiän arviointi

- Erilaisia läjityskohteita joista seurantatietoa: maa-aineksen hapettuminen ja suotovesien ominaisuudet

- Maa-aineksen hapettuminen ja suotovesien ominaisuudet todellisissa läjityskohteissa

KIITOS!

