

Jo muodostuneen happamuuskuormituksen hallintamahdollisuudet

(Sulfa II) – hankkeen loppuseminaari 13.5.2019

Mirkka Hadzic, Tiina Laamanen, Anne Korhonen, Kirsti Leinonen ja Raimo Ihme
Suomen ympäristökeskus



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Bioenergia



storaenso

 Nordkalk

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Neutralointi

Aktiivinen vs. passiivinen neutralointi

- Ulkoisen voimanlähteen tarve
- Huoltotarve
- Kustannukset
- Soveltuvuus eri tyyppisille kohteille

Neutraloinnin haasteita

- Neutralointimateriaalin pinnoittuminen
- Neutralointi-kapasiteetin riittävyys
- Virtaaman suuri ajallinen vaihtelu
- Vedenlaadun suuri ajallinen vaihtelu

Kokemuksia kaivos-teollisuudesta

- Sulfidimalmin käsittelyn yhteydessä
- Käytettävissä usein sähköä ja pudotuskorkeutta
- Tasainen virtaama

HS vesien neutralointi Suomessa

- Maatalous
- Turvetuotanto

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Neutralointimateriaaleja



Kalkkikivi CaCO_3

- Edullista useissa eri raekokoissa
- pH nousee maltillisesti maksimissaan 7-9,5
- Parantaa käsitellyn veden puskurikykyä



Kalsiumhydroksidi Ca(OH)_2

- Soveltuu kohteisiin, joissa asiditeetti korkea
- Voimakas emäs, pH nousee helposti arvoon 12
- Välitön pH nousu, lyhyt kontaktiaika



Teollisuuden sivutuotteet:

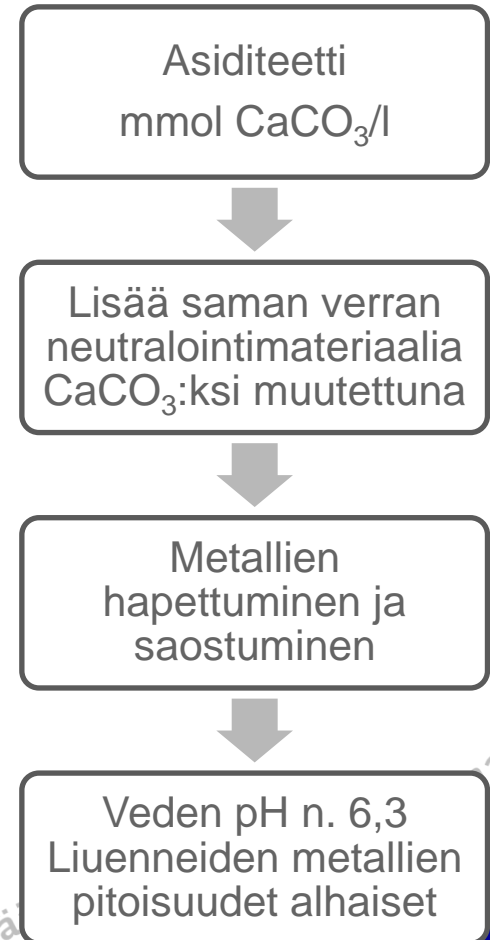
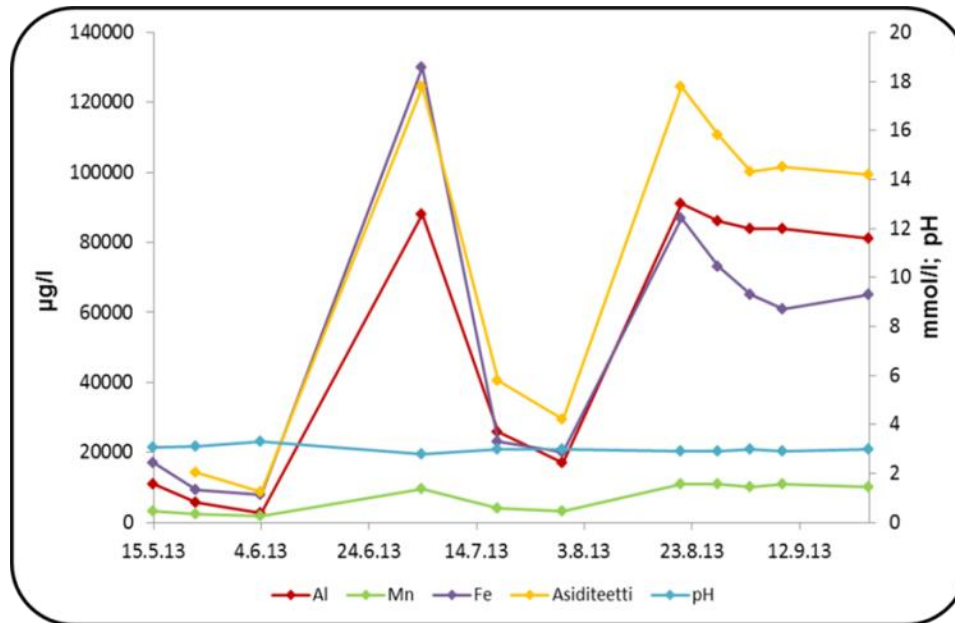
- Paperiteollisuuden sivulietteet esim. OPA-sakka
- Tuhka
- Betonimurske
- Kuonat
- Ominaisuudet vaihtelevat



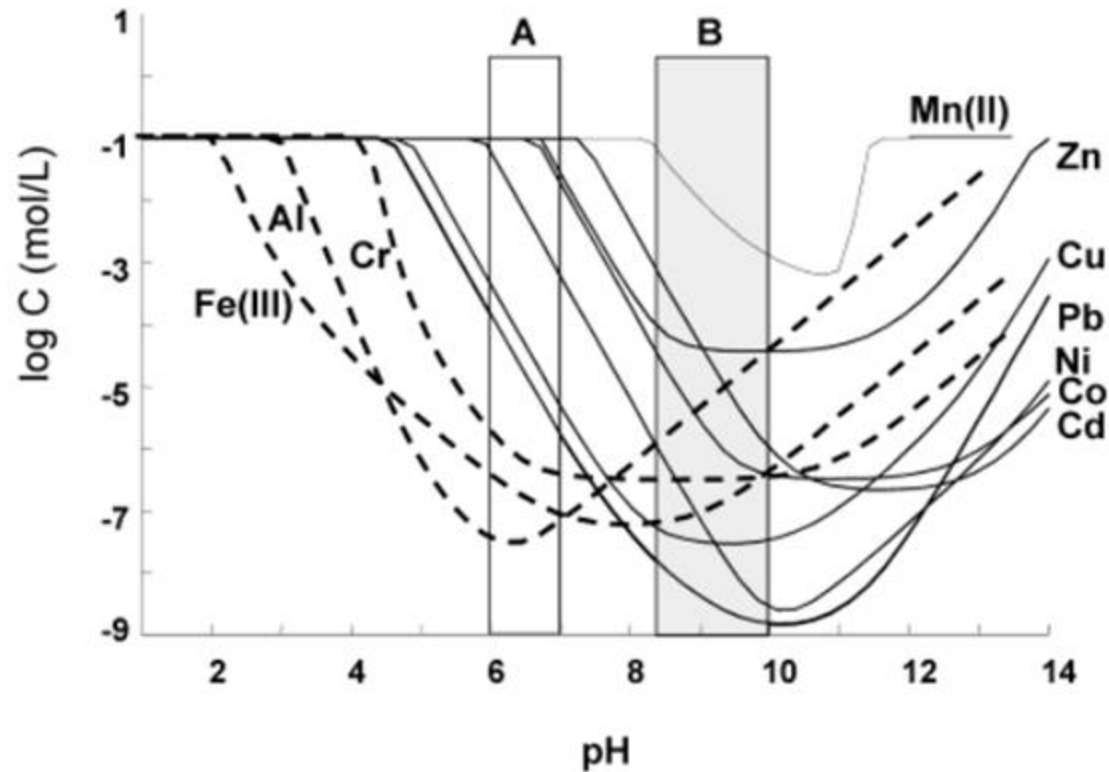
Muut neutraloivat kemikaalit

Neutralointimateriaalin annostelu

- **Asiditeetti** kuvaa puskurikykyä emäksen lisääystä vastaan eli **neutraloitavissa olevan happamuuden määrää**
- Materiaalin liukoisuuteen, käsittelyyn ja annosteluun vaikuttaa myös missä muodossa materiaali on (neste, jauhe, rae..)



Metallien saostuminen neutraloinnin yhteydessä



Passive In Situ Remediation of Metal-Polluted Water with Caustic Magnesia: Evidence from Column Experiments

JOSE-LUIS CORTINA,*ISABELLA LAGRECA, AND JOAN DE PABLO

Environ. Sci. Technol. 2003, 37, 1971-1977

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



Passiiviset neutralointimenetelmät

- Avoin kalkkikivioja
 - Pitkä kalkkikivellä tai vastaavalla vuorattu oja
 - Pinnoittuu nopeasti
 - Käyttöikä voidaan jatkaa haraamalla tai materiaalia osittain vaihtamalla
- Hapeton kalkkikivioja
 - Vuorattu vettä läpäisemättömällä materiaalilla
- Kalkkikivi-kosteikko
 - Kosteikko, jonka alla kalkkikivikerros
- Sopivat parhaiten pienen virtaaman ja alhaisen asiditeetin tilanteisiin



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



Aktiiviset neutralointimenetelmät

- Tarkoittaa käytännössä nestemäisen tai jauhemaisen neutralointimateriaalin jatkuvaa annostelua
- Ulkoisen energianlähteen tarve
- Voidaan suunnitella toimimaan lähes kaikissa happamuus- ja virtaamatilanteissa – suunnittelu vaatii asiantuntemusta
 - Kustannukset
- Vesilaitoksilla, kaivoksilla



Neutralointikokeet Sulfall-hankkeessa

- Pienen mittakaavan laboratorio- ja maastokokeita sekä isomman mittakaavan maastokokeita
 - Materiaaleina pääasiassa Stora Enson Oulun paperitehtaan kuitusavi OPA-sakka sekä Nordkalk Oy:n granuloitu kalsiumhydroksidi, Filtra G



Kuvat: Tiina Laamanen ja Mirikka Hadzic

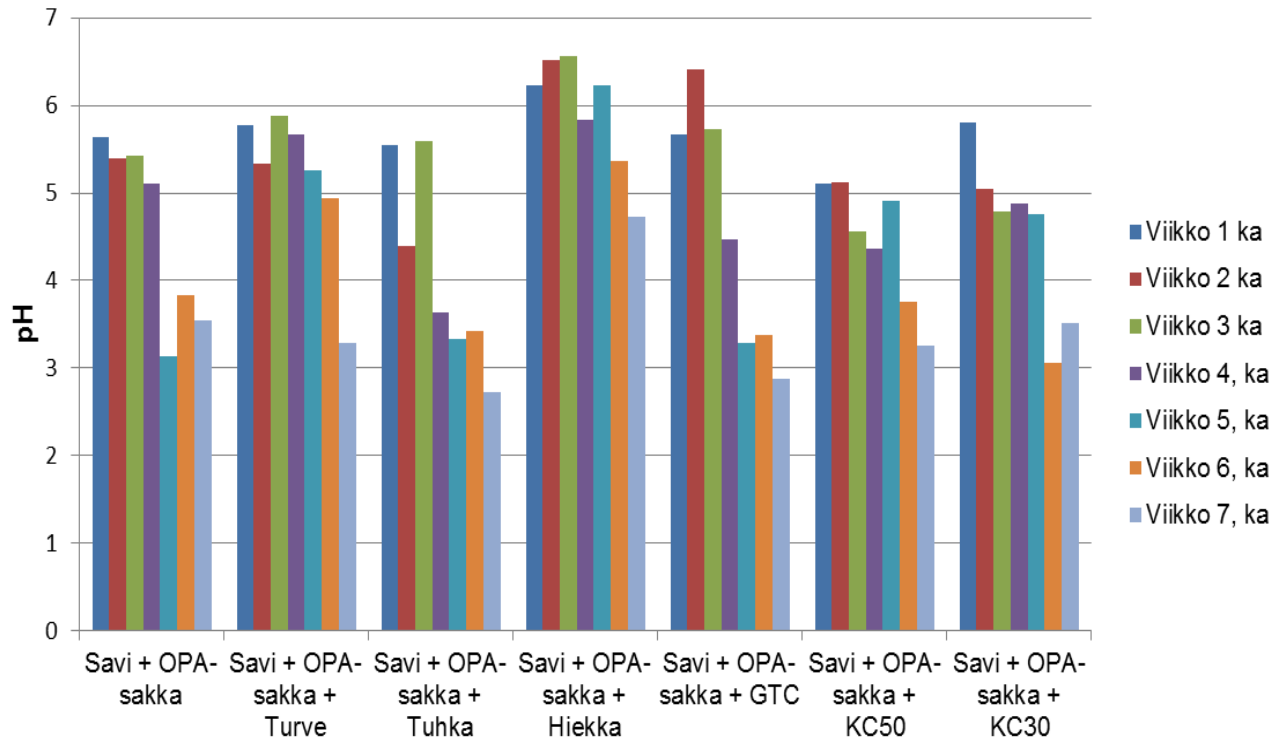
Neutralointitutkimukset – OPA-sakka

- Paperin valmistuksessa Stora Enson Oulun tehtaalla syntyvää sakkaa, koostuu pääosin (noin 80 %) kalsiumkarbonaatista (CaCO_3). Loppuosa on selluloosakuitua, lateksia sekä muita paperin valmistuksessa käytettyjä raaka-aineita.
- Kokonaisneutralointikyky (29,4 Ca-%) ja nopeavaikutteinen neutralointikyky (28,7 Ca-%) ovat suuria.
- Voidaan hyödyntää sekä kalkitusaineena että maaparannusaineena



Neutralointitutkimukset – OPA-sakka

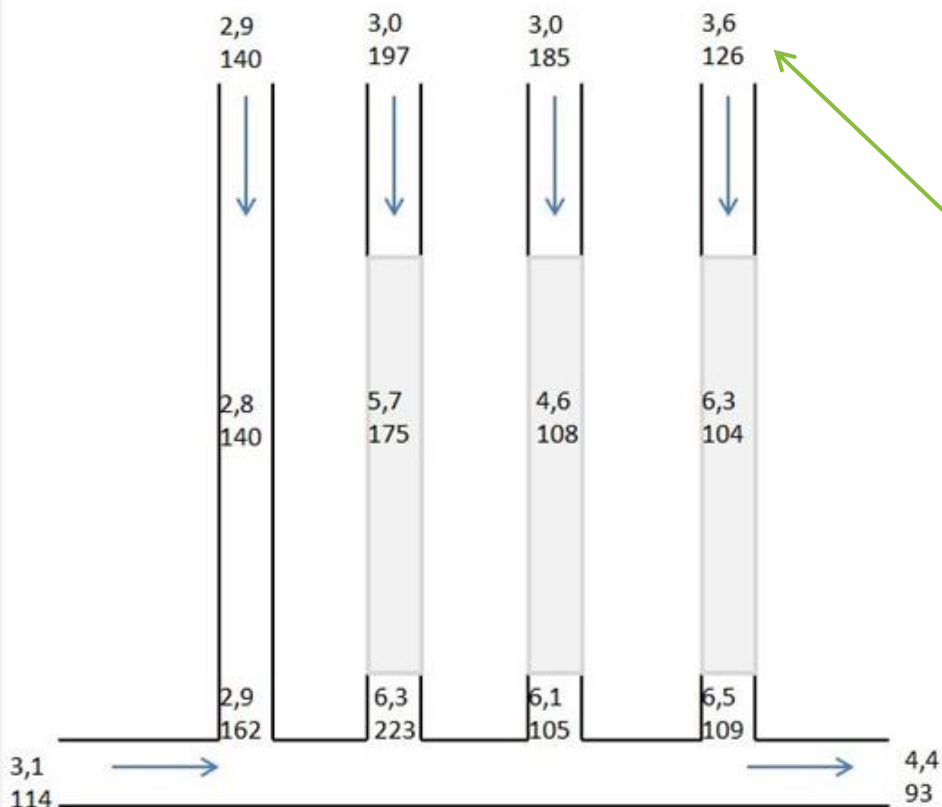
- OPA-sakan osalta tutkittiin materiaalin toimivuutta happaman sulfidisedimentin ja turpeen eristämässä
- Myös toimivuus veden neutraloinnissa



Kuva: Tiina Laamanen

Neutralointitutkimukset – OPA-sakka, Hangasneva

- Ojien vuoraaminen paperitehtaan kalsiumkarbonaattipitoisella sivulietteellä

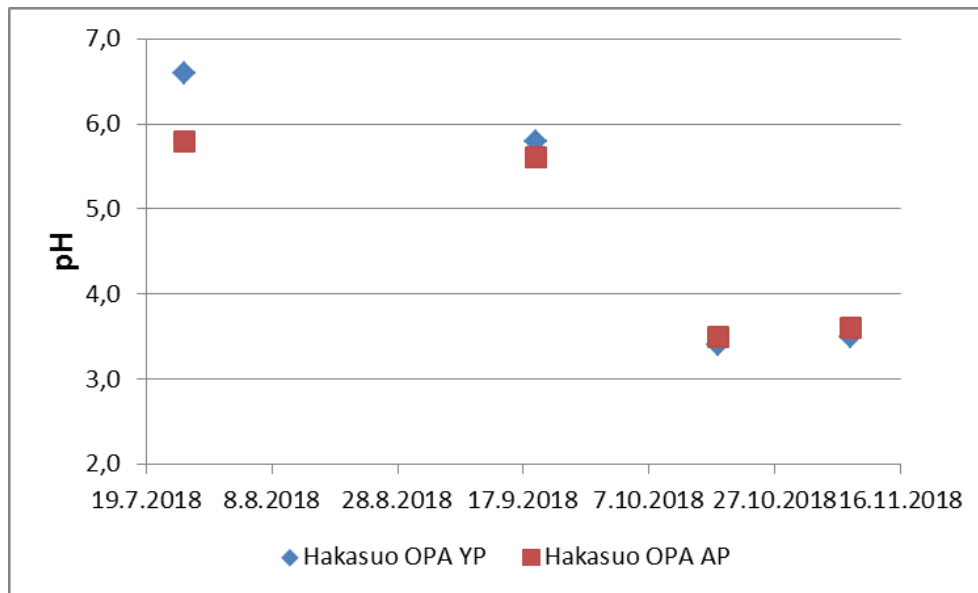


Kuvassa ylhäällä ojaveden pH, alhaalla EC (mS/m), 1,5 kk levityksen jälkeen



Neutralointitutkimukset – OPA-sakka, Hakasuo

Levitys kokoojaojaan, jossa ensimmäistä kohdetta suurempi virtaama



Kuva: Anne Korhonen

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



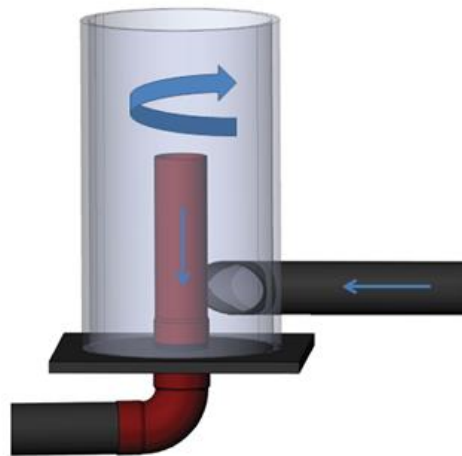
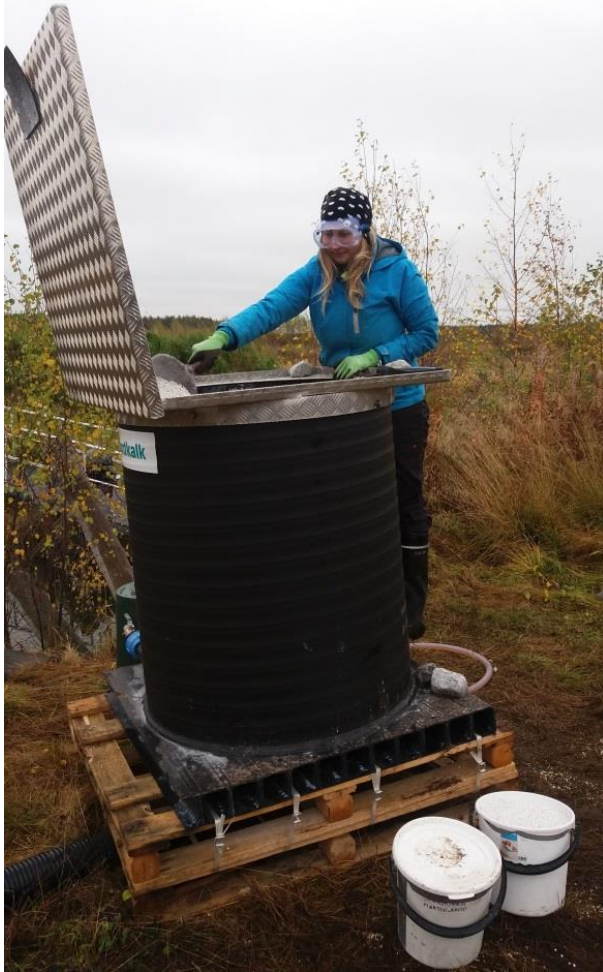
OPA-sakkakokeet - huomioita

- Hyvin hitaasti virtaavissa ojissa neutralointiteho hyvä, mutta vaikutus lyhyt aikainen (materiaalin kuluminen)
- Nopeammin virtaavassa kohteessa kontakti veden kanssa ei ollut riittävä, ei havaittua vaikutusta
- Materiaalilla hyvä neutralointikyky ja kalkkikiveä parempi liukoisuus
- Soveltuu paremmin maaperäkalkitukseen ja läjitettävän maa-aineksen kalkitukseen/peittämiseen (käytetään jo nykyisellään esim. kaatopaikkojen maisemoinneissa)



Neutralointitutkimukset - neutralointikaivo

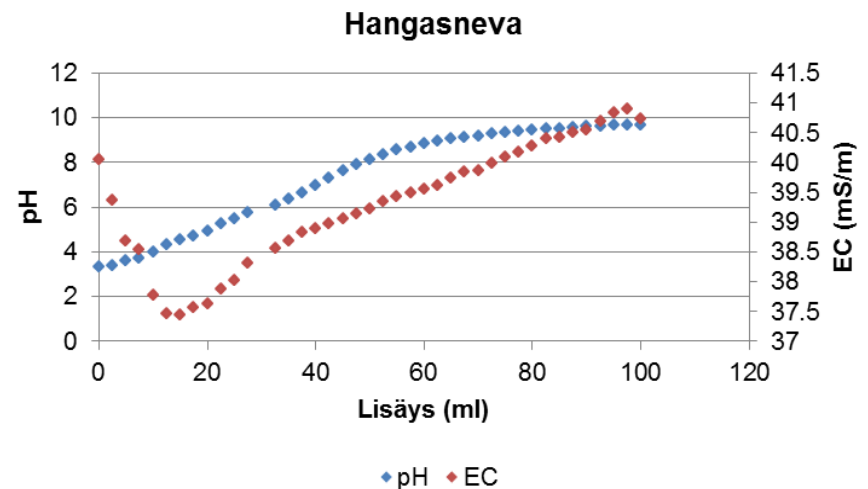
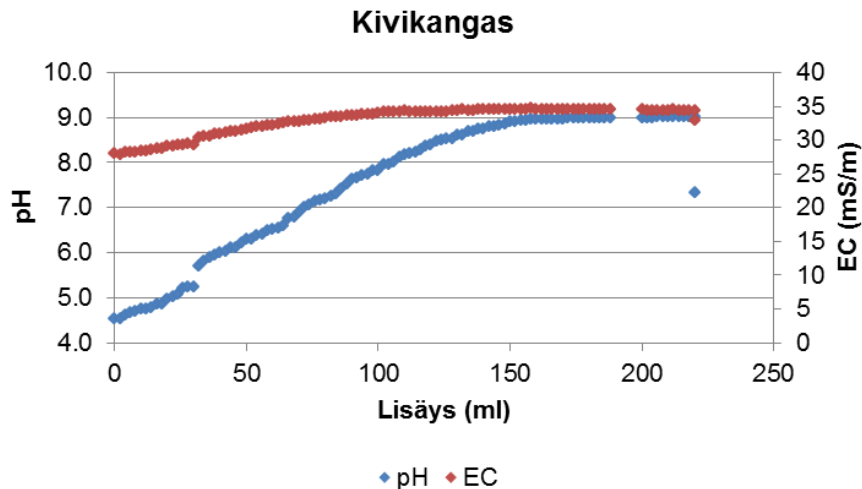
- Aktiivinen systeemi, vaatii energiaa ja materiaalin säännöllistä annostelua
- Neutralointimateriaalina Nordkalk Oy:n Filtra G granuloitu kalsiumhydroksidi $\text{Ca}(\text{OH})_2$



Havainnekuva: Nordkalk Oy

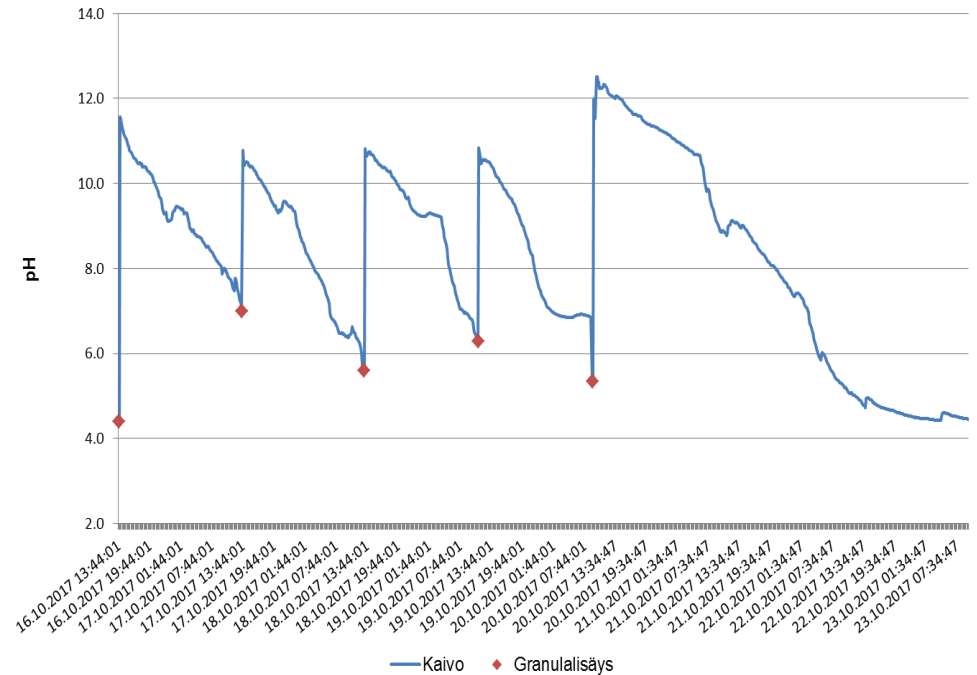
Neutralointitutkimukset - neutralointikaivo

- Neutralointimateriaalina voimakas emäs → käsitellyn veden pH nousee > 10
- Tarkoituksena käsitellä vain osa (20 %) vesimäärästä ja sekoittaa käsittelemättömän veden kanssa
- Laboratoriokokeissa 200 ml:n käsittelemätöntä vettä lisättiin ylineutraloitua vettä:



Neutralointitutkimukset - neutralointikaivo

- Hankkeessa testattiin neutralointikaivon toimintaa ja annostelua
- Kaivon toimivuudessa on tärkeää saada neutralointimateriaali kunnolla liikkeelle ja käytetyn pumpun tehokkuus nousi kokeissa kriittiseksi tekijäksi

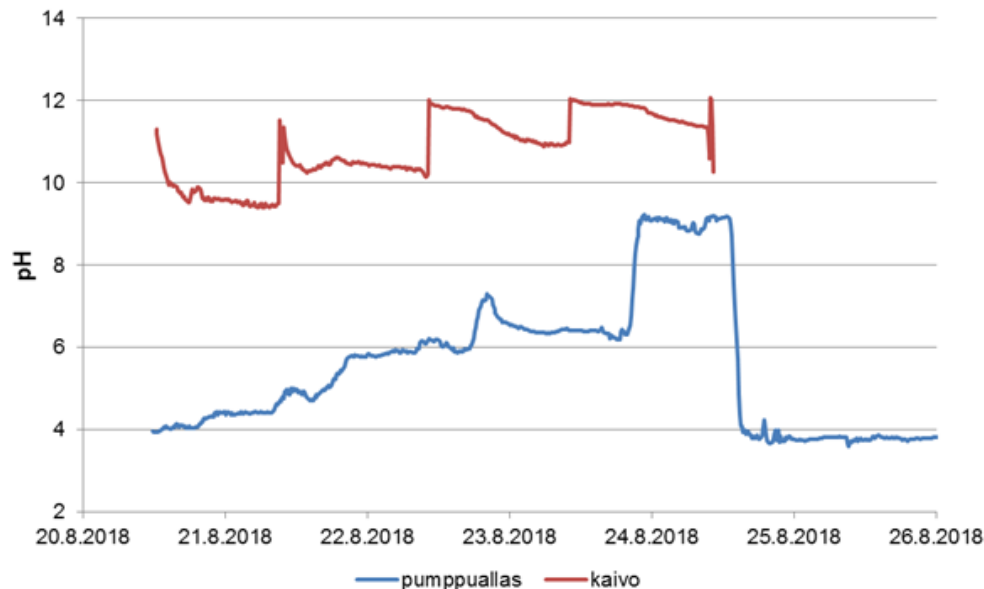


Kuva: Neutralointikaivosta lähtevän veden pH yhden syksyn 2017 testijakson aikana. Testi käynnistettiin maanantaina, jolloin granuloita laitettiin kaivoon 40 l. Tiistaina, keskiviikkona ja torstaina kaivoon lisättiin kertalisäyksenä 10 l granulaa per vuorokausi. Perjantaina lisättiin vielä kertalisäyksenä 40 l granulaa viikonlopuksi. Kaivoa ei tässä välissä tyhjennetty ja pumppu oli koko viikon yhtäjaksoisesti käynnissä. Viikon testin jälkeen kaivossa oli lisätystä 110 litrasta granuloita jäljellä vielä 70 l, joten neutralointiin kului noin 40 l.

Neutralointitutkimukset - neutralointikaivo



- Happaman altaan veden pH:n nosto kertaluonteisena toimenpiteenä?
- Hangasnevan entisellä pumppualtaalla
- Käsitelty vesimäärä laskennallista suurempi ja käsittelyn vaikutusaika oletettua lyhyempi → Veden vaihtuvuus altaassa oletettua suurempaa



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

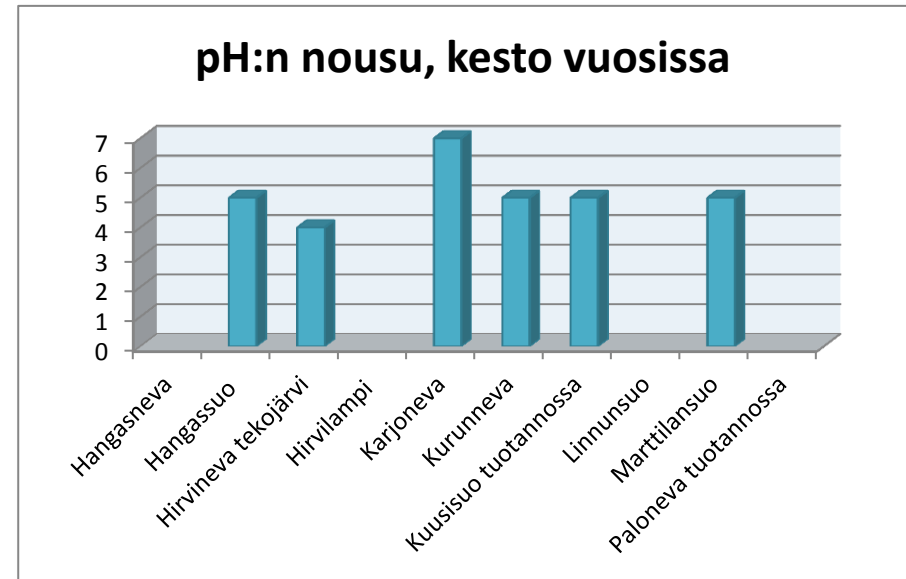
Neutralointikaivo - huomioita

- Vaatii riittävän tehokkaan pumpun sekä riittävän tiheän neutralointimateriaalin annostelun toimiakseen optimaalisesti.
- Tarvitsee sähköä. Toimii myös suhteellisen kevyellä aggregaatilla, mutta vaatii enemmän valvontaa.
- Annostelu järkevintä toteuttaa automaattisesti, mutta onnistuu lyhyinä käyttöaikoina myös manuaalisesti
- Parhaiten kaivo toimii osavirtaamaneutraloinnissa (1/5), jolloin kaivossa veden pH nostetaan yli 10 ja sekoitetaan käsittelemättömään veteen
 - Allasneutralointi selkeästi suljetuissa kohteissa
- Erityistilanteiden ratkaisu?



Happamuuden hallinta tuotannon päätyttyä

- Tuotantoalueilla suuri happamuuspotentiaali tuotannon päätyttyä → Jälkikäytön happamuusriskit, mikäli kuivatus tehostuu
- Turvallisimpia jälkikäyttömuotoja happamuuden kannalta ovat vesitys ja luontainen kasvittuminen
- Vesitys estää lisähappamoitumisen!

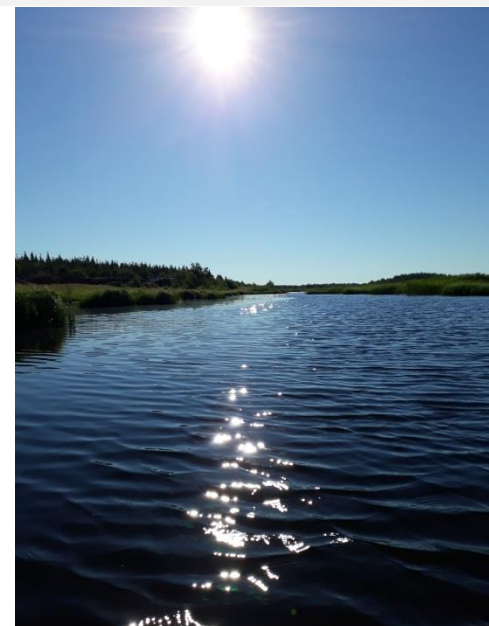


Jälkikäytön aikainen seuranta vähäistä ja hajanaista → johtopäätösten tekemisen vaikeus!

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Happamuuden hallinta tuotannon päätyttyä

- Esimerkkinä Hangasneva



	Turvetuotanto 2013				Kosteikko 2016-2018			
	min	max	med	n	min	max	med	n
Al (µg/l)	2600	91000	54000	12	340	1800	1450	12
Fe (µg/l)	8000	120000	45000	12	850	6000	2600	12
Zn (µg/l)	67	1700	710	12	17	52	41	12
SO4 (mg/l)	270	2400	1450	12	120	260	210	12
Asiditeetti (mmol/l)	1,24	17,80	14,20	11	0,20	1,88	0,69	12
pH	2,8	3,3	3,0	12	3,0	4,6	3,6	16
EC (mS/m)	56	257	229	11	17	62	50	16

Yhteenveto

- Turvetuotannon valumavesien neutraloinnissa haasteena suuret veden laadun ja määrän vaihtelut, pudotuskorkeuden puute ja ulkoisen energian käytettävyys
- Neutralointimenetelmän pitäisi olla
 - yksinkertainen suunnitella, toteuttaa ja **huoltaa**
 - toimintavarma
 - kustannuksiltaan edullinen
 - ?
- Vesitys jälkikäyttömuotona estää lisähappamoitumisen



Kiitos!

mirkka.hadzic@ymparisto.fi



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Bioenergia



storaenso

 Nordkalk

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto