

Kasvua kiertotaloudesta – Rakentamisen uudet hiiliviisaat ratkaisut

# Tuhkien käyttömahdollisuudet sulfaattimaiden käsittelyssä

21.3.2023

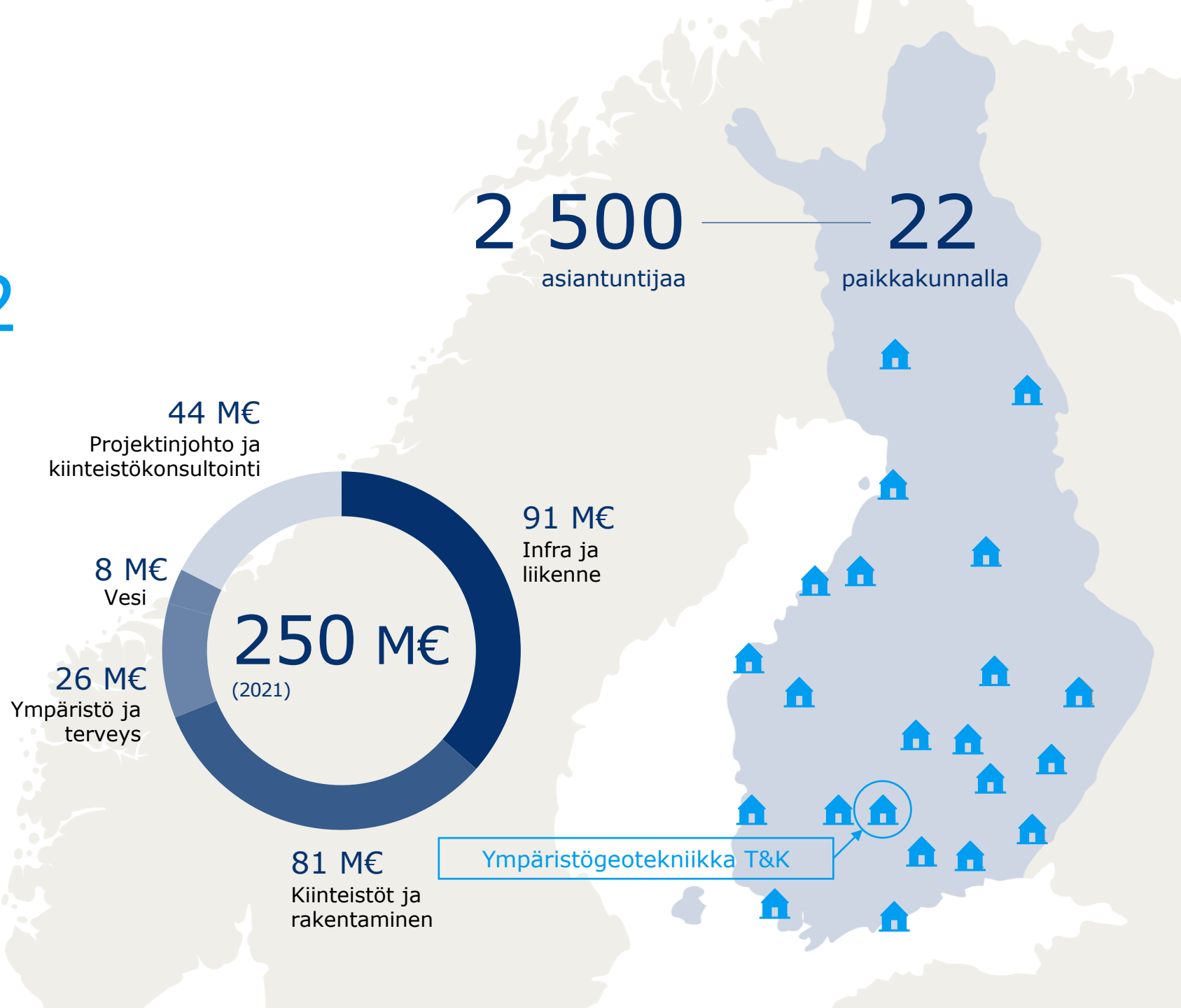
DI Pyry Potila

**RAMBOLL**

Bright ideas.  
Sustainable change.

# Ramboll Suomessa vuodesta 1962

Tarjoamme monialaista asiantuntemusta kestävän yhteiskunnan ratkaisujen suunnitteluun, projektinhallintaan ja ylläpitoon.



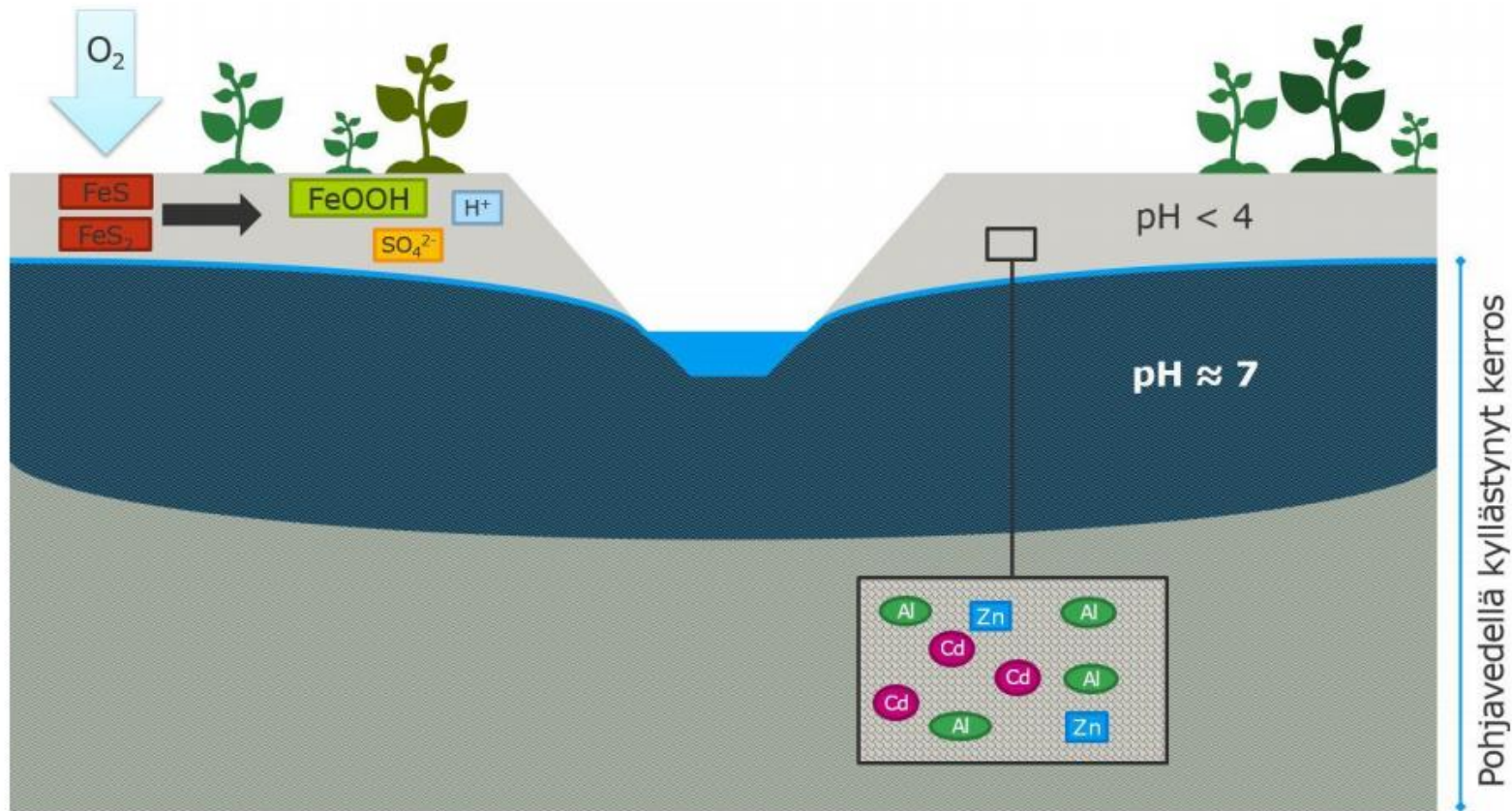
# Sisältö

1. Happamat sulfaattimaat
2. Happamien sulfaattimaiden neutralointi
3. Neutralointituotteen määrä ja toimivuuden tutkiminen
4. KASVUA-hankkeen tuloksia
5. Yhteenveto





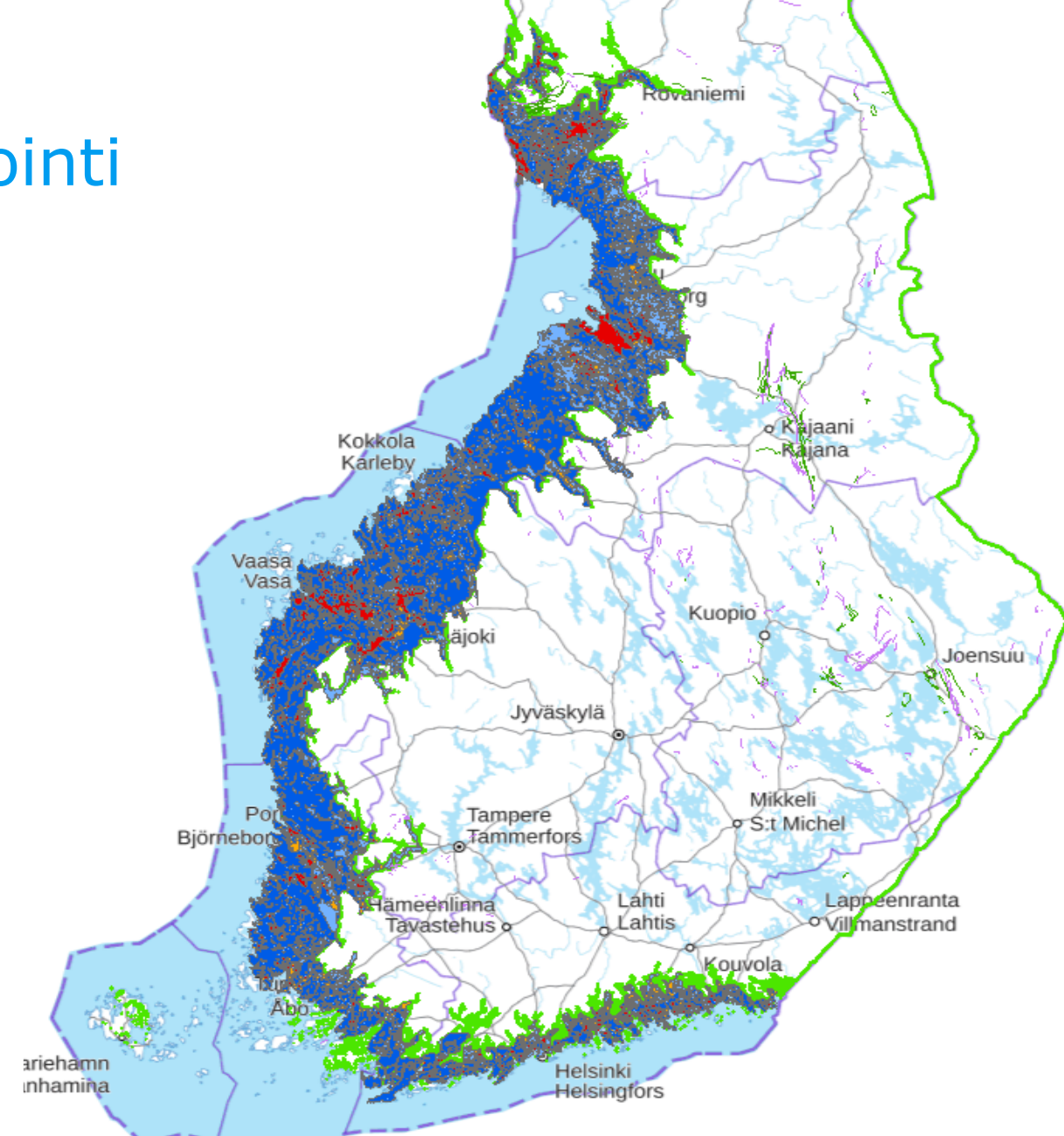
# Happamat sulfaattimaat



- Jääkauden jälkeen Litorina-meren pohjaan kerrostuneita rikkipitoisia, rautaioneja sisältävää liejuista savea ja eloperäistä ainesta
  - Mikrobiologisesti muodostunut sulfidi saostuu pelkistyneissä olosuhteissa rautasulfideiksi
- Maan kohoamisen ja ihmisten toiminnan seurauksena sulfidit altistuvat ilmakehän hapelle
- Hapettumisreaktioissa vapautuu vetyioneja ja muodostuu rikkihappoa
  - Muodostunut rikkihappo liuottaa metalleja maaperästä veteen
  - Vaikutuksia mm. betoni- ja teräsrakenteiden kestävyydelle
  - Vaikutuksia ympäristölle mm. happamia valuntoja, kasvillisuus ja eliöstöt yksipuolistuvat sekä pahimmillaan kuolevat

# Happaman sulfaattimaan neutralointi

- Yksi happamien sulfaattimaiden käsittelymenetelmä on kalkitseminen.
- Neutraloidaan tai ennaltaehkäistään hapettumisen aiheuttamaa pH muutosta.
- **Neutralointi ja happamoitumisen estäminen vähentää metallien liukenemistä**
- Kalkitsemiseen käytetään tavanomaisesti maanparannuskalkkia.
- Kalkinkäyttö on hiili-intensiivistä.
- Tuhkat ovat emäksisiä ja niillä voidaan saada aikaan sama neutralointivaikutus.
- Tuhkien soveltuvuutta happamien sulfaattimaiden käsittelyyn tutkittiin KASVUA-hankkeen selvityksessä: *Tuhkien käyttömahdollisuudet happamien sulfaattimaiden käsittelyssä*



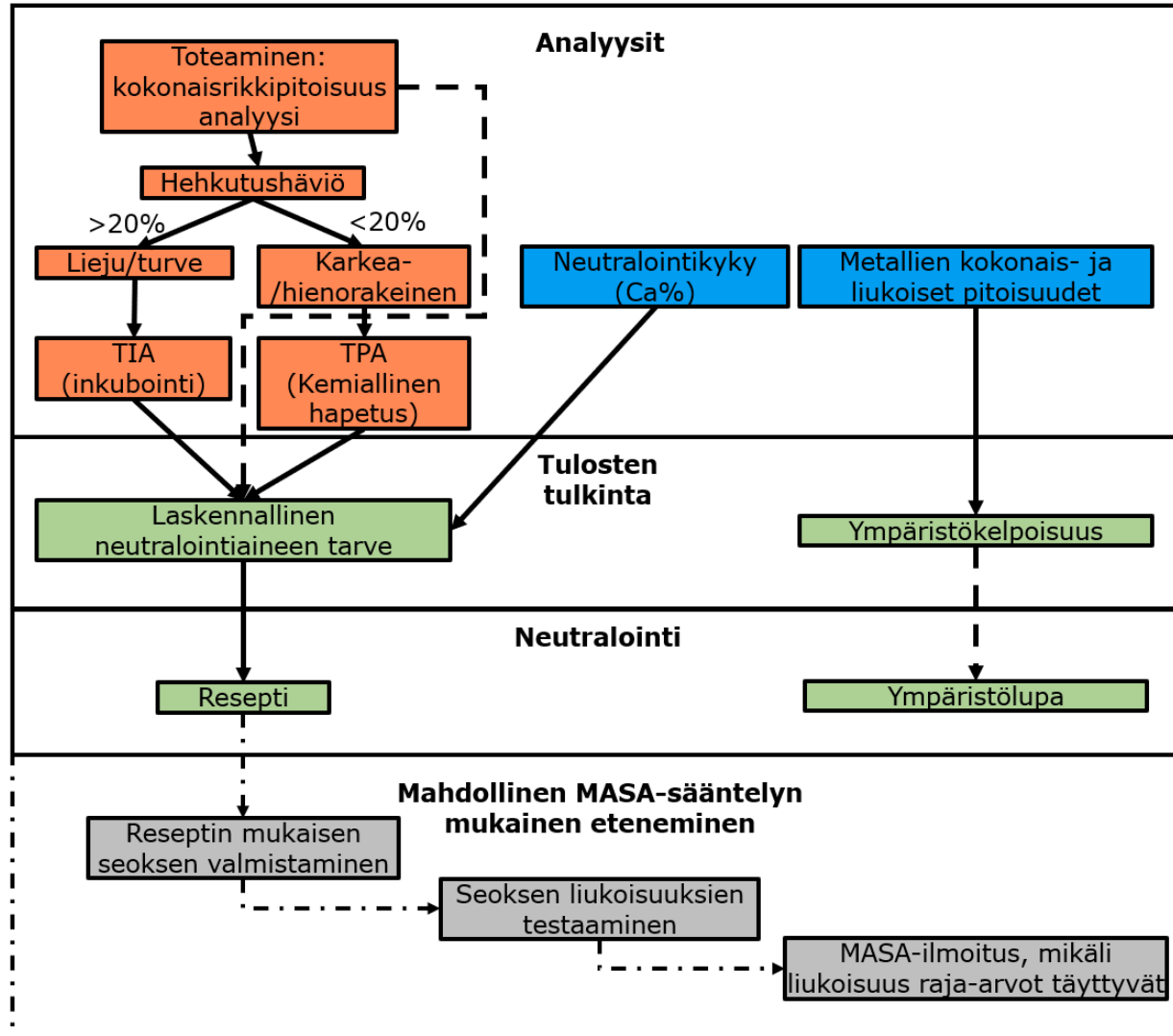
Happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys -kartta GTK 2021

# Tuhkan ja kuonan neutralointikäyttö

Tuhkan ja kuonan neutralointikäyttö

Maanäyte

Neutralointiaine



- Analyysit on esitelty esimerkiksi: *Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille* Suomen ympäristökeskuksen raportteja 43/2021

- Tulosten tulkintaan löytyy apua oppaasta *Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin* Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:3

- Suunnittelun kaikissa vaiheissa ja käytännön kokeissa avustavat esimerkiksi seuraavat asiantuntijakonsultit:

- Merja Autiola (Ramboll)
- Pyry Potila (Ramboll)
- Emmi Ilonen (Ramboll)



# Tuhkan ja kuonan neutralointikäyttö

## Hyödyt

- Korvataan lannoituskalkki sivutuotteella.
- Hiilijalanjälki pienenee.
- Uusiomateriaalit ovat kustannuksiltaan edullisempia.

## Haasteet

- Saatavuus ja sijainti vaikuttavat hyötykäyttömahdollisuuksiin.
- Tuhkat ja tuhkaerät ovat erilaisia kuin myös maa-ainekset.
- Jättemateriaalien käyttö vaatii joko MARA-ilmoituksen tai ympäristöluvan.
  - Ei MARA-kelpoisen tuhkan neutralointikäyttö on mahdollista esimerkiksi kaatopaikoilla, joilla on siihen soveltuva ympäristölupa.
- Tuleva MASA-sääntely tuonee tähän helpotuksia.



# Kalkitsemistuotteen määrä

- Neutralointiaineen tarve voidaan laskea rikkipitoisuuden tai hapontuoton perusteella.
- Kalkitsemistuotteella ei ole **teoriassa** väliä neutralointivaikutuksen saavuttamiseen, sillä seossuhde määräytyy kalkitsemistuotteen kokonaisneutralointikyvyn mukaan.
- Isompi neutralointikyky = pienempi seossuhde

	Tuhka 1	Tuhka 2	Kuona	Aito plus
Neutralointikyky (Ca%)	6,5 %	30,4 %	29,1 %	38,0 %

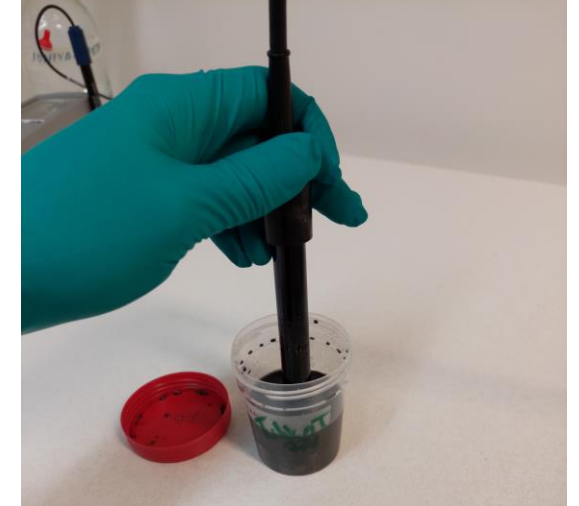
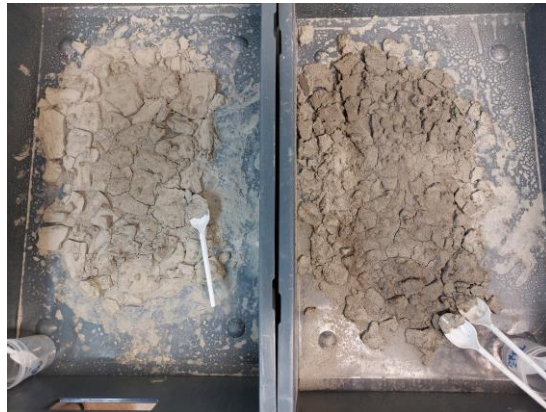
Kaupallinen tuote





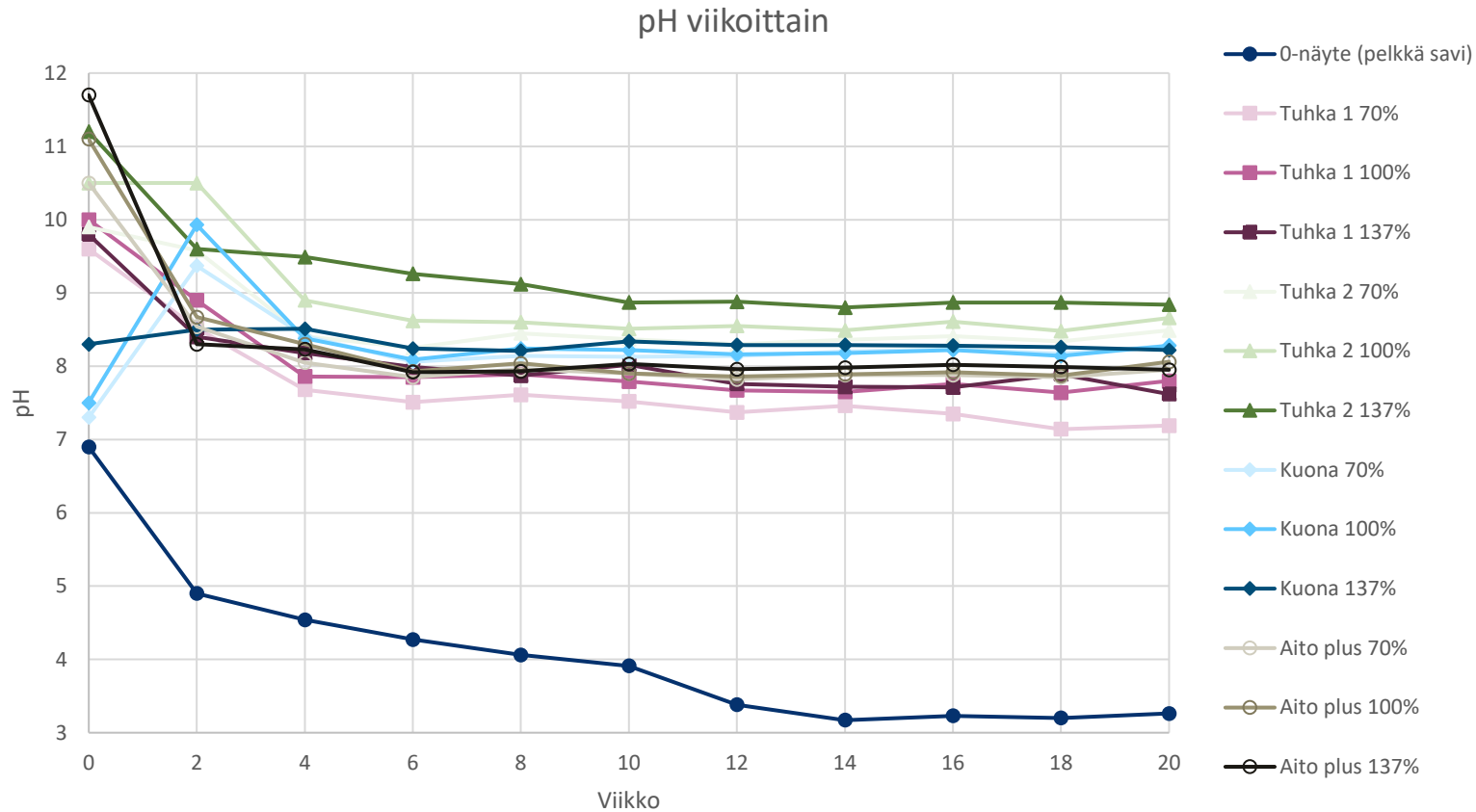
# Neutralointiaineiden toimivuuden tutkimukset

- Seoksia voidaan inkuboida pienessä tai isossa mittakaavassa.
  - Näytettä altistetaan hapelle ja se pidetään luonnonkosteana.
- Näytteen ominaisuuksien muutosta seurataan säännöllisillä redox, pH ja sähkönjohtavuusmittauksilla.



KASVUA-hankkeen selvityksen  
tuloksia (*Tuhkien  
käyttömahdollisuudet happamien  
sulfaattimaiden käsittelyssä*)

# Seurantatulokset

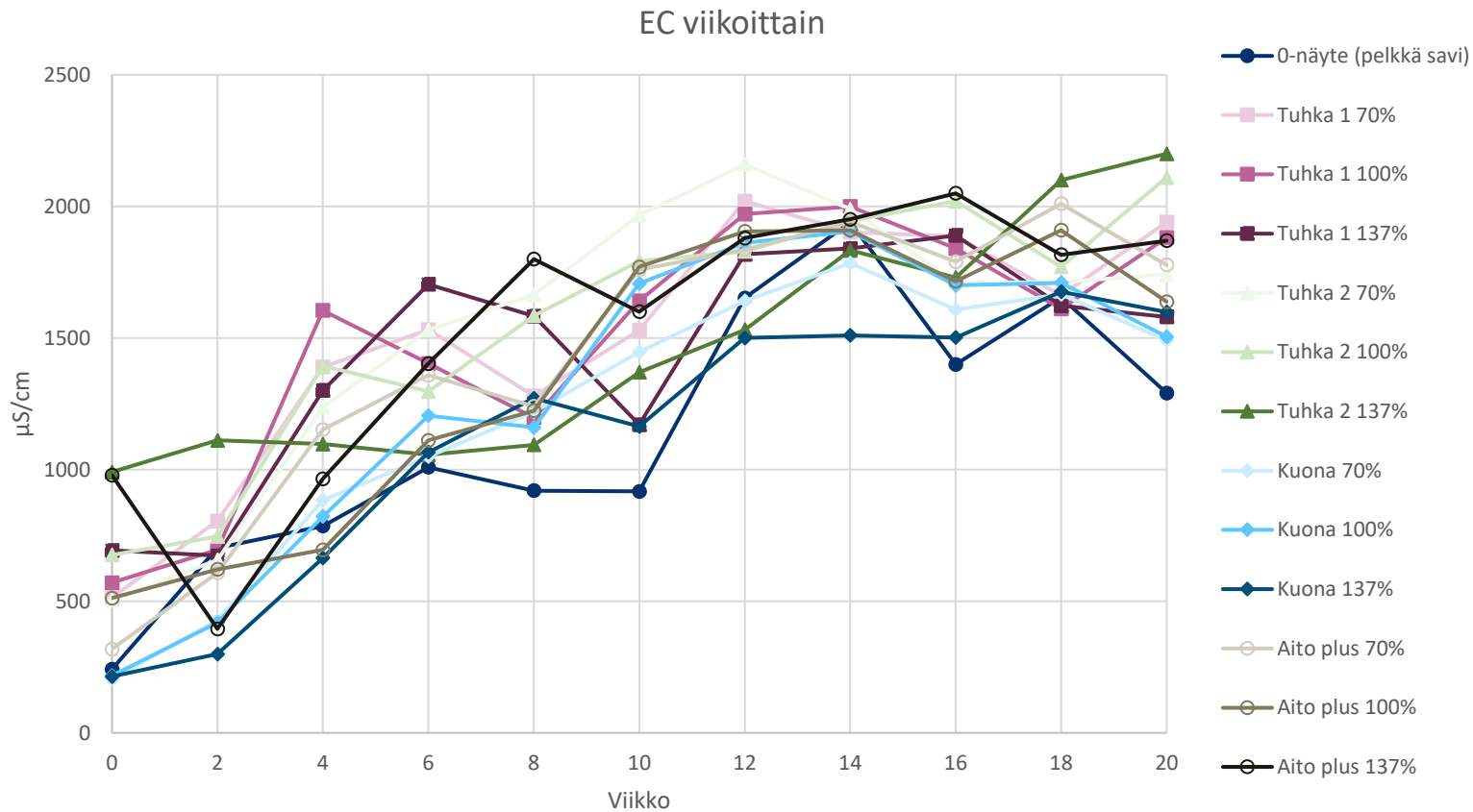


- 0-näyte:

- Jo kahdenviikon aikana pH putosi neutraalista 7 → <5 ja 10 viikon jälkeen <4
- Kaikkien neutralointiseosten pH-arvot pysyivät tasaisina.

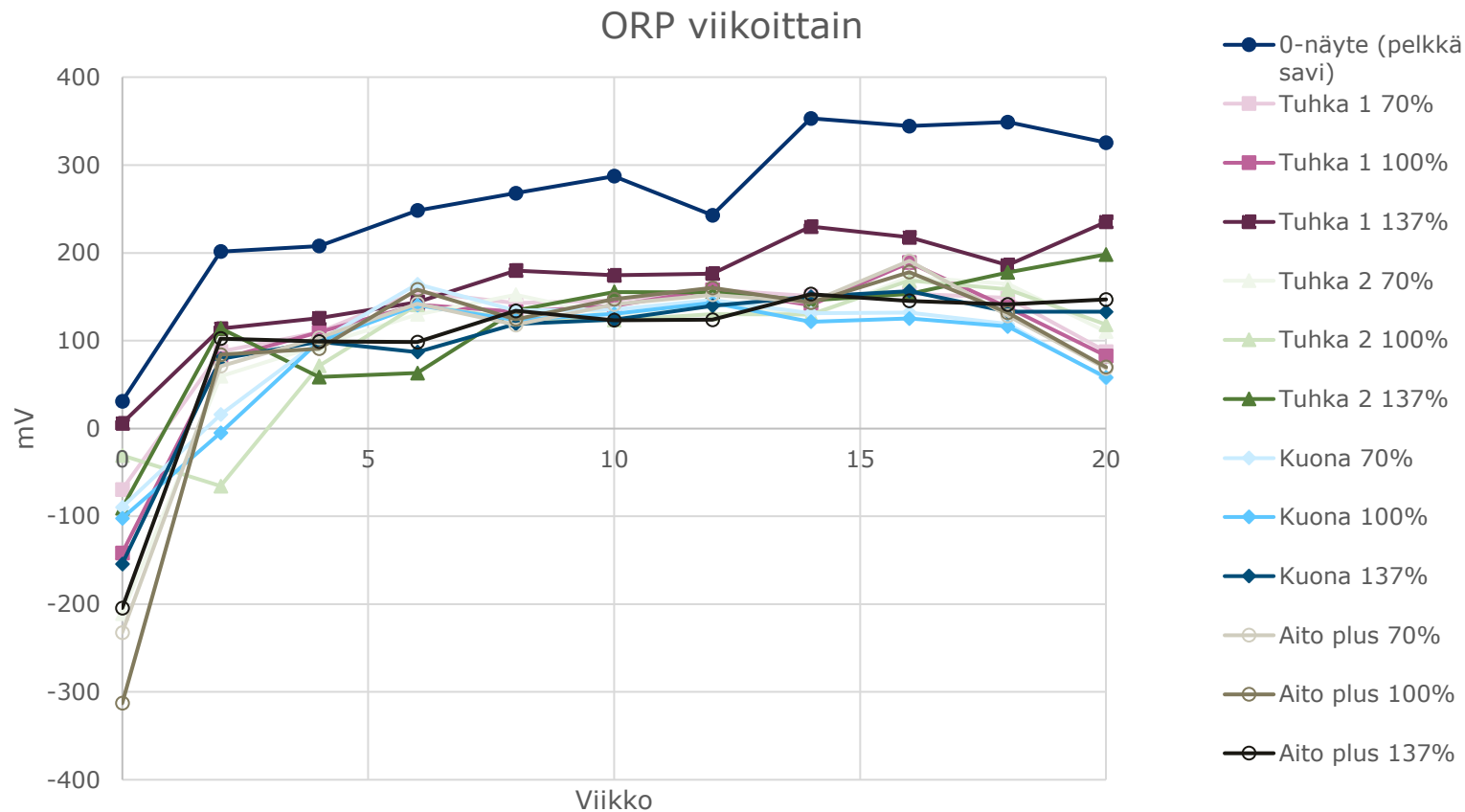


# Seurantatulokset



- Kaikkien näytteiden sähkönjohtavuus kasvoi tasaisesti.
- Epäily: materiaaleista liukeni sähköä kuljettavia ioneja kasteluveteen. Kasteluiden välissä näytteen kuivuessa nämä saostuvat/kiteytyvät materiaalin pinnalle. Seuraavassa kastelussa maa-aineksesta liukeni niiden lisäksi lisää varausta kuljettavia ioneja, jolloin trendi on nouseva.

# Seurantatulokset



- 0-näyte:

- Redox on  $>200$  mV (200 mV Ruotsissa yleisesti käytetty toteamisen raja-arvo)
- Inkuboinnissa tavoiteltu maa-aineksen happamoituminen on tapahtunut.

- Tuhka 1 ylitti 200 mV seurantajakson loppupuolella edellä mainitun rajan, mutta pH seurannassa tätä ei ole havaittavissa.

# Inkuboinnin jälkeen suoritettut liukoisuustestit (L/S 10)

Havainnot:

- Maa-aines on hapettunut
- Erityisesti hapettuneen maan nikkelin ja sinkin liukoiset pitoisuudet ovat korkeita
- Molempien tuhkien liukoisuustulokset vastaavat tavanomaista neutralointiainetta

mg/kg ka	Tuhka 1	Tuhka 2	Aito plus	Hasu-savi 0-näyte
Antimoni (Sb)	0,025	<0,01	<0,01	<0,01
Arseeni (As)	0,18	0,11	<0,01	0,017
Barium (Ba)	0,69	0,57	0,7	0,4
Elohopea (Hg)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Kadmium (Cd)	<0,005	<0,005	<0,005	0,06
Kromi (Cr)	<0,01	<0,01	0,012	0,15
Kupari (Cu)	0,06	0,089	0,074	2,3
Lyijy (Pb)	0,006	<0,005	<0,005	<0,005
Molybdeeni (Mo)	0,18	0,4	0,11	<0,01
Nikkeli (Ni)	0,023	0,028	0,029	5,8
Seleeni (Se)	0,043	<0,04	<0,04	<0,04
Sinkki (Zn)	0,055	0,08	0,11	7,4
Vanadiini (V)	0,097	0,12	0,018	0,031
Kloridi	110	<50	<50	<50
Sulfaatti	4800	5800	5600	3600
Fluoridi	<5	<5	<5	6,5
Liennut orgaaninen hiili (DOC)	230	400	330	430
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS)	9400	11000	10000	5800
pH (L/S=8)	7,4	8,3	7,9	3,4

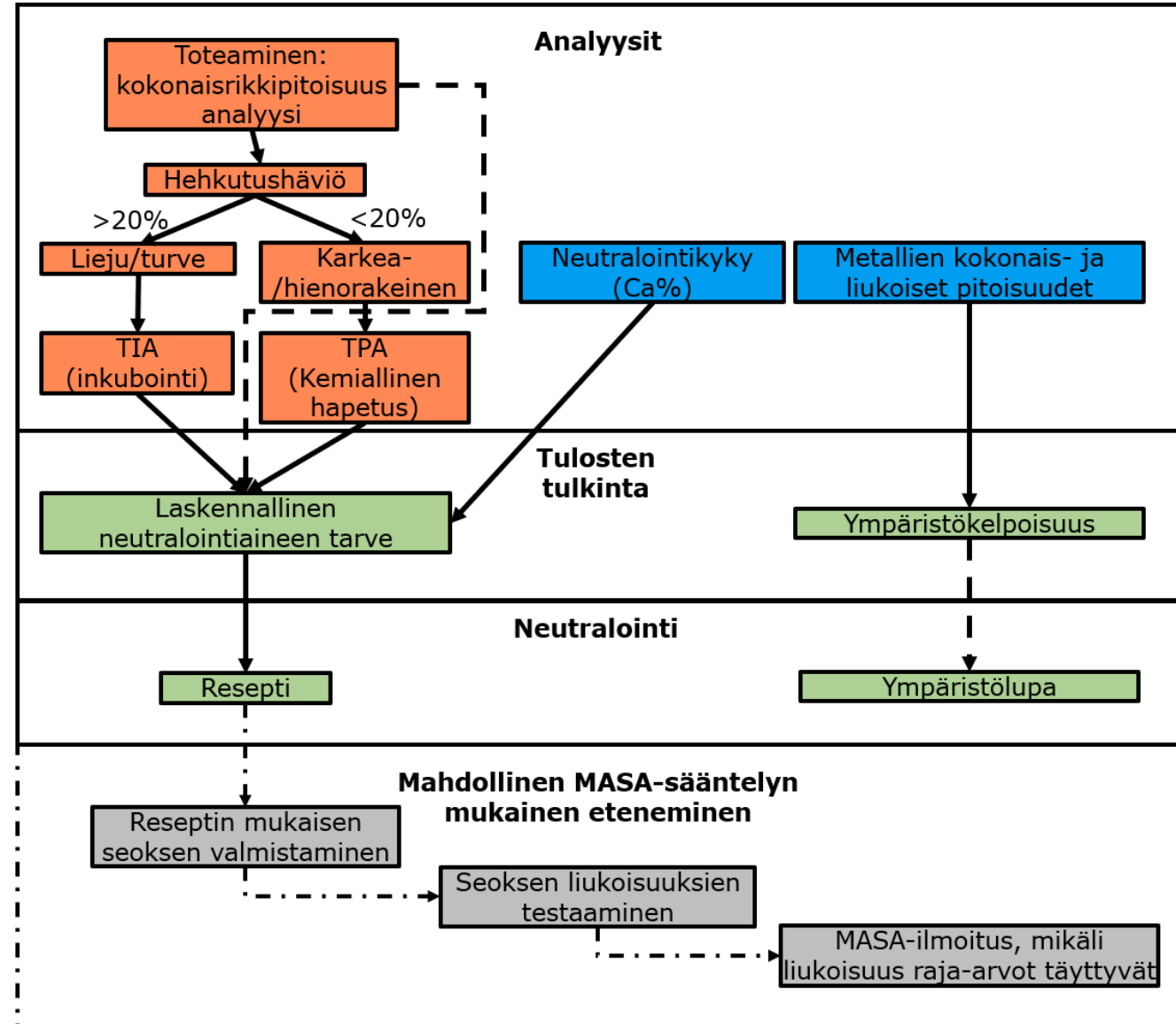
Stabilointiaineet lisäävät reaktiivisuuden ja hienojakoisuutensa johdosta liuenneiden aineiden kokonaismäärää?



# Yhteenveto

- Tuhkat toimivat neutralointiaineena yhtä hyvin kuin perinteinen kalkkikin.
- Tarvittava lupa vaihtelee käytettävän neutralointiaineen, kohteen sijainnin ja viranomaistulkinnan mukaan.
- Resepti on tapauskohtainen riippuen neutralointiaineesta sekä happaman sulfaattimaan ominaisuuksista.
- MASA-säätely tuonee helpotuksia tuhkien ja kuonien käytölle happamien sulfaattimaiden neutralointiaineena.

Maanäyte Tuhkan ja kuonan neutralointikäyttö  
Neutralointiaine







# Kiitos!

Kysymyksiä tai HaSu-asiaa:

Merja Autiola [merja.autiola@ramboll.fi](mailto:merja.autiola@ramboll.fi)

Pyry Potila [pyry.potila@ramboll.fi](mailto:pyry.potila@ramboll.fi)

Emmi Ilonen [emmi.ilonen@ramboll.fi](mailto:emmi.ilonen@ramboll.fi)