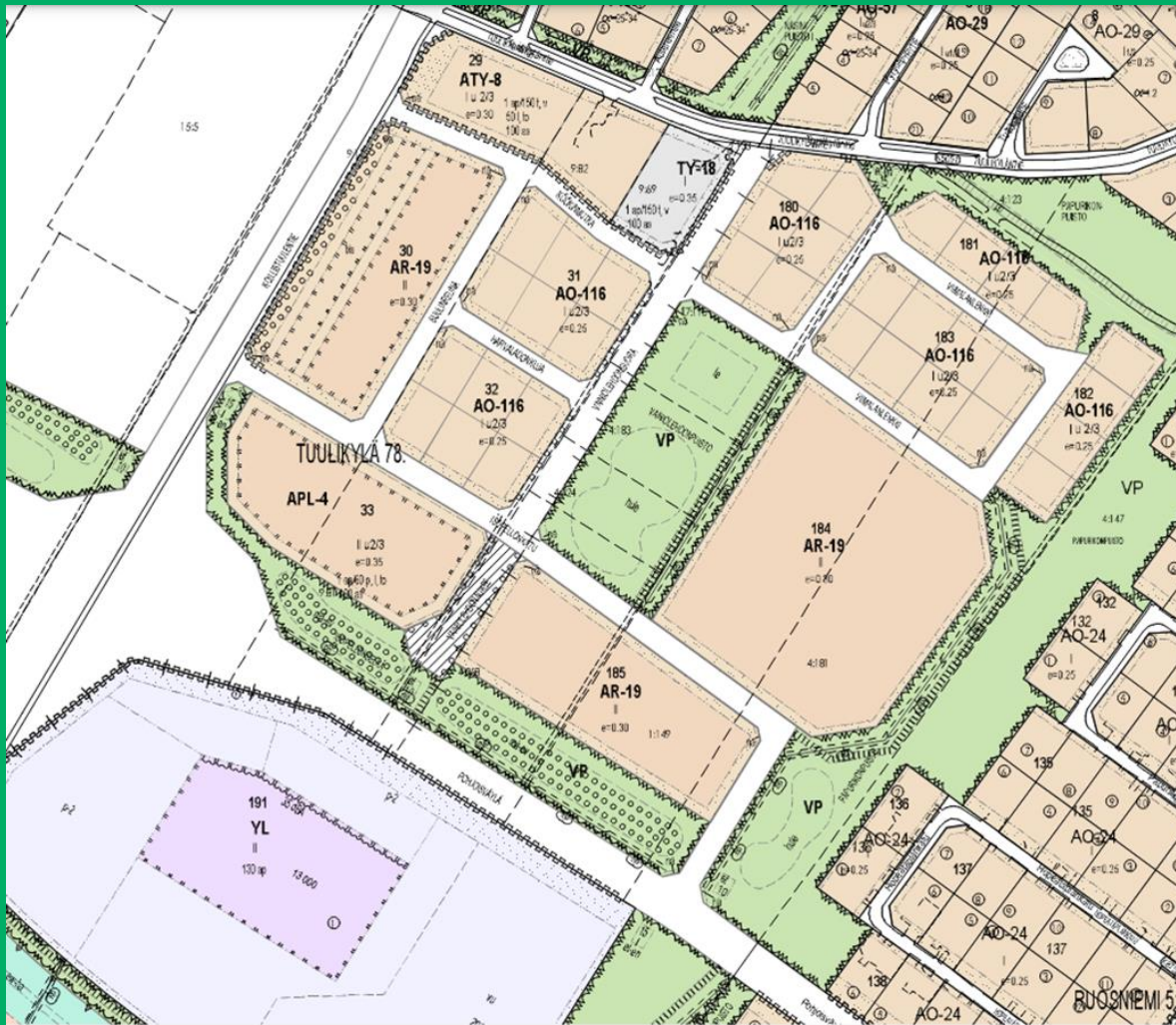




PORI

**Happamien
sulfaattimaiden
käsittelyohje
Tuulikylän/Ruosniemen
asemakaava-alueelle
rakennushankkeeseen
ryhtyvälle**



Sisältö

1. Yleistä happamista sulfaattimaista (HaSu)
 - 1.1 Yleistä HaSuista
 - 1.2 Tyypillinen HaSu-maaperä
 - 1.3 Esiintyminen Porissa
 - 1.4 Korrosio
2. Happamat sulfaattimaat Tuulikylän alueella
 - 2.1 Johtopäätöksiä tutkimustuloksista
 - 2.2 Asemakaavamääräykset
3. Ohjeet rakentamishankkeeseen ryhtyvälle
 - 3.1 Rakennuslupaprosessi
 - 3.2 Perustamistapa: paalumateriaalit ja kuivatusyvyvyys
 - 3.3 Kaivussyvytydet: kaivumassat ja niiden käsittely
 - 3.4 Vesien hallinta: työmaavesien seuranta
 - 3.5 Työmaavesien neutralointi
 - a. kaivokalkilla
 - b. kalkkikivipadolla
 - c. kaivosuodattimella
 - 3.6 Sakan poistaminen
4. Seuranta



1. Yleistä happamista sulfaattimaista (HaSuista)

PORI

1.1 Yleistä HaSuista

Happamat sulfaattimaat sisältävät sulfidirikkiä, joka hapettuu päästessään kosketuksiin ilmakehän hapen kanssa.

Hapetusreaktiossa muodostuu rikkihappoa, joka happamoittaa maaperää voimakkaasti:

- Maaperän pH-arvo laskee $<4,0$ ja maaperässä oleva vesi happamoituu myös
- Maaperän luontaisesti sisältämät raskasmetallit pääsevät liukenemaan sade-/sulamisveteen
- Toksiset vesistövaikutukset
- Betoni/teräsrakenteet voivat syöpyä nopeasti

Aiheesta tarkemmin Ympäristöministeriön kansallisessa **HaSu-oppaassa**: Ympäristöministeriön julkaisu 2022:3

<https://ym.fi/julkaisu?pubid=URN:ISBN:978-952-361-222-8>

Vesi.fi sivuilla <https://www.vesi.fi/teemasivu/rakentaminen-ja-ruoppaus-happamilla-sulfaattimailla/>



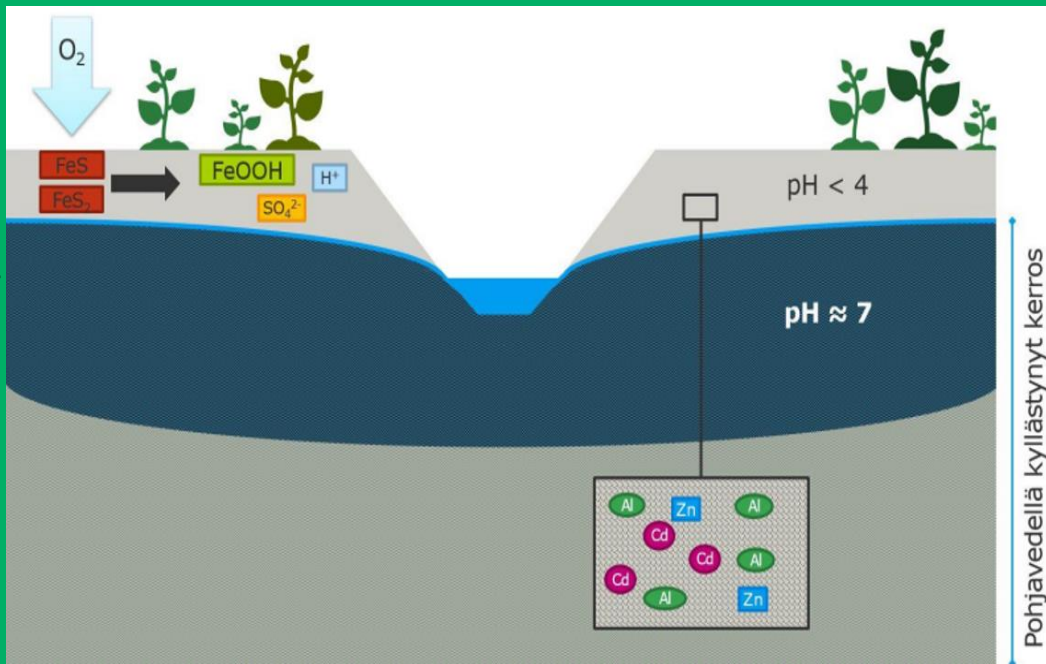
1.2 Tyypillinen HaSu-maaperä

Hapettunut (aktiivinen) hapan sulfaattimaakerros sijaitsee pohja-/orsivedenpinnan yläpuolella (kuvassa harmaa alue)

- Aktiivinen hapan sulfaattimaa voi erottua aistinvaraisesti värin (ruskeita rautasaostumia) tai rakenteen (koppurainen, murumainen) perusteella
- Aktiivinen hapan sulfaattimaa muodostaa happamuushaittoja välittömästi, kun siihen osuu valumavesiä esimerkiksi kaivannon ollessa auki tai maanaineksen välivarastoinnin aikana

Pelkistyneessä tilassa pohja-/orsivedenpinnan alapuolella (potentiaalisen) happaman sulfaattimaakerroksen pH on neutraali ja rikkipitoisuus suuri (kuvassa musta kerros)

- Potentiaalinen hapan sulfaattimaa hapettuu ($\text{pH } 6 \rightarrow 4$), kun se pääsee kosketuksiin ilmakehän hapen kanssa
- Potentiaalinen hapan sulfaattimaa voi sisältää tummia värimuutoksia tai näyttää tavanomaiselta savelta
- Rakentamisen yhteydessä tulee estää potentiaalisen kerroksen hapettumista



HaSuja ei yleensä voi tunnistaa silmämääräisesti.

Tunnistamiseen tarvitaan laboratorioanalytiikkaa.

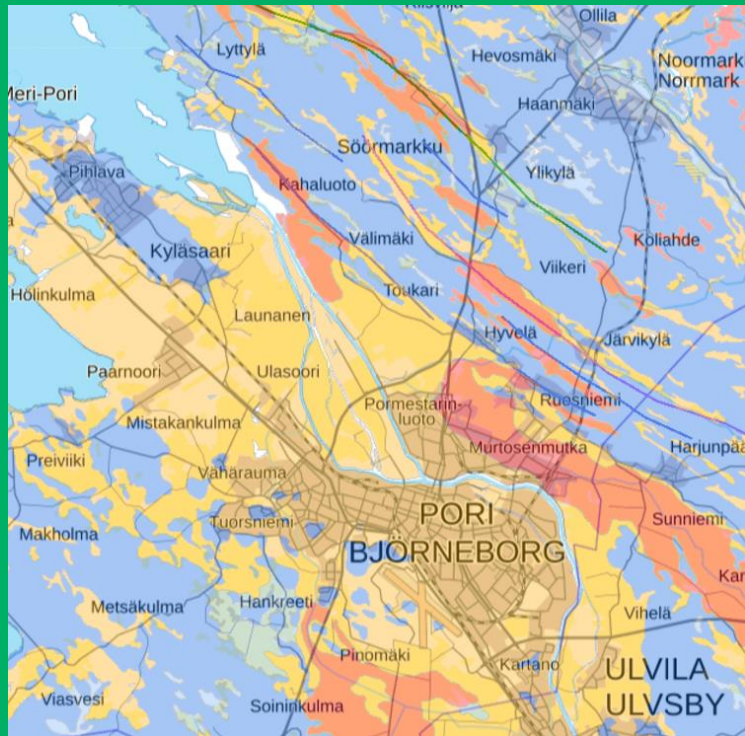
Tuulikylän uudella asemakaava-alueella Porin kaupunki on teettänyt tarvittavat tutkimukset 4 m syvyyteen maanpinnasta.

1.3 Esiintyminen Porissa

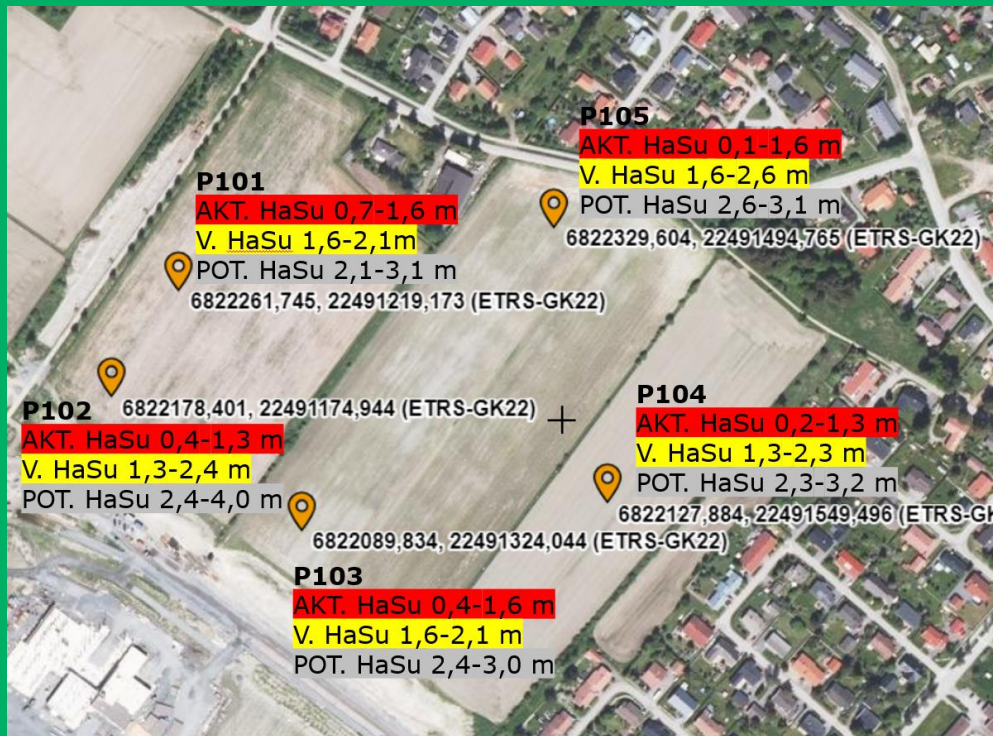
Porissa esiintyy laajasti happamia sulfaattimaita (kartalla punaiset

ja oranssit alueet Geologian tutkimuskeskus, HaSu-kartta 11/2024).

HUOM! Kartta on yleispiirteinen, eikä sitä voi käyttää esimerkiksi tontikohtaiseen arviointiin.



Tuulikylän alueella HaSuja todettiin kaikissa tutkimuspisteissä. AKT. HaSu tarkoittaa aktiivista kerrosta ja V.HaSu on vaihtumiskerros, jossa pohjavesi-/orsivesipinta vaihtelee ja hapettumisreaktio on käynnistyneen välillä kuiva. POT.HaSu tarkoittaa potentiaalista kerrosta.



1.4 Korroosio

Korroosio tarkoittaa syöpymistä eli käytännössä materiaalin heikkenemistä ympäristön vaikutuksesta. Esimerkiksi raudan tai teräsbetonin raudoituksen ruostuminen.

pH-arvo aktiivisessa happamassa sulfaattimaassa voi olla erittäin hapan (Tuulikylän matalin mitattu maasto-pH 3,3).

→ Aggressiivinen korroosioympäristö

Maaperän korroosio-ominaisuudet on huomioitava kaikkien maanalaisten rakenteiden materiaalivalinnoissa.

Maaperän korroosio-olosuhteita arvioidaan esimerkiksi Väyläviraston ohjeen 14/2023 ”Eurokoodin soveltamisohje Geotekninen suunnittelu – NCCI 7” mukaan (https://ava.vaylapiivi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-14_NCCI_7_web.pdf).

Taulukko 1. Korroosio-ominaisuuksien sisältö ja raja-arvot, joiden perusteella maapohja tulkitaan tavanomaisesta poikkeavaksi.

Mittattava ominaisuus	Menetelmä	Määrä	Raja-arvo
maalaji	seulonta ja areometri tai sedigraph CEN ISO/TS 17892-4	pohjatutkimusten yhteydessä, selvitetään kerrosjärjestys	merkittävimpiä hienorakeiset maalajit ja eloperäiset maalajit
sähkönjohtavuus tai ominaisvastus	ilmakuivaus, < 2 mm fraktio, suodatetusta vesiliuoksesta 1:5 elektrodilla ISO 11265:1994/Cor 1:1996 ominaisvastus mitattuna in situ	kaksi rinnakkaista näytettä, näytteitä eri syvyyksiltä pohjatutkimusten yhteydessä maan pinnasta paalujen tunkeutumissyvyyteen	> 50 mS/m ¹ ρ < 20 Ωm hienorakeisessa maassa ρ < 50 Ωm karkearakeisessa maassa ¹
humuspitoisuus ⁽²⁾	hehikutushäviö prEN 17685-1 ISO 10694 SFS-EN 15935 SFS-EN 15936	pohjatutkimusten yhteydessä	> 6 %
pH	ISO 4316 SFS-EN ISO 10390 ilmakuivaus 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, kiviainekselle, SFS-EN 1744-1)	näytteitä eri syvyyksiltä	SO ₄ ²⁻ > 500 mg/kg tai SO ₄ ²⁻ > 200 mg/l vesiliuoksessa
kloridit Cl ⁻	esim. vesiuutto SFS-3006, kiviaines SFS-EN 1744-1, SFS-EN 1744-5	näytteitä eri syvyyksiltä	Cl ⁻ > 500 mg/kg tai Cl ⁻ > 300 mg/l vesiliuoksessa
Maanäytteen tunnistustutkimuksia			
kokonaisrikkipitoisuus (Stot)	SFS-EN 14582	näytteitä eri syvyyksiltä	kts. kappale 3.2.

⁽¹⁾ arvo indikoi karkearakeisilla maapohjilla – hiekoilla ja sitä karkeammilla maalajeilla - kasvnutta kloridipitoisuutta

⁽²⁾ humuspitoisuus ≠ hehikutushäviö (kideveden vaikutus tulee huomioida)



2. Happamat sulfaattimaat Tuulikylän alueella

PORI

2.1 Johtopäätöksiä tutkimustuloksista

Tuulikylän asemakaava-alueella Porin kaupunki on teettänyt happamien sulfaattimaiden tutkimuksia.

- Tutkimuksilla on varmistettu että maaperä on HaSu-alueita ja se vaatii toimenpiteitä rakentamisen yhteydessä (LIITE 1).
- Tutkimustulosten perusteella maaperästä on laadittu kartta (LIITE 2).
- Happamien sulfaattimateriaalien käsittelystä on tehty kaavio (LIITE 3).

Tutkimuksilla on selvitetty kaivettavien happamien sulfaattimaiden neutralointiin tarvittavat kalkkimäärät. Neutraloinnin toteutusohjeita on kohdassa 3.3.

Asemakaavamääräyksen mukaisesti rakentajan tulee minimoida happamien sulfaattimaiden hapettuminen. Hapettumissyvyys on tällä hetkellä noin 1,3 m syvyydellä nykyisestä maanpinnasta.

Syemmälle kuin 1,3 m sijoittuvat kaivu-/kuivatustoimet voivat aiheuttaa maaperän hapettumista ja haitallisia ympäristövaikutuksia.

Rakentaminen ei saisi aiheuttaa muutoksia hapettumissyvyyteen.

Ilmiö ei ole uusi, aiemmin tällainen maaperä on tunnettu mm. alunamaa – termillä. HaSu-maita ja sen vaikutuksia rakentamiseen on alettu tutkia tarkemmin vasta 2010-luvulla.



2.2 Asemakaavamääräykset

Rakennustoimenpiteissä ja niiden suunnittelussa tulee huomioida koko kaava-alueella maaperässä esiintyvää sulfaatti- ja sulfidimaita niiden happamoittavan vaikutuksen vuoksi. Alueelle rakennettaessa tulee minimoida sulfidipitoisen maa-aineksen hapettuminen. On varauduttava sekä työaikaisiin että pysyviin toimenpiteisiin kaivantojen kuivatuksista tulevan happaman valuman syntymisen ja sen haittavaikutusten ehkäisemiseksi. Mikäli valunnan pH on alle 5,5, tulee kuivatusvedet hallita, käsitellä ja tarkkailla asianmukaisilla menetelmillä ennen vesistöön johtamista. Rakenteiden ulottuessa sulfidimaakerrokseen tulee ottaa huomioon maaperän happamuus maanalaisten rakennusmateriaalien valinnassa. Rakentamistoimenpiteitä suunniteltaessa on vältettävä aiheuttamasta pohja-/orsiveden tason pysyvää alenemista. Suunniteltaessa happamien sulfidimaiden kuivatusoimia tai niiden läjittämistä alueelle hankkeeseen ryhtyvän on varauduttava lisäselvityksien teettämiseen toimenpiteiden vaikutuksista. Hapanta valumaa aiheuttavien kaivuumassojen hyödyntämistä niitä neutraloimatta ei sallita käyttää alueen rakentamisessa, vaan ne on sijoitettava keskitetysti ympäristöviranomaisen hyväksymälle alueelle. Ennen alueen rakentamista on määriteltävä osa-aluekohtaisesti alimmat kuivatuskorkeudet, jonka noudattamista on tonttien rakennuslupamenettelyn yhteydessä valvottava.

Alueelle ei sallita rakentaa maanpinnan alapuolisia tiloja. Rakennusten perustamisessa tulee ensisijaisesti käyttää paalutettuja matalaperustusrakenteita ja kantavia alapohjia. Rakennusten ja piha-alueiden routasuojauksen suunnitteluun on kiinnitettävä erityistä huomiota. Tontin maanpinnan tasoa voidaan nostaa asuinrakennusta kohti enintään 0,50 metriä viereisen kadun tasosta. Tontit tulee aidata puistoa vastaan. Tontin rakentamattomat osat on istutettava.

- Tuulikylän alueella on todettu happamia sulfaattimaita, mikä on huomioitu asemakaavamääräyksessä.
- Tämä ohjeistus perustuu Tuulikylän (78) asemakaavamääräyksiin liittyen maaperän happamiin sulfaattimaihin.
- Ohjeita noudattamalla rakentamishanke voidaan toteuttaa kaavamääräysten mukaisesti ja samalla minimoidaan mahdolliset HaSu-maista aiheutuvat haittavaikutukset.
- Suositusten noudattaminen ja hallintatoimenpiteiden toteutus on rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla.



3. Ohjeet rakentamishankkeeseen ryhtyvälle

PORI

3.1 Rakennuslupaprosessi



Rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla olevat HaSuihin liittyvät toimet:

- Kaivantoihin liittyvät asiat
- Kaivumassojen käsittely
- Työmaavesien hallinta

3.2 Perustamistapa ja rakennusmateriaalit

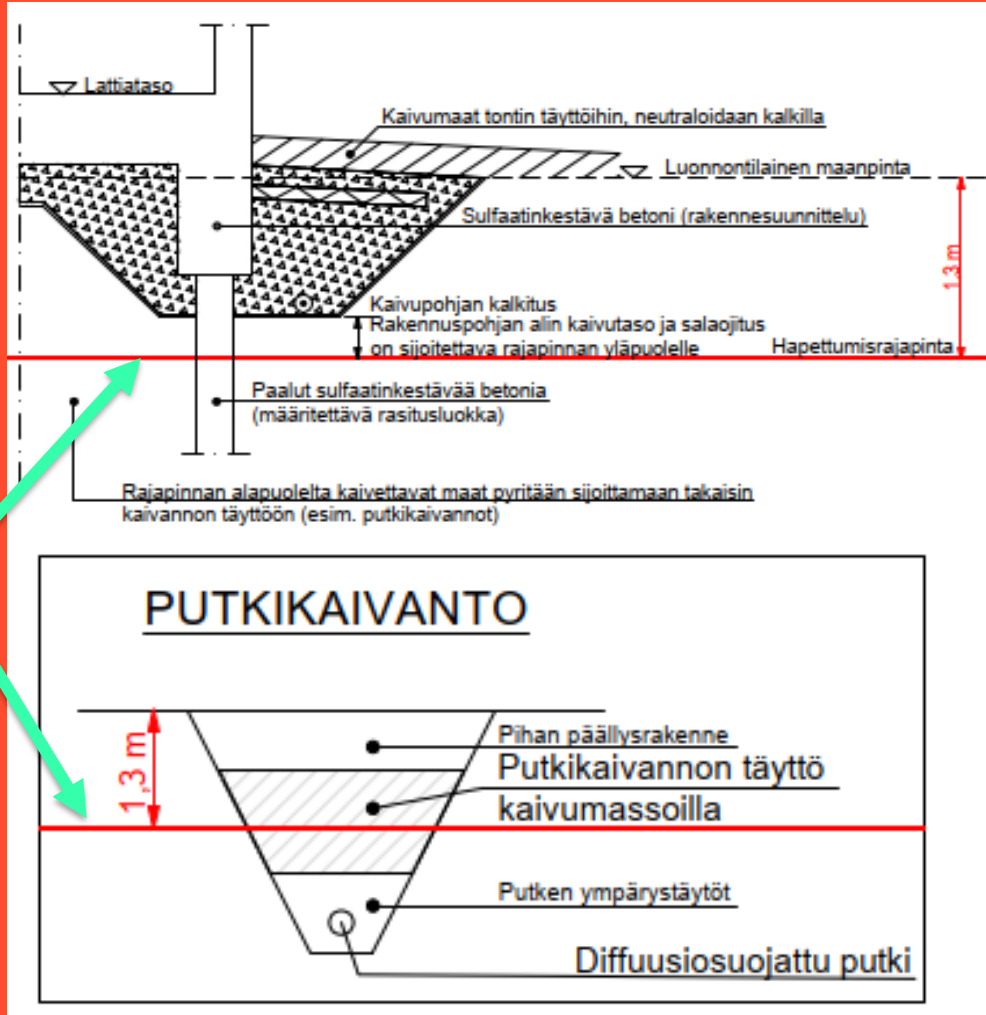
Maaperän happamuus vaikuttaa rakennusmateriaalien valintaan (mm. perustukset, paalut, vesiputket ja putkikiinnikkeet jne.)

→ Pohjarakennesuunnittelijan tulee täyttää vaativan tason kriteerit: <https://toptenrava.fi/>

→ Rakenteiden sulfaatinkestävyys tulee määrittellä rakennesuunnittelun yhteydessä

Lattiatasoa ja kaivussyvyyttä määrittäessä sekä kuivatusta suunniteltaessa tulee huomioida **hapettumisrajapinta (1,3 m maanpinnasta)**

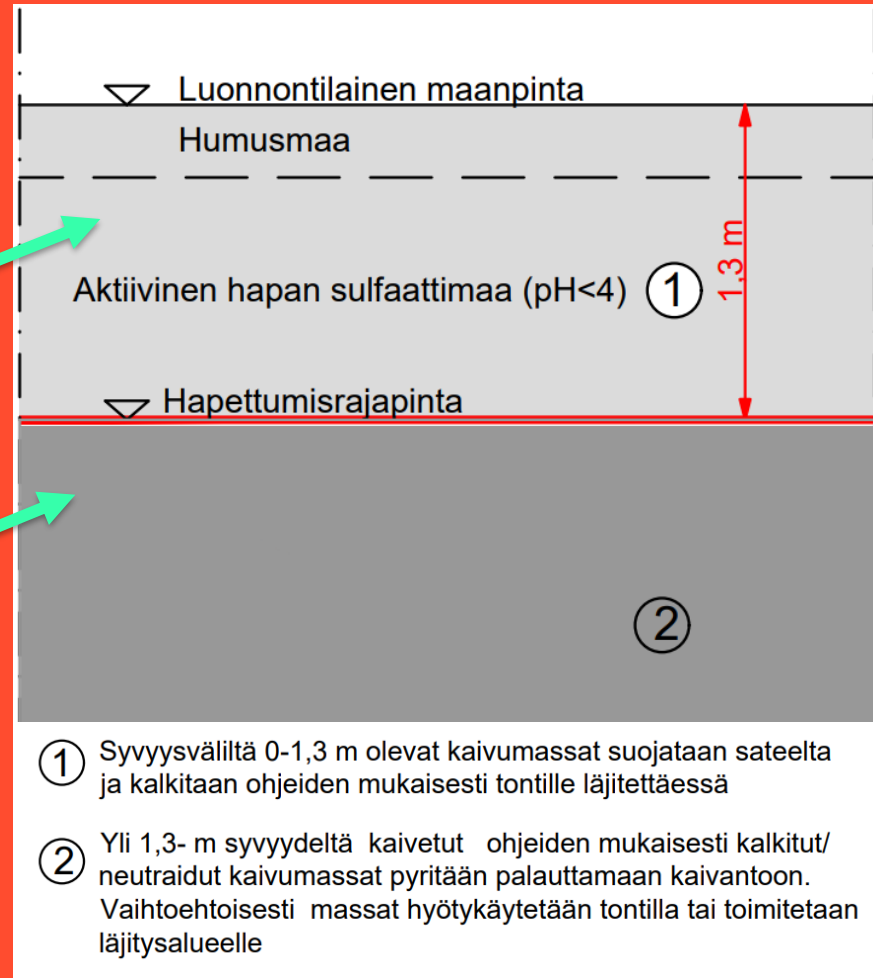
Hapettumisrajapinnan alta kaivettavat kaivumassat tulisi palauttaa takaisin hapettomiin olosuhteisiin (samaa syvyyteen) viipymättä (esimerkiksi putkikaivannon täyttöihin). Ellei palauteta, tulee massa neutraloida. Hapettumisrajan alapuolelta kaivettuja massoja ei tule sijoittaa hapettumisrajan yläpuolelle.



3.2 Perustamistapa, kuivatussyvyys

- Pintakerroksen humusmaan alapuolella on **aktiivista** hapanta sulfaattimaata, jonka pH-arvo on <4 . Rakennusten kuivatusrakenteet tulee sijoittaa tähän maakerrokseen.
- Maaperä on hapettunut 1,3 m syvyyteen (=hapettumisrajapinta)
- Hapettumisrajapinnan alapuolella **potentiaalisen** happaman sulfaattimaan pH-arvo on neutraali ja rikkipitoisuus korkea
- Kaavamääräysten mukaan kuivatussyvyys on enimmillään yksi metri maanpinnasta

→ **Rakennushankkeissa on pyrittävä minimoimaan maaperän kuivatusasoa alentavat toimenpiteet**





3.3 HaSujen kaivu ja käsittely

PORI

3.3.1 HaSujen käsittelystä



PÖRI

- Happamien sulfaattimaamateriaalin käsittelyssä suunnitelmallisuus ja oikea-aikaisuus on tärkeää
1. Ensisijaisesti HaSu-materiaalin kaivumäärät tulisi minimoida
 2. Jos mahdollista kaivumassat tulisi palauttaa takaisin kaivantoon entiseen syvyyteensä
 3. Mikäli HaSu-maita jää yli tulee ne käsitellä tämän läjitysohjeen mukaisesti ja ne kannattaa hyötykäyttää omalla tontilla pihan muotoiluun ja viherrakentamiseen.
 4. Mikäli HaSu-maita ei hyötykäytetä, tulee ne toimittaa HaSu-maiden vastaanottopisteeseen.

3.3.2 Suunnitelma ja dokumentointi

Rakennusvalvonnan lupapiste.fi –palveluun suositellaan tehtäväksi suunnitelma ja tarkastusasiakirja, joista tulisi ilmetä seuraavat asiat:

- Ennen kaivutöiden aloittamista tulee toimittaa **HaSujen käsittelysuunnitelma rakennusvalvonnalle.**
- Kaivumassojen määrä ja käsittely: neutralointiaineen määrä, neutralointituote ja levitysmenetelmä
- Kaivumassojen loppusijoituspaikka (mikäli ei tontilla)
- Suunnitelma työmaavesien käsittelymenetelmästä ja veden happamuuden seurannasta
- Työmaavesien sakka

Edellä mainitut tiedot tulee olla tarkastusasiakirjassa todennettuina.

Rakennusvalvonnan neuvonta toteutetaan ensisijaisesti sähköisessä palvelussa [Lupapisteessä](#), jossa on mahdollista jättää neuvontapyyntö ja kutsua useampi osapuoli mukaan keskusteluun.

Varaa soittoaika Porin rakennusvalvonnan nettisivuilta



PORI

3.3.3 HaSujen käsittelyn vastuu on rakennushankkeeseen ryhtyvällä



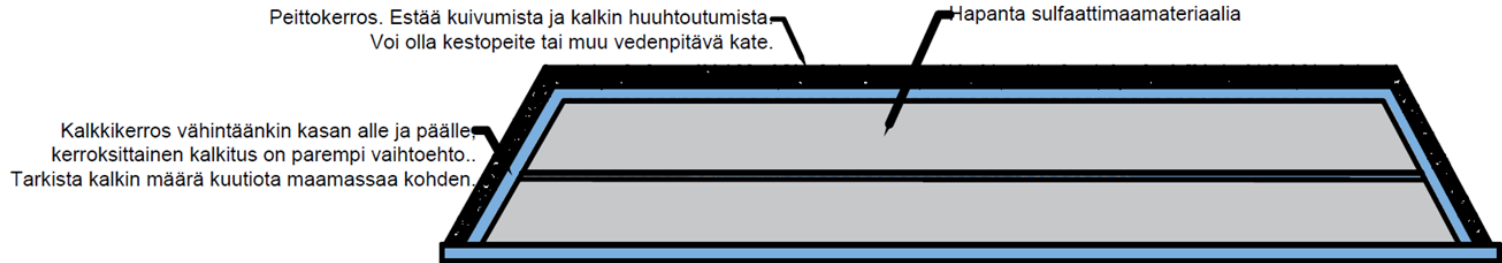
PORI

- Mikäli neutraloinnissa käytetään jotakin muuta tuotetta kuin sammutettua tai poltettua kalkkia tai kalkkikiveä tulee olla yhteydessä ympäristövalvontaan (Jätelain tulkinta)
- Neutralointi on tehtävä kahden päivän sisällä läjityksestä. (Pakkaskaudella kuukauden sisällä)
- Välivarastointia ei sallita ilman neutralointia.
- Neutraloitu maa-aines välivarastoidaan kiinteistön alueella
- Huom. Ympäristönsuojelulaki 7§ ja 14§ yleinen ympäristön pilaamiskielto

3.3.4 HaSujen neutralointikäsitely kalkitseamalla

- Aktiivinen ja potentiaalinen kerros happamoittavat eri tavalla.
- Erotteleva kaivu, jos kaivetaan syvemmälle kuin 1,3 m, jonka jälkeen neutraloivan aineen tarve kymmenkertaistuu.
- Kalkki levitetään läjityksen alle ja päälle. Parempi tulos saadaan kerroksittain kalkitseamalla 30-50 cm välein tai sekoittamalla kalkki HaSu-maan joukkoon.
- Kalkittu läjä peitetään, jotta tuuli ja sade eivät vie kalkkia mennessään tai aurinko kuivaa massoja.
- Kalkin neutralointitehon on oltava vähintään 34%, raekoon pääosin alle 0,5 mm. Esimerkiksi Nordkalkin Aito Kalsiittia tarvitaan;
 - 5 kg/kuutio maa-ainesta 1,3 metrin syvyyteen asti,
 - 50 kg/kuutio maa-ainesta, mikäli maata kaivetaan syvemmältä kuin 1,3 metrin syvyydeltä.

Happaman sulfaattimaan välivarastointi neutraloituna



3.3.5 HaSujen hyötykäyttö ja loppusijoitus

- HaSut on hyvää viljelymaata kalkittuna.
- Hyödyntäminen omalla tontilla on kustannusteknisesti, kiertotaloudellisesti ja ekologisesti järkevää.

ENTÄ KUN TONTILLE EI MAHDU

- Maisema-/meluvalleihin voidaan toisinaan ottaa vastaan HaSua kalkittuna, tiedot kadunrakennuspäällikkö Tommi Välimaalta

KALKITTUNA (ympäristölupa Hasu-maan vastaanottoon)

- Hangassuon ylijäämämaan läjitysalue 31.12.2026 asti
- Swerock Söörmarkku p. 040-7777 034

ILMAN KALKKIA

- Peittoon kierrätystermiinaali (ympäristölupa HaSu-maan vastaanottoon. Hinta on suurempi.)
info@kierratystermiinaali.fi
- Mahdollisesti on muitakin maa-ainesten vastaanottajia

SELVITYS VASTAANOTTAJASTA TARKASTUSASIAKIRJAAN
(HaSujen viejän osoitetiedot tulee löytyä kuitista)



PÖRI



PORI

3.4 Vesien hallinta

3.4 Työmaavesien pH-seuranta

- Työmaavesillä tarkoitetaan rakennushankkeen aikana maasta tai sadevestä kaivantoihin kertyviä vesiä.
- Vesistöön johdettavan veden pH-arvo tulee olla 5,5-9,0.
- Veden pH-arvoa tulee seurata, tähän sopii esimerkiksi pH-paperi
- Mikäli veden pH <5,5 (**pH-paperin väri on oranssi-oranssinpunainen**) tulee vedet neutraloida ennen johtamista vesistöön
- Veden pH-arvo mitataan myös neutraloinnin jälkeen



Ohjeet pH-mittaukseen: katso käyttöohjeet

1. Kasta pH-paperi veteen

2. Vertaa paperin väriä pH-taulukkoon:

Keltainen/vihertävä → Veden voi purkaa suoraan vesistöön

Oranssi/punertava → Vesi neutraloitava ennen purkamista

Tummansiniset sävyt → Liikaa neutralointiainetta

3.5 Työmaavesien neutralointi

a. kaivokalkilla

1. Kaivokalkki levitetään hapanta vettä sisältävään kaivantoon
 - Kaivoveden pH-säätämiseen käyttöohjeen mukaan → Neutraloitavan veden määrä ja pH-arvo vaikuttavat tarvittavaan neutralointiaineen määrään
2. Kaivokalkin annetaan reagoida veden kanssa 1-2 h
 - pH-arvoa kannattaa mitata välillä, jotta neutralointiaineen määrää voi säätää
3. Veden pH-arvo mitataan neutraloinnin jälkeen.
 - Mikäli pH-arvo on <5,5 voi vaikutusaikaa pidentää ja kalkin määrää lisätä
4. Veden purkaminen kun pH-arvo on välillä 5,5-9,0

HUOM!

- Neutraloinnissa voi muodostua metallisakkaa, joka tulee loppusijoittaa asianmukaisesti.
- Kipsaantuessaan kaivannon pohjalle kalkkikivi voi estää veden kulkeutumista → Kalkkikivi poistettava neutraloinnin jälkeen.



n. 15 € / säkki <https://www.hankkija.fi/tuotantopankset/lannoitteet-ja-kalkki/ia-kaivokalkki-25-kg-nordkalk-2023179/?srsltid=AfmBOoo-2WVt5Sr2Ngo8O65q4OtqszVj6w5knBNgML65Za0TMXpDk8Ca>

3.5 Työmaavesien neutralointi

b. kalkkikivipadolla

Vesi johdetaan karkeasta (2-20 mm) kalkkikivimateriaalista rakennettuun patoon, jonka läpi suotautuessaan vesi neutraloituu emäksisen kalkkikiven vaikutuksesta.



1. Happaman veden neutralointia varten tontille rakennetaan väliaikainen kalkkikivipato.
2. Neutraloinnin jälkeen vettä viivytetään laskeutusaltaassa, jolloin neutraloinnissa muodostunut sakka laskeutuu altaan pohjalle.
3. Neutraloidun veden pH-arvo mitataan laskeutusaltaasta ennen purkamista.
 - Mikäli veden pH-arvo on $<5,5$, vesi johdetaan padon läpi uudestaan tai lisätään kaivokalkkia
4. Vesi puretaan kun pH-arvo on $5,5-9,0$.

3.5 Työmaavesien neutralointi

c. kaivosuodattimella

Uponorin valikoimissa on erityyppisiä suodatinkaivoja, joita on valmistanut esimerkiksi Parkanon muovituote.

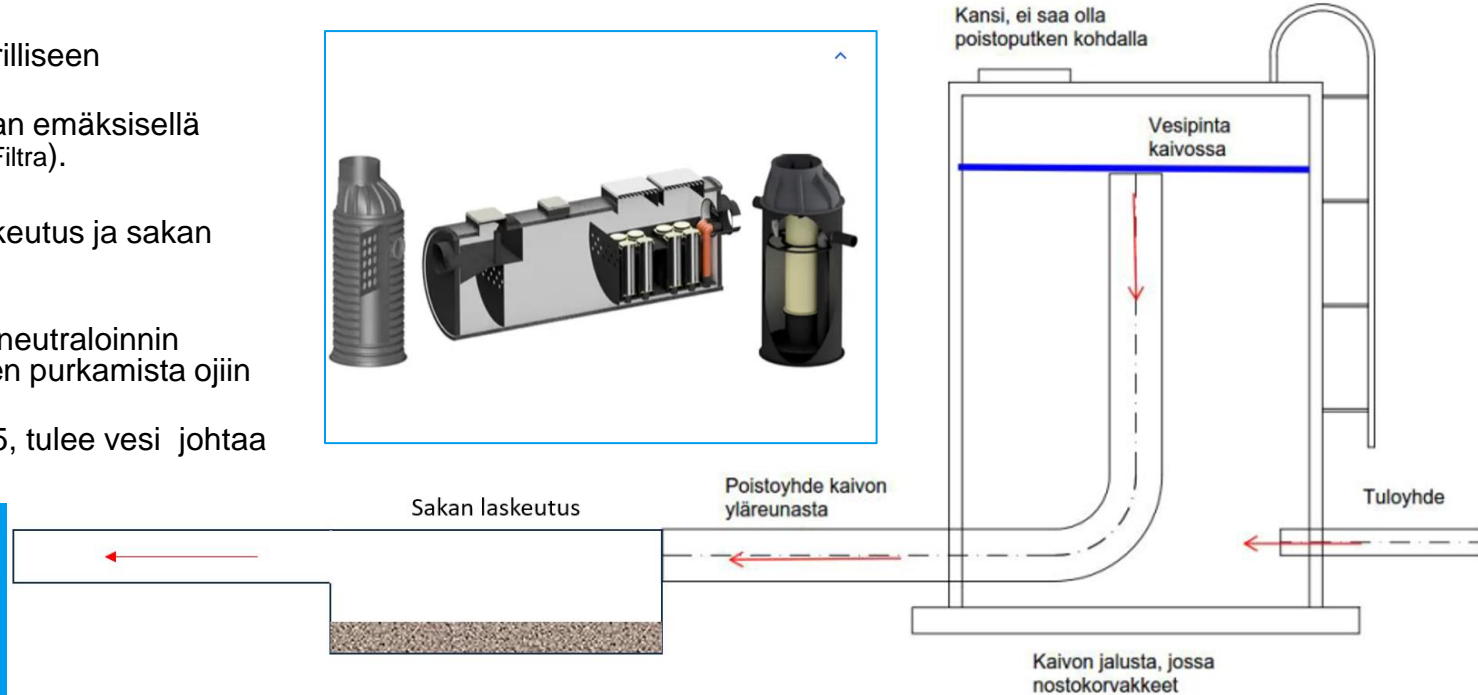
1. Työmaavedet ohjataan erilliseen neutralointikaivoon.

- Kaivossa vesi neutraloidaan emäksisellä aineella (esimerkiksi Nordkalk Filtra).

2. Neutraloinnin jälkeen laskeutus ja sakan poisto

3. Veden pH-arvo mitataan neutraloinnin jälkeen sakka-altaasta ennen purkamista ojiin tai hulevesiviemäriin

- Mikäli veden pH-arvo $< 5,5$, tulee vesi johtaa takaisin neutralointiin.



Kuva 4: Tyypik kuva neutralointikaivosta.

3.6 Sakan poistaminen

Happaman veden käsittelyn yhteydessä voi muodostua saostumia ja/tai metallipitoista sakkaa.

Sakka tulee laskeuttaa ja poistaa, mikä voidaan toteuttaa viivyttämällä vettä ennen purkamista.

Sakkaa ei saa johtaa viemäriverkoston tai ojiin.

Sakan asianmukaiseen loppusijoittamiseen on varauduttava. Määrää ei voi ennalta arvioida. Sakka sisältää todennäköisesti raskasmetalleja.

Ensimmäisten kohteiden rakentuessa Porin kaupunki on valmis tutkimaan sakan koostumusta, jotta voidaan antaa tarkemmat ohjeet sen käsittelystä



Esimerkkikuva sakasta
ämpärissä

4. Omavalvonta




PORI

Veden laatua tulee seurata, jotta ympäristön tilaa ei heikennetä. Erityisesti sateiden yhteydessä virtaamat kasvavat, tällöin on syytä varmistus ettei työmaalta pääse valumaan hapanta vettä hulevesiverkostoon. Happamat vedet voivat sakkautua myöhemmin hulevesiverkostossa neutraloituessaan, tällöin putket voivat tukkeutua.

- Veden happamuutta tulee seurata esim. pH-paperilla
- Mikäli havaitset veden tilassa muutoksia, **ilmoita**:
Ympäristövalvonta: ymparistovalvonta@pori.fi
- Myös Porin kaupunki seuraa alueillaan muodostuvien hulevesien laatua



PORI

Lisätietoa/linkkejä:

Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin: tutkimustietoa ja ohjeita. <https://ym.fi/julkaisu?pubid=URN:ISBN:978-952-361-222-8>

Vesi.fi sivusto: <https://www.vesi.fi/teemasivu/rakentaminen-ja-ruoppaus-happamilla-sulfaattimailla/>

Rakentaminen ja ruoppaus happamilla sulfaattimailla
<https://www.vesi.fi/teemasivu/rakentaminen-ja-ruoppaus-happamilla-sulfaattimailla/>

Happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys –Geologian tutkimuskeskuksen laatima karttapalvelu. <https://gtkdata.gtk.fi/hasu/>

Happamien sulfaattimaiden kansallinen koetoimintahanke (HaKaKo) loppuraportti: Tutkimustietoa Porin happamista sulfaattimaista ja niiden vaikutuksista. <https://uusiomaarakentaminen.fi/aineisto/hakako-happamien-sulfaattimaiden-kansallinen-koetoimintahanke-yhteenvetoraportti/>

Väyläviraston ohje 14/2023 ”Eurokoodin soveltamisohje Geotekninen suunnittelu – NCCI 7”: Maaperän korroosio-olosuhteiden tutkimukset, raja-arvot ja suositukset. (https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-14_NCCI_7_web.pdf)

Pohjarakennesuunnittelija: <https://toptenrava.fi/>

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/201. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>




PORI

Liitteet

1. Tuulikylän tutkimustuloksia
2. Tutkimustulokset kartalla
3. Hasujen käsittelykaavio

Oppaan laatimiseen osallistuneet:

Sari Suvanto, Emmi Ilonen ja Jouni Alinen, Ramboll Finland Oy
Marjatta Halme ja Alekski Siirtola, Porin kaupunki

LIITE 1 Tuulikylä tutkimustulokset

Näytepiste	pvm	Syvyys [m]	Silmämääräinen maalajjarvio	Hehkutushäviö 550 °C [%]	S _{tot} [mg/kg ka]	TPA pH	Potentiaalinen asiditeetti (mmol H ⁺ / kg, pH 6,5)	Hapontuottopotentiaali	Maasto-pH
101	2.7.2024	0,7 - 1,2	Si/saSi		2 200				3,4
		1,2 - 1,6	saSi		4 500				3,5
		1,6 - 2,1	Sa/saSi	2,0	7 400	2,7	241,9	suuri	5,3
		2,1 - 2,6	Sa/ljSa		11 000				6,3
		2,6 - 3,1	Sa/ljSa		10 000				6,3
102	2.7.2024	0,4 - 0,8	Si/hkSi		4 900				3,8
		0,8 - 1,3	saSi	2,2	4 400	4,0	39,7	kohtalainen	3,5
		1,3 - 1,8	Sa	2,5	6 500	3,0	164,7	suuri	4,2
		1,8 - 2,4	Sa/ljSa		9 100				5,7
		2,4 - 2,9	Sa/ljSa		8 100				6
		2,9 - 3,4	Sa/ljSa		9 200				6,5
103	2.7.2024	0,4 - 0,7	Si		1 500				5,7
		1,0 - 1,6	saSi		1 400				3,9
		1,6 - 2,1	ljSa		8 900				5,3
		2,4 - 3,0	ljSa	2,5	11 000	2,9	288,0	suuri	6,6
104	2.7.2024	0,2 - 0,8	Si		1 200				6,1
		0,8 - 1,3	saSi	1,6	1 400	4,3	22,2	kohtalainen	3,6
		1,3 - 1,8	saSi		3 600				4,1
		1,8 - 2,3	Sa	2,4	9 500	2,8	276,0	suuri	5,7
		2,3 - 2,8	ljSa		11 000				6,4
		2,8 - 3,2	ljSa		9 600				6,4
105	2.7.2024	0,1 - 0,6	Si		1 700				5,2
		0,6 - 1,1	saSi		1 900				3,3
		1,1 - 1,6	saSi		3 900				3,5
		1,6 - 2,1	saSi	1,7	5 500	2,9	135,0	suuri	3,8
		2,1 - 2,6	Sa		7 900				5,7
		2,6 - 3,1	Sa	3,4	12 000	2,5	402,2	suuri	6,3

Hapettunut kerros

- Hapettuminen on edennyt maaperässä 1,6-2,1 m syvyyteen, pH-arvot 3,3-4,2
- Hapettuneessa kerroksessa on havaittu ruskeaa ja ruosteen väriä, sekä ruosteen värisiä laikkuja
- Pintamaassa happamuutta on jo huuhtoutunut ja pH-arvo on neutraloitunut näytepisteissä P103-P105

Vaihtumiskerros

- Vaihtumiskerros, jossa hapettumisreaktio käynnistynyt, on pH-arvon perusteella todettavissa kaikissa näytepisteissä syvyydellä 1,6-2,6 m maanpinnasta

Potentiaalinen hapan sulfaattimaa

- Potentiaalinen hapan sulfaattimaakerros alkaa vaihtumiskerroksen jälkeen syvyydeltä 2,1-2,4 m maanpinnasta
- Potentiaalinen hapan sulfaattimaakerros jatkuu näytteenottosyvyyteen 3,0-4,0 m saakka
- Rikkipitoisuus on korkea 8 100-12 000 mg/kg





LIITE 2

Tuulikylä

Tutkimustulokset kartalla

AKT. HaSu

= aktiivinen HaSu (pH<4,0)

V. HaSu =vaihtumisvyöhyke
(pH 4,0-6,0), suuri hapontuotto

POT. HaSu

= potentiaalinen HaSu
(pH>6,0), suuri hapontuotto

LIITE 3. Hasujen käsittelykaavio

