

Päivämäärä 1.3.22024

HAKAKO - HAPPAMIEN
SULFAATTIMAI DEN KANSALLINEN
KOETOIMINTAHANKE
OHJE VAIKUTUSTEN
ARVIOINTI -TYÖKALUN
KÄYTTÖÖN

OHJE VAIKUTUSTEN ARVIOINTI -TYÖKALUN KÄYTTÖÖN

Projekti HAppamien sulfaattimaiden Kansallinen KOetoimintahanke
Versio [1.2], 1.3.2024
Laatija Sanna Vienonen
Tarkastaja Merja Autiola
Hyväksyjä HaKaKo-ohjausryhmä, Eeva Nuotio, Anna Bonde, Esa Hirvijärvi

Ramboll
Vohlisaarentie 2 B
36760 LUOPIOINEN

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://fi.ramboll.com>

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	2
2.	Esikartoitus ja tietotarpeiden kokoaminen	2
2.1	Kartta-aineisto	2
2.2	Tieto happamista sulfaattimaista tai niiden esiintymisriskistä alueella, näytteenotto	3
2.3	Ympäristön nykyinen herkkyys happamoitumiselle	3
3.	Työkalun käyttö	3
3.1	Hankkeen vaikutusalueen laajuus	4
3.2	Rakentamistoimien kesto	6
3.2.1	Rakentamisajankohta	7
3.3	Vastaanottavan vesistön herkkyys vaikutuksille	8
3.3.1	Vesistön koko	10
3.3.2	Vesistön puskurikyky	11
3.3.3	Vesistön herkkyys ekologisen ja kemiallisen tilaluokituksen heikkenemiselle	12
3.3.4	Kasvillisuus ja eliöstö	14
3.4	Rakentamistoimien aiheuttamien muutosten suuruus	15
3.4.1	Kuivatukseen liittyvät tekijät	15
3.4.2	Kaivettavan ja välivarastoitavan massan määrä ja välivarastoinnin kesto	16
3.4.3	Maaperän kokonaisrikkipitoisuus ja hapontuottopotentiali	18
3.4.4	Loppusijoitus	19
4.	Tulosten tulkinta	20
5.	Lähteet	20

1. JOHDANTO

Tämä opas täsmentää happamien sulfaattimaiden vaikutusten arviointiin tarkoitettun työkalun käyttöä ja ohjeistaa arvioimaan työkaluun syötettäviä arvioita.

Työkaluun on pyritty keräämään kaikki tunnistetut muuttujat, joita rakentamisen - ja maankäytön suunnittelussa voi tulla eteen ja joilla vaikutetaan HaSu-maiden hapettumiseen ja tätä kautta happamuuden lisääntymiseen.

Työkalua voidaan hyödyntää monipuolisesti hankkeen eri vaiheissa aina esikartoituksesta myöhempiin suunnitteluvaiheisiin. Suunnitelmien muuttuessa hankkeen edetessä voi esimerkiksi olla tarpeen tarkistaa vaikutusten merkittävyyttä uudelleen ja tämä voidaan helposti toteuttaa työkalun avulla. Työkalu toimii myös maankäytön suunnittelun ja kaavoituksen tarkistuslistana. Kokonaismerkittävyyden lisäksi arvioituja osakokonaisuuksia voi tulkita priorisointilistana mihin kiinnittää huomiota vaikutusten merkittävyyden alentamiseksi.

Työkalun päivitys on tehty osana HaKaKo- HAppamien sulfaattimaiden KAnsallinen KOetoimintahanketta. Päivitystyöstä ovat vastanneet Rambollissa Sanna Vienonen ja Merja Autiola. Ohjeistusta työkalun päivittämiselle saatiin HaKaKo-ohjausryhmän jäseniltä Eeva Nuotio, Anna Bonde ja Esa Hirvijärvi.

2. ESIKARTOITUS JA TIETOTARPEIDEN KOKOAMINEN

HaSu-maiden haittojen minimoiminen ja haitat huomioiva rakentamisen suunnittelu käynnistyy rakennushankkeen ympäristöolosuhteiden esikartoituksella, jonka alkuvaiheessa kerätään tietoa suunnittelualueen maaperästä, mustaliuskeiden ja/tai HaSu-maiden todennäköisestä esiintymisestä, aiemmista pohjatutkimus- tai muista tutkimustiedoista, sekä kootaan ainakin alustava tieto alueen luonnonarvoista ja vesistön tilasta. Myös varsinaisen rakennushankkeen toimenpiteet, joilla mahdollisiin HaSu-maihin kajotaan, listataan. Apuna jo tässä vaiheessa voidaan käyttää esitettyä vaikutusten merkittävyyden arviointityökalua sekä GTK:n kartta-aineistoja.

2.1 Kartta-aineisto

Arvio happamien sulfaattimaiden esiintymisestä alkaa tyypillisimmin GTK:n happamien sulfaattimaiden karttapalvelun kartoitusaineiston tarkastelusta (saatavilla <https://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>). Myöhemmissä tutkimusvaiheissa tieto tarkentuu ja GTK:n esikartoituksiin soveltuva aineisto saa vahvistusta. GTK:n karttapalvelun 1:250 000 mittakaavainen karttataso on tuotettu tulkitsemalla GTK:n valuma-aluekohtaisia maastokartoituksia (kairaukset) ja maaperä- ja lentogeofysikaalisia aineistoja sekä Maanmittauslaitoksen pohjakartta- ja korkeusaineistoja. Kartan tarkkuus ei usein riitä kiinteistökohtaiseen tarkasteluun. Karttojen kuvioiden minimikoko on noin 6 hehtaaria.

Kaupungeilla voi olla myös omia tarkempia kartoitustietoja, jotka kannattaa tarkistaa kunta ja kaupunkikohtaisesti. Esimerkkinä tästä Espoon kaupungin kartta-aineistot

<https://kartat.espoo.fi/ims> , jossa ympäristö -teeman alta löytyvät kartoitetut potentiaaliset happamat sulfaattimaat.

2.2 Tieto happamista sulfaattimaista tai niiden esiintymisriskistä alueella, näytteenotto

Mikäli hankealueelta ei ole ennestään olemassa HaSu-maihin liittyvää kartoitustietoa, toteutetaan esikartoituksen yhteydessä tarvittaessa näytteenotto.

Tarkemmat tutkimukset ovat työkalun soveltamisen jälkeen tarpeen, jos rakennus- tai kaavahankkeen todetaan esikartoituksen perusteella sijoittuvan HaSu-alueelle ja rakentamistoimilla todetaan olevan vaikutuksia ympäristöön HaSu-maihin kohdistuvien toimien vuoksi. Lisätutkimuksella tarkennetaan olemassa olevaa tietoa tai hankitaan täysin uutta tietoa, jota esikartoituksessa ei vielä ollut saatavilla. Tarkempi tutkimus voi olla tarpeen myös silloin, jos esikartoituksen aikana ei tehty HaSu-maihin liittyvää näytteenottoa lainkaan ja hankkeen suunnittelu on jo edennyt yleissuunnittelua/yleiskaavoitusta pidemmälle, eikä esikartoituksen mukainen tutkimus ole riittävä tarvittavan tiedon keräämiseksi. Lisätutkimuksen suunnittelu on rakennus- tai kaavahankkeen suunnittelijan ja happamiin sulfaattimaihin perehtyneen asiantuntijan vuoropuhelua asemakaavoituksen, rakennussuunnitteluvaiheen tai tie-/ratasuunnitteluvaiheen alussa ja aikana.

2.3 Ympäristön nykyinen herkkyys happamoitumiselle

Erityisesti olosuhteet, jotka alueella vallitsevat jo ennen hanketta, ovat kiinnostavia listattavia ja lähemmin selvitettäviä asioita. Ympäristö, johon rakentamista tai maankäyttöä suunnitellaan, voi olla jo valmiiksi kuormittunut HaSu-maiden aiheuttamista ongelmista. Lajisto on jo voinut supistua tai osin sopeutua vallitseviin olosuhteisiin, jolloin hankkeen vaikutukset eivät välttämättä lisää ongelmia, pikemminkin tuovat ne esiin. Toisaalta herkkä ympäristö, jossa harvinaista lajistoa esiintyy, joka on jo osoitus lajirikkaudesta, ei kestä happamoittavaa vaikutusta kuin korkeintaan hyvin hetkellisesti ja hallitusti.

3. TYÖKALUN KÄYTTÖ

Kun esikartoituksen tulokset ovat käytössä, voidaan tehdä tarkempia tarkasteluja siitä, missä laajuudessa hankkeessa HaSu-maat tulee huomioida ja mihin suunniteltuihin toimenpiteisiin niillä on merkitystä. Esikartoitustiedon perusteella voidaan suunnittelua viedä eteenpäin ja tehdä alustavia tarkasteluja eri rakentamistoimien vaihtoehtojen välillä.

Jotta hankkeen vaikutusmuodot ja vaikutukset ympäristöön tulevat kattavasti käydyksi läpi, kirjataan tiedot hankkeesta, sen tulevista kuivatusolosuhteista, kaivettavista massamääristä, suunnitelluista rakenteista, massan laadusta ja hapontuottopotentiaalista, mahdollisesta loppusijoituspaikasta sekä ympäristön olosuhteista vaikutusten merkittävyyden arviointityökaluun.

Työkalulla arvioidaan hankealueen ympäristön ja valuma-alueen pintavesiä vastaanottavan vesistön herkkyttä sekä rakentamistoimien aiheuttamien muutosten vaikutusten suuruutta. Näin saadaan arvioitavan hankkeen vaikutusten merkittävyys happamien sulfaattimaiden kannalta selvitettyä.

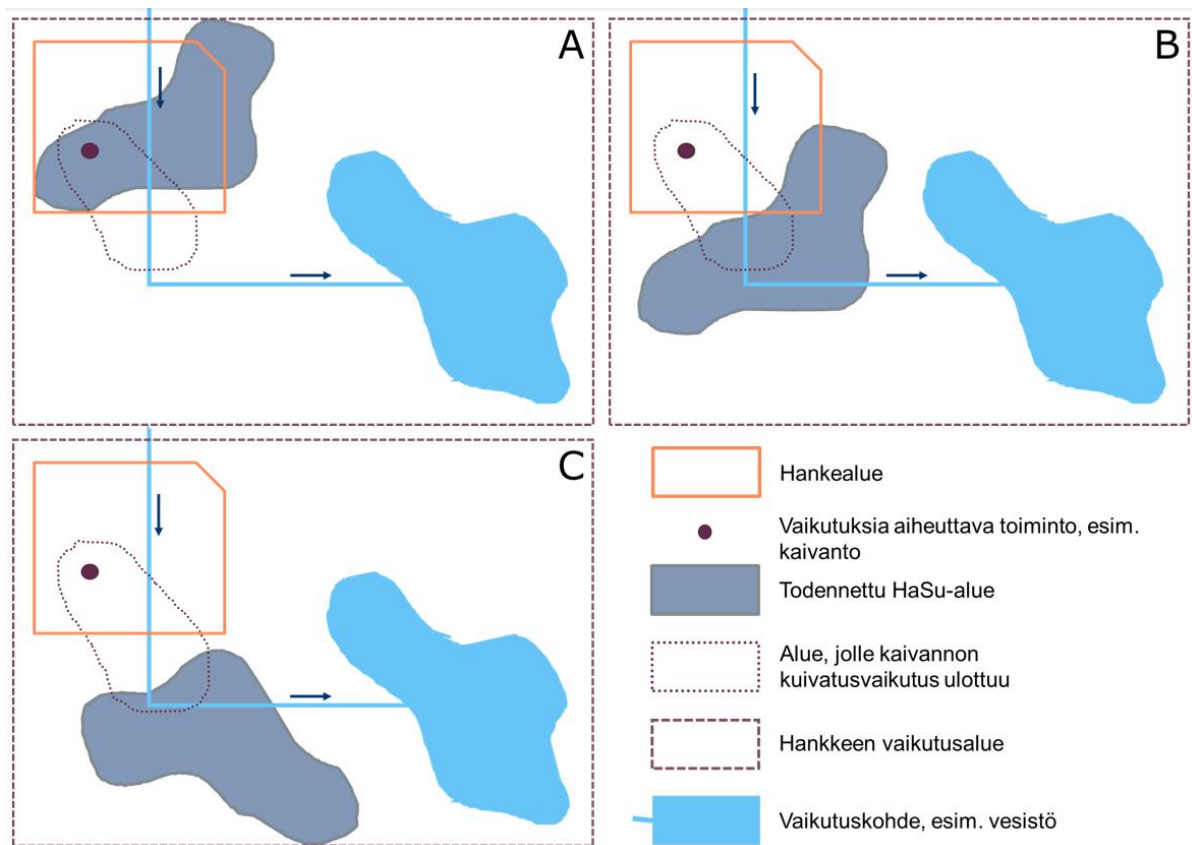
Seuraavissa luvuissa käsitellään vaikutusten merkittävyyden arviointityökalussa huomioitavat tekijät yksityiskohtaisemmin ja esitetään esimerkkejä työkalun hyödyntämisestä erityyppisissä hankkeissa.

3.1 Hankkeen vaikutusalueen laajuus

Hankealueella tarkoitetaan tyypillisesti aluetta, joka sisältää hankkeen kaikki fyysiset maanpäälliset ja maanalaiset osat. Vaikutuksella puolestaan tarkoitetaan ympäristön tilan muutoksen aiheuttamaa välitöntä tai välillistä seurausta ihmisille ja/tai luonnolle. Vaikutusalueella tarkoitetaan aluetta, jolla hankkeen arvioidaan aiheuttavan tai voivan aiheuttaa olennaisia muutoksia ympäristön tilaan. Vaikutusalueen rajausta on tyypillisesti hankkeen alkuvaiheessa laaja ja tarkentuu kun selvityksiin tai muuhun riittävään tietoon perustuvat arviot vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä on tehty.

HaSu-maiden osalta hankkeen vaikutusalue määräytyy tyypillisesti sen alueen mukaan, jolla ollaan suunnittelemassa rakentamistoimia ja jolla tiedettävästi esiintyy HaSu-maita. Vaikutusalueen laajuuden määrittämisessä on kuitenkin syytä huomioida mahdollisen kuivatustason muutoksen vaikutus laajemmalla alueella kuin pistemäisessä (esim. kaivanto) tai viivamaisessa (esim. oja) kohteessa, jossa rakentamistoimia tehdään.

Tätä havainnollistetaan seuraavassa kuvassa (Kuva 3-1). Kuvan mukaisesti kussakin tapauksessa vaikutusalueeksi määräytyy alue, jolle rakentamistoimien myötä kulkeutuu kuivatusvesiä. Koska vaihtoehdossa C HaSu-maat eivät sijoitu lainkaan hankealueelle, jää tällaisessa tapauksessa vaikutukset vastaanottavaan vesistöön huomioimatta, ellei hankkeen esikartoitusvaiheessa tarkastella aluetta laajemmin kuin vain hankealueen osalta. Mikäli esimerkkitapauksen hankealueelta ei olisikaan valumareittiä vesistöön, rajautuisi vaikutusalue todennäköisesti suppeammalle alueelle. Tämän vuoksi on aiheellista aloittaa tarkastelu laajalta alueelta ja rajata aluetta havaittujen todellisten tekijöiden perusteella. Kuvassa ei ole huomioitu mm. massanvaihtomassojen sijoituspaikan valintaa hankealueen ulkopuolella, mikä laajentaa vaikutusalueen tarkastelua jopa kahteen erilliseen vaikutusalueeseen.



Kuva 3-1. Esimerkki vaikutusalueen määräytymisestä. Tapauksessa A vaikutuksia aiheuttava toiminto sijoittuu HaSu-maalle. Tapauksessa B toiminto ei ole HaSu-maalla, mutta HaSu-materiaaleja esiintyy hankealueella ja toiminnon vaikutus ulottuu niihin. Tapauksessa C hankealueelle ei sijoitu lainkaan HaSu-materiaaleja, mutta koska toiminnon vaikutus ulottuu niihin, aiheuttaa toiminta vaikutuksia. Kaikissa tapauksissa vaikutusalueen laajuus on sama ulottuen hankealueen kuivatusvedet vastaanottavaan vesistöön.

Vaikutusten merkittävyyden arviointityökalussa:

- paikallisena vaikutusalueena voidaan pitää aluetta, jolta ei nykytilassa tai suunniteltujen rakentamistoimien myötä kulkeudu happamia valumavesiä vesistöihin tai muihin herkkiin kohteisiin tai lähtökohtaisesti alle neliökilometrin laajuinen alue (esim. alikulun pohjaveden pumppaustarve tai kiinteistön laajuinen pohjaveden alentamistarve).
- keskiuurena vaikutusalueena voidaan tyypillisesti pitää aluetta, jolla on yksi tai useampi vesistö, johon vaikutuksia voi kohdistua. Keskiuuren vaikutusalueen voisi aiheuttaa esimerkiksi asemakaava-alue, jolla esiintyy HaSu-maita osassa kaava-alueen useampien kiinteistöjen laajuudelta.
- laajasta, alueellisesta vaikutusalueesta puhutaan silloin, kun hankkeen vaikutukset ulottuvat laajalle alueelle, mahdollisesti useisiin vesistöihin tai esimerkiksi usean kunnan/kaupungin alueelle; lähtökohtaisesti useiden km² laajuiselle alueelle (esim. valtatie kuivatusolosuhteiden muutos useiden kilometrien tai neliökilometrien alueella).

Vaikutusalueen laajuuden määrittämisessä on syytä hyödyntää asiantuntijanäkemyksiä, kun tarkastellaan alueen virtausolosuhteita ja HaSu-maiden esiintymispotentiaalia. Virtausolosuhteita voi päätellä ojastojen ja järvien sijaintien mukaan; ojat, purot ja muut uomat johtavat yleensä järviin ja järvistä vesi purkautuu edelleen eteenpäin oja, puroja, jokia tms. uomia pitkin. Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunasta (<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/> > Hydrografia >

Valuma-alueet & Pintavesien virtausmalli valuma-alueet kolmas jakovaihe & Pintavesien virtausmalli yläpuolinen valuma-alue ha) voi tarkastella tietyllä tarkkuudella pintavesien valuma-alueita ja virtaussuuntia.

3.2 Rakentamistoimien kesto

Happamoitumiseen kuluva aika ja vaikutusten ilmeneminen suhteessa aikaan on huonosti tunnettu, mutta erittäin tärkeä ja huomioon otettava seikka rakentamistoimien vaikutusten merkittävyyttä arvioitaessa. Luonnontilassa tuhansia vuosia maassa säilynyt rikkivarasto pienenee nopeasti, kun maata kuivatetaan. Rikkivaraston pienentymisnopeuteen vaikuttavat muun muassa kuivatuksen tehokkuus sekä maa-aineksen laatu ja raekoko. Ajan myötä ongelmien painopistealueet muuttuvat vanhempien happamien sulfaattimaiden menettäessä happamuuspotentiaalinsa ja uusien maiden joutuessa kuivatuksen kohteiksi (esim. Palko ja Myllymaa, 1987). (Sutela ym., 2012)

Hapettumisnopeuteen vaikuttaa merkittävästi rikkipitoisuus, jonka kasvaessa myös maa-aineksen hapettumisnopeus näyttäisi uusimpien tutkimusten valossa kasvavan. Lisäksi happamien sulfaattimaiden kemialliset reaktiot ovat osittain myös mikrobiologisia, jolloin reaktionopeuteen vaikuttavat maaperän happi-, kosteus- ja lämpöolosuhteet. (Ilonen, 2021)

HaSu-maiden aiheuttamat vaikutukset ajoittuvat rakentamisen aikaiseen, toiminnan aikaiseen ja toiminnan päättymisen jälkeiseen aikaan. Vaikutuksia on hyvä arvioida hankkeen koko elinkaaren ajalta. Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa vaikutusten suuruus on siis tarpeen käydä läpi jopa neljästä eri näkökulmasta käsin luoden työkaluun omia välilehtiä eri tarkastelutasoille:

- Vaihe 0: Ennen rakentamista, nykytila
- Vaihe 1: Rakentamisen aika
- Vaihe 2: Toiminnan aika
- Vaihe 3: Toiminnan päättymisen jälkeen

Kun vaikutuksia on arvioitu hankkeen elinkaaren ajalta, nähdään myös ne seikat, joihin ensi sijassa on etsittävä vaikutuksia vähentäviä keinoja ja miten vaikutuksia on voitu mahdollisesti vähentää.

Kokemusperäisesti tiedetään, että karkeimmissa materiaaleissa reaktiot tapahtuvat ja happamoitusvaikutus tulee esille nopeasti, mutta koska reagoiva rikki ehtyy ajan myötä, ei vaikutus ole niin pitkäaikainen kuin vastaavasti hienoainespitoisemmassa maalajissa, jossa rikkipitoisuus on suurempi. Näin ollen hienorakeisemmassa massassa on enemmän aikaa rakentamistoimille, ennen kuin hapettuminen ehtii edetä koko massaansa, vaikka rikkipitoisuus ja tätä kautta hapontuottopotentiaali olisi suurempi kuin karkeammassa materiaalissa.

Viimeaikaisten tutkimusten (esim. Ilonen, 2021) perusteella inkuboinnin pH-seuranta antaa tietoa maa-aineksen happamoitumisen etenemiseen kuluneesta ajasta riittävän kosteissa olosuhteissa koskien happaman sulfaattimaan pintakerrosta, mutta menetelmällä ei saada tietoa hapettumisen etenemisestä syvyysuunnassa. Maastossa olosuhteet ovat hyvin erilaiset verrattuna laboratorioon esimerkiksi sääolosuhteiden, ilmankosteuden, sateiden ja pintavalunnan vaikutuksesta, jolloin happamoituminen saattaa luontaisesti olla hyvin vaihtelevaa verrattuna laboratorio-olosuhteisiin. Lisätutkimuksia tarvittaisiin edelleen siitä, kuinka nopeasti kuivunut maa-aines happamoituu ja vaikuttaa valumavesiin, kun olosuhteet muuttuvat kosteammiksi.

Läjitetyn potentiaalisen happaman sulfaattimaan hapettumista tulisi tutkia myös erilaisissa olosuhteissa esimerkiksi eri vuodenaikoina ja vaihtelevilla maalajeilla, jolloin saataisiin määriteltyä esimerkiksi ääriolosuhteita hapettumisnopeuden ja happamoitumisen näkökulmista (Ilonen, 2021).

Koska rakentamistoimet ovat aikajanalla enemmän pistemäisiä kuin jatkuvia toimia, tulee aika pilkkoa ainakin kahteen eri luokkaan:

- Rakentamisen aika, vaikutukset kestävät vain rakentamisen ajan
 - yksittäinen rakentamisurakka, jolla on selkeä alku- ja päätepiste
 - kaava-alueen rakentuminen kaavaa vastaavaksi, jossa usean rakentamishankkeen summana rakentamisaika voi olla hyvinkin pitkä
- Pysyvästi vaikuttavat rakentamistoimet, vaikutukset kestävät, kunnes rikki on ehtynyt
 - pysyvä pohjaveden pinnan/hapettumissyvyyden aleneminen
 - massanvaihtomassojen sijoittaminen vedenpinnan yläpuolelle

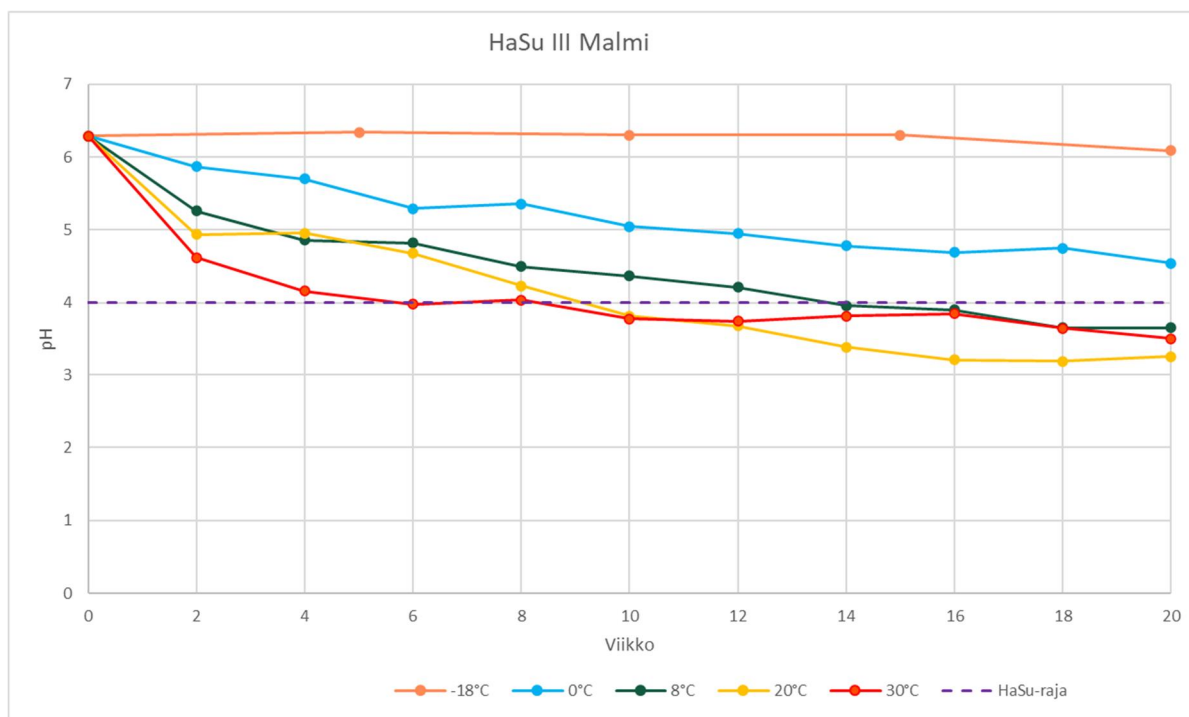
Samassa hankkeessa voi siis esiintyä osa-alueita, joilla vaikutukset ovat kestoaltaan lyhytaikaisia, kohtalaisen pitkiä ja pysyviä. Tämän vuoksi vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa rakentamistoimien kesto arvioitaessa on huomioitava aiemmin kuvattu koko hankkeen elinkaari, jotta vaikutusten ajallinen ulottuvuus huomioidaan oikein. Myös samalle alueelle sijoittuvien eri kestoisten ja tyyppisten hankkeiden yhteisvaikutuksia tulee pohtia vaikutusten merkittävyyttä arvioitaessa. Luontevinta yhteisvaikutusten pohdinta on maankäytön suunnittelun yhteydessä, yleis- ja asemakaavoituksessa, mutta sitä on syytä tarkastella myös myöhemmissä vaiheissa etenkin, jos HaSu-maiden olemassaolo on jäänyt kaavoitusvaiheessa huomioimatta.

3.2.1 Rakentamisajankohta

Rakennushankkeen ajoittaminen mahdollisuuksien mukaan viileälle ajanjaksolle on viimeaikaisten tutkimusten mukaan tehokas keino ehkäistä happamien valumavesien syntyä. Kaivuutoimet on paras sijoittaa talvisaikaan, jos se vain muutoin on rakennushankkeelle soveltuvaa. Kesäkautena vaikutukset ovat odotettavasti suurimmat riippuen hallintatoimista.

Ilosen selvityksessä (Ilonen 2023) laboratorio-olosuhteissa eri lämpötiloissa suoritetuissa happaman sulfaattimaan inkuboinneissa hapontuotto havaittiin varsin vähäiseksi pakkasolosuhteissa (-18°C). Lämpötiloissa 0°C ja +8°C inkuboinnin seurauksena havaittu happaman sulfaattimaan pH:n alenema oli selvästi pienempi kaikissa tutkituissa näytteissä verrattuna +20 ja +30°C lämpötiloissa suoritetuissa inkuboinneissa. Viileissä olosuhteissa neljän viikon inkubointi aiheutti 1-1,5 pH-yksikön aleneman. Alenema oli sitä suurempi, mitä korkeampi materiaalin rikkipitoisuus oli. Esimerkki inkuboinnin aikana havaituista pH-muutoksista on esitetty kuvassa 3-2.

Inkuboinnissa testattava materiaali altistetaan kauttaaltaan ilmakehän hapelle. Luonnossa hapettuminen on tehokkainta käsiteltävän massan ja maaperän pintaosassa.



Kuva 3-2. HaSu III pH-arvot eri lämpötiloissa. Lähde Ilonen E. 2023.

3.3 Vastaanottavan vesistön herkkyys vaikutuksille

Rakennushankkeen vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa on syytä huomioida erityisesti alueen pinta- ja pohjavesiolosuhteet. Alueella luontaisesti vallitsevat pohja- ja pintavesien virtaussuunnat ja laatu ovat merkittäviä vaikutuskohteen herkkyuden määrittämisessä. Virtaussuuntien ja vesimäärien (erityisesti pinta- ja suoto- /hulevedet) ohella mahdolliset suojelliset arvot vaikutusalueella, vastaanottavan vesimuodostuman ekologinen ja kemiallinen tilaluokitus, sekä vesialueen virkistysarvo tulee huomioida. Myös vastaanottavan vesimuodostuman valuma-alueen kokoa ja herkkyyttä suhteessa muokattavan alueen kokoon on syytä tarkastella.

Esimerkiksi suurialaisella hankkeella voi olla pieneen luonnontilaiseen puroon suuri vaikutus, kun taas pienialainen hanke ei välttämättä juuri vaikuta suuren joen vedenlaatuun ja sitä myöten ekologiseen tai kemialliseen tilaan. Ekologisen ja kemiallisen tilan tarkastelussa tulisi aina huomioida se lähtökohta, että vesistön tilaa ei saa koskaan heikentää, ja hyvää huonommassa tilassa olevan vesimuodostuman tilaa tulee pyrkiä parantamaan eli hanke ei saisi estää vesimuodostuman hyvän tilan saavuttamista. Vesimuodostumia ja niiden ekologisen ja kemiallisen tilan luokittelua voi tarkastella Vesikartta-karttapalvelussa (<http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta>). Pintavesien luokittelusta ja vesistöjen ekologisesta ja kemiallisesta tilaluokittelusta löytyy tietoa vesi.fi- sivulta www.vesi.fi/vesitieto/pintavesien-luokittelun-periaatteet/ sekä Hertta-palvelusta https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat

Seuraavissa taulukoissa (Taulukko 3-1 ja Taulukko 3-2) on esitetty esimerkkejä vastaanottavan vesistön ja muun vaikutusalueen herkkyuden määrittämisestä eri tyyppisissä YVA-hankkeissa. Esimerkkitapauksissa kyseessä on ympäristövaikutusten arviointia (YVA-laki 252/2017) edellyttävät hankkeet, joissa vaikutusten

muodostuminen on erityyppistä. Tämän vuoksi esitettyjä kriteeristöjä tulee tarkastella vain esimerkkinä herkkyiden mahdollisista kriteereistä. Yksinään tilaluokituksen perusteella vesistön herkkyttä ei voida määrittää, vaan herkkyys määritetään tapauskohtaisesti arvioiden vesistön tilan heikkenemisriskiä kokonaisuutena huomioiden esimerkiksi vesistön puskurikyky. Alhaisen herkkyiden kohteeksi ei voida määritellä automaattisesti esimerkiksi tyydyttävässä tilassa olevaa vesimuodostumaa, jonka kasvillisuus voi olla jo tottunut happamiin valumavesiin. On myös muistettava, että minkään vesistön tilaa ei saa heikentää.

Taulukko 3-1. Esimerkkejä käytetyistä herkkyiden kriteereistä toteutetuista YVA-hankkeista. Mukailten Tampereen vesi (2011).

Kohteen herkkyys		
Alhainen	Kohtalainen	Suuri
Ei luonnonsuojelukohteita vaikutusalueella	Vaikutusalueella selvää potentiaalia/olemassa olevia suunnitelmia luonnonsuojelun toteuttamiseksi	Vaikutusalueella on Natura 2000- tai muu suojelualue
Valuma-alueen koko > 2 000 km ²	Valuma-alueen koko 200–2 000 km ²	Valuma-alueen koko <200 km ²
Vastaanottavan vesistön veden viipymä lyhyt <5 kk	Vastaanottavan vesistön veden viipymä keskimääräinen 5–18 kk	Vastaanottavan vesistön veden viipymä pitkä >18 kk
Tavanomainen, ympäristömuutoksille ei-herkkä lajisto	Harvinaisia lajeja esiintyy, mutta ne eivät ole ympäristön muutoksille herkkiä	Ympäristön muutoksille herkkiä, harvinaisia tai uhanalaisia lajeja esiintyy

Taulukko 3-2. Esimerkki herkkyiden kriteeristöstä Vaasan satamatien YVA-hankkeessa. Hankealueella tavattiin happamia sulfaattimaita laajalti, minkä vuoksi ne huomioitiin vaikutusten arvioinnissa. Mukailten Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, 2016.

Vaikutuskohteen herkkyys	Herkkyiden mahdollisia kriteerejä
Vähäinen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ei vedenottoa vaikutusalueella. ▪ Vaikutusalueella ei esiinny kalojen lisääntymis- tai poikasalueita. ▪ Alueella ei ole tulvavaaraa. ▪ Happamien sulfaattimaiden osuus hankealueesta on vähäinen
Kohtalainen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alueella on vedenottoa raakavedeksi. ▪ Vaikutusalueella esiintyy kalojen lisääntymis- tai poikasalueita, mutta lisääntymismenestys on korkeintaan tyydyttävä. ▪ Alue on todettu tulvaherkäksi tai alueella on tulvavaara. ▪ Happamien sulfaattimaiden osuus hankealueesta on kohtalainen
Suuri	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vedenotto talousvedeksi tai merkittävä raakavedenlähde. ▪ Vaikutusalueella esiintyy tärkeitä kalojen lisääntymis- tai poikasalueita, joiden lisääntymismenestys on hyvällä tasolla. ▪ Alueella on todettu tulvariskiä tai se kuuluu valtakunnallisesti merkittäviin tulvariskialueisiin. ▪ Happamien sulfaattimaiden osuus hankealueesta on suuri tai erittäin suuri.

Kunnissa voi olla myös tehtynä valmiiksi herkkien vesistöjen määrittelyä. Tällainen on tehty mm. Pääkaupunkiseudun työmaavesiohjeen laadinnan yhteydessä: [Pääkaupunkiseudun työmaavesiohje \(hsy.fi\)](https://www.hsy.fi).

Ohjeen laatimisen yhteydessä pääkaupunkiseudun kaupungit valmistelivat käytettävissä olevan aineiston perusteella erillisen karttatason kunkin kaupungin avoimeen karttapalveluun. Esimerkkinä tästä Espoon karttapalvelun <https://kartat.espoo.fi/ims>) "Herkät vesikohteet". Karttatason tarkoituksena on helpottaa suunnittelijoita ja urakoitsijoita tunnistamaan kohteet, joiden työmaavesien hallinnassa tulee noudattaa erityistä varovaisuutta. Näin herkimät vesiluontokohteet pyritään suojaamaan ympäristövahingoilta ja nuhraantumiselta. Herkät vesikohteet -karttataso kattaa mm. erittäin uhanalaisen meritaimenen tiedossa olevat esiintymisalueet. Espoon ja pääkaupunkiseudun ohjeessa on mm. määritetty pH:n ohjearvo 6-9.

3.3.1 Vesistön koko

Vastaanottavan vesistön koolla on suuri rooli vesistön herkkyyden ja vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa. Pieni vesistö, kuten oja, puro tai lampi on huomattavasti herkempi HaSu-maiden hapettumisen aiheuttamalle happamoitumiselle ja metallikuormitukselle, kuin isompi järvi, joki tai meri.

Esimerkkinä herkkyydeltään:

- pieneksi voidaan katsoa valuma-alueeltaan >1000 km² suuret ja erittäin suuret jokityypit tai meri
- kohtalaiseksi 100 - 1000 km² keskisuuret jokityypit tai järvet
- suureksi <100 km² pienet joet tai jokea pienemmät virtavedet kuten purot ja norot sekä lammet.

Vastaanottavan vesistön kokoarviossa on syytä huomioida jossain määrin myös sen valuma-alueen koko. Mikäli pienikokoinen järvi vastaanottaa valumavesiä hyvin suurelta alueelta, on rajatulta alueelta peräisin oleva hapan valunta todennäköisesti vähemmän merkittävä verrattaessa järveen, jonka vesistä valtaosa on peräisin rakennustoimien kohteena olevalta rajatummalta alueelta ja tällä valuma-alueella tapahtuu happamuusvaihteluita. Järvityyppi voi myös vaikuttaa; esim. hyvin lyhytviipymäisiin järviin happamalla valunnalla on todennäköisesti vain vähäisiä tai ei lainkaan vaikutuksia.

Karkeasti voidaan todeta, että suuren painoarvon saavat vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa pienialaiset purot, lammet, luonnontilaiset ojat ja norot, joissa vesimassa on vähäinen ja virtaama suhteellisen vähäinen. Pieni painoarvo taas vesistön koon osalta annetaan vastaanottavan vesistön ollessa merialue, jossa vesimassa on suuri. Toki tässäkin on huomioitava kohdealue; myös meri voi olla herkkä, jos vedet johtuvat esim. suojaisaan merenlahteen, jonka vedenvaihto on rajoittunut.

Suuressa hankkeessa vastaanottavia vesistöjä ja valuma-alueita voi olla useita, jolloin tarkastelua tulisi tehdä paitsi kokonaisuuden näkökulmasta, myös vesistökohtaisesti huomioiden herkin vaikutuskohde. *Vaikutusten merkittävyys on kokonaiskuvassa syytä määrittää herkimmän vaikutuskohteen perusteella.*

Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunasta (<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>> Hydrografia > Valuma-alueet & Pintavesien virtausmalli valuma-alueet kolmas jakovaihe & Pintavesien virtausmalli yläpuolinen valuma-alue ha) voi tarkastella tietyllä tarkkuudella pintavesien valuma-alueita ja virtaussuuntia.

3.3.2 Vesistön puskurikyky

Veden alkaliteetti eli puskurikyky mittaa veden kykyä vastustaa pH-tason muutosta siihen happoa lisättäessä (Oravainen, 1999). Vesien happamoituminen näkyy ensin alkaliteetin laskuna ja sen jälkeen pH-tason laskuna. Kun alkaliteetin arvo on yli 0,2 millimoolia litraa kohti, puskurikyky voidaan meidän heikosti puskuroiduissa vesissämme luokitella erinomaiseksi.

Vähäjärvisissä joissamme puskurikyky heikkenee voimakkaasti tulvan aikana. Ilmiön syynä ovat lumensulamis- ja sadevedet. Jokien ja järvien puskurikykyyn vaikuttaa valuma-alueen laatu, jolloin herkimpiä happamoitumiselle ovat vähäravinteiset ja kirkasvetiset järvet ja lammet. Valuma-alueen peltovaltaisuus vähentää happamoitumista, koska peltoja kalkitaan ja lannoitetaan (Oravainen, 1999).

Valuma-alueen maankäyttöä voi tarkastella esim. Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunasta (<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>> Hydrografia > Valuma-alueet & Pintavesien virtausmalli valuma-alueet kolmas jakovaihe & Pintavesien virtausmalli yläpuolinen valuma-alue ha).

Mikäli tarkastelun kohteena olevasta vesistöstä ei ole olemassa ajantasaista tietoa alkaliteetista, voidaan näytteitä ottaa hyvinkin kustannustehokkaasti. Näyte kannattaisi ottaa syyskierron aikana, jolloin vesi on tasalaatuista. Loppukevällä sulamisvesien jo vaikuttaessa näytettä ei kannata ottaa (Oravainen, 1999). Mikäli näytteenotto on tarpeen, on kannattavaa pohtia, tarvittaisiinko samasta vesistöstä myös muuta aineistoa vaikutusten merkittävyyden arvioinnin tueksi. Tällaista tietoa voi olla esimerkiksi metallipitoisuudet ja pH-taso mahdollisen aiemman kuormituksen selvittämiseksi. On huomioitava, että pelkkä pH-tasojen tarkastelu ei anna vesistön happamoitumisesta luotettavaa kuvaa.

Taulukko 3-3. Vesistön puskurikyky alkaliteetin mukaan. Mukailten Oravainen, 1999.

Puskurikyky	Alkaliteetti (mmol/l)	Alttius happamoitumiselle	Puskurikyvyn vaikutus merkittävyyden arvioinnissa
Erinomainen	>0,2	Vähäinen	Pieni
Hyvä	0,1–0,2	Kohtalainen	Pieni
Tyydyttävä	0,05–0,1	Suuri	Keskisuuri
Välttävä	0,01–0,05	Erittäin suuri	Suuri
Huono	< 0,01	Erittäin suuri	Suuri

3.3.3 Vesistön herkkyys ekologisen ja kemiallisen tilaluokituksen heikkenemiselle

Hanke- ja vaikutusalueen olosuhteita tulee aina tarkastella tapauskohtaisesti ympäristön herkkyyden määrittämiseksi. Vastaanottavan vesistön herkkyyden määrittämisessä huomioidaan kaikki aiemmin esitellyt tekijät, kuten vesistön koko, puskurikyky ja vesistön kasvillisuus ja eliöstö, sekä mahdolliset suojelulliset arvot. Lisäksi luokiteltujen vesimuodostumien osalta huomioidaan herkkyys ekologisen ja/tai kemiallisen tilaluokituksen heikkenemiselle.

Happamien sulfaattimaiden ollessa kyseessä, vaikutukset kohdistuvat tyypillisimmin nimenomaan pintavesiin, minkä vuoksi on oleellista pohtia paitsi vaikutuskohteen herkkyyttä muutoksille, myös syntyvän happaman valunnan ja metallikuormituksen kulkeutumiseen ja laimenemiseen liittyviä tekijöitä. Myös mahdollisia poikkeusolosuhteita esim. ilmastonmuutoksen äärevöittämiä sääolosuhteiden lisääntyessä (kuivuus, rankkasateet, tulvat) on syytä pohtia, sillä niillä on vaikutusta veden virtaukseen, määrään ja laimenemiseen. Vesistö- ja merialueilla tulva-alueiden laajuutta voi tarkastella Tulvakeskuksen Tulvakarttapalvelusta <https://paikkatieto.ymparisto.fi/tulvakartat>.

Vesimuodostumia ja niiden ekologisen ja kemiallisen tilan luokittelua voi tarkastella Vesikartta-karttapalvelussa (<http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta>). Pintavesien luokittelusta ja vesistöjen ekologisesta ja kemiallisesta tilaluokittelusta löytyy lisää tietoa www.vesi.fi/vesitieto/pintavesien-luokittelun-periaatteet/. Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunasta (<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>) > Hydrografia > Pohjaeläinlajiston ennustettu muuttuneisuus voi tarkastella PUROHELMi-hankkeessa tuotettuja paikkatietopohjaisia mallinnusarvioita pienten virtavesien habitaatin ja pohjaeläinlajiston luonnontilan muuttuneisuudesta sekä valuma-alueen maankäyttöä (montako prosenttia valuma-alueesta on maatalousaluetta, rakennettua aluetta, ojitettua turvemaata tai puuston hakkuualuetta).

Kun tilaluokitusta arvioidaan osana tarkastelua, tulee huomioida, ettei tilaluokka määritä herkkyyttä. Lähtökohtaisesti tilaluokkaa ei saa huonontaa. Tilaluokituksiin pohjautuvassa herkkyyden arvioinnissa on huomioitava, että vesienhoidossa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin niitä vesiä, jotka on nimetty vesimuodostumiksi. Kaikkia pienempiä vesiä ei ole määritelty vesimuodostumiksi eivätkä ne siten kuulu luokittelun piiriin (Aroviita ym., 2019). Näistä vesistä ei välttämättä ole olemassa ajankohtaista tietoa vesistön tilasta ja herkkyydestä muutoksille. Näissä tapauksissa on syytä toteuttaa ainakin suppea näytteenotto ja maastokatselmus alueelle, jotta vaikutusten merkittävyyden arviointi voidaan tehdä luotettavasti.

Ekologisen ja kemiallisen tilan luokittelun periaatteet

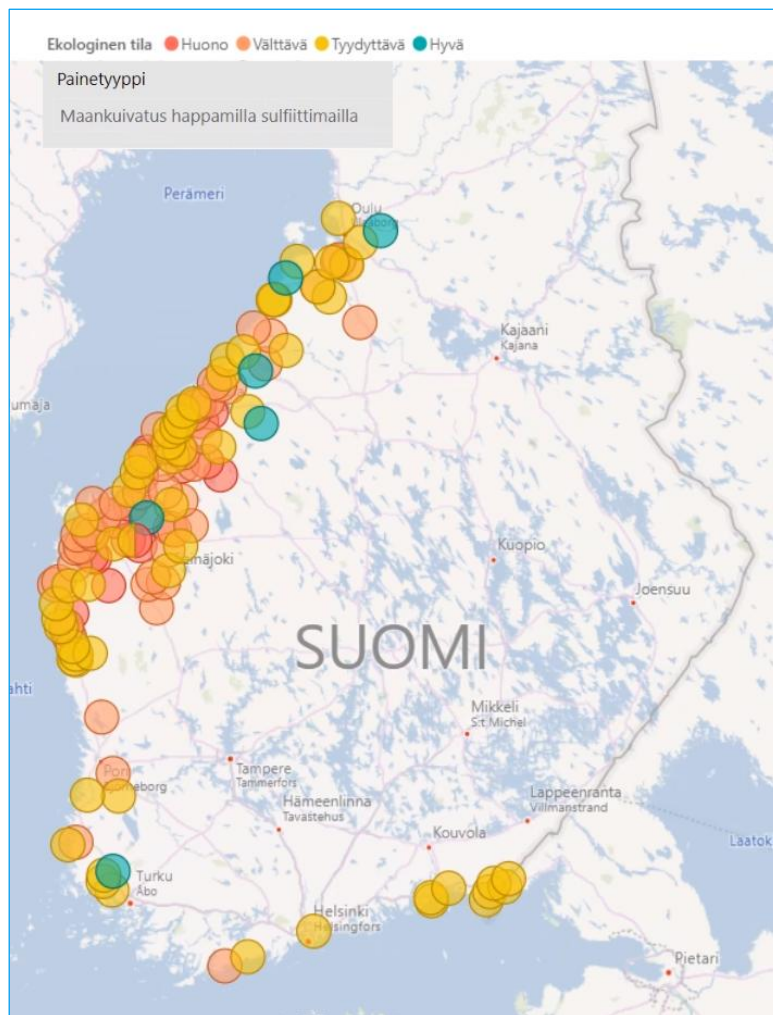
Vesien tilaa arvioidaan ja luokitellaan ihmisten toiminnan aiheuttaman muutoksen perusteella. Pintavesimuodostumien tila perustuu ekologiseen ja kemialliseen tilaan sen mukaan kumpi niistä on huonompi (Aroviita ym., 2019). Ekologisen tilan viisiportaisessa luokittelussa tarkastelun kohteena ovat ensisijaisesti biologiset laatutekijät. Luokiteltavan vesimuodostuman tilaa verrataan olosuhteisiin, joissa ihmistoiminta ei ole aiheuttanut havaittua vaikutusta eliöstössä. Mitä vähäisempi ihmisen vaikutus on, sitä parempi on vesistön ekologinen laatu. Lisäksi arvioinnissa otetaan huomioon myös veden laatutekijät (mm. pH-taso, metallipitoisuudet, ravinteet) ja hydromorfologiset tekijät (mm. keskimääräinen talvialenema, vaellusesteet). Näin ollen kohteen ja vaikutusalueen herkkyyden arvioinnissa painoarvoa on erityisesti luonnontilaisilla vesistöillä, joihin ei voida lainsäädännön puitteissa kohdistaa hapanta valuntaa käytännössä lainkaan vaarantamatta vesimuodostuman tilaluokitusta (Suomen ympäristökeskus, 2021).

Karkeasti voidaan todeta, että mitä luonnontilaisempi tai luonnontilaisen kaltainen vesistö on, sitä herkempi se on myös happamoitumisesta ja metallikuormituksesta aiheutuville vaikutuksille. Ekologisen ja kemiallisen tilan tarkastelussa tulisi aina kuitenkin huomioida se lähtökohta, että vesistön tilaa ei saa heikentää ja hyvää huonomassa tilassa olevan vesistön tilaa tulisi pyrkiä parantamaan.

Pintavesien kemiallinen tila luokitellaan sellaisten EU:ssa tunnistettujen vaarallisten ja haitallisten prioriteettiaineiden perusteella, joille on asetettu laatu normit (pitoisuudet) ja jotka määritellään Suomessa vaarallisten aineiden asetuksessa (direktiivi 2013/39/EU ja valtioneuvoston asetus Vna 2006/1022). Kemiallinen tila on huono, jos yksikin prioriteettiaine ylittää laatu normin salliman pitoisuuden. Vuonna 2020 valmistuneen luokittelun mukaan hyvää kemiallista tilaa ei saavutettu yhdessäkään Suomen luokitellussa vesimuodostumassa (Suomen ympäristökeskus, 2021), koska PBDE-palontorjunta-aineen osalta laatu normi tiukentui. Nikkelin (Ni) ja kadmiumin (Cd) osalta ympäristölaatu normi ylittyi 0,6 % vesistöistä. Näiden metallien osalta pääasiallinen kuormituksen lähde ovat happamat sulfaattimaat ja niillä tapahtuva maanmuokkaus ja kuivatus.

Myös pohjaveden kemiallista ja määrällistä tilaa seurataan EU-direktiivien ja kansallisen lainsäädännön mukaisesti, ja tilan tulisi olla hyvällä tasolla. Kokonaistila määräytyy aina huonomman mukaan. Pohjavesien tilaluokittelu perustuu vesienhoitoasetuksessa annettuihin pohjaveden ympäristölaatu normeihin sekä arvioihin todettujen pitoisuuksien vaikutuksista ympäristöön ja vedenhankintaan. Pohjaveden kemiallisen tilan katsotaan olevan hyvä, jos esimerkiksi tiettyjen vaarallisten aineiden määrät eivät ylitä EU-maiden asettamia raja-arvoja, jotka on määritetty ainakin seuraaville aineille ja ominaisuuksille: arseeni, kadmium, lyijy, elohopea, ammonium, kloridi, sulfaatti, nitriitit, fosfori (kokonaismäärä) / fosfaatit, trikloorietyleeni ja tetrakloorietyleeni sekä sähkönjohtavuus (veden sähkönjohtavuus kuvastaa siihen liuenneiden mineraalien pitoisuuksien määrää).

Vesienhoitosuunnitelmien päivityksen yhteydessä on tehty arvio suunniteltujen toimenpiteiden toteutumisesta ja vaikutuksista. Osana ihmistoiminnan vaikutusten arviointia on tunnistettu merkittävät pintavesimuodostumien tilaa heikentävät tekijät eli paineet. Yhtenä painetyyppinä arvioinnissa on *maankuivatus happamalla sulfaattimailla*. Ote VEMU III Vesimuodostumat-aineistosta on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 3-3., Tiedonanto, Anssi Teppo, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, 2.12.2021.). Kuvasta on nähtävissä, että HaSu-maiden kuivatuksella ja siitä johtuvalla happamalla valunnalla on heikentävä vaikutus suureen osaan Suomen rannikkoalueen vesimuodostumista. Esimerkiksi Oulujoki-Iijoki vesienhoitoalueella happamien sulfaattimaiden kuivatuksen on arvioitu olevan merkittävä paine 24 pintavesimuodostumassa (Pohjois-Pohjanmaan -, Kainuun ja Lapin ELY-keskus, 2021).



Kuva 3-3. Ote VEMU III Vesimuodostumat – aineistosta, jossa vesistöihin kohdistuvaksi painetyypiksi on valittu maankuivatus happamilla sulfaattimailla. Aineistossa on nähtävillä ne vesimuodostumat, joiden tilaluokitukseen happamilla sulfaattimailla tapahtuvalla kuivatuksella on vaikutusta. Värikoodein on esitetty voimassa oleva ekologinen tilaluokka. Tiedonanto, Anssi Teppo, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, 2.12.2021.

3.3.4 Kasvillisuus ja eliöstö

Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa tulee huomioida vaikutusalueen ja erityisesti hapanta valuntaa ja mahdollista metallikuormitusta vastaanottavan vesistön nykytilassa esiintyvään kasvillisuuteen ja eliöstöön liittyvät tekijät. Tavanomaiseksi luokiteltava, ympäristön muutoksia sietävä lajisto on vähemmän herkkä muutoksille. Mikäli alueella esiintyy ympäristön muutoksille herkkiä, harvinaisia tai uhanalaisia lajeja, saa vaikutusten merkittävyys silloin tältä osin suuren painoarvon. Myös mahdolliset suojelliset ja virkistyselliset arvot vaikutusalueella on syytä tarkistaa ja tarvittaessa huomioida jo maankäytön suunnittelussa ja esikartoituksessa. Jos kasvillisuus- tai eliöstökartoituksia ei kohdealueen vesistöistä ole tehty, on syytä harkita kartoituksen tarpeellisuutta. Jos tietoa ei ole, sen voi valita työkalussa, jolloin tämän suhteen vaikutusarvio on neutraali.

Vesimuodostumia ja niiden ekologisen ja kemiallisen tilan luokittelua voi tarkastella Vesikartta-karttapalvelussa (<http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta>). Luokittelussa on huomioitu myös

kasvillisuus ja eliöstö. Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunasta (<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>> Hydrografia > Pohjaeläinlajiston ennustettu muuttuneisuus) voi tarkastella PUROHELMI-hankkeessa tuotettuja paikkatietopohjaisia mallinnusarvioita pienten virtavesien habitaatin ja pohjaeläinlajiston luonnontilan muuttuneisuudesta.

3.4 Rakentamistoimien aiheuttamien muutosten suuruus

3.4.1 Kuivatukseen liittyvät tekijät

HaSu-mailla suoritettavissa rakennustoimissa muutokset kuivatustasoon ovat oleellisimpia happaman valunnan muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä. Pohjavesipinnan (tai hapettumissyvyyden) alapuolella esiintyvät HaSu-materiaalit säilyvät stabiileina ja muuttumattomina, kun kuivatussyvyyttä ei keinotekoisesti muuteta. Usein rakennushankkeissa jonkin asteinen kuivatus on kuitenkin tarpeen, minkä vuoksi se täytyy huomioida hankkeen vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa.

Kuivatussyvyyden muutos

Kuivatussyvyyden muutoksen arvioinnissa on tarpeen olla alustavaa tietoa hankealueen luontaisesta pohjavedenpinnan tasosta sekä sen vaihtelusta ja erityisesti hapettumissyvyydestä, mikäli kuivatustoimet sijoittuvat HaSu-mailla. Pohjaveden pinnantasosta voi löytyä tietoa alueella tehtyjen pohjatutkimusten yhteydessä ja avoimesta ympäristötietojärjestelmästä (Hertta-palvelu www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat), josta voi tarkastella löytykö alueen läheltä pohjaveden havaintoputkia. On kuitenkin syytä huomioida, että tieto pinnantasosta voi olla vain tietyltä vuodenajalta tai kymmenien vuosien takaa, jolloin alueella tämän jälkeen tehdyt maanrakennus/kuivatustoimet, sateisuuden muutokset jne. ovat voineet vaikuttaa pohjaveden pinnantasoon. Pinta vaihtelee luonnollisesti myös vuodenaikojen mukaan; luotettavin pinnankorkeustieto on eri vuodenaikoina ja useiden vuosien ajalta otettujen mittausten trendi, joka kertoo luontaisesta vaihteluvälistä eli pohjavedenpinnan alimmat ja korkeimmat tasot. Jos pohjaveden pinnantasoa on rakennustoimien johdosta tarpeen seurata muutoinkin, voi olla tarpeen asentaa pohjavesiputki, jolloin saadaan ajantasaista tietoa.

Mikäli hankkeen toteuttamisen myötä kuivatustaso laskee merkittävästi nykytilasta alueella, jolla esikartoituksen perusteella esiintyy HaSu-maita, tulee asia huomioida keskisuurella tai suurella painoarvolla.

- Suuri painoarvo asialla on silloin, jos pohjavesipinnan taso on tarpeen laskea merkittävästi luontaisen vaihteluvälin alinta tasoa matalammalle (> 1 m luontaisen alimman tason alapuolella).
- Pienen painoarvon asia saa silloin, jos kuivatustaso ja hapettumissyvyys eivät selkeästi muutu tai mikäli muutos on luontaisen vaihtelutason piirissä.

Kuivatusalueen laajuus

Kuivatusalueen laajuuden arvioinnissa huomioidaan paitsi toteutettavan kuivattavan toiminnon (esim. ojitus tai kaivanto) sijainnin lisäksi arvioitu kuivatusvaikutuksen ulottuvuus. Esimerkiksi suppeahko kaivanto, jota aktiivisesti pidetään esimerkiksi pumppauksin kuivana, voi aiheuttaa pohjavesipinnan tason laskua huomattavasti itse kaivantoa laajemmalla alueella. Laajuuden arvioinnissa on syytä huomioida erityisesti maa-aineksen laatu (vedenjohtavuusominaisuudet) ja pohjavedenpinnan luontaiset tasot ja vaihtelut. Maa-aineksen laadusta ja sitä kautta myös

vedenjohtavuusominaisuuksista saa tietoa alueella mahdollisesti aiemmin tehdyistä pohjatutkimusten tuloksista.

- Pienen merkittävyyden voi saada esimerkiksi yksittäinen hanke, johon liittyy yksi kapea-alainen kaivanto tai viivamainen oja.
- Keskisuuri merkittävyys asialla voi olla hankkeessa, jossa kuivatusta tarvitaan selkeästi yksittäistä pistettä tai viivamaista rakennetta laajemmalla alueella.
- Laajoissa hankkeissa, joissa kuivatussyvyyttä on tarpeen muuttaa esimerkiksi kokonaisella kaava-alueella, annetaan kuivatusalueen laajuudelle suuri merkittävyys.

Kuivatuksen kesto

Kuivatuksen kesto voidaan määritellä lyhyeksi ja siten merkittävyydeltään pieneksi, jos pysyviä muutoksia hankealueen kuivatustasoon ei ole tarpeen tehdä ja esimerkiksi kaivanto tai väliaikainen oja on käytössä vain lyhyen aikaa. Mikäli rakennustoimet kestävät useita kuukausia, jonka ajan aluetta on tarpeen kuivattaa, annetaan kuivatuksen kestolle keskisuuri merkittävyys. Tapauksissa, joissa kuivatussyvyyden ja mahdollinen paikallinen pohjavedenpinnan tason laskun muutos on pysyvä, on merkittävyys suuri.

Kaivanto- ja suotoveden määrä

Kaivettavan maa-aineksen ominaisuudet tulee huomioida myös kaivanto- ja suoto-/hulevesien määrän arvioinnissa. Maa-aineksen laadusta ja sitä kautta myös vedenjohtavuusominaisuuksista saa tietoa alueella mahdollisesti aiemmin tehdyistä pohjatutkimusten tuloksista. Vedenjohtavuutta voi arvioida maaperätietojen mukaan esim. Suomen ympäristökeskuksen sivuilla (www.syke.fi > Tutkimus & kehittäminen > Vesi > Mallit ja työkalut > Pohjaveden tyyppimallit > Pohjaveden virtausmallinnuksessa tarvittavia parametreja) esitettyjen taulukoiden avulla, joihin on koostettu eri maa- ja kivilajien vedenjohtavuuksia ja huokoisuuksia kirjallisuudesta (Mälkki, E. 1999. Pohjavesi ja pohjaveden ympäristö. 304 s. & Niemi, A., Kling, T., Vaittinen, T., Vahanne P., Kivimäki, A.-L. & Hatva, T. 1994. Tiesuolauksen pohjavesivaikutusten simulointi tyyppimuodostumissa. Tielaitoksen selvityksiä 66/1994. 60 s.)

- Alueilla, joilla kuivatussyvyys muuttuu vain vähän ja/tai maaperän vedenjohtavuus on heikko, on vesimäärillä pieni merkittävyys.
- Keskisuureksi ja suureksi merkittävyys nousee, kun kuivatettavan alueen laajuus kasvaa ja/tai kun maaperän vedenjohtavuusominaisuudet paranevat.
- Karkearakeisemmissa maa-aineksissa vedenjohtavuus on tyyppillisesti korkeampi, jolloin kaivantoihin voi kertyä vettä suuriakin määriä. Myös luontaisen pohjavesipinnan tason ollessa lähellä maanpintaa, muodostuu kaivantovesiä tyyppillisesti enemmän.

3.4.2 Kaivettavan ja välivarastoitavan massan määrä ja välivarastoinnin kesto

Kaivettavan ja välivarastoitavan maa-aineksen massamäärän merkittävyyden arvioinnissa on huomioitava ennen kaikkea välivarastoinnin kesto mutta myös välivarastoitavan HaSu-materiaalin ominaisuudet eli etenkin rikki-pitoisuus, minkä kasvaessa myös merkittävyys kasvaa, vaikka massamäärä olisi pieni. Myös hankkeen vaikutusalueen suuruus vaikuttaa vaikutusten merkittävyyteen.

Massan määrä

Rakentamistoiminnan vuoksi hapelle altistuvan happaman sulfaattimaan määrä voidaan arvioida ennakkoon tehdyn happamien sulfaattimaiden kartoituksen sekä rakennussuunnitelmien avulla. Esikartoituksen perusteella on selvitetty happamien sulfaattimaiden esiintyminen rakennusalueella, niiden hapontuottopotentiaali eri maakerroksissa sekä mihin syvyyteen asti maaperä on nykyiseltään hapettunut. Rakennussuunnitelmien avulla voidaan arvioida, kuinka suuri massamäärä happamia sulfaattimaita tulee altistumaan hapelle kaivutöiden vaikutuksesta. Sedimenttien ruoppaus ja läjitysoppaan (Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015) mukaista rajaa voidaan soveltaa arvioitaessa välivarastoitavan maamassan aiheuttaman muutoksen suuruutta:

- pieni tai ei lainkaan välivarastointia 500 m³
- suuri yli 10 000 m³.

Arvioinnissa voidaan hyödyntää seuraavan taulukon (Taulukko 3-4) mukaista tarkastelua mikäli eksakti massamäärä ei ole tiedossa esikartoitusvaiheessa.

Taulukko 3-4. Esimerkki kaivettavan ja välivarastoitavan happoa tuottavan maa-aineksen massamäärän huomiointista vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa.

Kesto	Laajuus	Happamoitumisen aiheuttama riski**	Välivarastoitavien massojen määrän merkittävyys	
Ei välivarastointia	-	-	Ei lainkaan välivarastointia	
Lyhytaikainen (0–6 kk)	Paikallinen, pistemäinen, suppea	Pieni	Pieni	
	keskisuuri/suuri	Kohtalainen / Suuri*	Kohtalainen	Suuri
Kohtalaisen pitkä n. 1 vuosi ± 6kk	Paikallinen, pistemäinen, suppea	Kohtalainen / Suuri*	Kohtalainen	
	keskisuuri/suuri	Suuri*	Kohtalainen	Suuri
Pitkäaikainen > 1 vuosi (korkeintaan 3 vuotta)	Paikallinen, pistemäinen, suppea /	Kohtalainen / Suuri*	Kohtalainen	Suuri
	keskisuuri / suuri	Suuri*	Suuri	

* Vaatii erillisen hallintasuunnitelman

** Happamoitumisen aiheuttaman riskin arvioinnissa huomioidaan maa-aineksen hapontuottopotentiaali ja kokonaisrikkipitoisuus.

Välivarastoinnin kesto

Välivarastoinnilla tarkoitetaan kaivettujen maa-ainesten varastointia maanpinnalla väliaikaisesti ennen niiden sijoittamista lopulliseen käyttökohteeseen tai takaisin alkuperäiseen paikkaan. Maarakennustoiminnan seurauksena tulee runsaasti kaivumassoja, joista osa käytetään suoraan syntypaikalla tai lähialueen maarakentamiskohteessa. Huomattavan isolle osalle kaivumassoista ei tyypillisesti voida osoittaa välitöntä hyödyntämishanketta ja ne joudutaan välivarastoimaan ennen hyödyntämistä. HaSu-materiaalien läjitys välivarastointialueelle vaatii erityistä huomiota ja tulee huomioida hankkeen vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa. Ongelmia syntyy, jos kasalla oleva materiaali pääsee hapettumaan, kuivumaan ja sateen seurauksena muodostunut hapan valunta ohjautuu hallitsemattomasti ympäristöön.

Välivarastointi voi kestää korkeintaan 3 vuotta, minkä jälkeen puhutaan loppusijoituksesta.

- Lyhytaikaisena (pieni merkittävyys) välivarastointina voidaan pitää joitakin kuukausia (0 - 6kk) kestävä väliaikaista läjitystä.
- Kohtalaisen pitkäksi (keskisuuri merkittävyys) ajaksi luokitellaan noin vuoden kestävä välivarastointi
- Yhdestä vuodesta kolmeen vuoteen kestävä välivarastointia voidaan pitää pitkäaikaisena (suuri merkittävyys).

3.4.3 Maaperän kokonaisrikkipitoisuus ja hapontuottopotentiaali

Kokonaisrikkipitoisuus

Maa-aineksen rikkipitoisuutta voidaan käyttää potentiaalisen HaSu-materiaalin tunnistamiseen, sillä maanäytteen rikkipitoisuuden on todettu vastaavan yleisesti melko hyvin hapontuottopotentiaalia. Rikkipitoisuuden arvioinnissa on kuitenkin huomioitava myös maalaji, koska eri maalajeilla on erilainen puskurikyky, ja haitalliseen happamoitumiseen johtava happomäärä voi vaihdella eri maalajeissa merkittävästi. Rikkipitoisuuden tunnistusrajoja ja toimenpiderajoja on käsitelty Tunnistus-hankkeessa (Visuri ym., 2021). Näitä voidaan hyödyntää myös vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa tietyin varauksin.

Taulukko 3-5. Kokonaisrikkipitoisuuden merkitys vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa.

Maalaji	Kokonaisrikkipitoisuus (%)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
Hienorakeinen materiaali ($\leq 0,06$ mm)	< 0,1 %	> 0,1...1,0 %	> 1,0 %
Karkearakeinen materiaali ($> 0,06$ mm)	< 0,03 %	> 0,03 %	>0,5 %

Hapontuottopotentiaali

Maaperän hapontuottopotentiaali on yksi tärkeimmistä tekijöistä arvioitaessa HaSu-maista aiheutuvaa riskiä ja vaikutusten merkittävyyttä, sillä se kuvaa maaperässä hapettumisen yhteydessä muodostuvaa happomäärää, joka voi vapautua suotovesien mukana. Muodostuva happomäärä korreloi tyypillisesti myös erittäin hyvin liukenevien haitallisten metallien määrän kanssa. Happamien sulfaattimaiden hapontuottopotentiaalin on havaittu vaihtelevan melko paljon suhteessa maalajin raekokoon ja orgaanisen aineksen määrään, ja siksi hapontuottoa ja riskiä ympäristölle on arvioitava maalajikohtaisesti.

Maanäytteen hapontuottopotentiaalia voidaan arvioida asiditeetti-analyysin perusteella, jonka perusteella lasketaan maanäytteessä olevan hapon määrä yksikössä mmol H⁺/kg maanäytettä. Analyysi perustuu emäksen (NaOH) kulutukseen titratessa arvoon 6,5. Asiditeetti voidaan määrittää maastossa hapettuneesta näytteestä (TAA, aktiivinen hapan sulfaattimaamateriaali), inkuboidusta näytteestä (TIA) tai vetyperoksidilla hapetetusta (TPA) näytteestä. Potentiaalinen sulfidinen asiditeetti (TIA tai TPA) määritetään laboratoriossa hapetetusta näytteestä (inkubaatio tai vetyperoksidi), ja se kertoo näytteessä hapettumisen myötä syntyvän happamuuden määrän.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 3-6) on kuvattu Tunnistus-projektissa (Visuri ym., 2021) laadittu maalajikohtainen luokitus, jota voidaan hyödyntää erityisesti kohdekohtaisessa riskinarvioinnissa. Luokituksessa on kolme hapontuottoluokkaa (pieni, kohtalainen ja suuri). Erityisesti orgaanisissa materiaaleissa näkyvät asiditeettien korkeat tausta-arvot, jotka aiheutuvat muun muassa orgaanisista hapoista ja korkeasta kationinvaihtokyvystä.

Taulukko 3-6. Maalajikohtainen hapontuottoluokitus. Hapontuottopotentiaali määritetään titraamalla näyte natriumhydroksidilla pH-tasoon 6,5. Emäksen kulutuksesta lasketaan näytteessä oleva happomäärä yksikössä mmol H⁺ / kg.

Maalaji	Hapontuottopotentiaali (mmol H ⁺ / kg, pH 6,5)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
Turve	< 250	250–600	> 600
Lieju	< 100	100–200	> 200
Hienorakeinen materiaali (≤ 0,06 mm)	< 20	20–100	> 100
Karkearakeinen materiaali (> 0,06 mm)	< 6	6–20	> 20

HaSu-materiaalin hapontuottopotentiaalia voidaan arvioida myös ns. NAG-määrittelyllä (nettohaponotto), joka on aiemmin ollut laajalti käytössä maa-aineksen hapontuoton arvioinnissa. NAG-pH mittaus tehdään vetyperoksidilla hapetetusta maaperänäytteestä. Menetelmää on yleisesti käytetty kaivosteollisuudessa happoa tuottavan kiven kuten pyriitin hapontuottopotentiaalin arvioinnissa (GTK, 2015). Suomessa happaman sulfaattimaan rajana on yleisesti käytetty pH-tasoa 4,5. Jos näytteen pH on laskenut alle raja-arvon, on näyte happoa tuottavaa (GTK, 2015; AMIRA International, 2002). Nettohaponoton ja NAG-pH avulla voidaan arvioida maaperän happamoitumisesta aiheutuvaa riskiä seuraavan taulukon mukaisesti (Taulukko 3-7).

Taulukko 3-7. NAG-pH-tason ja nettohaponoton (NAG) avulla tehtävä hapontuottopotentiaalin arviointi (AMIRA International, 2002; GTK, 2015).

Maalaji	Nettohaponotto (kg H ₂ SO ₄ /tonni, pH 4,5)		
	Pieni	Kohtalainen	Suuri
NAG-pH	≥ 4,5	< 4,5	< 4,5
NAG	0	≤ 5	> 5

3.4.4 Loppusijoitus

Jos maa-aines loppusijoitetaan ilman hyödyntämistarkoitusta esimerkiksi maankaatopaikalle, on toiminta luvanvaraista, koska maankaatopaikan toiminta lähtökohtaisesti edellyttää ympäristölupaa. Massojen loppusijoitus maankaatopaikalle voidaan tehdä ko. maankaatopaikan ympäristöluvan edellytysten mukaisesti. Tämän vuoksi pohdittaessa loppusijoitusta hankealueen ulkopuolelle on syytä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa kartoittaa mahdolliset

vastaanottoaikat. Mikäli valitulla loppusijoituspaikalla on asiaankuuluvat luvat ja edellytykset HaSu-materiaalien vastaanottoon, on loppusijoituksen vaikutus merkittävyyden arvioinnissa pieni.

Useissa tapauksissa maa-ainekselle löytyy hyötykäyttökohde hankealueelta. Maa-ainekset kuitenkin jäävät hankealueelle, joten mikäli happamuuden hallinta on huomioitu kohteen ja kyseessä olevan HaSu-materiaalin edellyttämällä tavalla, on vaikutus merkittävyyden arvioinnissa keski-suuri.

Suureksi vaikutus merkittävyyden arvioinnissa nousee silloin, jos happoa tuottavan maa-aineksen loppusijoitus tehdään hankealueella tai sen ulkopuolella ilman neutraloivaa käsittelyä tai muita happaman valunnan hallintakeinoja. Tällainen menettelytapa on käytännössä lainsäädännöllisesti mahdoton toteuttaa, minkä vuoksi riskien hallitsemiseksi täytyy menettelytapaa muuttaa ja vaikutusten merkittävyysarviointia muutosten jälkeen päivittää.

4. TULOSTEN TULKINTA

Arvioinnin tuloksena saadaan kokonaismerkittävyys. Lisäksi saadaan merkittävyys eri osakokonaisuuksille (ympäristön ja valuma-alueen pintavesiä vastaanottavan vesistön herkkyys sekä rakentamistoimien aiheuttamien muutosten suuruus) ja niiden osatekijöille. Näin voidaan huomata, mihin osatekijöihin vaikuttamalla voidaan vaikuttaa hankkeen merkittävyyteen ja mihin tekijöihin erityisesti tulisi hankkeessa kiinnittää huomiota vaikutusten vähentämiseksi.

- Jos vaikutuksen merkittävyys on joltain osin suuri, tulee toteuttaa toimenpiteitä rakentamisen aikana vaikutusten ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi.
- Jos merkittävyys on keski-suuri, tulee kiinnittää erityistä huomiota kyseiseen tekijään ja suorittaa tarkempia tutkimuksia tai tarkastella, voidaanko suunnitelmia muuttaa vaikutusten ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi. Vaikutusten vähentämiskeinot rakentamisen aikana on myös syytä olla varmistettuna.
- Jos merkittävyys on pieni, ei hankkeesta ole arvioitavissa vaikutuksia happamien sulfaattimaiden johdosta, mutta jos arvioidut tekijät tai olosuhteet muuttuvat, on arviointi syytä päivittää.

5. LÄHTEET

AMIRA International, 2002. ARD TEST HANDBOOK, Melbourne

Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S., Napari, M., Nylund, M., Kupiainen, V., Vienonen, S., Forsman, J., Suikkanen, T., Auri, J., Boman, A. & Mattbäck, S. 2022. Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin. Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022, 3. 152 s.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163782/YM_2022_3.pdf

GTK, 2015. Mine closure wiki: net acid generation. [Online] Available at:

[http://wiki.gtk.fi/web/mine-closure/wiki/-/wiki/Wiki/Net+Acid+Generation+\(NAG\)/pop_up;jsessionid=07b2e0d46660978967b5e2c44347](http://wiki.gtk.fi/web/mine-closure/wiki/-/wiki/Wiki/Net+Acid+Generation+(NAG)/pop_up;jsessionid=07b2e0d46660978967b5e2c44347)

Ilonen, E. 2023: Talviolosuhteet happamilla sulfaattimailla sekä tuhkat kalkin korvaajina neutraloinnissa. HaKako- HAppamien sulfaattimaiden Kansallinen Koetoimintahanke. Tutkimusraportti. 20.10.2023.

Ilonen E. 2021. HAppamien sulfaattimaiden hapettuminen, Reaktioihin vaikuttavat tekijät, tutkimusmenetelmät ja ympäristöriskien hallinta. Opinnäytetyö. LAB-ammattikorkeakoulu.

Oravainen R. 1999. Vesistötulosten tulkinta, opasvihkonen. KVVY Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys Ry

Pääkaupunkiseudun työmaavesiohje: [Pääkaupunkiseudun työmaavesiohje \(hsy.fi\)](https://www.hsy.fi/tyomaavesiohje)

Suomen ympäristökeskus, 2020. Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille – Tunnistus. Hankkeen www-sivu: https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus__kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Maastokayttoisten_tunnistusmenetelmien_kehittaminen_happamille_sulfaattimaille__Tunnistus

Visuri M., Nystrand M., Auri J., Österholm P., Nilivaara R., Boman A., Räisänen J., Mattbäck S., Korhonen A. ja Ihme R. 2021. Maastokäyttöisten tunnistusmenetelmien kehittäminen happamille sulfaattimaille. Tunnistus -hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 43/2021. Helsinki.

Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015: Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöministeriö 2015. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/154833/OH_1_2015.pdf