



SIIKAJOEN VARTINOJAN JA ISONEVAN TUU- LIPUISTOHANKEALUEEN SULFAATTIMAA- ESISELVITYS

Jaakko Auri



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

PL / PB / P.O. Box 96
FI-02151 Espoo, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 12

PL / PB / P.O. Box 1237
FI-70211 Kuopio, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 13

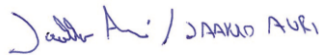
PL / PB / P.O. Box 97
FI-67101 Kokkola, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 5209

PL / PB / P.O. Box 77
FI-96101 Rovaniemi, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 14

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

15.01.2013 / M140L2012

Tekijät Jaakko Auri		Raportin laji Tilaustutkimusraportti	
		Toimeksiantaja AIRIX Ympäristö Oy	
Raportin nimi Siikajoen Vartinojan ja Isonen tuulipuistohankealueen sulfaattimaaesiselvitys			
Tiivistelmä Tässä esiselvityksessä esitetään alustava arvio happamien sulfaattimaiden esiintymisestä suunnitellulla Siikajoen Vartinojan ja Isonen tuulipuistohankealueella. Lisäksi esitetään arvio mahdollisesta jatkotutkimustarpeesta. Happamien sulfaattimaiden esiintymisen arvio perustuu tässä tutkimuksessa happamien sulfaattimaiden yleiskartoitusaineistoon (1:250 000) sekä olemassa olevan sekundääriaineiston tulkintaan. Esiselvityksen perusteella arvioidaan, että molempien hankealueiden (Vartinoja ja Isonen) maaperä on hiekkavaltaista ja että tyypillisten hienorakeisten happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys alueilla on pieni. Molemmilla alueilla kuitenkin esiintyy tai saattaa esiintyä hiekkvoja, jotka voivat tuottaa happamoitumisriskin kuvastustilanteessa. Esiselvityksen perusteella esitetään, että alueilla tulisi tehdä lisätutkimuksia arviolta yhteensä noin 20 tutkimuspisteellä. Tämän perusteella voidaan arvioida tarkemmin happamien sulfaattimaiden / happamien hiekkvojen esiintymistä ja mahdollista happamoitumisriskiä hankealueiden rakennustöissä.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Esiselvitys, happamat sulfaattimaat			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Pohjois-Pohjanmaa, Siikajoki, Vartinoja, Isonen			
Karttalehdet R4143, R4144			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus	
Kokonaissivumäärä 14	Kieli Suomi	Hinta	Julkisuus Ei julkinen
Yksikkö ja vastuualue Länsi-Suomen yksikkö / 322		Hanketunnus 1610000	
Allekirjoitus/nimen selvennys 		Allekirjoitus/nimen selvennys	

Sisällysluettelo

SIIKAJOEN VARTINOJAN JA ISONEVAN TUULIPUISTOHANKEALUEEN SULFAATTIMAAESISELVITYS	2
1 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA AINEISTO	4
2 ARVIO HAPPAMIEN SULFAATTIMOIDEN ESIINTYMISESTÄ	4
2.1 Vartinoja	5
2.2 Isoneva	8
3 YHTEENVETO JA JATKOTUTKIMUSTARVE	13
3.1 Vartinoja	13
3.2 Isoneva	13

1 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA AINEISTO

Tässä esiselvityksessä esitetään alustava arvio happamien sulfaattimaiden esiintymisestä suunnitelluilla tuulipuistoalueilla Siikajoen Vartinojalla ja Isonevalla. Lisäksi esitetään arvio mahdollisesta jatkotutkimustarpeesta. Happamien sulfaattimaiden esiintymisen arvio perustuu tässä työssä happamien sulfaattimaiden yleiskartoitusaineistoon (1:250 000) ja sekundääriaineiston tulkintaan. Sekundääriaineistona tässä esiselvityksessä on käytetty seuraavia aineistoja:

- Maanmittauslaitoksen (MML) pohjakartat
- MML:n laserkeilausaineisto (2 m x 2 m)
- GTK:n aerogeofysiikan aineisto (aerosähkö)
- GTK:n turvetutkimusaineisto (turpeen pohjamaalajit)
- GTK:n maaperäkartoitusaineisto 1:250 000
- GTK:n kallioperäkartoitusaineisto

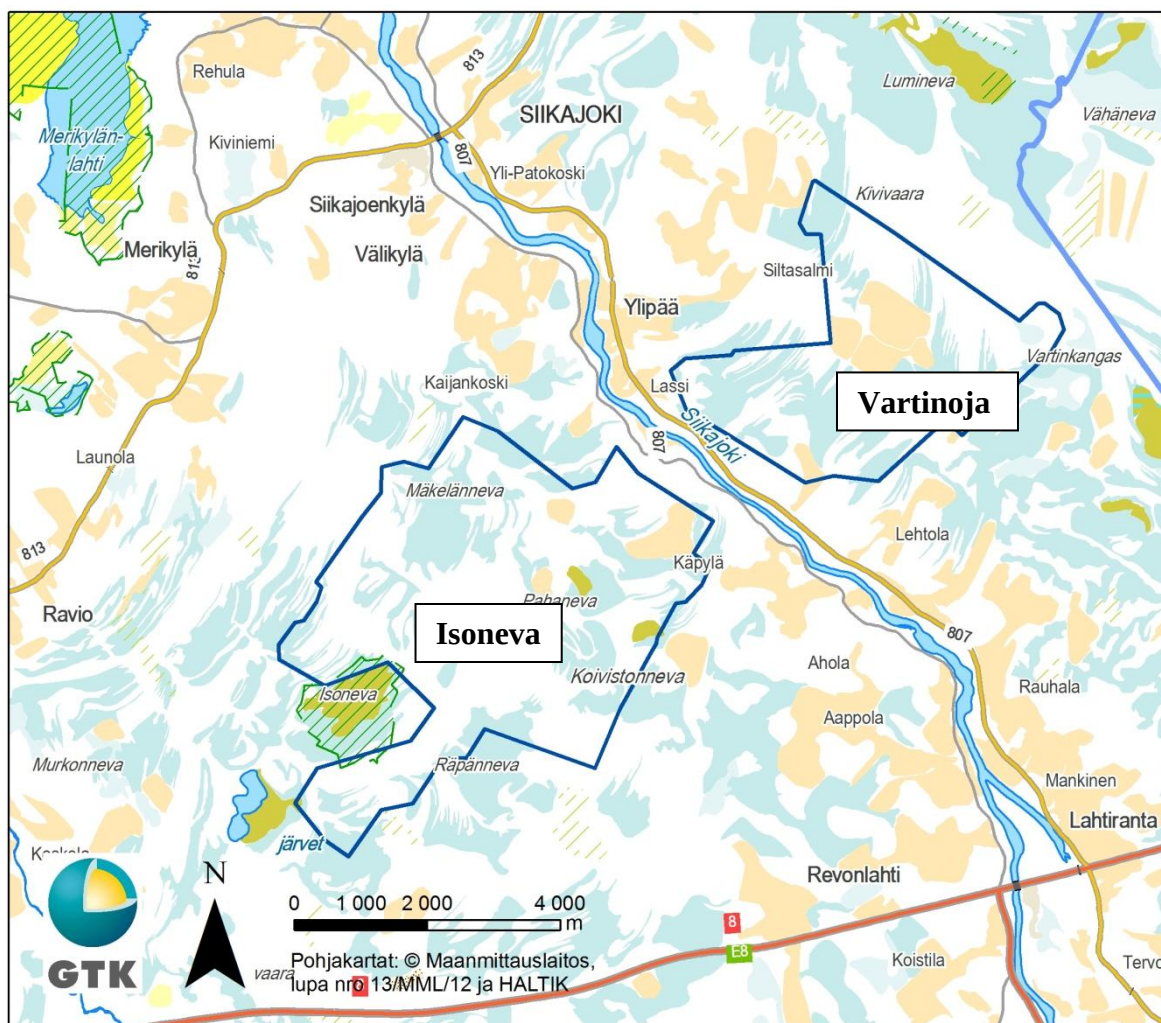
Happamien sulfaattimaiden yleiskartoitus on tehty Isonevan ja osin Vartinojan alueilla Siikajoen ja Pyhäjoen valuma-alueiden kartoitusten yhteydessä vuosina 2009 – 2012 (Haku-hanke). Yleiskartoituksen mittakaava on 1:250 000 ja kartoitus perustuu maastohavaintoihin, sekä olemassa olevan tulkinta-aineiston käyttöön. Vartinojan ja Isonevan alueilla on tehty yhteensä 5 maaperäkairausta. Tämän lisäksi tämän esiselvityksen tulkinnessa käytetään apuna hankealueiden läheisyydessä tehtyjä kairauksia. Kartoitusaineistoa ei ole vielä julkaistu.

Suunnitellulla tuulipuistoalueilla esiintyy yleisesti alavia soita ja soistumia, jotka ovat rannikkoalueella potentiaalisia happamien sulfaattimaiden esiintymisympäristöjä. Happamuutta tuottavat sulfidit esiintyvät suoalueilla tyypillisesti turpeen alaisissa liejuissa tai hienorakeisissa mineraalimaalajeissa, mutta paikoin niitä voi esiintyä myös turvekerroksessa. Molemmilla alueilla esiintyy myös alavia peltomaita, jotka ovat tyypillisiä happamien sulfaattimaiden esiintymisympäristöjä. Paikoin happamuutta tuottavia sulfideja saattaa esiintyä myös karkearakeisissa lajittuneissa maalajeissa (hiekkia ja hietä). Tällöin rikkipitoisuudet ovat tyypillisesti alhaisia, mutta maaperän heikon puskurikyvyn vuoksi maaperän pH-arvot saattavat laskea hapettuuksaan hyvin alhaisiksi.

Happamien sulfaattimaiden tiedetään aiheuttavan happamoitumisriskin maaperään ja valumavesiin mikäli pohjavedenpinnan alapuoliset hapettumattomat sulfidipitoiset maakerrokset altistuvat hapettumiselle. Tyypillisesti nämä kerrokset tai maamassat hapettuvat maaperän kuivatusojituksen tai kaivumassojen läjityksen yhteydessä. Happamien sulfaattimaiden tiedetään myös syövyttävän betoni- ja teräsrakenteita rakentamisessa ja niiden geotekniset ominaisuudet ovat korkean liejupitoisuuden vuoksi tyypillisesti huonot.

2 ARVIO HAPPAMIEN SULFAATTIMAI DEN ESIINTYMISESTÄ

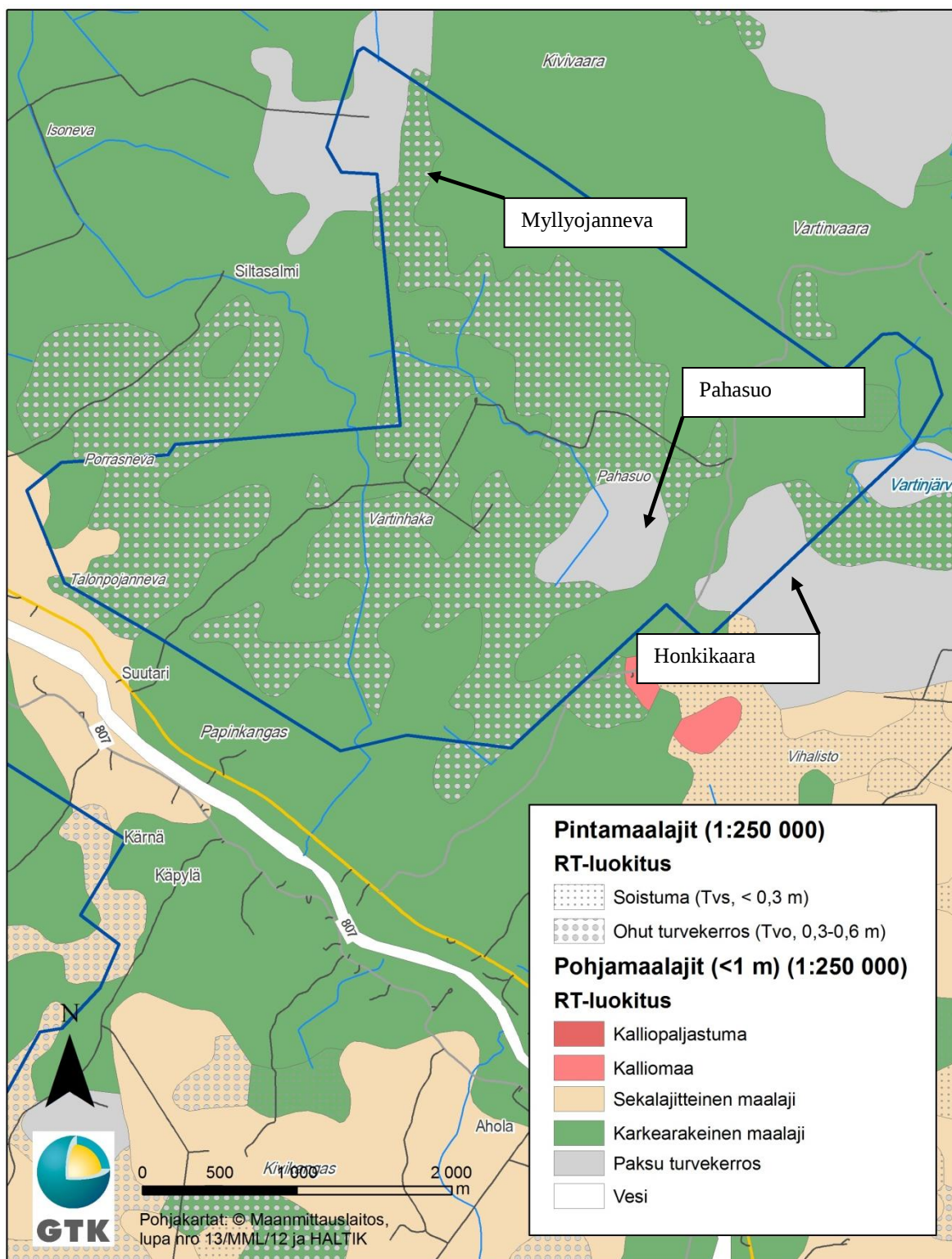
Tässä selvityksessä käsitellään Vartinojan ja Isonevan hankealuetta kahtena erillisenä alueena alla olevan kuvan mukaisesti (Kuva 1.)



Kuva 1. Vartinojan ja Isonnevan hankealueet

2.1 Vartinoja

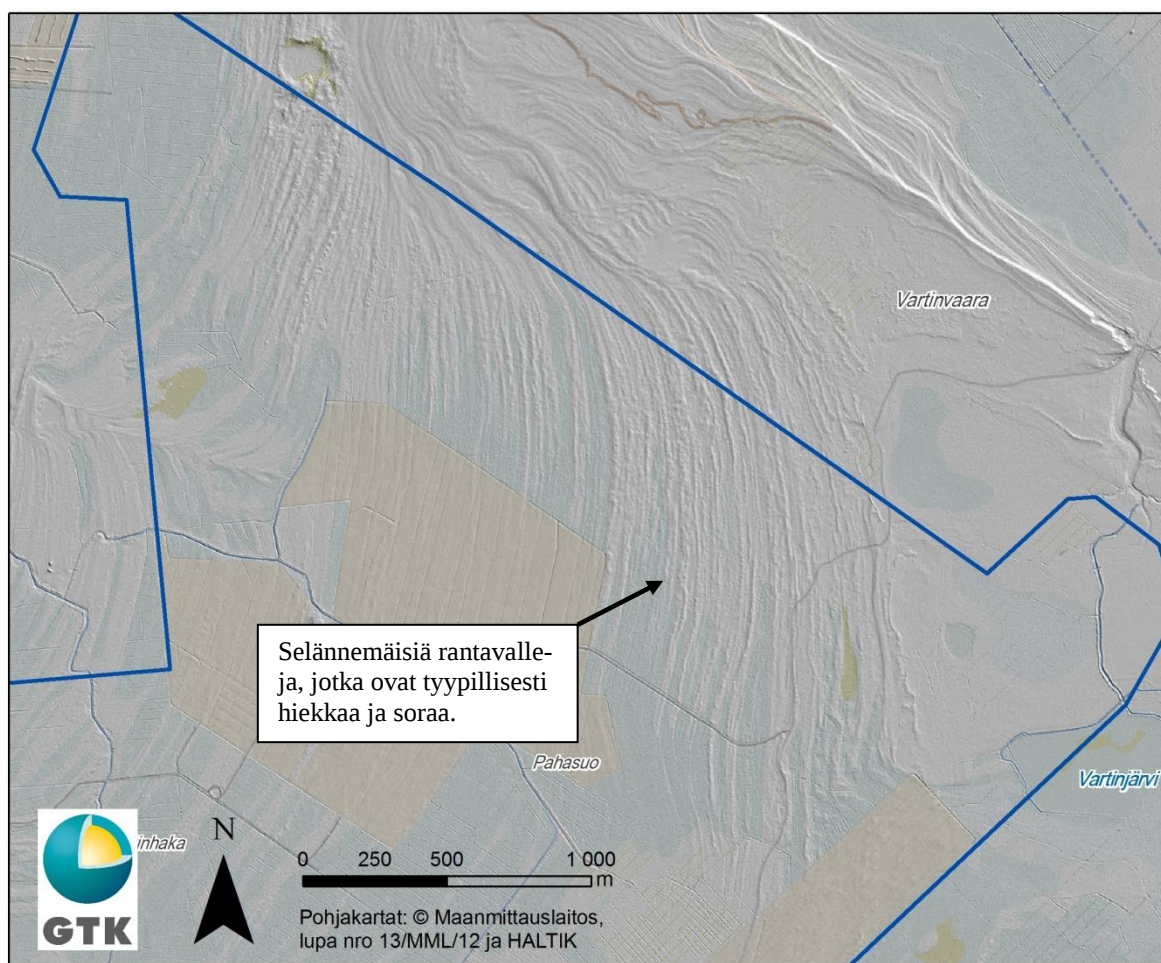
GTK:n maaperän yleiskartta-aineiston (1:250 000) perusteella Vartinojan tuulipuistoalueen maaperä on hiekka-/hietavaltaista ja monin paikoin hiekkaa peittää ohut turvekerros (Kuva 2.). Vain Pahasuolla, Myllyojannevalla ja Honkikaaran suoalueella on turpeen paksuus tulkinnan mukaan yli 60 cm eikä turpeen pohjamaalaji ole tiedossa (Kuva 2.). Todennäköisesti näilläkin alueilla turpeen pohjalla esiintyy kuitenkin karkeita lajittuneita maalajeja. Alueen peltomaat ovat myös karkeita lajittuneita maalajeja. Avokalliota ja kalliomaata (maapeitteen paksuus alle 1 m) tai hienorakeisia maalajeja ei alueella esiinny. Aivan alueen länsi-osassa esiintyy maanpinnassa todennäköisesti myös moreenia. Maaperäkartoitusaineistossa esitetään kuitenkin maaperän maalajit vain yhden metrin syvyydelle maanpinnasta eivätkä mahdollisesti syvemmällä esiintyvät maakerrokset siten näy kartalla. Maaperäkartta-aineiston perusteella riski hienorakeisten sulfaattimaiden esiintymiselle on pieni.



Kuva 2. Maaperäkartta (1:250 000) Vartinojan tuulipuistoalueelta.

Alueen pintamorfologiassa (MML:n laserkeilausaineisto) nähdään runsaasti rantavalleja (Kuva 3.) ja alueen hiekkakerroksen pintaosan voidaan tulkita kerrostuneen rantavaiheessa tai osin tämän jälkeen. Muutoin alue on pinnanmuodoltaan hyvin tasainen. Alueen hiekka on todennäköisesti peräisin alueen pohjoispuolella sijaitsevasta harjujaksosta. Tällaisen alueen geologialle ja stratigrafialle on tyypillistä, että rantakerrostumien alapuolella voi esiintyä syvempään veteen

kerrostuneita hienorakeisia lajittuneita sedimenttejä, joissa taas saattaa esiintyä sulfideja. Esiselvityksen perusteella ei kuitenkaan saada selvyyttä kuinka paksuja rantakerrostumat ovat ja että esiintyykö niiden alapuolella muita kerrostumia.



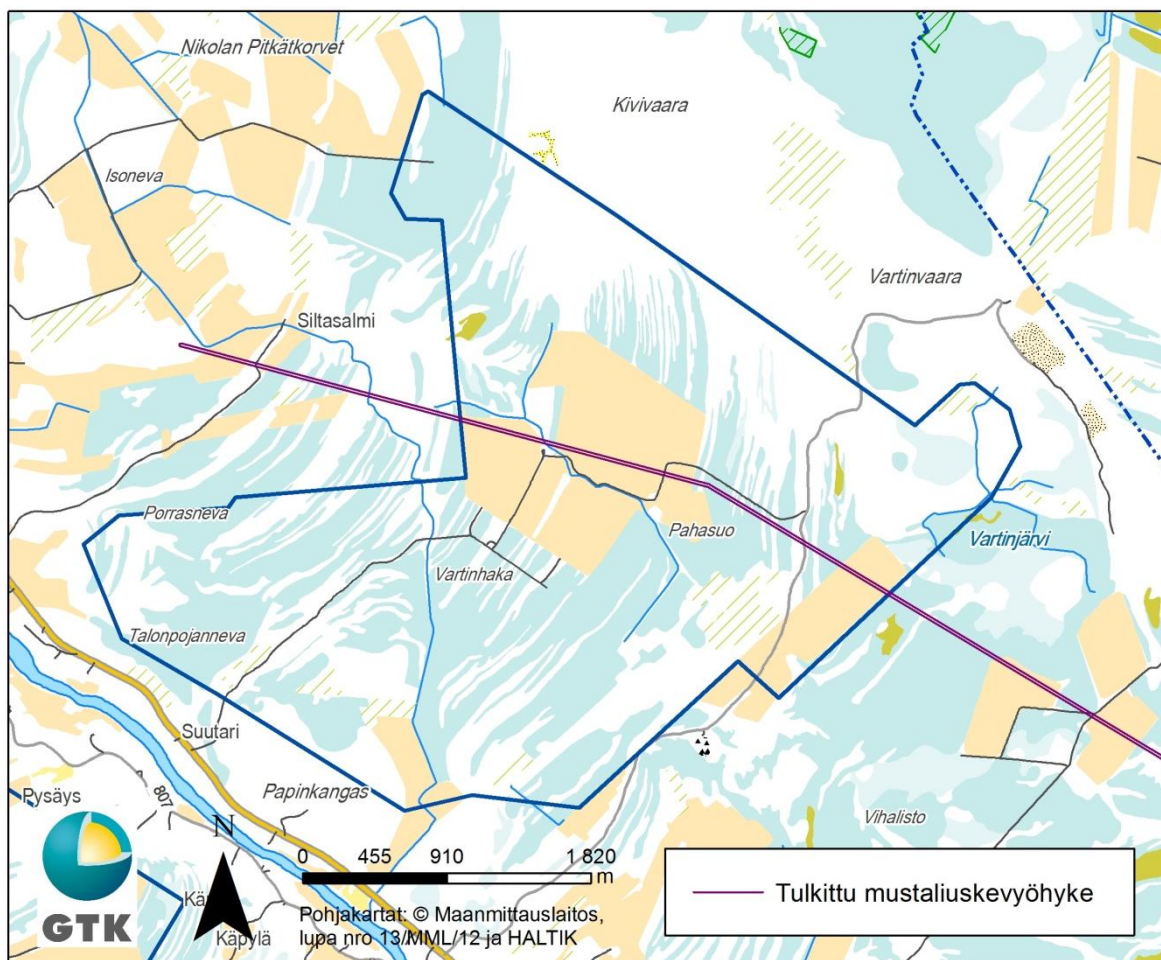
Kuva 3. MML:n laserkeilausaineistossa näkyviä rantavalleja Vartinojan alueella

Vartinojan alueella ei ole tehty maaperäkairauksia happamien sulfaattimaiden kartoitusten yhteydessä. Lähialueilla tehtyjen kairauksen perusteella voidaan kuitenkin tulkita, että riski tyypillisten hienorakeisten sulfaattimaiden esiintymiselle alueella kolmen metrin syvyydellä maanpinnasta on pieni. Alueella kuitenkin esiintyy karkeita lajittuneita hiekkoja ja hietoja, joissa saattaa esiintyä pohjavedenpinnan alapuolella sulfideja. Heikon puskurikyvyn vuoksi nämä karkeat maalajit voivat aiheuttaa happamoitumisriskin joutuessaan hapettaviin olosuhteisiin (esim. kuivatustilanne), alhaisesta rikkipitoisuudesta huolimatta. Tällaisia ”happamoituvia hiekkoja” on tavattu vastaavilla hiekka-/hietamailla Vartinojan alueen ympäristössä (vertaa Isonen alue).

GTK:n aerogeofysiikan aineistosta ei Vartinojan alueelta erotu selvästi ympäristöstään poikkeavia pintamaan sähköjohteita, jotka voitaisiin tulkita happamiksi sulfaattimaiksi. Johtavat kerrokset saattavat kuitenkin olla niin ohuita, ettei niitä kyseisestä aineistosta pystytä erottamaan.

GTK:n aerosähkömagneettisen matalalentoaineiston tulkin perusteella Vartinojan alueella esiintyy yksi kallioperän mustaliuskevyöhyke (Kuva 4.). Mustaliuskeet ovat rikkipitoisia kiviä,

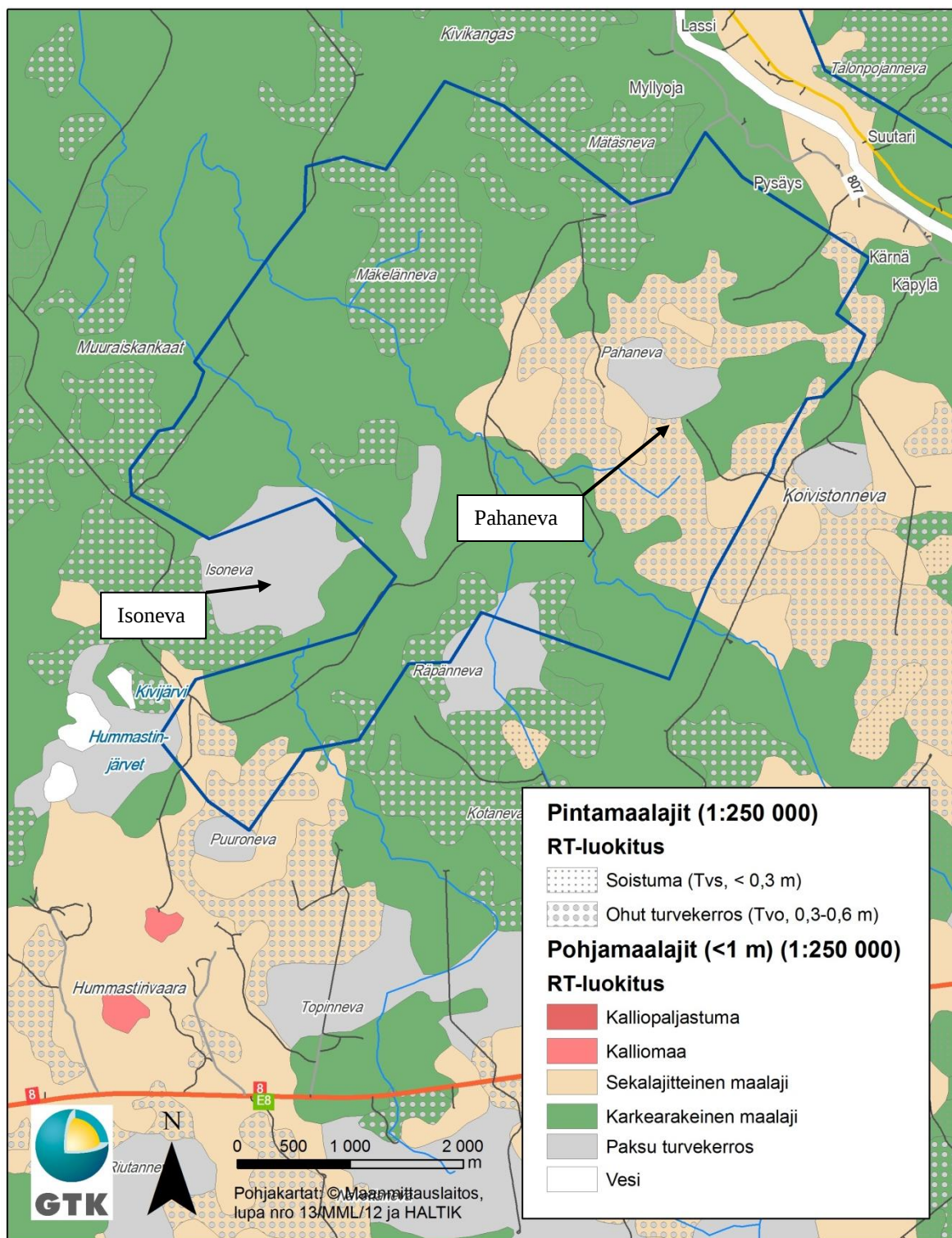
joiden sisältämä rikki voi rikastua lähialueen maaperään aiheuttaen happamoitumisongelmia. Muutoin alueen kallioperä on granodioriittia, kvartsidioriittia, kiillegneissia ja graniittia.



Kuva 4. GTK:n matalalentogeofysiikan aineistosta tulkittu mustaliuskevyöhyke Vartiojan hankealueella.

2.2 Isonneva

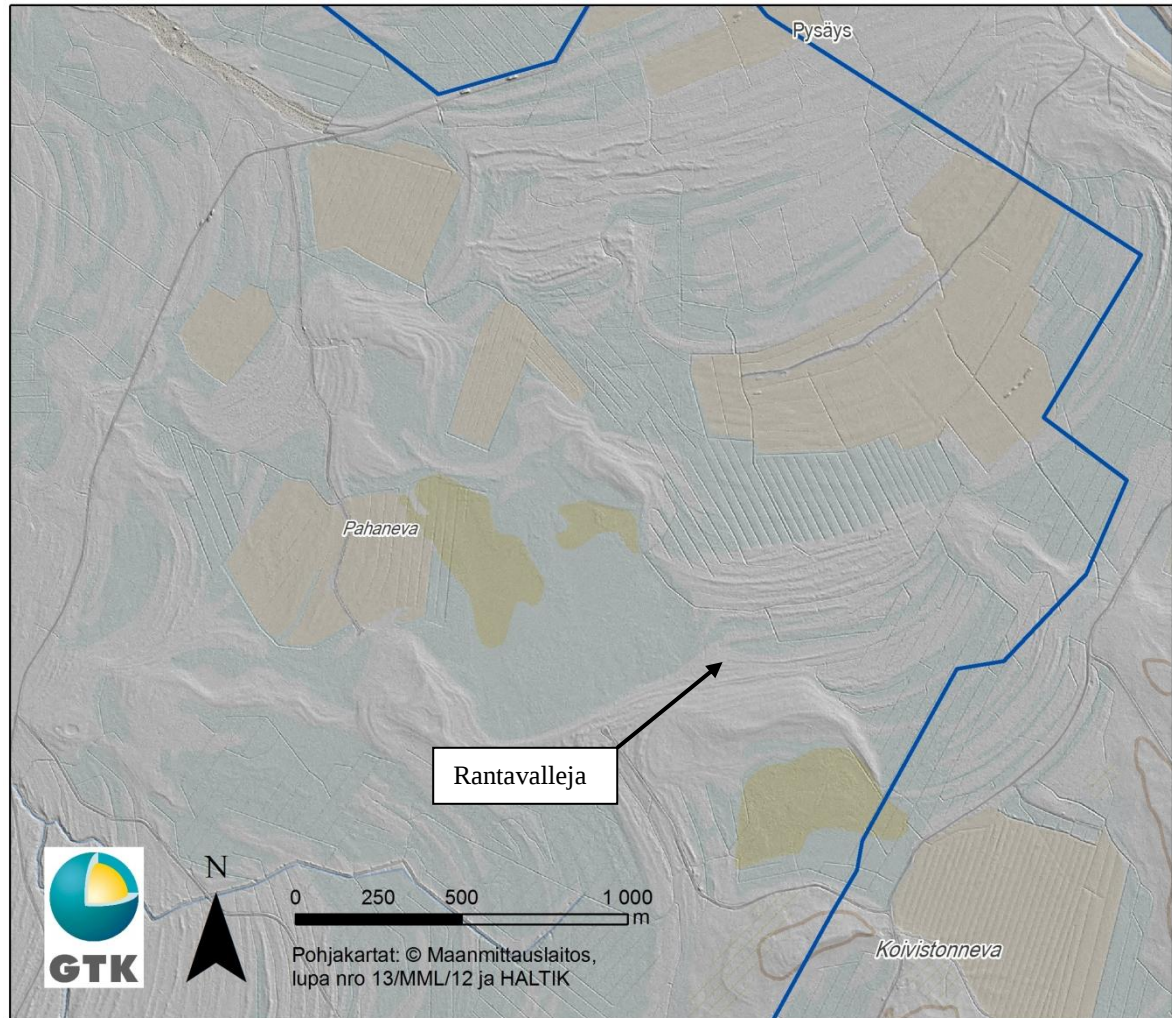
GTK:n maaperän yleiskartta-aineiston (1:250 000) perusteella Isonnevan tuulipuistoalueen maaperä on hiekka-/hietavaltaista ja monin paikoin hiekkaa peittää ohut turvekerros (Kuva 5.). Alueen keski- ja itäosassa sekä aivan etelä-osassa esiintyy maan pintaosassa myös moreenia, jota peittää yleisesti ohut turvekerros. Soista vain Pahanevan alueella on turpeen paksuus tulkinnan mukaan yli 60 cm eikä turpeen pohjamaalaji ole tiedossa (Kuva 5.). Todennäköisesti tälläkin alueella turpeen pohjalla esiintyy kuitenkin moreenia. Alueen peltomaat sijaitsevat myös hiekka-, hietta- tai moreenimailla. Avokalliota ja kalliomaata (maapeitteen paksuus alle 1 m) tai hienorakeisia maalajeja ei alueella esiinny. Maaperäkartoitusaineistossa esitetään kuitenkin maaperän maalajit vain yhden metrin syvyydelle maanpinnasta eivätkä mahdollisesti syvemmällä esiintyvät maakerrokset siten näy kartalla. Maaperäkartta-aineiston perusteella riski hienorakeisten sulfaattimaiden esiintymiselle on pieni.



Kuva 5 Maaperän yleiskartta (1:250 000) Isonnevan alueelta.

Alueen pintamorfologiassa (MML:n laserkeilausaineisto) nähdään runsaasti rantavalleja (Kuva 6.) ja alueen hiekkakerroksen pintaosan voidaan tulkita kerrostuneen rantavaiheessa tai osin tämän jälkeen. Muutoin alue on pinnanmuodoiltaan melko tasainen. Alueen hiekka on todennäköisin peräisin alueen pohjoispuolella sijaitsevasta harjujaksosta. Tällaisen alueen geologialle ja

stratigrafialle on tyypillistä, että rantakerrostumien alapuolella voi esiintyä syvempään veteen kerrostuneita hienorakeisia lajittuneita sedimenttejä, joissa taas saattaa esiintyä sulfideja. Esiselvityksen perusteella ei kuitenkaan saada selvyyttä kuinka paksuja rantakerrostumat ovat ja että esiintyykö niiden alapuolella muita kerrostumia.



Kuva 6 Rantavalleja, joiden aines on tyypillisesti hiekkaa ja soraa, Pahanevan itäpuolella.

Isonen hankealueelta ei ole olemassa GTK:n turvekartoitustietoja. Alueen ulkopuolelle rajautuva Isonneva (Kuva 5.) on kuitenkin tutkittu ja turpeen pohjamaalajiksi on määritetty yleisesti hiekka.

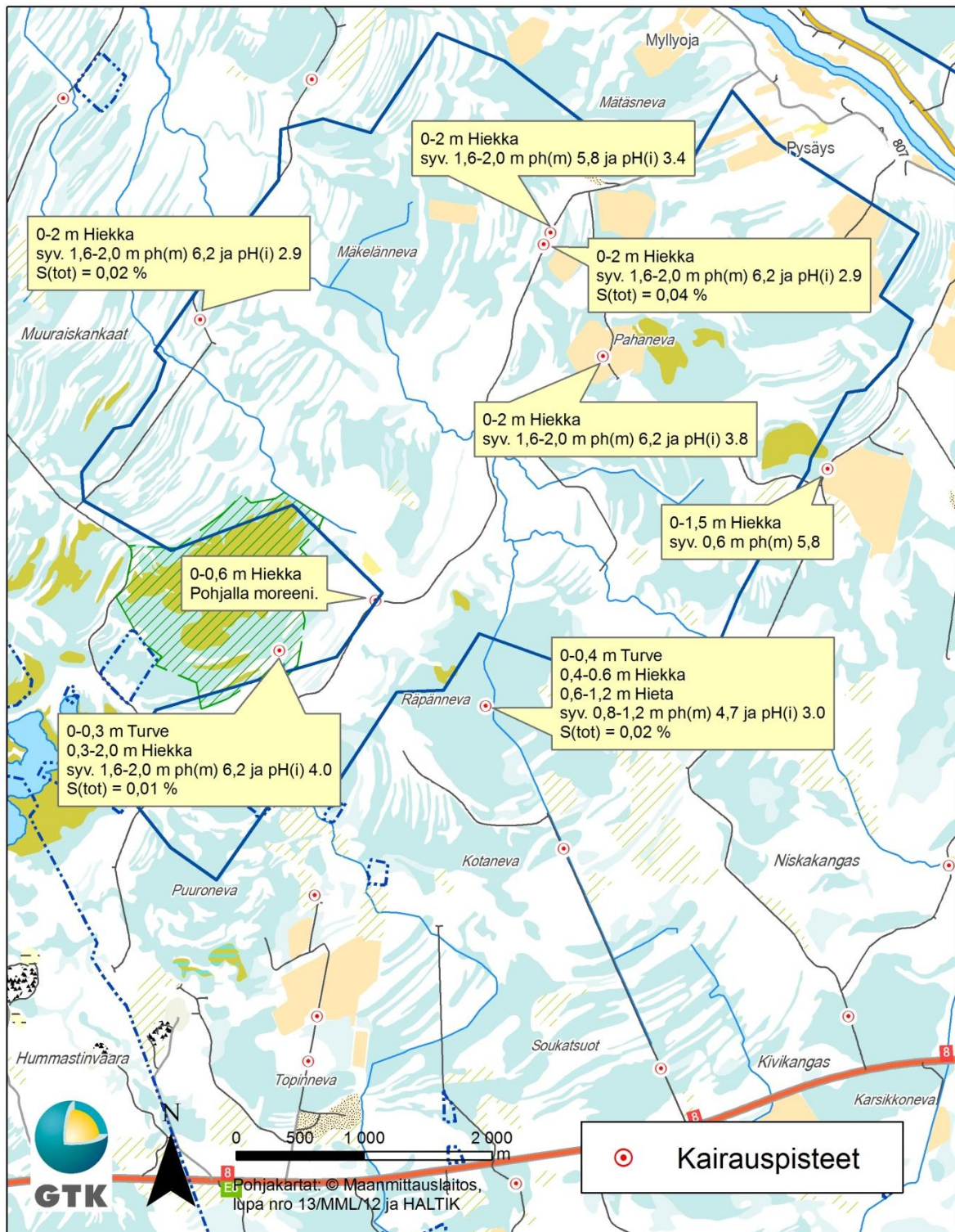
GTK:n aerogeofysiikan aineistosta ei erotu tuulipuistoalueelta selvästi ympäristöstään poikkeavia pintamaan sähköjohteita, jotka voitaisiin tulkita happamiksi sulfaattimaiksi. Johtavat kerrokset saattavat kuitenkin olla niin ohuita, ettei niitä kyseisestä aineistosta pystytä erottamaan.

GTK:n kallioperäkartoitustietojen perusteella alueella ei esiinny kallioperän mustaliuskeita. Alueen keskiosassa esiintyy kuitenkin mafisia metavulkaniitteja, joiden rikkipitoisuus saattaa olla ympäröivää kallioperää korkeampi. Muutoin alueen kallioperä koostuu pääasiassa kiillegneissistä ja graniitista ja kvartsidioriittista.

Isonvan alueella ja tämän välittömässä läheisyydessä on tehty yhteensä kahdeksan maaperäkairaus tapausta happamien sulfaattimaiden yleiskartoituksen yhteydessä. Kairaukset ovat ylettyneet tyypillisesti kahden metrin syvyyteen maanpinnasta ja maalajiksi on havaittu lähes poikkeuksetta hiekka. Yhdelläkään kairauspisteellä ei ole havaittu tyypillistä hienorakeista sulfidisedimenttiä. Näiden tietojen perusteella ei kuitenkaan voida sulkea pois, ettei hiekkakerrosten alapuolella voisi esiintyä hienorakeisia sedimenttejä.

Viideltä kairauspisteeltä on otettu näyte ja mitattu maasto-pH ($\text{pH}_{(m)}$) 1,6 -2,0 m syvyydeltä pohjavedenpinnan alapuolisesta hapettumattomasta sedimentistä (hiekkak). Näytteistä on analysoitu laboratoriossa kokonaisrikkipitoisuus ($S_{(tot)}\%$) ja mitattu inkuboitu-pH ($\text{pH}_{(i)}$). pH-inkubaatioissa maanäytteiden annetaan hapettua laboratoriossa 8-16 viikkoa, jonka jälkeen mitataan näytteen pH ja verrataan sitä maastossa mitattuun pH-arvoon. Mikäli pH on laskenut alle neljän arvoon ja pudotusta on tapahtunut vähintään 0,5 yksikköä voidaan näytteessä todeta esiintyvän happamuutta tuottavia sulfideja.

Tyypillisten happamoitumista aiheuttavien hienorakeisten sulfidisedimenttien kokonaisrikkipitoisuus on yli 0,2 % ja pH-inkubaatio -arvot ovat alle neljän. Isonvan tutkituilla kairapisteillä rikkipitoisuudet ovat hyvin alhaiset, mutta inkubaatioissa pH-arvot ovat laskeneet paikoin voimakkaasti alle neljän arvoon, jopa alle kolmen. Tämä selittyy karkeiden maalajien heikolla puskurointikyvyllä happamoitumista vastaan. Tulosten perusteella voidaan arvioida, että Isonvan alueella esiintyy alle kahden metrin syvyydellä maanpinnasta sulfidirikkipitoisia hiekkakkoja, jotka tuottavat happamoitumisriskin, mikäli maaperää kuivatetaan tälle syvyydelle. Suunniteltu maaperän kuivatus on hankealueella kuitenkin lähinnä kohteellista (rakennuskohteet) ja happamoitumisriski liittyy lähinnä käsiteltäviin maamassoihin ja niiden hapettumiseen. Kairauspisteiden havainto- ja analyysitulokset esitetään tarkemmin karttapohjalla kuvassa 7.



Kuva 7 Happamien sulfaattimaiden yleiskartoituksen yhteydessä tehdyt maaperäkairaukset Isonnevan alueella. pH(m) = maastossa mitattu pH, pH(i) = inkuboitu pH ja S(tot) = kokonaisrikkipitoisuus prosentteina.

3 YHTEENVETO JA JATKOTUTKIMUSTARVE

3.1 Vartinoja

Yhteenvetona voidaan todeta, että Vartinojan alueen maaperä on hiekkavaltaista ja, että hienorakeisten happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys alueella on pieni. Alueella kuitenkin esiintyy lajittuneita karkeita maalajeja, joissa saattaa esiintyä pieniä määriä sulfidirikkiä. Nämä pohjavedenpinnanalaiset hiekat / hiedat saattavat aiheuttaa happamoitumisriskin joutessaan hapettaviin olosuhteisiin kuivatustilanteessa. Tämän lisäksi on mahdollista, että alueen hiekkahietakerrosten alapuolella esiintyy hienorakeisia lajittuneita sedimenttejä, joissa saattaa esiintyä sulfideja. Näiden mahdollisten hiekkakerrosten alapuolisten sulfidikerrosten happamoitumisriski riippuu niiden esiintymissyvyydestä ja mahdollisesta kuivatussyvyydestä. Mikäli nämä kerrokset pysyvät hapettomassa tilassa pohjavedenpinnan alapuolella, ei niistä aiheudu happamoitumisriskiä ympäristölle. Esiselvityksessä käytetyn aineiston perusteella ei kuitenkaan voida ottaa kantaa hiekkahietakerrosten alapuolisten mahdollisten sulfidikerrosten esiintymiseen tai arvioida pohjavedenpinnan tasoa alueella.

Esiselvityksen perusteella voidaan todeta, että Vartinojan alueella on tarve lisäselvitykselle maastossa, jotta happamien sulfaattimaiden esiintymistä ja mahdollista happamoitumisriskiä rakennuskohteilla voitaisiin arvioida tarkemmin. Tämän selvityksen perusteella esitetään, että happamien sulfaattimaiden esiintymistä tulisi arvioida Vartinojan alueella tarkemmin noin 10 maaperäkairauksella, jotka kohdistetaan tuulivoimaloiden suunnitelluille rakennuspaikoille ja potentiaalisimmille sulfaattimaiden esiintymisalueille, kuten mustaliuskevyöhykkeen läheisyyteen ja alaville suo- ja peltomaille. Erityishuomio tutkimuksissa kiinnitetään karkearakeisiin maalajeihin ja niiden happamoitumisriskiin. Kairaukset ulotetaan rakennuskohteilla kuivatus- / maanmuokkaussyvyydelle. Mikäli tutkituilla pisteillä esiintyy sulfidisedimenttejä, voidaan tutkimuksia laajentaa myös useammille rakennuskohteille. Tutkimuksista saadaan tietoa happamien sulfaattimaiden mahdollisesta esiintymisestä ja ominaisuuksista sekä pohjavedenpinnantasosta, minkä perusteella voidaan arvioida mitkä alueet tulee erityisesti huomioida rakennusvaiheessa ja miten happamoitumiskuoormitusta voidaan ehkäistä.

3.2 Isoneva

Yhteenvetona voidaan todeta, että Isonevan alueen maaperä on hiekkahietakasta ja moreenivaltaista ja että riski tyypillisten hienorakeisten sulfidisedimenttien esiintymiselle on pieni. Alueella esiintyy kuitenkin alle kahden metrin syvyydellä maanpinnasta hiekkajoja, jotka tuottavat happamoitumisriskin kuivatustilanteessa. Esiselvityksessä käytetyn aineiston perusteella ei myöskään pystytä sulkemaan pois hiekkakerrosten alapuolisten hienorakeisten sulfidikerrosten esiintymistä.

Esiselvityksen perusteella voidaan todeta, että Isonevan alueella on tarve lisäselvitykselle maastossa, jotta happamien sulfaattimaiden esiintymistä ja mahdollista happamoitumisriskiä rakennuskohteilla voitaisiin arvioida tarkemmin. Tämän selvityksen perusteella esitetään, että happamien sulfaattimaiden esiintymistä tulisi arvioida Isonevan alueella tarkemmin noin 10 maaperäkairauksella, jotka kohdistetaan tuulivoimaloiden suunnitelluille rakennuspaikoille ja potentiaalisimmille sulfaattimaiden esiintymisalueille, kuten alaville suo- ja peltomaille. Erityishuomio tutkimuksissa kiinnitetään karkearakeisiin maalajeihin ja niiden happamoitumisriskiin. Kairaukset ulotetaan rakennuskohteilla kuivatus- / maanmuokkaussyvyydelle. Mikäli tutkituilla pisteillä esiintyy sulfidisedimenttejä, voidaan tutkimuksia laajentaa myös useammille rakennuskohteille. Tutkimuksista saadaan tietoa happamien sulfaattimaiden mahdollisesta esiintymisestä ja ominai-

suuksista, jonka perusteella voidaan arvioida mitkä alueet tulee erityisesti huomioida rakennusvaiheessa ja miten happamoitumiskuormitusta voidaan ehkäistä.