

FRESHABIT-kohdealueiden geologiaa ja geokemiaa

Tarja Hatakka




FRESHABIT LIFE IP (LIFE14/IPE/FI/023)

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

29.11.2017 / 63/2017

Tekijät Tarja Hatakka		Raportin laji Arkistoraportti	
		Toimeksiantaja Geologian tutkimuskeskus	
Raportin nimi FRESHABIT-kohdealueiden ympäristön geologiaa ja geokemiaa			
Tiivistelmä FRESHABIT-hankkeen kohdealueilta (Naamijoen, Kiskonjoen, Pohjanmaan, Karjaanjoen, Vanajaveden, Keski-Suomen, Koitajoen ja Puruveden alueet. Pohjanmaan kohdealue, joka koostuu Isojoen, Karvianjoen ja Ähtävänjoen tutkimusalueista sekä Keski-Suomen kohdealue, joka koostuu Etelä-Konneveden, Päijänteen ja Saarijärven reitin tutkimusalueista) koottiin yhteen tietoa alueiden kallioperästä, maaperästä ja geokemiasta. Kohdealueet kuuluvat kallioperänsä perusteella Keski-Lapin alueen, Keski-Lapin granitoidikompleksin, Ilomantsin vyöhykkeen, Saimaan alueen, Keski-Suomen granitoidikompleksin, Pohjanmaan vyöhykkeen, Tampereen vyöhykkeen, Pirkanmaan vyöhykkeen, Hämeen vyöhykkeen ja Uudenmaan vyöhykkeen geologisiin alueisiin. Maaperän yleisin maalaji kohdealueilla on moreeni, ja useilla kohdealueilla on runsaasti kalliopaljastumia ja ohuen maapeitteen alueita. Karjaanjoen ja Vanajaveden kohdealueet sijaitsevat valtakunnallisten Etelä-Suomen ja Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssien alueella. Moreenin alueellinen, laskennallinen arseenin suurin suositeltu taustapitoisuus (SSTP-arvo) Karjaanjoen kohdealueen itäosassa 11 mg/kg ja Vanajaveden kohdealueella 26 mg/kg.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Geologia, geokemia, ympäristö, maaperä, kallioperä			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Naamijoki, Isojoki, Karvianjoki, Ähtävänjoki, Konnevesi, Puruvesi, Kiskonjoki, Karjaanjoki, Vanajavesi, Päijänne, Saarijärven reitti, Koitajoki			
Karttalehdet			
Muut tiedot Kansikuva: Pohjanmaan FRESHABIT-kohdealueen Ähtävänjoen tutkimusalueen kallioperäkartta			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus	
Kokonaissivumäärä 112	Kieli suomi	Hinta	Julkisuus julkinen
Yksikkö ja vastuualue Ympäristögeologian yksikkö		Hanketunnus 50403-3005721	
Allekirjoitus/nimen selvennys  / Tarja Hatakka		Allekirjoitus/nimen selvennys	

Sisällysluettelo**Kuvailulehti**

1	Johdanto	1
2	Yleistä	3
2.1	Suomen kallioperä	3
2.2	Suomen maaperä	6
2.3	Suomen maaperän geokemialliset provinssit	6
2.4	Maaperän taustapitoisuus ja suurimmat suositellut taustapitoisuudet (SSTP-arvot)	8
3	Naamijoen kohdealue	10
3.1	Naamijoen kohdealueen kallio- ja maaperä	11
3.2	Naamijoen kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet	11
4	Pohjanmaan kohdealue	14
4.1	Isojoen tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet	17
4.2	Karvianjoen tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet	21
4.3	Ähtävänjoen tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet	28
5	Kiskonjoen kohdealue	34
5.1	Kiskonjoen kohdealueen kallio- ja maaperä	35
5.2	Kiskonjoen kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet	39
6	Karjaanjoen kohdealue	40
6.1	Karjaanjoen kohdealueen kallio- ja maaperä	41
6.2	Karjaanjoen kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet	45
7	Vanajaveden kohdealue	46
7.1	Vanajaveden kohdealueen kallio- ja maaperä	48
7.2	Vanajaveden kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet	60
8	Keski-Suomen kohdealue	61
8.1	Etelä-Konneveden tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet	66
8.2	Päijänteen tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet	71
8.3	Saarijärven reitin tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet	79
9	Koitajoen kohdealue	85

9.1	Koitajoen kohdealueen kallio- ja maaperä	85
9.2	Koitajoen kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet	93
10	Puruveden kohdealue	94
10.1	Puruveden kohdealueen kallio- ja maaperä	94
10.2	Puruveden kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet	98
11	Yhteenveto	99
KIRJALLISUUS		102

29.11.2017

1 JOHDANTO

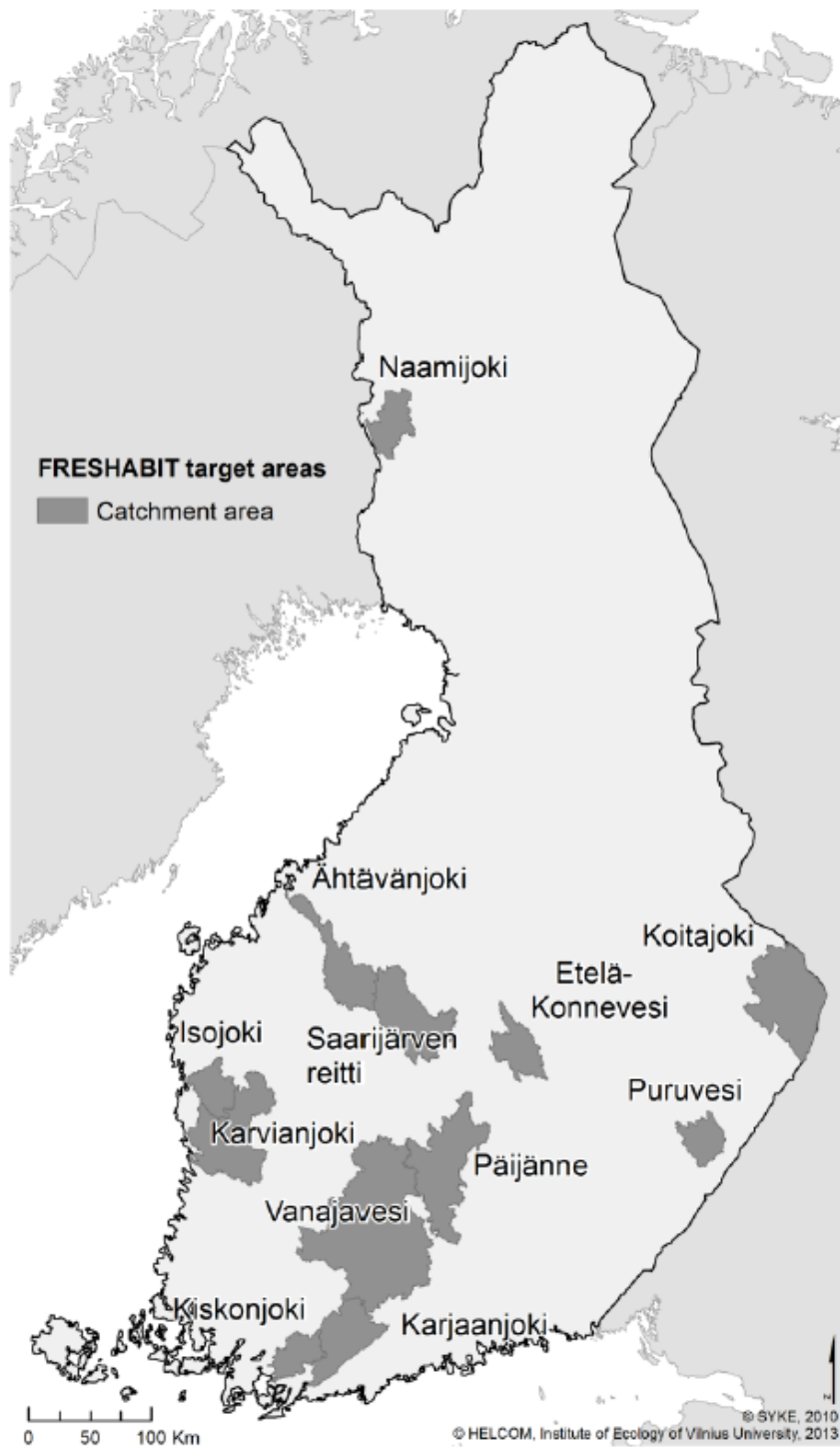
Geologian tutkimuskeskus (GTK) on mukana EU:n LIFE-rahaston rahoittamassa FRESHABIT-hankkeessa (<http://www.metsa.fi/freshabit>), joka käynnistyi vuoden 2016 alussa. Hankkeen päämääränä on Suomen sisävesien laadun parantaminen ja sisävesien luonnon suojelu. Sisävesien tilaa ja luonnon monimuotoisuutta parannetaan konkreettisilla kunnostustoimilla ja kehittämällä uusia, pysyviä menetelmiä ja käytäntöjä sisävesien hoitoon. Hankkeessa pyritään lisäämään yhteistyötä erityisesti vesiluonto- ja metsäsektorien välillä sekä valuma-alueitasoisella suunnittelulla. Pinta- ja pohjavedestä riippuvien luontotyyppien ja lajien tilaa parannetaan valuma-alueen toimenpiteillä sekä yksityisomistuksessa olevilla mailla että valtion hallinnoimilla mailla. Hanke on seitsemänvuotinen ja se päättyy 30.9.2022. Hanketta koordinoi Metsähallitus, Luontopalvelut, kullakin aluehankkeella on oma koordinaattori, ja hankekumppaneita on 30 (mm. Suomen ympäristökeskus, Luonnonvarakeskus ja Metsäkeskus). Sisävesiluonnon lisäksi hankkeen tuloksista hyötyvät paikalliset yrittäjät, vesistöjen virkistyskäyttäjät sekä tulevat sukupolvet, jotka saavat nauttia puhtaammista sisävesistä.

FRESHABIT-hankkeen kohdealueita on eri puolilla Suomea yhteensä kahdeksan (kuva 1) pohjoisimpana Naamijoen kohdealue Tornionjoen-Muonionjoen vesistöalueella ja eteläisimpänä Kiskonjoen vesistöalue Varsinais-Suomessa. Muut kohdealueet ovat Pohjanmaan kohdealue, johon kuuluvat Isojoen, Karvianjoen ja Ähtävänjoen vesistöalueet, Karjaanjoen kohdealue, Vanajaveden kohdealue, Keski-Suomen kohdealue, johon kuuluvat Konneveden, Päijänteen ja Saarjärven reitin vesistöalueet, sekä Koitajoen ja Puruveden kohdealueet. Kohdealueisiin sisältyy yhteensä 43 Natura2000-alueita.

GTK on selvittänyt Etelä-Savossa Puruveden ja Keski-Suomessa Etelä-Konneveden pohjan sedimenttien koostumusta ja geologiaa kaiku- ja viistokaikuluotaamalla sisävesialueita (Hämäläinen 2017, http://tupa.gtk.fi/posteri/tp_0391.pdf). Yhdistämällä tiedot pohjan laadusta ja kasvillisuudesta erilaisiin kaukokartoitusaineistoihin rantavyöhykkeen ja valuma-alueen maankäytöstä sekä kalojen poikasalueista pyritään määrittämään lajiston ja ympäristön kannalta herkät ja lajirikkaat alueet, joiden hoitoon tulisi kiinnittää erityistä huomiota. GTK on kartoittanut FRESHABIT-hankkeen puitteissa myös Karjaanjoen ja Kiskonjoen valuma-alueilla happamien sulfaattimaiden esiintyvyyttä.

Huolellinen ympäristön tilan selvittäminen ennen toimenpiteitä on tärkeää, jotta kunnostustoimenpiteitä osataan kohdentaa oikein ja niiden tuloksellisuutta arvioida ja seurata. GTK tuottaa FRESHABIT-hankkeessa geologista taustatietoa muille hankkeen toimijoille. Tässä raportissa kootaan yhteen tietoja FRESHABIT-kohdealueiden geologiasta ja geokemiallisia taustapitoisuuksista.

29.11.2017



Kuva 1. FRESHABIT-hankkeen kohdealueet.

29.11.2017

2 YLEISTÄ

2.1 Suomen kallioperä

Suomen kallioperä on osa vanhaa Fennoskandian kilpeä, joka tulee esiin nuoremman kallioperän läpi. Itä-Karjala ja Itä-Suomi muodostavat keskuksen, jonka ympärille manner on vähitellen kasaantunut. Kilven kallioperä on muodostunut lähinnä maapallon vaipan ja kuoren kivien sulamisen, painovoimaan perustuvan keveitten kivilajien kuoreen rikastumisen sekä laattatektonisten ja sedimentaatioprosessien seurauksena. Kaikki nämä prosessit saivat aikaan kemialliselta koostumukseltaan erilaisia kivilajeja ja kivilajisarjoja. (Koljonen 1992).

Suomen kallioperä voidaan jakaa selkeästi toisistaan poikkeaviin alueisiin: maamme pohjois- ja itäosat kuuluvat 3100–2500 miljoonan vuoden ikäiseen arkeeseen kallioperään, etelä- ja keskiosat 1930–1800 miljoonaa vuotta sitten syntyneeseen varhaisproterotsooiseen kallioperään, ja vain pieni osa kallioperästämme on nuorempaa kuin 1800 miljoonaa vuotta, merkittävimminä nuorista muodostumista Etelä-Suomen rapakivigraniitit (Korsman ja Koistinen 1998). Kaikkein vanhin maankuori joutui laattatektonisten prosessien alettua suurten ja nopeiden muutosten alaiseksi noin 2000–1750 miljoonaa vuotta sitten. Tällöin kallioperä poimuttui, syntyi vuorijonoja merineen, ja maankuoren ainesta kulkeutui sedimenttien kanssa kuoren yläosasta alaosaan. Kohonneen paineen ja lämpötilan johdosta sedimentit yhdessä kuoren ja vaipan kiviaineksen kanssa kiteytyivät uudelleen metamorfisiksi kivilajeiksi, paikoitellen sulivat, sekoittuivat toisiinsa, erilaistuivat sulassa ja kiinteässä tilassa ja kiteytyivät erilaisiksi magmakivilajeiksi. Voimakkaassa metamorfoosissa kivet sulivat osittain, ja niistä syntyi seoskiviä eli migmatiitteja, jotka ovat graniittien ohella Etelä-Suomen yleisimpiä kiviä (Korsman ja Koistinen 1998). Nykyisen, suurelta osin granitoidisen mantereelliselle kuorelle ominaisen koostumuksensa kilpi saavutti yli 1500 miljoonaa vuotta sitten (Koljonen 1992).

Fennoskandian kilpeä ympäröi 590 miljoonaa vuotta nuoremmat, kehittyneiden eliöiden jäänteitä sisältävät, useimmiten heikosti metamorfoituneet sedimentti- ja magmakivet. Prekambrista nuorempaa kallioperä on mm. pohjoisessa käsivarren alueella 550–375 miljoonaa vuotta sitten syntyneessä Kõlivooristossa, ja paikoitellen Pohjanlahden, Itämeren ja Suomenlahden pohjalla sekä etelässä Virossa ja Karjalan kannaksella. Laatokan-Perämeren vyöhyke jakaa Suomen kallioperän pohjois-koilliseen ja etelä-lounaiseen suurlohkoon. Pohjoinen suurlohko koostuu pääosin vahvasti metamorfoituneista, yli 2600 miljoonaa vuotta sitten syntyneistä, runsaasti plagioglaasia ja kvartsia sisältävistä gneisseistä ja liuskeista sekä vihreäkivistä. Tämä kallioperä on muodostanut sen mantereisen alustan, jonka päälle hiekka- ja savisedimentit sekä kallioperän repeytymisen kautta maanpinnalle purkautuneet tulivuoriperäiset kivilajit ovat kerrostuneet. Eteläinen suurlohko koostuu pohjoista lohkoa nuoremmasta, 2000–1750 miljoonaa vuotta vanhasta kallioperästä. Tällä loholla esiintyvät rapakivigraniitit sekä kaikkein nuorimmat sedimenttiset kivet, monet diabaasijuonet ja alkalikivet ja karbonaatiitit. Suurlohkojen välinen vaihettumisvyöhyke koostuu lähinnä runsaasti grafiittia sisältävistä liuskeista ja gneisseistä. Vyöhykkeelle on ominaista

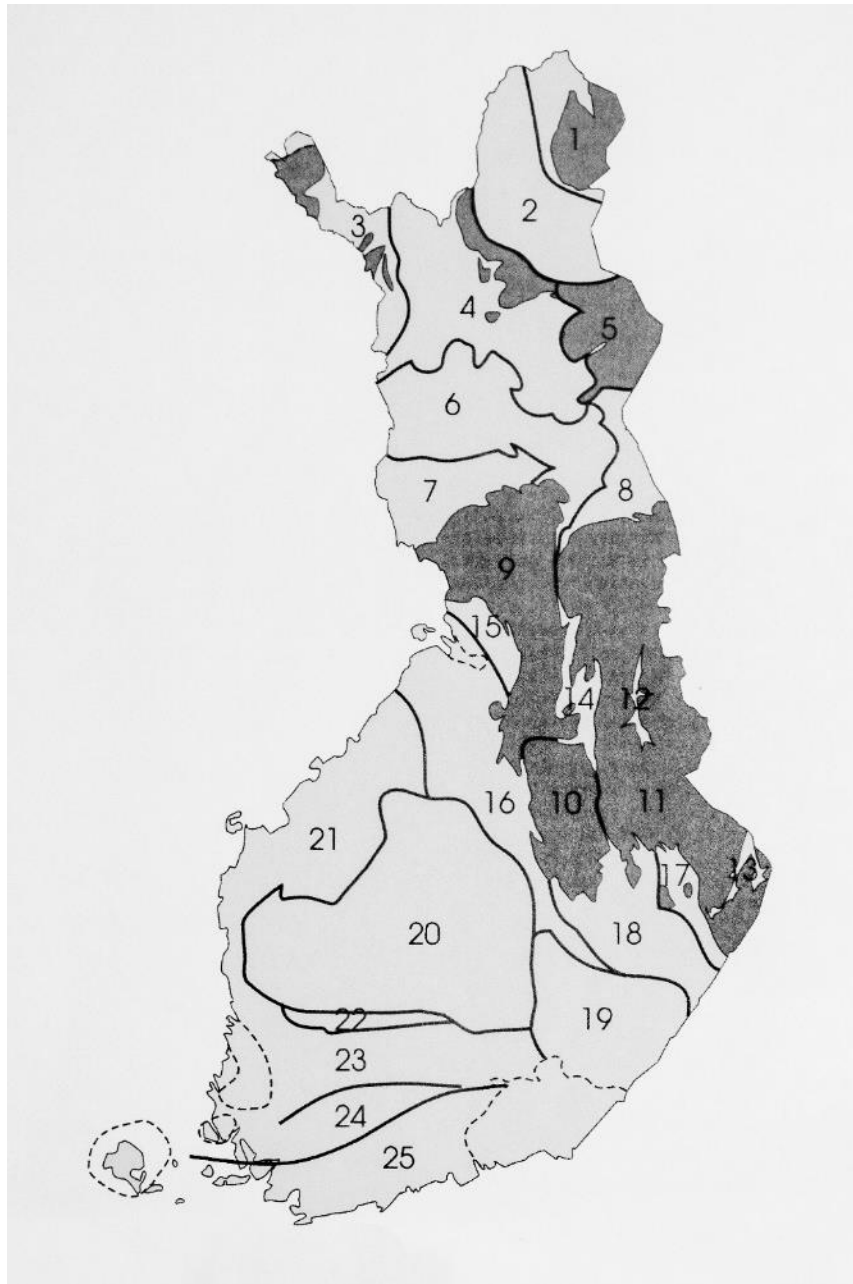
29.11.2017

sedimentti- ja magmakivet sekä malmit, joita tavataan lähinnä aktiivisilla mannerreunoilla. (Koljonen 1992).

Kaiken kaikkiaan Suomen kallioperästä 53 % on graniittisia kiviä, 22 % migmatitteja ja vain vähäinen osa koostuu emäksisistä magmakivistä, liuskeista, kvartsiiteista ja kalkkikivistä. Lapissa esiintyy runsaammin vulkaanisia kiviä kuin Etelä-Suomessa (Korsman ja Koistinen 1998).

Suomen geologiset alueet on esitetty kuvassa 2. Geologiset alueet ovat Inarin alue, Lapin granuliittivyöhyke, Enontekiön alue, Keski-Lapin alue, Itä-Lapin kompleksi, Keski-Lapin granitoidikompleksi, Peräpohjan vyöhyke, Kuusamon vyöhyke, Pudasjärven kompleksi, Iisalmen kompleksi, Itä-Suomen kompleksi, Kuhmon vyöhyke, Ilomantsin vyöhyke, Kainuun vyöhyke, Kiimingin vyöhyke, Savon vyöhyke, Höytiäisen vyöhyke, Outokummun alue, Saimaan alue, Keski-Suomen granitoidikompleksi, Pohjanmaan vyöhyke, Tampereen vyöhyke, Pirkanmaan vyöhyke, Hämeen vyöhyke ja Uudenmaan vyöhyke (Nironen ym. 2002).

29.11.2017



Kuva 2. Suomen geologiset alueet. 1 = Inarin alue, 2 = Lapin granuliittivyöhyke, 3 = Enontekiön alue, 4 = Keski-Lapin alue, 5 = Itä-Lapin kompleksi, 6 = Keski-Lapin granitoidikompleksi, 7 = Peräpohjan vyöhyke, 8 = Kuusamon vyöhyke, 9 = Pudasjärven kompleksi, 10 = Iisalmen kompleksi, 11 = Itä-Suomen kompleksi, 12 = Kuhmon vyöhyke, 13 = Ilomantsin vyöhyke, 14 = Kainuun vyöhyke, 15 = Kiimingin vyöhyke, 16 = Savon vyöhyke, 17 = Höytiäisen vyöhyke, 18 = Outokummun alue, 19 = Saimaan alue, 20 = Keski-Suomen granitoidikompleksi, 21 = Pohjanmaan vyöhyke, 22 = Tampereen vyöhyke, 23 = Pirkanmaan vyöhyke, 24 = Hämeen vyöhyke ja 25 = Uudenmaan vyöhyke (Nironen ym. 2002).

29.11.2017

2.2 Suomen maaperä

Suomessa vanhaa kallioperää peittää nuori, viimeisen jääkauden aikana ja sen jälkeen syntynyt maaperä. Viimeinen jääkausi päättyi noin 10 000 vuotta sitten, ja sen jäljiltä maaperässämme on mannerjäätikön kallioperästä murskaamasta ja kuljettamasta aineksesta syntyneitä moreenia, jäätikköjokien lajittelemia glasifluviaalisia kerrostumia ja jääkauden jälkeisten meri- ja järvivaiheiden myötä syntyneitä hienorakeisia pohjasedimenttejä ja turvekerrostumia. Kiteisen vanhan kallion ja nuoren maaperän raja on selvä ja hyvin jyrkkä. Maaperän paksuudet vaihtelevat kalliopaljastumien peitteettömyydestä useisiin kymmeneen metriin. Paksuimmat maaperäkerrokset liittyvät harjuihin ja reunamuodostumiin. Moreenikerrostumat ovat tavallisesti vain muutaman metrin paksuisia.

Suomen maaperän kemialliseen koostumukseen vaikuttaa eniten kallioperän geokemia, ja vaihtelut kallioperän koostumuksessa kuvastuvat myös maaperään. Koska kallioperä Suomen alueella vaihtelee suuresti, myös maaperän geokemiassa on luontaisesti suurta alueellista vaihtelua. Lisäksi ihmistoiminnan vaikutus näkyy tiheästi asutuilla ja teollistuneilla alueilla etenkin pintamaan kohonneina haitta-ainepitoisuuksina.

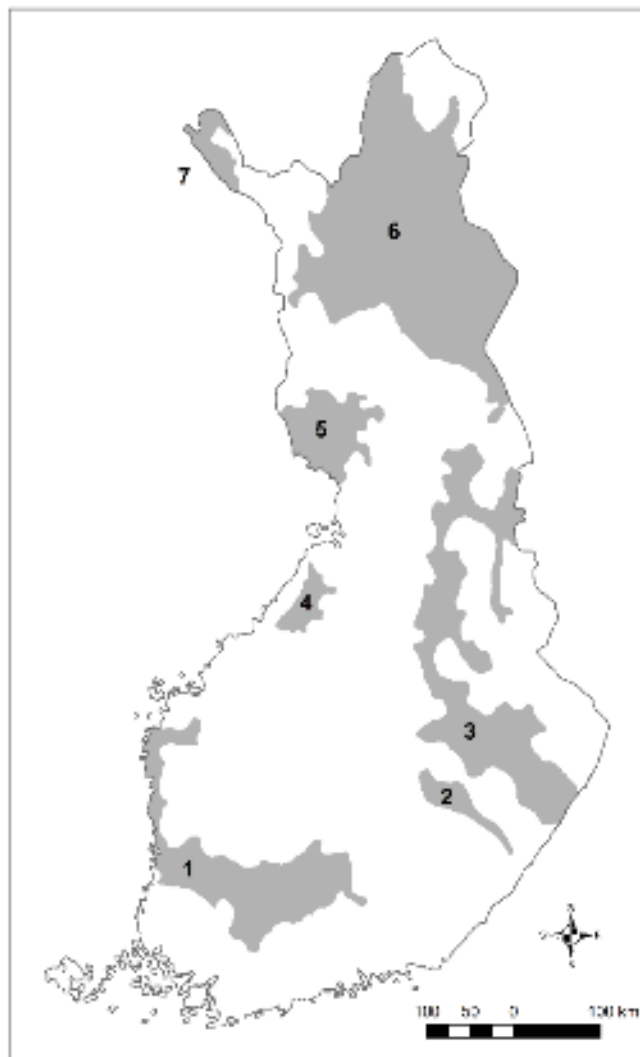
Maalajit ovat geokemiallisilta ominaisuuksiltaan erilaisia. Moreeni, joka on Suomen yleisin maalaji, on lajittumatonta ainesta, jossa maarakeiden koko voi vaihdella pienistä savipartikkeleista lohkareisiin. Moreeni on muista maalajeista poiketen paikallisesta kallioperästä jääkauden aikana irronneesta mineraaliaineksesta ja vanhasta sedimentistä sekoittumalla muodostunut, jäätikön kerrostama maalaji. Tämän syntyvän vuoksi moreenin, erityisesti pohjamoreenin, geokemiallinen koostumus heijastaa hyvin alla olevan kallioperän geokemiallista koostumusta. Muut maalajit, kuten sora, hiekka, hieta ja savi, ovat syntyneet jääkauden loppuvaiheen aikana tai sen jälkeen veden kuljettamasta ja lajittelemasta aineksesta, joka on kerrostunut veteen. Erityisesti sorassa ja hiekassa veden kulutustyö näkyy kivien pyörityneisyytenä. Näiden maalajien aines on usein kulkeutunut kauas siitä kalliialueesta, josta jää ja vesi ne alun perin irrotti. Tämän vuoksi niiden geokemiallinen koostumus antaa vain harvoin viitteitä suoraan niiden alla olevan kallioperän geokemiallisesta koostumuksesta. Hiedat, hiesut ja savet ovat maalajeja, joissa raekoko on pieni ja siksi niiden rakenne on tiivis. Savet ovat kulkeutuneet veden mukana usein pitkän matkan, ja savikoiden geokemiallinen koostumus edustaa yleensä laajaa aluetta. Savet ovat kerrostuneet sedimentaation päätetason, järvi- ja merialtaisiin. Lieju ja turve muodostuvat pääasiassa kasvien jäänteistä, joten ne eivät kuvasta alueen kallioperän geokemiallista koostumusta niin selvästi kuin mineraalimaanäytteet (Hatakka toim. 2010).

2.3 Suomen maaperän geokemialliset provinssit

GTK on tehnyt kaksi laajaa valtakunnallista moreenigeokemiallista kartoitusta: suuralueellisen kartoituksen näytteenottotiheydellä 1 näyte / 300 km² (Koljonen 1992) ja

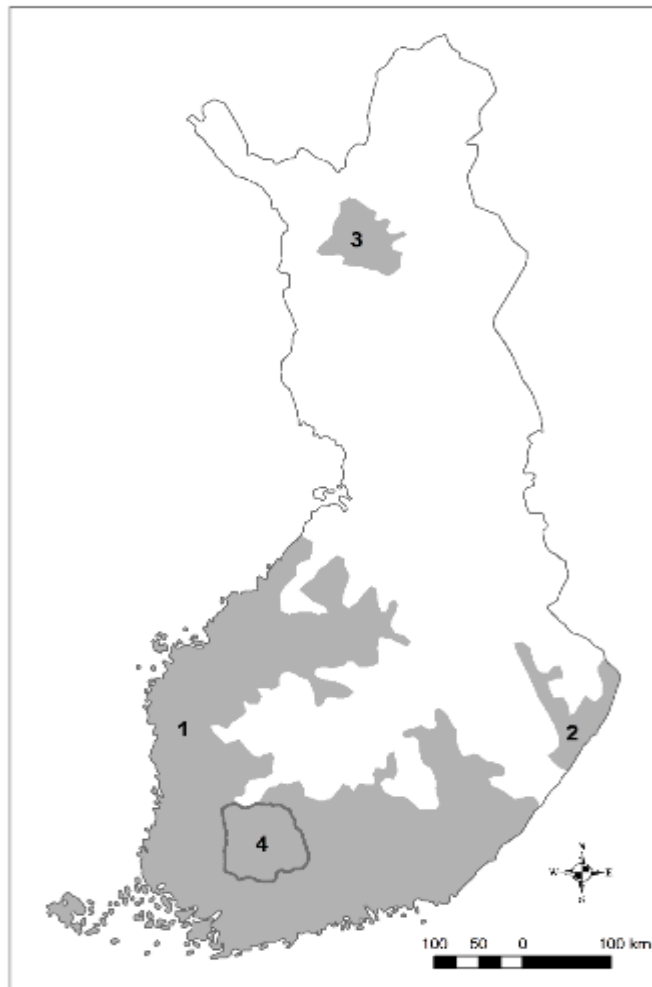
29.11.2017

alueellisen kartoituksen tiheydellä 1 näyte / 4 km² (Salminen 1995). Näiden geokemiallisten kartoitusten analyysitulosten (Koljonen 1992 ja Salminen 1995) sekä tarkempien alueellisten geokemiallisten tutkimusten perusteella on määritelty valtakunnalliset taustapitoisuusprovinssit (Eklund 2008). Niissä Suomi on jaettu alueisiin, joissa mahdollisesti haitallisten alkuaineiden luonnolliset taustapitoisuudet ovat suurempia kuin Suomessa keskimäärin. Kuvassa 3 on esitetty valtakunnalliset maaperän metalliprovinssit ja kuvassa 4 maaperän arseeniprovinssit.



Kuva 3. Valtakunnalliset maaperän metalliprovinssit (Eklund 2008). Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus. 1= Pirkanmaan metalliprovinssi, 2 = Varkauden metalliprovinssi, 3 = Koillismaan metalliprovinssi, 4 = Oulaisten metalliprovinssi, 5 = Kemin metalliprovinssi, 6 = Ylä-Lapin metalliprovinssi ja 7 = Käsivarren metalliprovinssi.

29.11.2017



Kuva 4. Valtakunnalliset maaperän arseeniprovinssit (Eklund 2008). Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus. 1 = Etelä-Suomen arseeniprovinssi, 2 = Ilomaan arseeniprovinssi, 3 = Kittilän arseeniprovinssi ja 4 = Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssi.

2.4 Maaperän taustapitoisuus ja suurimmat suositellut taustapitoisuudet (SSTP-arvot)

Maaperän taustapitoisuudella tarkoitetaan haitallisten aineiden luontaisesti tavanomaista pitoisuutta maaperässä tai sellaisia kohonneita pitoisuuksia, jotka esiintyvät pintamaassa laajalla alueella pilaantuneeksi epäillyn alueen ympäristössä (Vna 214/2007).

Valtioneuvoston asetuksessa maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (Vna 214/2007 eli PIMA-asetus) on annettu kynnyks- ja ohjearvoja orgaanisten haitta-aineiden

29.11.2017

ohella 11 alkuaineelle. PIMA-asetuksessa annetut metallien kynnys- ja ohjearvot perustuvat kuningasvesiliukoisiin pitoisuuksiin. PIMA-asetuksen mukaisesti maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointiprosessissa annetaan mahdollisuus käyttää maaperän alueellista taustapitoisuusarvoa kynnysarvon sijaan. Taustapitoisuusarvo määritetään laskennallisesti suurimpana suositeltuna taustapitoisuusarvona (SSTP-arvona), joka on alkuaineen tavanomaisen taustapitoisuusjakauman yläraja.

Alueellisia suurimpia suositeltuja taustapitoisuusarvoja (SSTP-arvoja) on Suomessa laskettu maaperän alkuainepitoisuuksille maalajeittain (Jarva ym. 2008). Suurin suositeltu taustapitoisuus (SSTP) perustuu SFS-ISO-standardin 19258 suosituksen laatikko-jana-kuvaajan (box-whisker-plot) ylemmän whisker-janan ylärajaan, kun näytejoukko on riittävän suuri, vähintään 30 näytettä (kuva 5). Suurimman suositellun taustapitoisuuden lukuarvo lasketaan seuraavasti:

$$SSTP_{AA} = P_{75} + 1,5 \times (P_{75} - P_{25}) \quad [1]$$

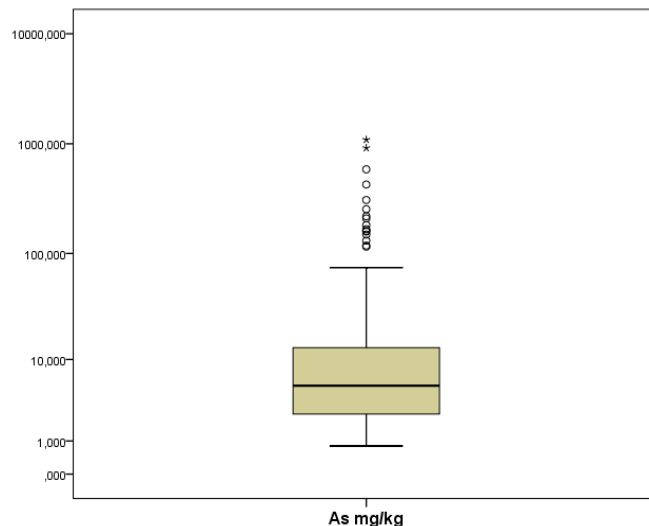
jossa

$SSTP_{AA}$ = alkuaineen AA suurin suositeltu taustapitoisuusarvo

P_{75} = alkuaineen AA pitoisuusjakauman 75. persentiili

P_{25} = alkuaineen AA pitoisuusjakauman 25. persentiili.

Kuitenkin, jos laskettu SSTP-arvo on suurempi kuin suurin mitattu pitoisuusarvo, SSTP-arvona on käytetty aineiston maksimia. Kaavan [1] avulla pyritään laskemaan taustapitoisuudelle arvo, jossa huomioidaan näytejoukon tavanomaiset suuret pitoisuudet, mutta jossa poikkeukselliset arvot jätetään huomioimatta.



Kuva 5. Esimerkki laatikko-jana-kuvaajasta. Beigen laatikon keskellä oleva viiva on mediaaniarvo, ja kaikista havainnoista 25 % on pienempiä kuin laatikon alareuna ja 25 % suurempia kuin laatikon yläreuna. Laatikosta lähtevien ns. Whisker-janojen päät osoittavat

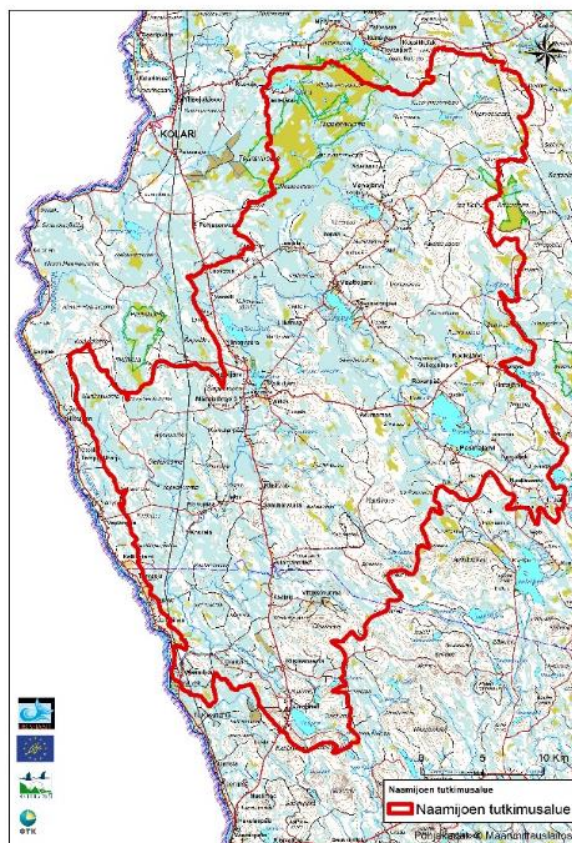
29.11.2017

pienimmän ja suurimman tavanomaisena pidettävän pitoisuuden. Whisker-janan yläpään arvoa voidaan pitää alueen taustapitoisuutena.

Suomen maaperän taustapitoisuuksia on esitetty GTK:n taustapitoisuuskarttapalvelussa (<http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>). Taustapitoisuuskarttapalvelusta löytyy tietoa myös alueellisista suurimmista suositelluista taustapitoisuuksista eli SSTP-arvoista. Suomen geologiasta on julkaistu paljon kirjallisuutta, jota voi hakea Geologian tutkimuskeskuksen Hakku-palvelusta (<https://hakku.gtk.fi/>). Lisätietoja Suomen geologiasta voi saada myös ottamalla yhteyttä Geologian tutkimuskeskukseen.

3 NAAMIJOEN KOHDEALUE

Naamijoen kohdealue sijaitsee Pohjois-Suomessa Kolarin ja Pellon kuntien alueella (kuva 6). Harvaanasuttu Naamijoen tutkimusalue on suuruudeltaan noin 38 000 ha, ja tutkimusalue kuuluu Torniojoen-Muonionjoen vesistöalueen sekä Teuravuoma-Kivijärvenvuoman Natura2000-alueisiin. Naamijoki on pituudeltaan 75 km.



Kuva 6. Naamijoen FRESHABIT-kohdealue. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017

3.1 Naamijoen kohdealueen kallio- ja maaperä

Naamijoen kohdealue sijoittuu Keski-Lapin granitoidikompleksin ja Keski-Lapin alueen pintasyntyisten kivien kontaktivyöhykkeeseen (Väänänen 2004). Naamijoen kohdealueen kallioperän yleisimmät kivilajit ovat eteläosissa porfyyrinen graniitti ja graniittinen gneissi, lännessä arkoosigneissi, keskiosissa biotiittiparagneissi ja pohjoisimmassa osassa basalttinen komatiitti (kuva 7). Sammalvaaran alueen kallioperä on kvartsimontsoniittia.

Lisätietoja Naamijoen alueen kallioperästä löytyy kallioperäkarttojen selityksistä (Väänänen 1998 ja Väänänen 2004).

Naamijoen kohdealueen alavimmat kohdat ovat alueen eteläosissa, jossa karttatietojen mukaan Orajärvi on noin 123 m mpy. Maasto kohoaa pohjoiseen ja koilliseen päin, ja tutkimusalueen korkein kohta on Iso-Kelhon laella 381,3 m mpy.

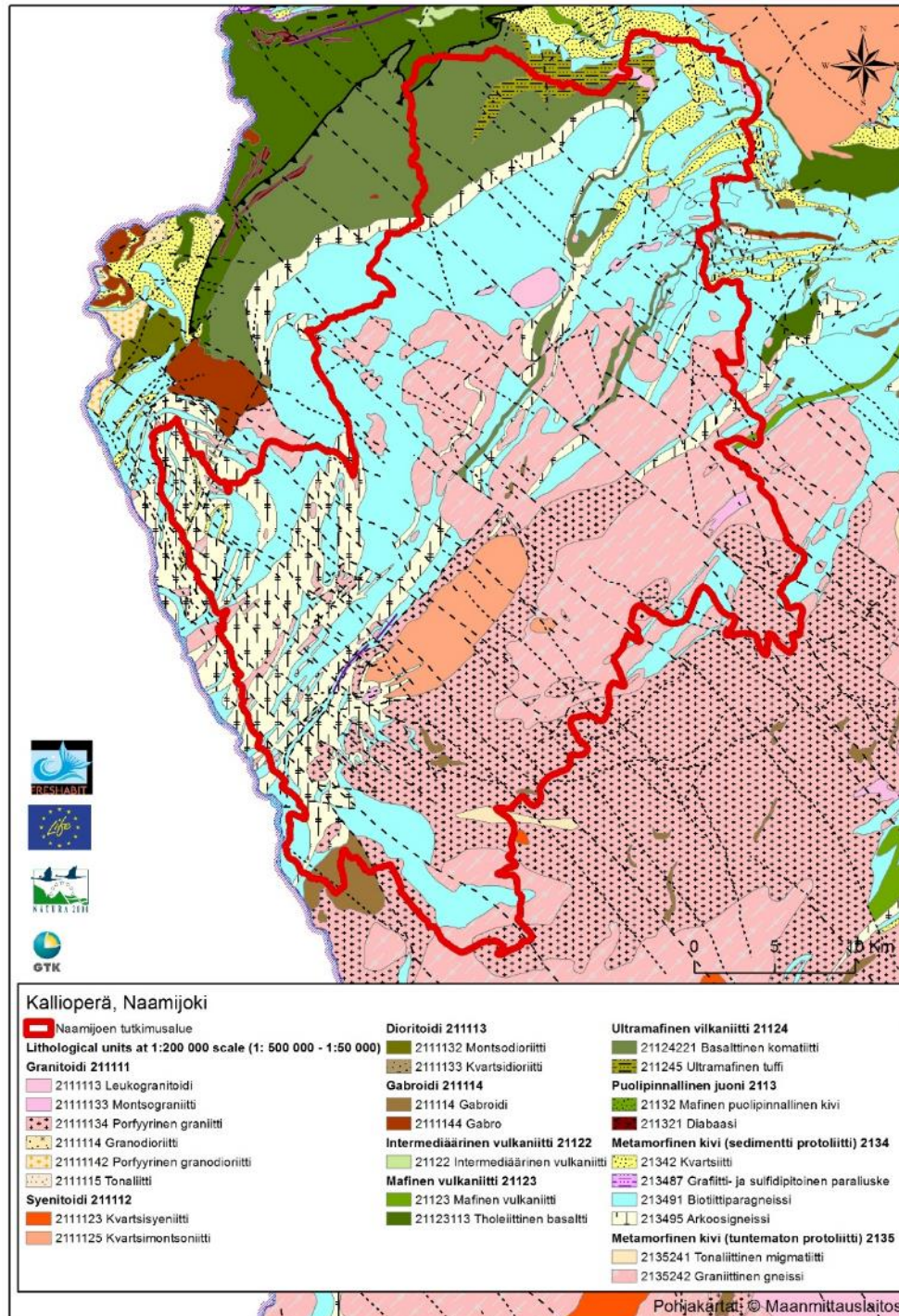
Naamijoen kohdealueen maaperän yleisimmät maalajit ovat moreeni ja turve (kuva 8). Moreeni on pääasiassa hiekka- ja soramoreenia (Lauri ym. 2013). Lajittuneita maa-aineksia on jokikerrostumissa ja harjuissa, jotka ovat alueella luode-kaakkosuuntaisia. Suurimmat lajittuneet muodostumat ovat Naamijoen ympäristössä, Haukirovan ja Haukivuoman välillä, Vaattojärven pohjoispuolella sekä Venejärven ja Peuravuoman välillä. Tutkimusalueella on useita pienialaisia kalliopaljastumia, esimerkiksi Iso-Kelhun ja Äijavaaran alueella, ja muutamia pieniä rakka-alueita mm. Venevaaran ja Nimettömän rinteillä (kuva 8).

3.2 Naamijoen kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet

Naamijoen kohdealue ei sijaitse maaperän valtakunnallisten geokemiallisten arseeni- tai metalliprovinssien alueella (kts. luku 2.3), ja haitallisten metallien luontainen määrä kohdealueen maaperässä on pieni. Naamijoen kohdealueen moreenissa (< 2mm raekoko, kuningasvesiuutto) kobolttia on keskimäärin 6,5 mg/kg, kromia 39,0–40,2 mg/kg, nikkeliä 16,1–18,5 mg/kg, sinkkiä 14,8–16,8 mg/kg ja vanadiinia 44,6–48,9 mg/kg:ssa. Näiden metallien maksimipitoisuudet moreenissa ja pitoisuuksista lasketut SSTP-arvot ovat pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnys ja ohjearvot (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>), siten Naamijoen tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnys- ja ohjearvoja (Vna 214/2007).

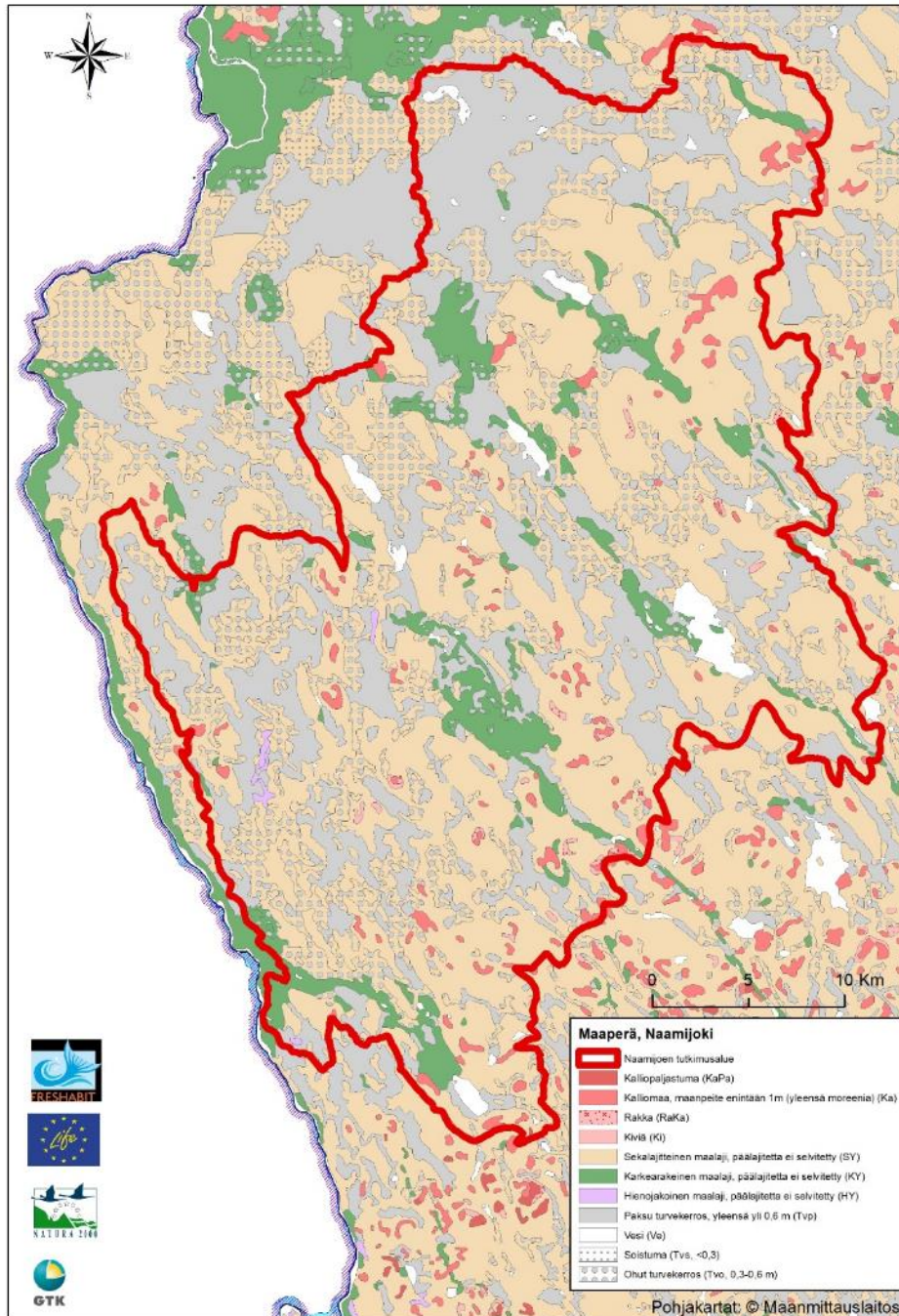
Naamijoen kohdealueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 13 purosedimentti- ja 14 purovesinäytettä. Tutkimustulosten perusteella purosedimenttien metallipitoisuudet Naamijoen tutkimusalueella ovat luontaisesti varsin pieniä. Esimerkiksi kobolttia, nikkeliä, sinkkiä, lyijyä ja antimonia on Naamijoen tutkimusalueen purosedimenteissä vähemmän kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Purovesien tutkitut metallipitoisuudet Naamijoen tutkimusalueella olivat samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purovesissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996).

29.11.2017



Kuva 7. Naamijoen FRESHABIT-kohdealueen kallioperä.

29.11.2017



Kuva 8. Naamijoen FRESHABIT-kohdealueen maaperä.

29.11.2017

Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Naamijoen kohdealueen 1:100 000-karttalehtialueilta yksi vesinäyte maaperän kaivosta ja kolme porakaivovesinäytettä. Maaperän kaivon vesi oli lievästi hapanta, porakaivovedet olivat emäksisiä. Kaikki tutkitut vedet täyttivät fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset (Lahermo ym. 2002).

4 POHJANMAAN KOHDEALUE

Pohjanmaan FRESHABIT-kohdealue koostuu Isojoen, Karvianjoen ja Ähtävänjoen alueista (kuvat 9 ja 10). Isojoki tai Lapväärtinjoki on kaakkois-lounaisuuntaisesti Isojoen, Karijoen ja Kristiinankaupungin alueilla virtaava 75 km pitkä joki, joka saa alkunsa Isojoen ja Kauhajoen rajalla sijaitsevan Lauhavuoren alueelta. Joen valuma-alue ulottuu myös Teuvan ja Honkajoen alueelle. Isojoen tutkimusalue on laajuudeltaan noin 12 200 ha.

Karvianjoki saa alkunsa Kauhajoen pikkujärvistä ja virtaa näistä mm. Karvianjärven kautta Karvian Kirkkojärveen, siitä Honkajoen kirkonkylän sekä Kankaanpään kaupungin läpi Kynäsjärveen Pomarkussa, päätyen viimein Selkämereen. Isojoen tutkimusalueeseen sisältyvät Lapväärtinjokilaakson, Lapväärtin kosteikkojen (Blomträsket), Lauhanvuoren ja Haapakeitaan Natura2000-alueet. Karvianjoen tutkimusalueeseen sisältyvät Kauhaneva-Pohjankankaan, Karvianjoen koskien ja Karvian luomien Natura2000-alueet. Karvianjoen tutkimusalue on laajuudeltaan noin 13 800 hehtaaria.

Ähtävänjoki on Lappajärven laskujoki Pohjanmaalla. Joki laskee Evijärven kautta luoteeseen. Pietarsaaren itäpuolella se laskee Pohjanlahdesta erotettuun keinotekoiseen Luodonjärveen. Lappajärven yläpuolella vesistön suurin järvi on Lappajärven Kurejoen kautta laskeva Alajärvi. Idästä Lappajärveen laskee Vimpelinjoki. Ähtävänjoen vesistön keskusjärvi, Lappajärvi on kraatterijärvi, jota pitkään luultiin muinaiseksi tulivuorikraatterin jäänteeksi, mutta viimeaikaiset tutkimukset ovat paljastaneet sen suuren meteoriitin iskemäksi törmäyskraatteriksi. Ähtävänjoki on pituudeltaan 58 km. Ähtävänjoen tutkimusalue on laajuudeltaan noin 235 ha, ja siihen sisältyy Ähtävänjoen ja Jokisuunlahden ja Valmossannevan Natura2000-alueet.

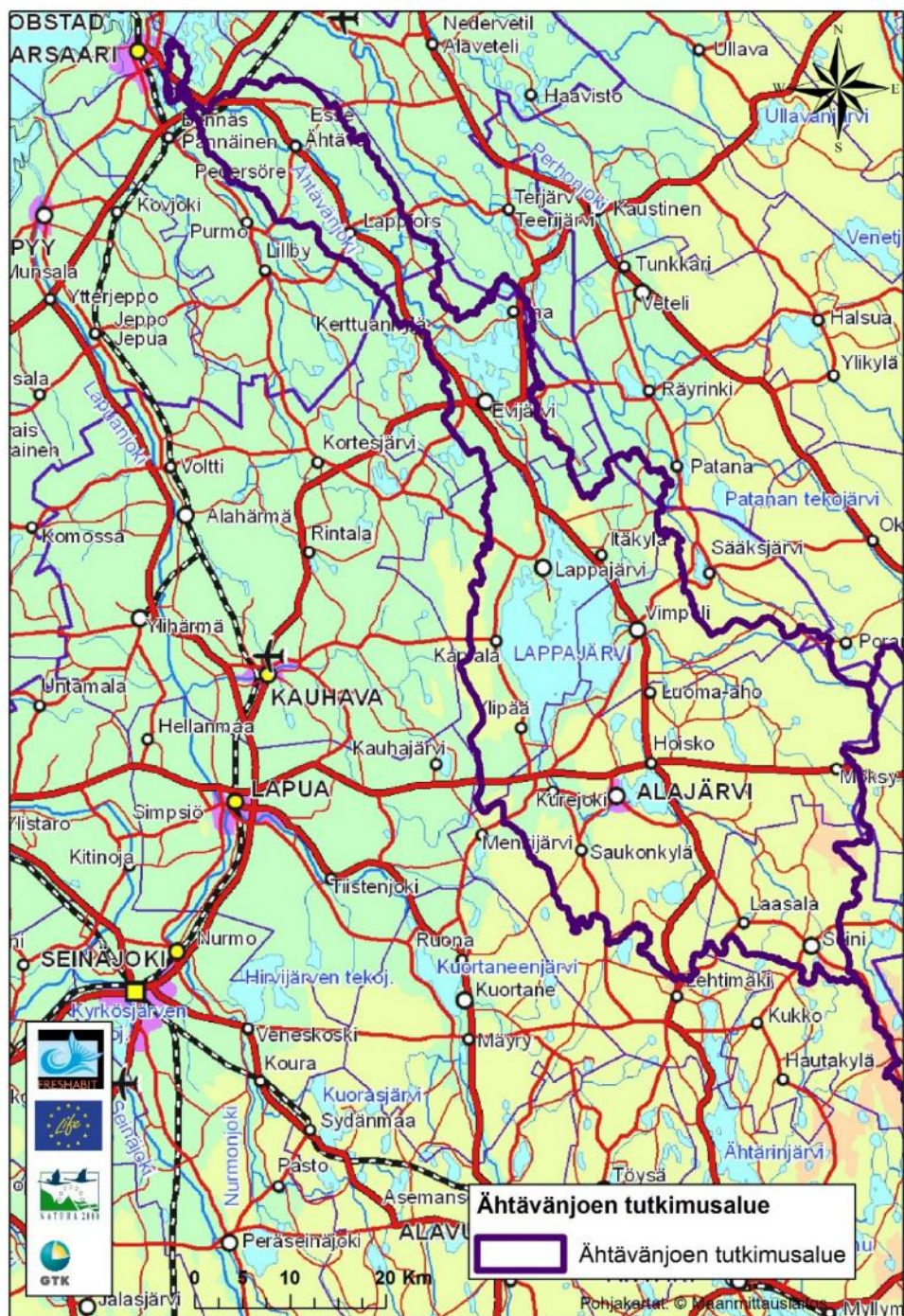
Tyypillisesti Pohjamaan ympäristö on matalaa ja tasaista, jossa jääkauden jälkeisellä maankohoamisella, noin 8 mm/v, on merkittävä rooli. Maankohoaminen nostaa maanpinnan läheisyyteen Itämeren Litorinameri-vaiheen aikana kerrostuneita sulfidisedimenttejä, jotka ilmakehän hapen kanssa kosketuksissa muodostavat rikkihappoa, joka puolestaan liuottaa maaperästä metalleja.

29.11.2017



Kuva 9. Isojoen ja Karvianjoen tutkimusalueet Pohjanmaan FRESHABIT-kohdealueella. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017



Kuva 10. Ähtävänjoen tutkimusalue Pohjanmaan FRESHABIT-kohdealueella. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017

4.1 Isojoen tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet

Isojoen tutkimusalue sijoittuu Keski-Suomen granitoidikompleksin geologiseen alueeseen, joka koostuu pääasiassa granitoidisyväkivistä (Nironen ym. 2002). Isojoen tutkimusalueen kallioperän yleisimmät kivilajit ovat leukogranitoidi idässä ja granodioriitti länsiosassa (kuva 11). Lisäksi tutkimusalueen itäisimmässä osassa tavataan hiekkakiveä ja läntisimmässä osassa biotiittiparagneissiä ja pyrokseenigraniittia. Eteläosassa kallioperä on tonaliittia ja intermediääristä vulkaniittia (kuva 11).

Karttatarkastelun perusteella Isojoen tutkimusalueen korkein kohta on Lauhanvuoren laki tutkimusalueen itäosassa 229,7 m mpy. Maasto laskee länteen kohti Isojoen-/Lapväärtinjoen rantoja ja merta. Alavimmat maat, < 5 m mpy, ovat joen rannoilla tutkimusalueen länsiosassa Lappfjärdin taajama-alueen länsipuolella. Jääkauden jälkeen maa kohoaa Isojoen alueella 8 mm vuodessa. Erilaisten maankäyttömuotojen seurauksena Litorinameri-vaiheen aikana kerrostuneet sulfidirikkaat sedimentit altistuvat ilmakehän hapelle muodostaen rikkihappoa, joka happamoittaa vesistöjä ja liuottaa maaperästä metalleja.

Isojoen tutkimusalueen maaperän yleisimmät maalajit ovat hienojakoiset maalajit, moreeni ja turve (kuva 12). Lajittuneita maa-aineksia on itäpuolella mm. Lauhanvuoren luoteisrinteellä sekä Korkiaharju-Kiviharju-Kortesharju-muodostumassa. Länsipuolella lajittuneiden maa-ainesten esiintymiä on vain vähän ja ne ovat pienialaisempia esim. Rantalanharju, Storaåsen ja Vuorenalusta. Tutkimusalueella on vain joitakin kalliopaljastumia. Niistä laaja-alaisimmat ovat alueen länsipuolella olevat Somerokallio, Etelävuori ja Pyhävuori.

Isojoen tutkimusalueen länsireuna sijaitsee Etelä-Suomen metalliprovinssin pohjoisosassa (kts. luku 3.2). Taustapitoisuuskarttapalvelun (27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>), mukaan tutkimusalueen moreenimaan (< 2 mm raekoko, kuningasvesiliuotus) keskimääräinen kobolttipitoisuus on 7,5 mg/kg, kromipitoisuus 35,0 mg/kg, kuparipitoisuus 20,3 mg/kg, nikkelpitoisuus 16,9 mg/kg, sinkkipitoisuus 45,8 mg/kg ja vanadiinipitoisuus 45,8 mg/kg. Näiden metallien laskennalliset SSTP-arvot ovat kuitenkin pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnys- ja ohjearvot, siten Isojoen tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnys- ja ohjearvoja (Vna 214/2007). Moreenin kromipitoisuuden maksimiarvo, 154 mg/kg, on suurempi kuin PIMA-asetuksen kynnysarvo 100 mg/kg kynnysarvo, joten paikallisesti maaperän kromipitoisuudet voivat olla suuria. Isojoen tutkimusalue sijaitsee myös Pirkanmaan arseeniprovinssin alueella. Moreenin arseenipitoisuuksista Isojoen tutkimusalueella ei kuitenkaan ole riittävästi analyysitietoa (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>).

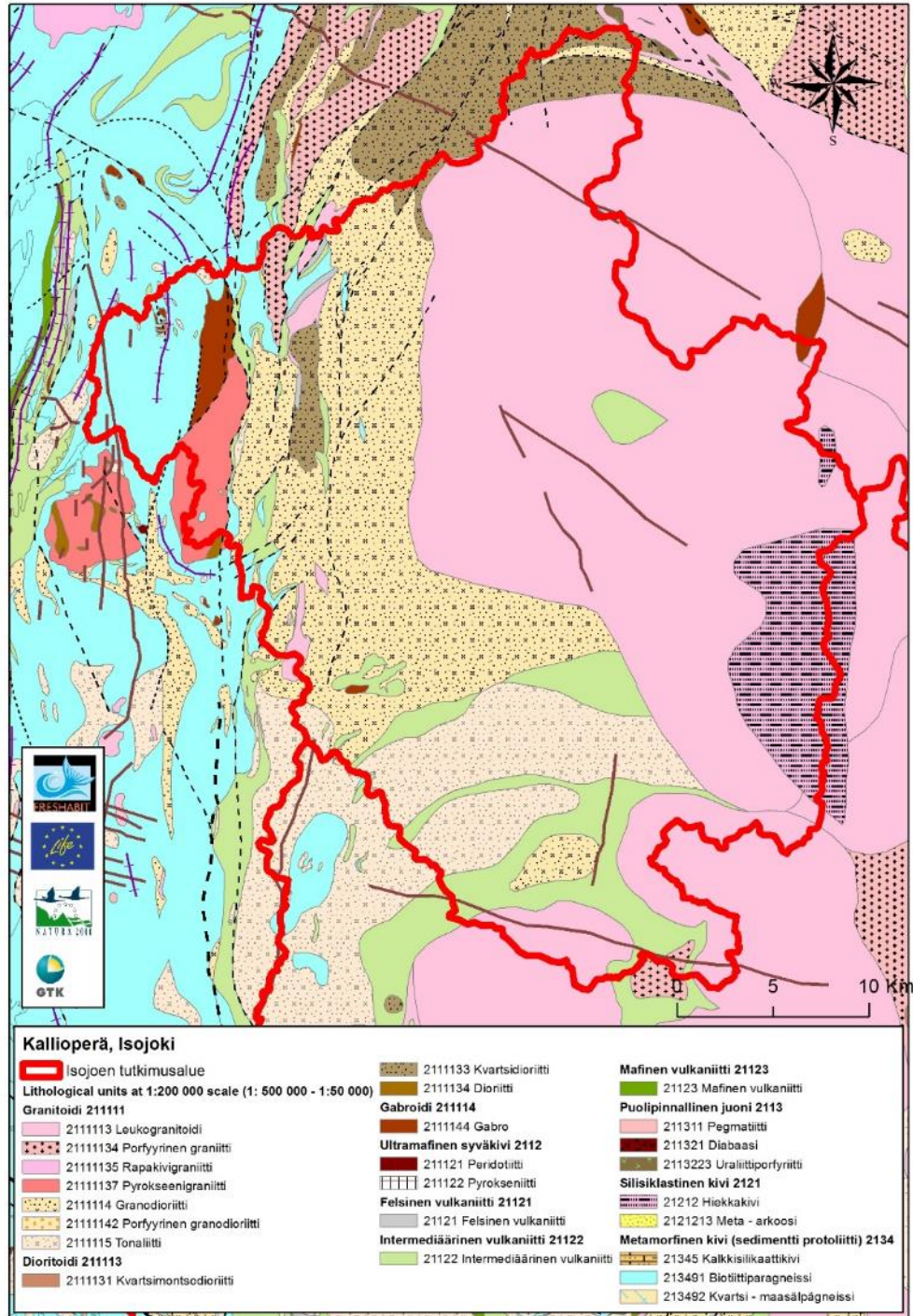
Isojoen tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 13 purosedimentti- ja 13 purovesinäytettä. Tutkimustulosten perusteella purosedimenttien metallipitoisuudet Isojoen tutkimusalueella ovat luontaisesti varsin pieniä. Esimerkiksi kobolttia, kromia, kuparia ja nikkeliä on tutkimusalueen purosedimenteissä

29.11.2017

vähemmän kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym.1996). Ainoastaan purosedimentin keskimääräinen arseenipitoisuus, 4,4 mg/kg, on tutkimusalueella suurempi kuin koko maan purosedimenttien arseenin keskipitoisuus 2,9 mg/kg. Purovesien tutkitut metallipitoisuudet Isojoen tutkimusalueella olivat samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purovesissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996).

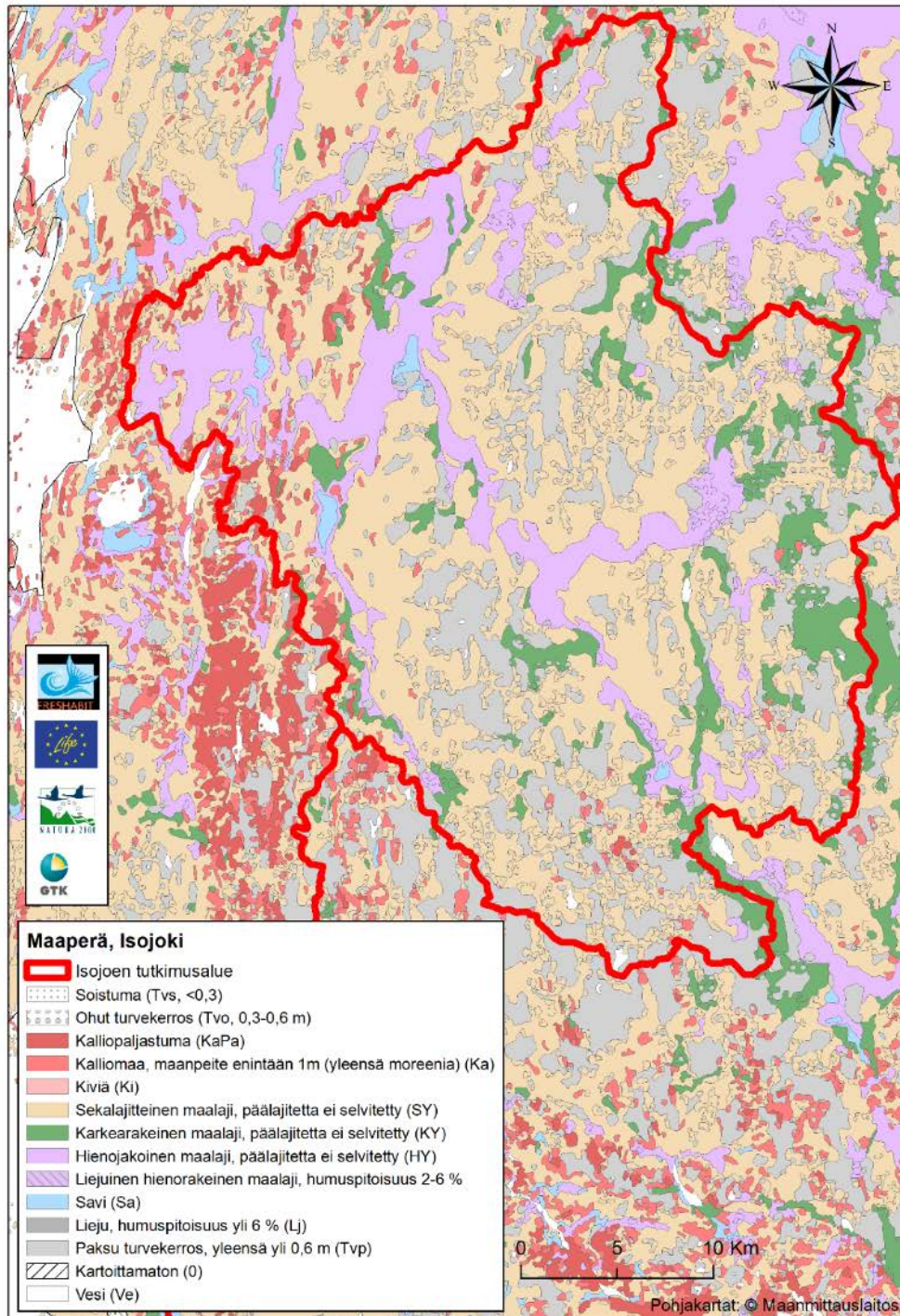
Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Isojoen tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta seitsemän vesinäytettä maaperän kaivosta, kallioporakaivovedestä ei ole otettu näytteitä. Maaperän kaivon vesi oli yleensä hapanta, vedessä oli vain vähän liuenneita aineita ts. sähkönjohtavuusarvot olivat pienet. Kaikki tutkitut vedet täyttivät pääsääntöisesti fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset. Vain mangaanipitoisuudet joissakin tutkimusalueen kaivovesissä ylittivät mangaanipitoisuuden raja-arvon 100 µg/l (Lahermo ym. 2002).

29.11.2017



Kuva 11. Isojoen tutkimusalueen kallioperä.

29.11.2017



Kuva 12. Isojoen tutkimusalueen maaperä.

29.11.2017

4.2 Karvianjoen tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet

Karvianjoen tutkimusalue sijoittuu Keski-Suomen granitoidikompleksin ja Pirkanmaan vyöhykkeen geologiseen alueeseen (Nironen ym. 2002). Karvianjoen tutkimusalueen pohjois- ja keskiosassa kallioperän yleisimmät kivilajit ovat leukogranitoidi ja granodioriitti (kuva 13). Eteläosassa (kuva 14) kallioperää hallitsevat tonaliitti ja biotiittiparagneissi. Lisäksi kallioperässä on paikoin vulkaniitteja.

Karttatarkastelun perusteella Karvianjoen kohdealueen korkeimmat kohdat ovat tutkimusalueen koillisosassa esim. Kirkkoharjun, Nummikankaan ja Syyskallion ympäristössä (noin 185 m mpy). Korkein paikka on kuitenkin Lauhanvuoren laen tuntumassa noin 210 – 215 m mpy ja sitä hieman alempana Pohjois-Lauhalla. Maasto laskee lounaaseen kohti merta. Alavimmat paikat, < 5 m mpy, ovat tutkimusalueen länsiosassa meren rannan tuntumassa. Jääkauden jälkeen maa kohoaa Karvianjoen tutkimusalueella 8 mm vuodessa. Erilaisten maankäyttömuotojen seurauksena Litorinameri-vaiheen aikana kerrostuneet sulfidirikkaat sedimentit altistuvat ilmakehän hapelle muodostaen rikkihappoa, joka happamoittaa vesistöjä ja liuottaa maaperästä metalleja.

Karvianjoen tutkimusalueen pohjoisosassa maaperän yleisimmät maalajit ovat hienojakoiset maalajit, moreeni ja turve sekä pitkä etelä-pohjoissuuntainen lajittuneen maa-aineksen muodostuma Pohjankangas-Hietaharjunkanga-Kanttinkangas-Nummikangas (kuvat 15 ja 16). Eteläisemmässä osassa on moreenin ja turpeen ohella paljon kalliopaljastumia (kuvat 16 ja 17). Tutkimusalueen kaakkoisosassa on myös savea, erityisesti Karhijärven ympäristössä (kuva 17). Lajittuneita maa-aineksia on alueen länsipuolella vain vähän. Lisätietoja Karvianjoen tutkimusalueen maaperästä löytyy alueen maaperäkarttojen selityksistä, joita voi hakea GTK:n Hakku-palvelusta (<https://hakku.gtk.fi/>).

Karvianjoen tutkimusalueen länsireuna sivuaa Etelä-Suomen metalliprovinssin pohjoisosaa ja sijaitsee Pirkanmaan arseeniprovinssin alueella (kts. luku 3.2). Taustapitoisuuskarttapalvelun (27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>) mukaan tutkimusalueen moreenimaan (< 2 mm raekoko, kuningasvesiliuotus) keskimääräinen kobolttipitoisuus on 5,0–6,3 mg/kg, kromipitoisuus 19,9–27,0 mg/kg, kuparipitoisuus 12,4–16,1 mg/kg, nikkelpitoisuus 10,4–12,6 mg/kg, sinkkipitoisuus 32,5–37,3 mg/kg ja vanadiinipitoisuus 28,8–37,2 mg/kg. Näiden metallien laskennalliset SSTP-arvot ovat kuitenkin pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnys- ja ohjearvot, siten Karvianjoen tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnys- ja ohjearvoja (Vna 214/2007). Moreenin arseenipitoisuuksista Karvianjoen tutkimusalueella ei ole riittävästi analyysitietoa (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>).

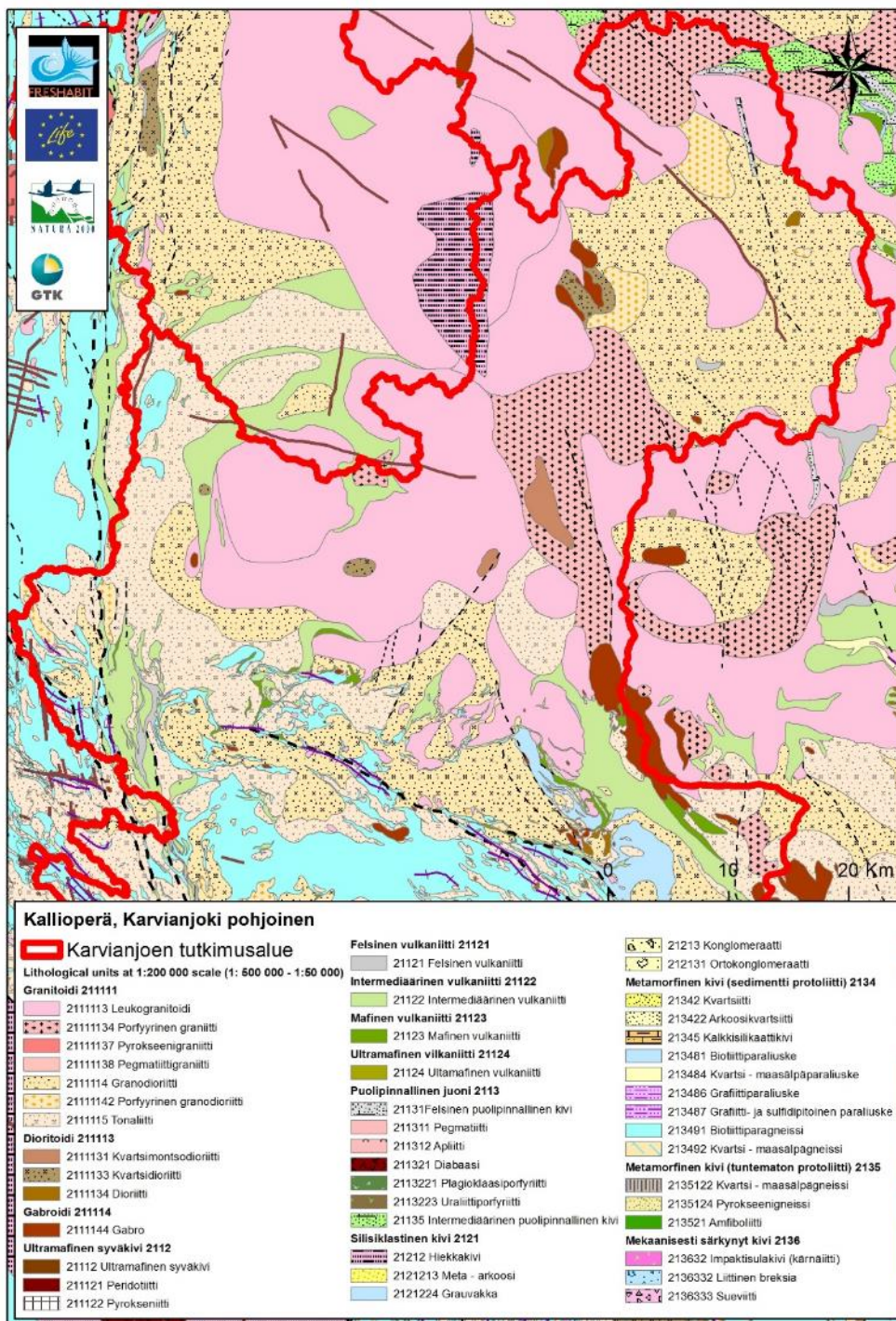
Karvianjoen tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 24 purosedimentti- ja 24 purovesinäytettä. Tutkimustulosten perusteella

29.11.2017

purosedimenttien metallipitoisuudet Karviajoen tutkimusalueella ovat luontaisesti varsin pieniä. Esimerkiksi kobolttia, kromia, kuparia, nikkeliä ja vanadiinia on tutkimusalueen purosedimenteissä vähemmän kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Ainoastaan purosedimentin keskimääräinen arseenipitoisuus, 4,1 mg/kg, on tutkimusalueella suurempi kuin koko maan purosedimenttien keskipitoisuus 2,9 mg/kg. Purovesien tutkitut metallipitoisuudet Karviajoen tutkimusalueella olivat hieman suuremmat kuin koko maan purovesissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996).

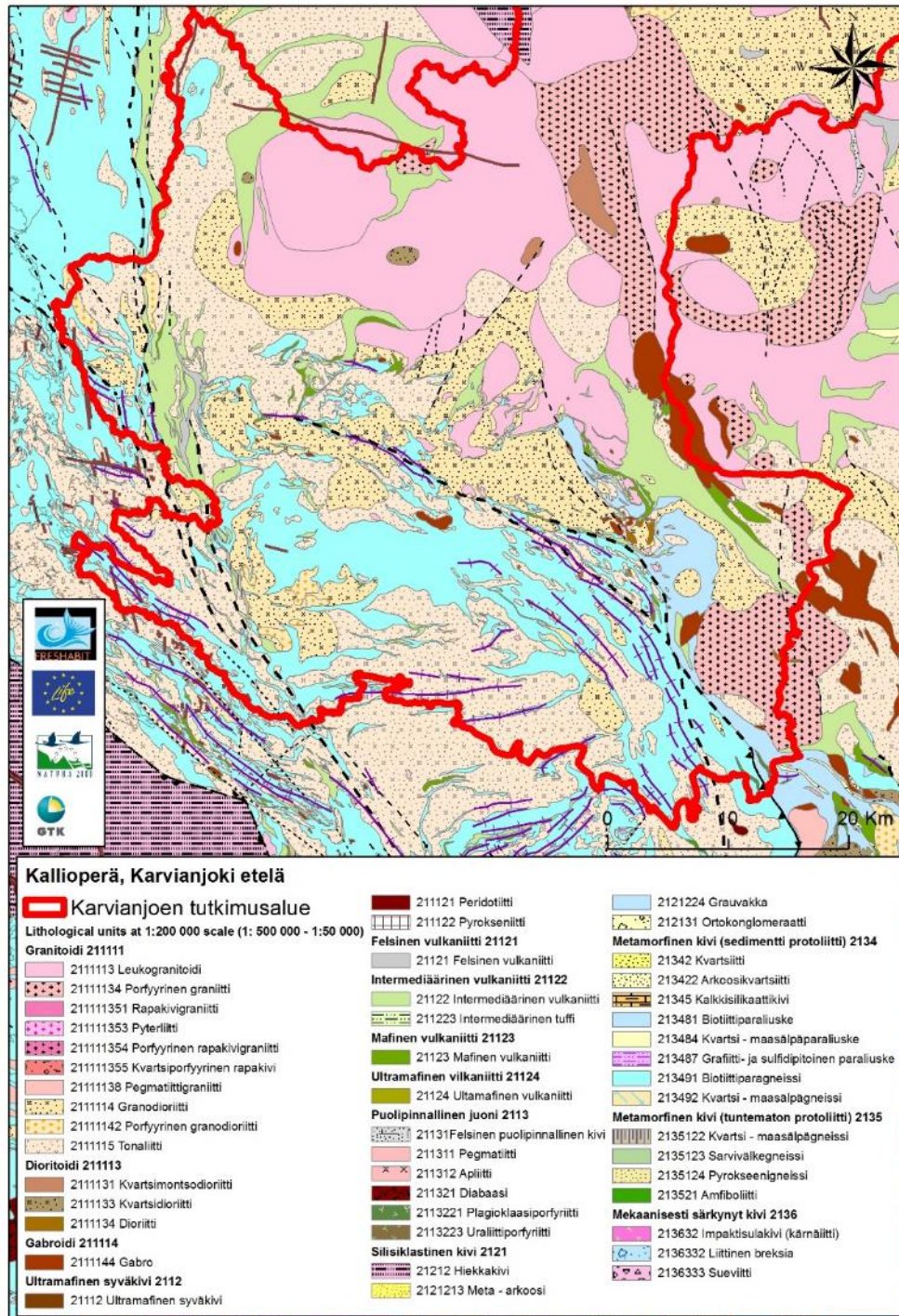
Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Karviajoen tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta yhdeksän vesinäytettä maaperän kaivosta ja kolme näytettä kallioporakaivoista. Maaperän kaivon vesi oli yleensä lievästi hapanta. Porakaivojen vesi oli lähes neutraalia. Tutkitut vedet täyttivät pääsääntöisesti fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset, poikkeuksena rauta- ja mangaanipitoisuudet, jotka joissakin tutkimusalueen kaivovesissä ylittivät raja-arvot 0,4 mg/l ja 100 µg/l (Lahermo ym. 2002).

29.11.2017



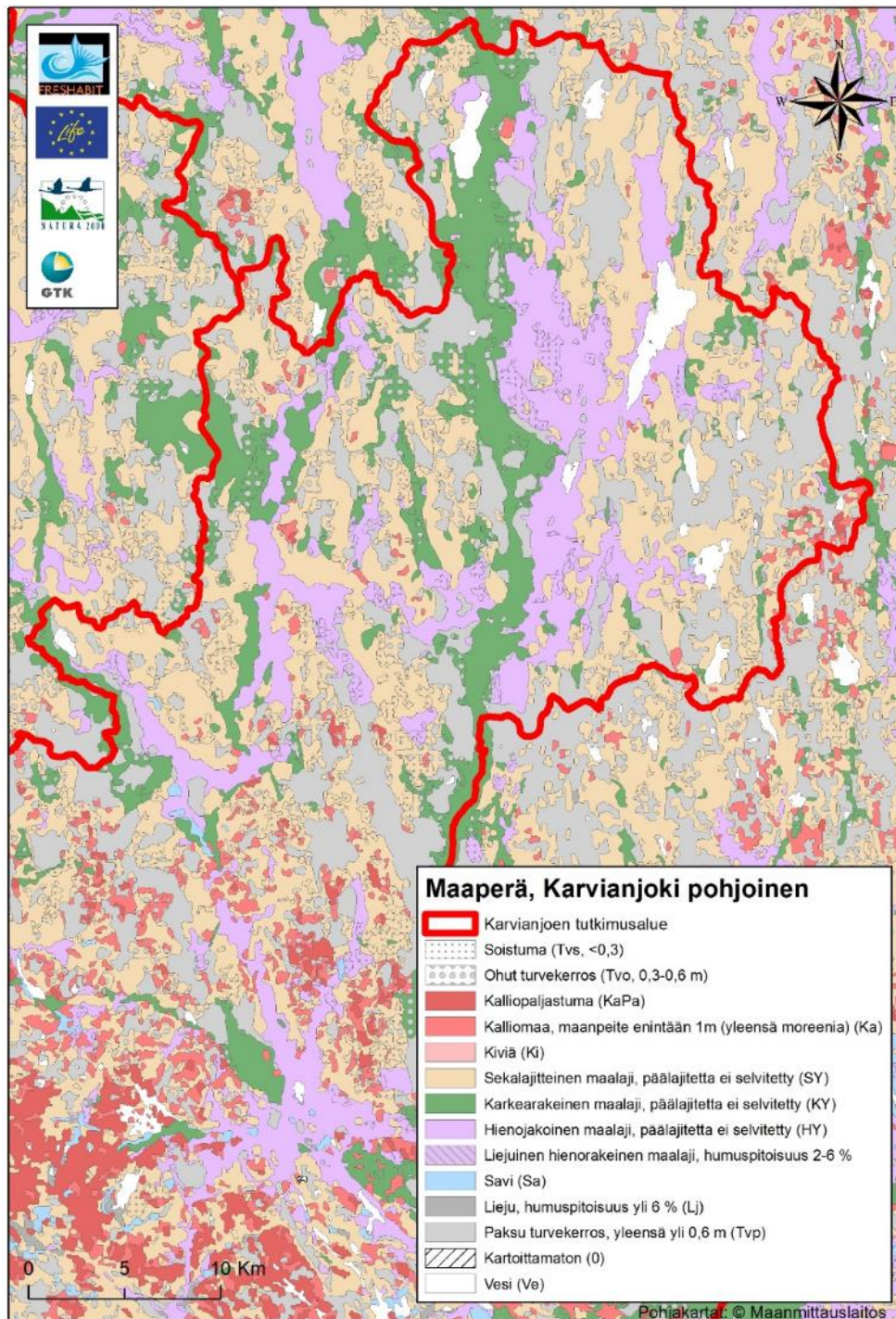
Kuva 13. Karvianjoen tutkimusalueen pohjoisosan kallioperä.

29.11.2017



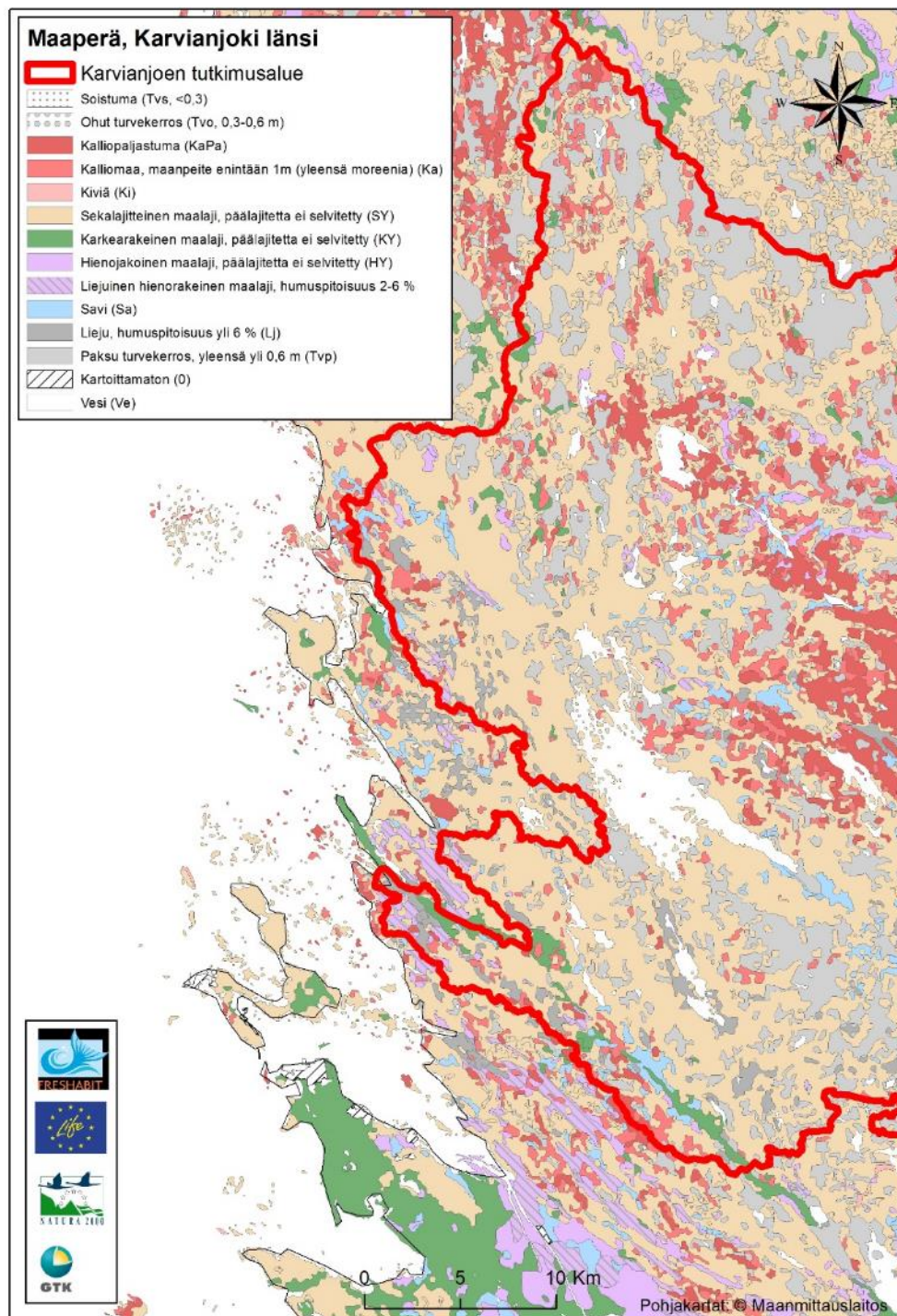
Kuva 14. Karvianjoen tutkimusalueen eteläosan kallioperä.

29.11.2017



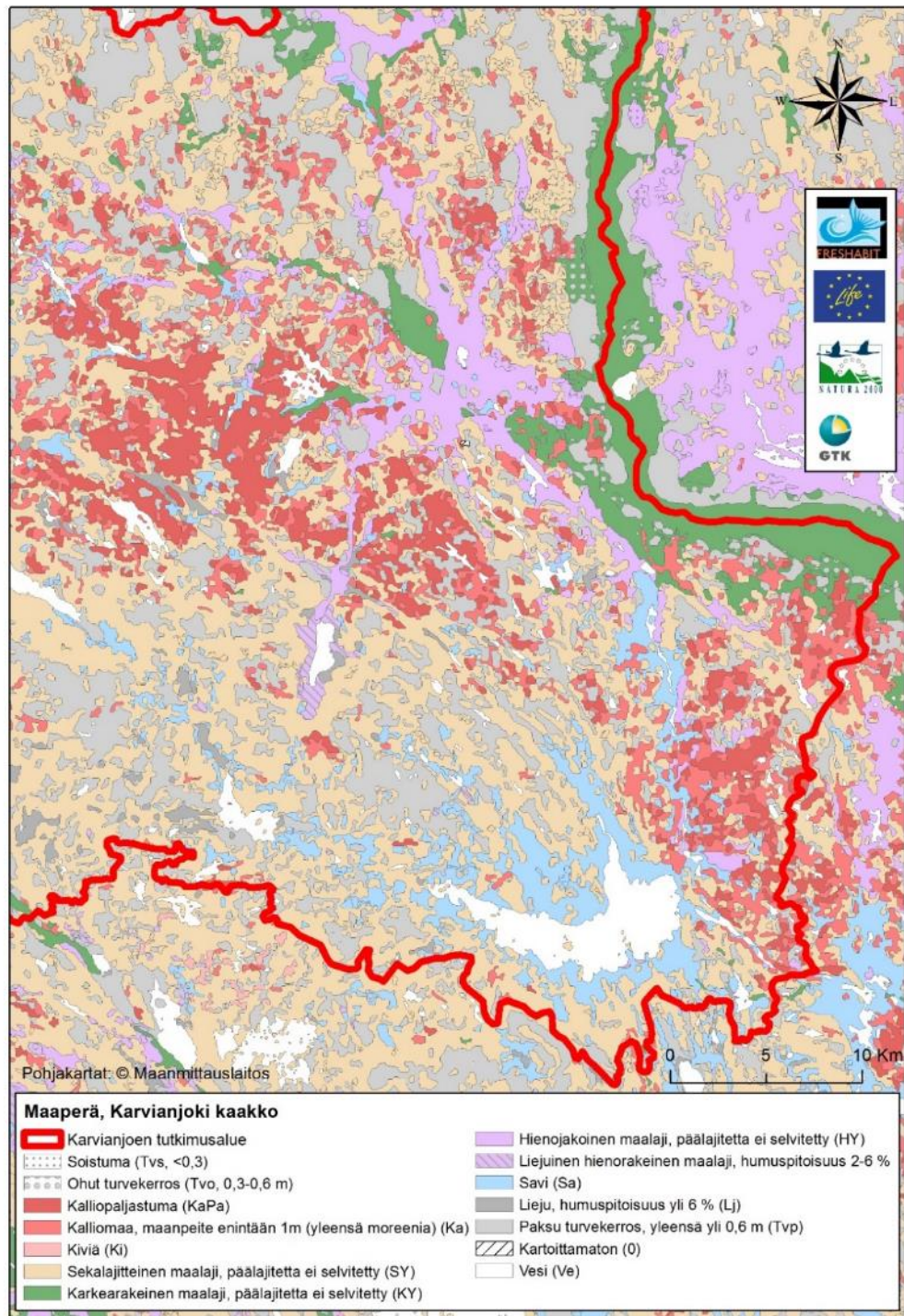
Kuva 15. Karvianjoen tutkimusalueen pohjoisosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 16. Karvianjoen tutkimusalueen länsiosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 17. Karvianjoen tutkimusalueen kaakkoisosan maaperä.

29.11.2017

4.3 Ähtävänjoen tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet

Ähtävänjoen tutkimusalueen luoteisosa sijoittuu Pohjanmaan vyöhykkeeseen ja kaakkoisosa Keski-Suomen granitoidikompleksiin geologisessa aluejaossa (Nironen ym. 2002). Tutkimusalueen luoteisosan kallioperän yleisimmät kivilajit ovat biotiittiparaliuske ja biotiittiparagneissi (kuva 18). Kaakkoisosan kallioperässä näkyy meteorin iskemä Lappajärven törmäyskraatteri, joka on hiekkakiven reunustamaa sueviittia ja kärnäiittia. Muualla kaakkoisosassa yleisimmät kivilajit ovat biotiittiparagneissi, granodioriitti ja tonaliitti. Kaakkoisosan kallioperässä on myös pegmatiittia, mafista vulkaniittia, porfyyristä graniittia ja porfyyristä granodioriittia (kuva 18). Lisätietoja tutkimusalueen kallioperästä löytyy kallioperäkarttojen selityksistä (Vaarma & Pipping 1997 ja Vaarma & Pipping 2003).

Karttatarkastelun perusteella Ähtävänjoen tutkimusalueen korkeimmat kohdat ovat tutkimusalueen kaakkois- ja itäosassa, jossa maanpinta esim. Korkeamaalla on yli 210 m mpy., Saurun alueella 214,4 m mpy. ja Lepikkomäessä noin 225 m mpy. Maasto laskee luoteeseen kohti merta. Alavimmat paikat, < 5 m mpy. ovat tutkimusalueen länsiosassa meren rannan tuntumassa Pirilön alueella. Jääkauden jälkeen maa kohoaa Ähtävänjoen tutkimusalueella 8 mm vuodessa. Erilaisten maankäyttömuotojen seurauksena Litorinameri-vaiheen aikana kerrostuneet sulfidirikkaat sedimentit altistuvat ilmakehän hapelle muodostaen rikkihappoa, joka happamoittaa vesistöjä ja liuottaa maaperästä metalleja.

Ähtävänjoen tutkimusalueen luoteispuolella lähellä merta yleisimmät maalajit ovat hienojakoiset maalajit, moreeni ja turve (kuva 19). Lajittuneita maalajeja on pohjoisessa Kolpin länsipuolella ja pitkä, kaakko-luodesuuntainen harjumuodostuma, joka jatkuu varsin yhtenäisenä Anttikoskelta Lappforsin pohjoispuolelle (kuva 19). Kalliopaljastumia tutkimusalueen luoteisosassa on vain vähän. Kaakkoisosassa kalliopaljastumia on enemmän, ja ne ovat laaja-alaisempia, esimerkiksi Lappajärven kaakkoispuolella Kitinkallio, Valkeavuori, Vähävuori ja Pyhävuori, ja Vimpelin koillispuolella lähellä tutkimusalueen rajaa Pässikallio, Sepreeninkangas, Uusivuori ja Vanhavuori (kuvat 20 ja 21). Kaakkoisosassa vallitseva maalaji on hienorakeista, vaikka alueella on myös runsaasti turvetta ja moreenia. Lajittuneita, karkearakeisia aineksia on mm. Lappajärven eteläpuolella Vanhanlinjankankaalla, Isokankaalla ja Hietakankaalla sekä koillisessa Porasharju (kuva 21).

Ähtävänjoen tutkimusalue on Pirkanmaan arseeniprovinssin alueella, ja koillisreuna sivuaa vähän Etelä-Suomen metalliprovinssin pohjoisosaa (kts. luku 3.2).

Taustapitoisuuskarttapalvelun (27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>) mukaan tutkimusalueen moreenimaan (< 2 mm raekoko, kuningasvesiliuotus) keskimääräinen kobolttipitoisuus on 2,2–4,1 mg/kg, kromipitoisuus 13,0–16,8 mg/kg, kuparipitoisuus 8,6–12,4 mg/kg, nikkelpitoisuus 6,8–10,8 mg/kg, sinkkipitoisuus 17,2–24,5 mg/kg ja vanadiinipitoisuus 16,4–21,7 mg/kg. Näiden metallien laskennalliset SSTP-arvot sekä mitatut maksimi-arvot ovat selvästi pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnyks- ja ohjearvot, siten Ähtävänjoen tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnyks- ja ohjearvoja (Vna 214/2007). Moreenin

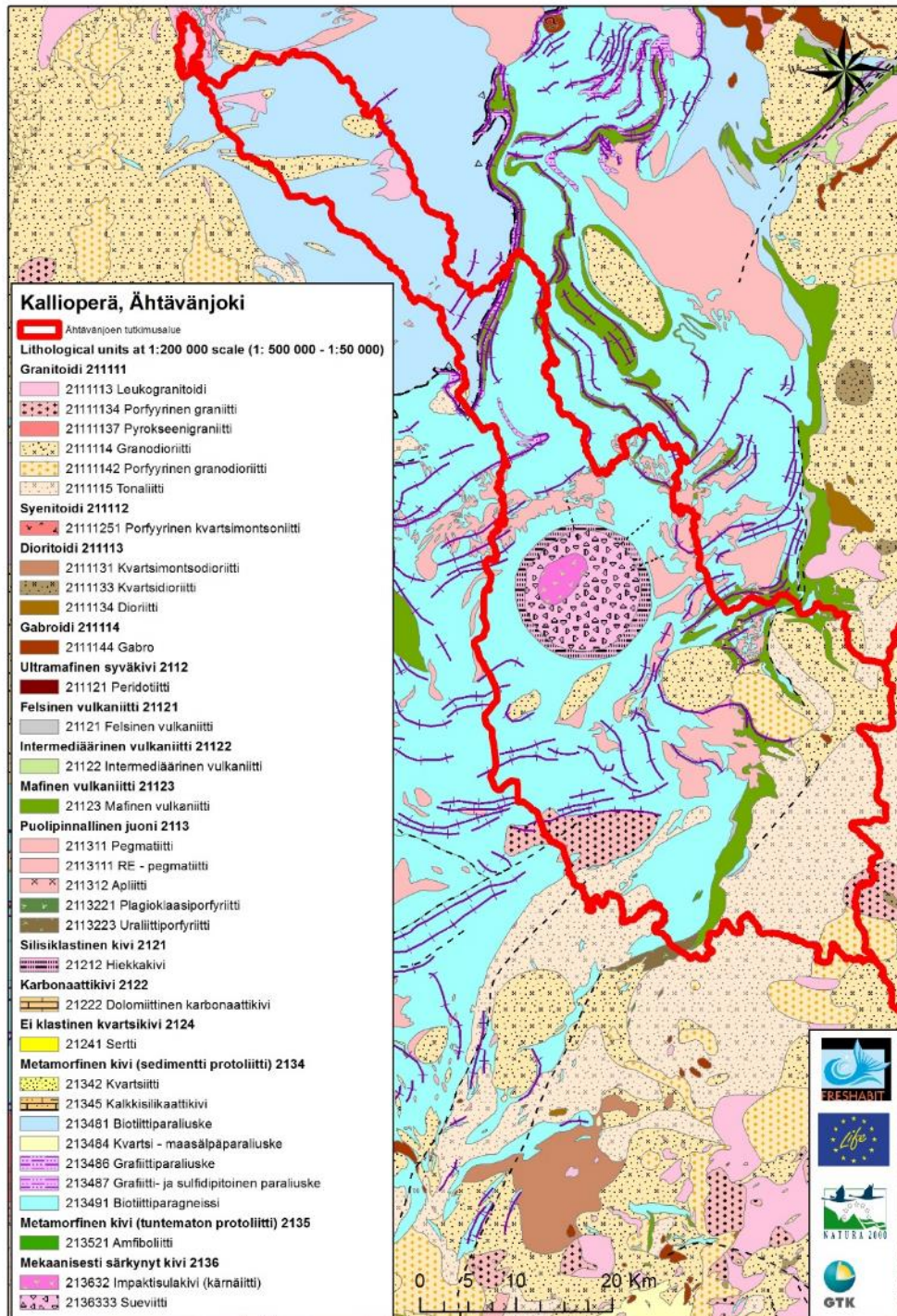
29.11.2017

arsenipitoisuuksista Ähtävänjoen tutkimusalueella ei ole riittävästi analyysitietoa (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>).

Ähtävänjoen tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 24 purosedimentti- ja 24 purovesinäytettä. Tutkimustulosten perusteella purosedimenttien metallipitoisuudet Ähtävänjoen tutkimusalueella ovat luontaisesti pieniä. Esimerkiksi kobolttia, kromia, kuparia, sinkkiä ja vanadiinia on tutkimusalueen purosedimenteissä vähemmän kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Ainoastaan purosedimentin keskimääräinen arsenipitoisuus, 3,6 mg/kg, on tutkimusalueella suurempi kuin koko maan purosedimenttien keskipitoisuus 2,9 mg/kg. Purovesien tutkitut metallipitoisuudet Ähtävänjoen tutkimusalueella olivat hieman suuremmat kuin koko maan purovesissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Myös arsenin keskipitoisuus, 1,2 µg/l, on suurempi kuin koko Suomen purovesien (1158 näytettä) arsenipitoisuuksien mediaaniarvo, 0,36 µg/l (Lahermo ym. 1996).

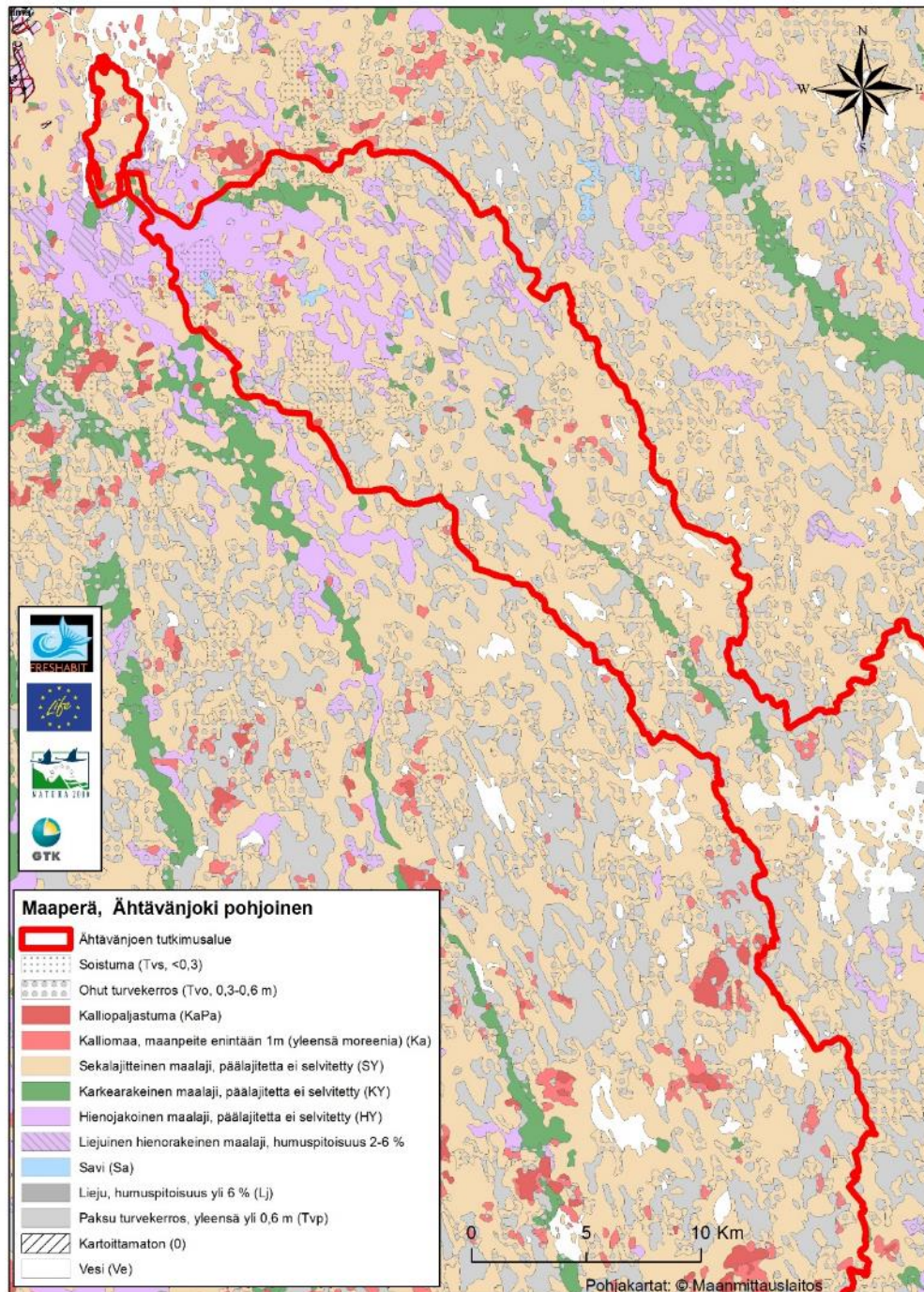
Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Ähtävänjoen tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta 13 vesinäytettä maaperän kaivosta ja kuusi näytettä kallioporakaivoista. Maaperän kaivoveden pH-arvot vaihtelivat 5,9 ja 8,1 välillä. Porakaivovedet olivat lähes neutraaleja. Tutkitut vedet täyttivät pääsääntöisesti fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset, poikkeuksena joissakin porakaivovesissä rautapitoisuudet ja joissakin maaperän kaivovesissä mangaanipitoisuudet, jotka ylittivät raja-arvot 0,4 mg/l (rauta) ja 100 µg/l (mangaani).

29.11.2017



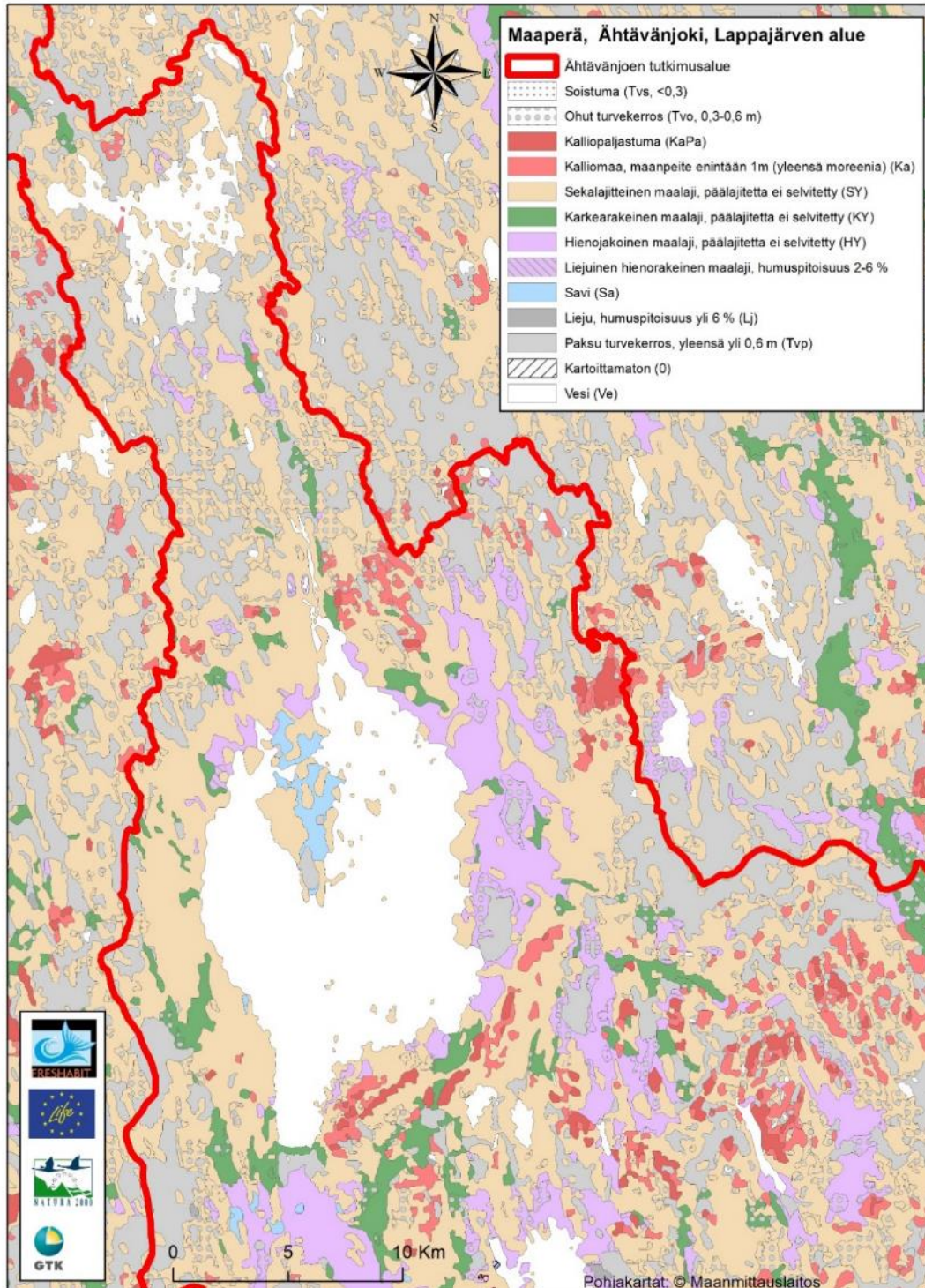
Kuva 18. Ähtävänjoen tutkimusalueen kallioperä.

29.11.2017



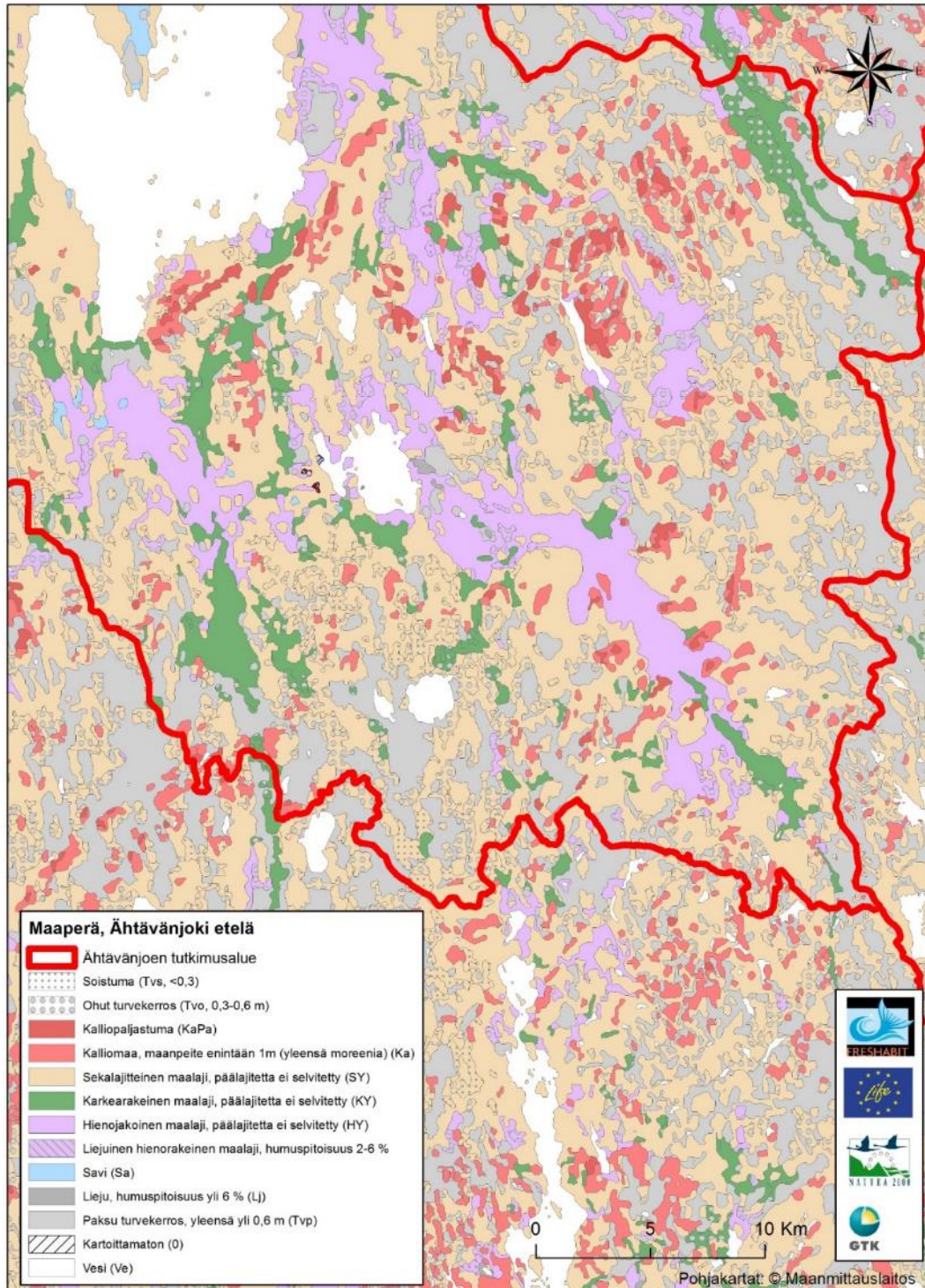
Kuva 19. Ähtävänjoen tutkimusalueen pohjoisosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 20. Ähtävänjoen tutkimusalueen Lappajärven seudun maaperä.

29.11.2017

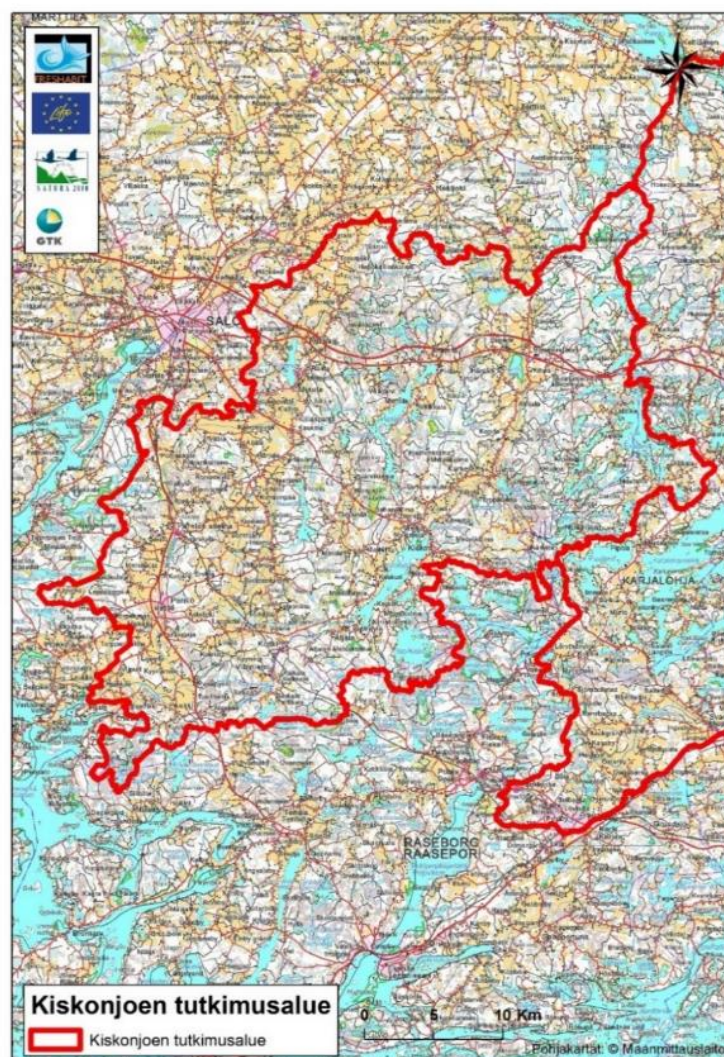


Kuva 21. Ähtävänjoen tutkimusalueen eteläosan maaperä.

29.11.2017

5 KISKONJOEN KOHDEALUE

Kiskonjoen yli 3000 hehtaarin kokoinen kohdealue sijaitsee Lounais-Suomessa Varsinais-Suomen ja Uudenmaan maakuntien rajalla pääosin Salon ja Raaseporin kaupunkien alueella (kuva 22). Kiskonjoki on osa Kiskonjoki-Perniönjoki-vesistöaluetta, jonka latvavedet ovat Hyypäränharjulla. Kiskonjoki yhtyy Perniönjokeen ja laskee Saaristomereen entisten Perniön ja Särkisalon kuntien rajalla. Kohdealueen pinta-alasta suurin osa on metsämaata ja noin neljännes on peltoa. Kohdealueella sijaitsevat Karvianjoen koskien, Pukanluoman, Kiskonjoen vesistön, Kiskonjoen latvavesien, Hyypärän harjualueen ja Aneriojärven Natura2000-alueet.



Kuva 22. Kiskonjoen FRESHABIT-kohdealue. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017

5.1 Kiskonjoen kohdealueen kallio- ja maaperä

Kiskonjoen kallioperä kuuluu pohjoisreunaltaan Hämeen vyöhykkeen ja muilta osin Uudenmaan vyöhykkeen geologisiin alueisiin (kuva 2, Nironen ym. 2002). Sedimentti-valtainen Uudenmaan vyöhyke koostuu kiilleliuskeista ja gneisseistä, joissa on varsin usein karbonaattikiviä välikerroksina (Nironen ym. 2002). Kohdealueen luoteisosassa pääkivilajit ovat mikrokliinigraniitti ja porfyyrinen graniitti (kuva 23). Etelä- ja kaakkoisosan kallioperä koostuu kvartsi-maasälpägneissistä, granodioriitista, intermediäärisistä ja ultramafisista vulkaniiteista, amfiboliitista, biotiittigneissistä sekä granaatti-kordieritiittigneissistä. Kohdealueen kallioperässä on paikoin myös gabraa ja dioriittia (kuva 23).

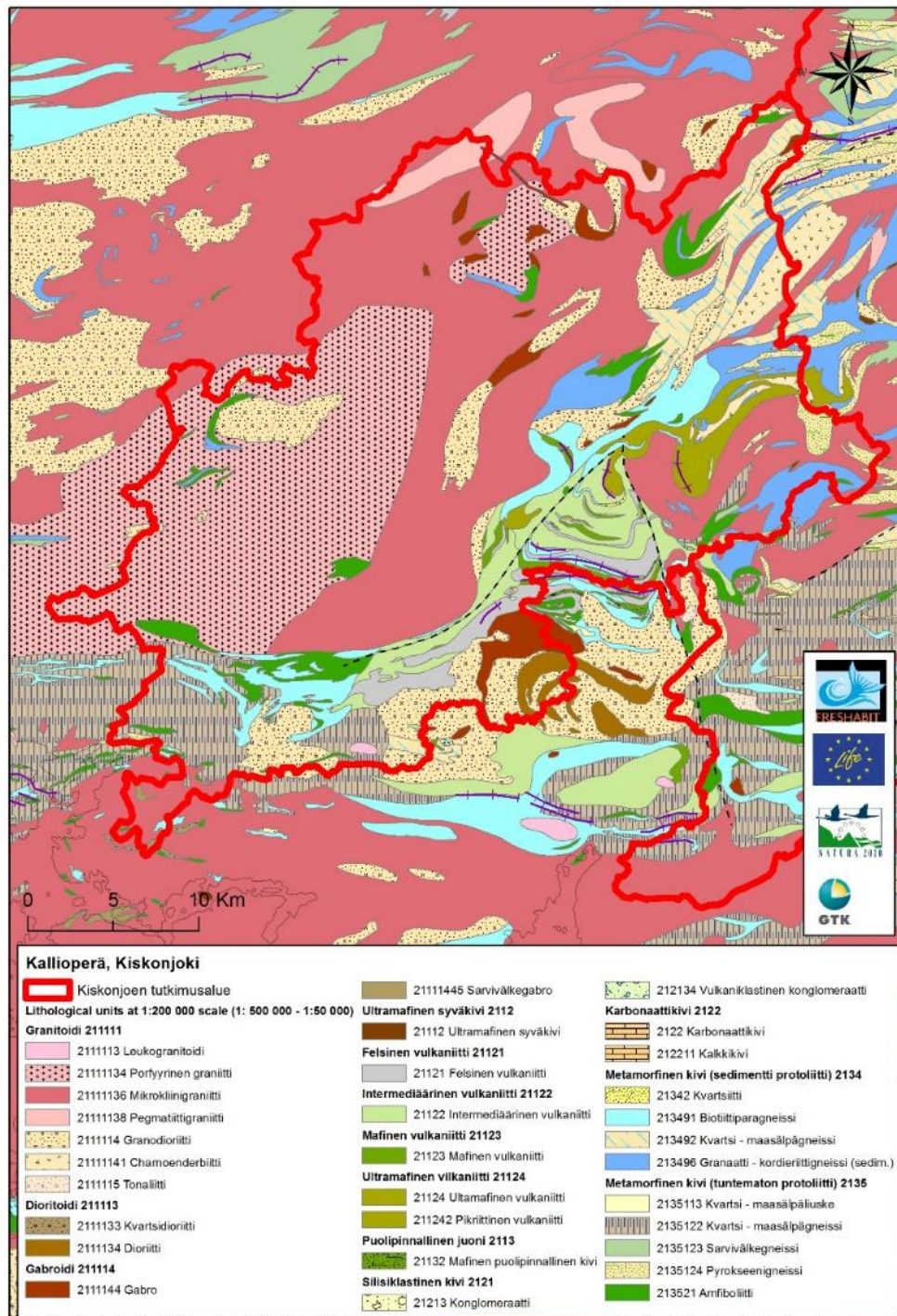
Kohdealueella on ollut kaivostoimintaa mm. Salon Kiskossa ja Aijalassa. Orijärven kaivos toimi Kiskossa v. 1758–1959, ja sieltä louhittiin kuparia. Malmi sisälsi myös lyijyä ja sinkkiä. Aijalan alueella on ollut useita kaivoksia, joista on louhittu lyijyä ja rautaa 1670-luvun lopulta aina 1960-luvun alkuun asti. Aijalan kuparikaivos Kiskossa oli toiminnassa 1948–1961, ja se tuotti kuparin ohella myös sinkkiä, rikkiä ja pieniä määriä kultaa ja hopeaa (Puustinen 2003). Nykyisin Kiskossa louhitaan karbonaattikiveä.

Karttatarkastelun perusteella Kiskonjoen kohdealueen korkeimmat kohdat ovat koillisessa Särämäki (> 160 m mpy.) ja Isomäen hiekkamuodostuma (noin 150 m mpy.). Maaston korkeudet laskevat luoteeseen kohti merta. Alavimmat alueet kohdealueella ovat lounaassa lähellä rannikkoa Perniönjoen rantamilla Kestrikin ja Laukonlahden luonnonsuojelualueen välillä (0–2,5 m mpy.).

Kiskonjoen kohdealueen itäosassa on runsaasti kalliopaljastumia ja vain hyvin ohuen, alle metrin paksuisen maakerroksen peittämiä alueita (kuva 24). Länsiosassakin on kalliopaljastumia, mutta siellä kalliota peittää usein savikerrostumat (kuva 25). Suomen yleisintä maalajia, moreenia, on Kiskonjoen kohdealueella vain vähän. Turvekerrostumia on niukasti, ja ne ovat pienialaisia. Lajittuneita maalajeja on kohdealueen koillisosassa Kaskistonnummen alueella, keskiosassa Perttelistä Muurlan kautta Kiskoon ulottuvalla suurilla rinnakkaisilla harjujaksoilla (mm. Isonummi, Nummilanmäki, Kärmesseljännummi, Kavaniemennummi, Rajämäki, Ahokangas ja Marjaniemennummi) sekä lännessä Yrjännummen hiekkavaltaisessa muodostumassa (kuvat 24 ja 25). Kaskistonnummi on osa III Salpausselkään kuuluvaa Hyyppärän-Kaskistonnummen harjujaksoa (Niemelä ym. 1994). Myös Yrjännummi, Kaakkonummi ja Innanportaannummi kuuluvat III Salpausselkään (Kielosto ym. 1996).

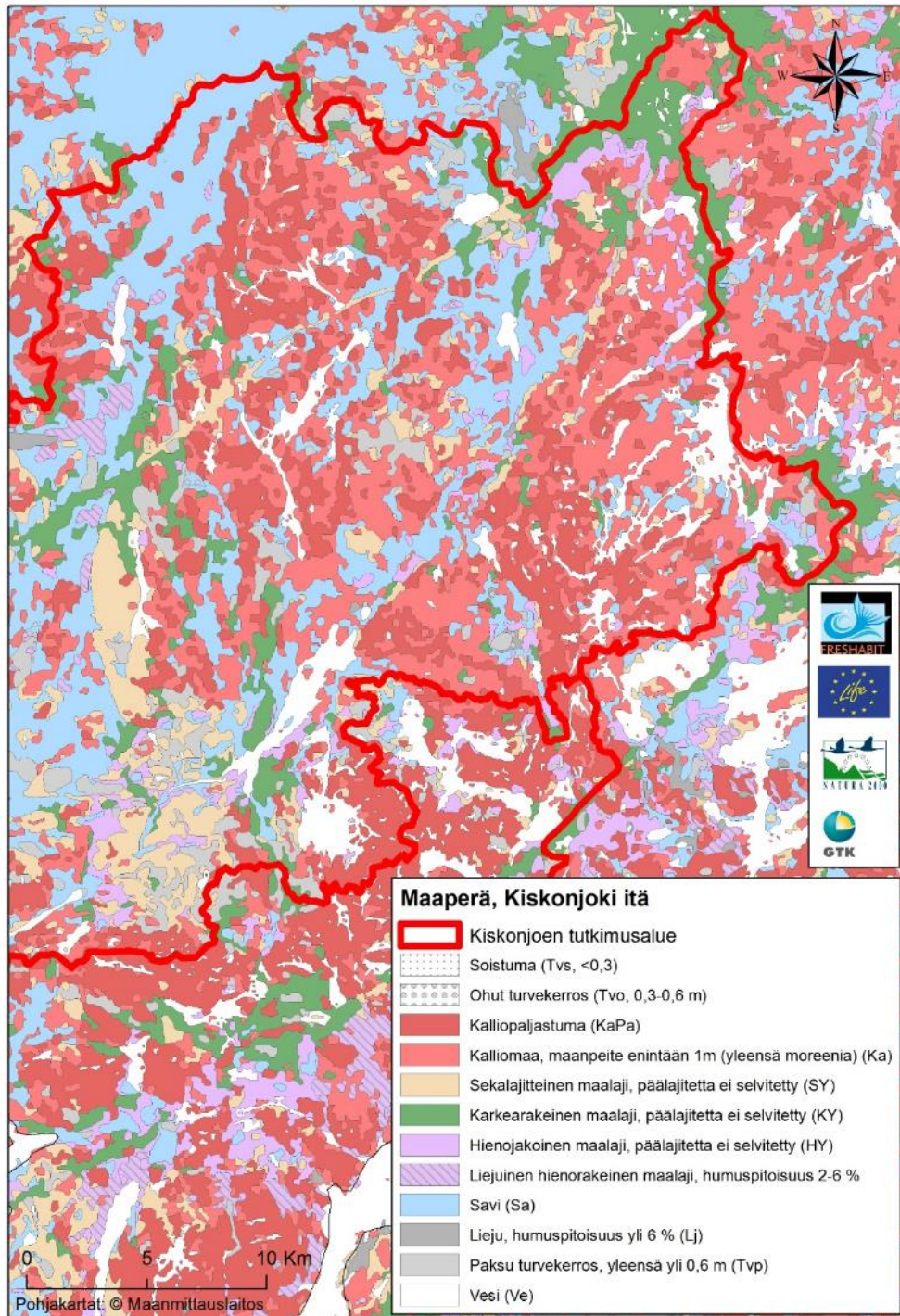
Lisätietoa Kiskonjoen kohdealueen kallioperästä löytyy kallioperäkartan selityksistä (Lehijärvi 1957 ja Salli 1955). Tarkempaa tietoa Suomen ja kohdealueen kaivoksista löytyy julkaisusta Suomen kaivosteollisuus ja mineraalisten raaka-aineiden tuotanto vuosina 1530–2001, historiallinen katsaus erityisesti tuotantolukujen valossa (Puustinen 2003). Maaperästä kerrotaan enemmän maaperäkartojen selityksissä (Niemelä ym. 1994 ja Kielosto ym. 1996).

29.11.2017



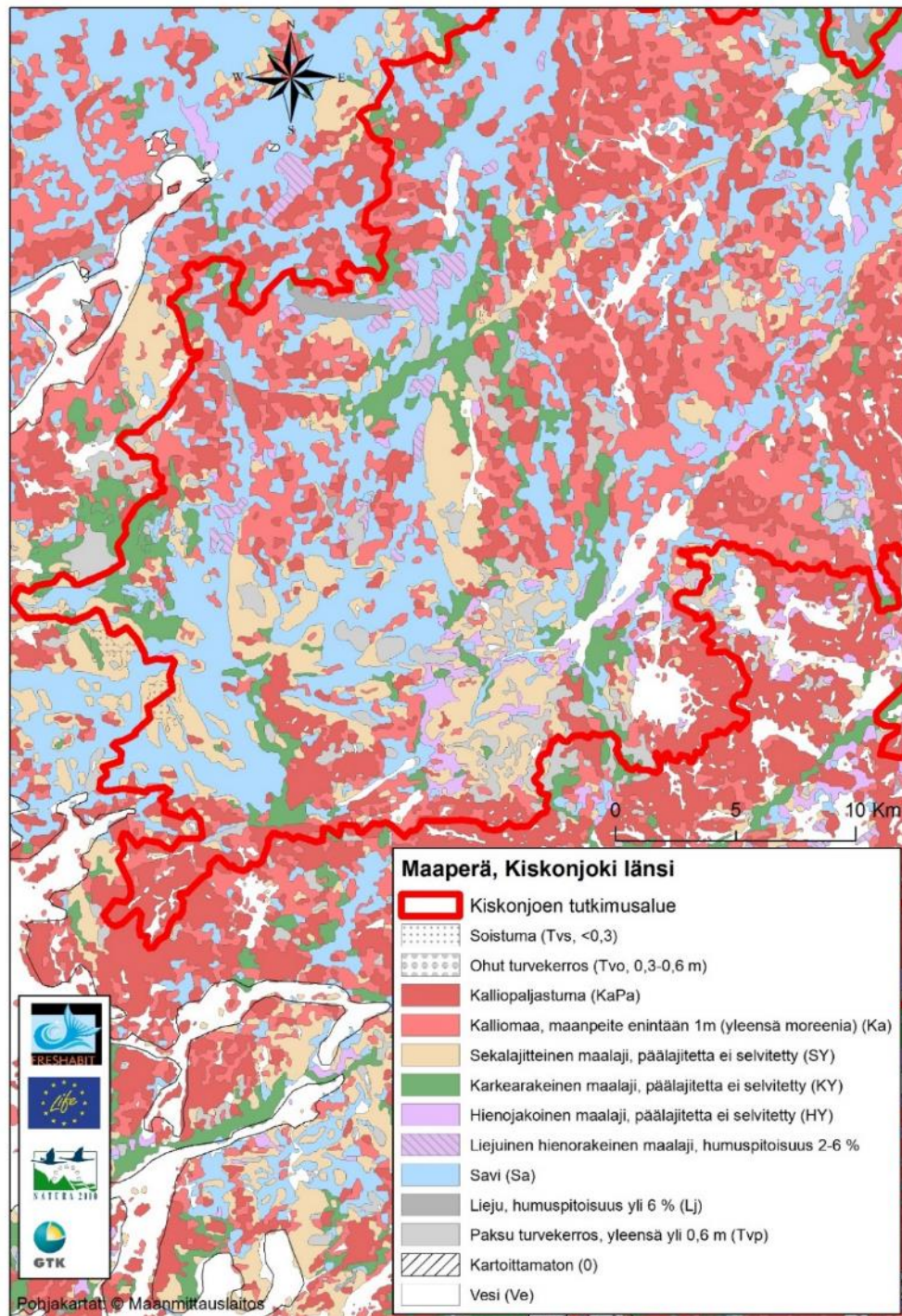
Kuva 23. Kiskonjoen FRESHABIT-kohdealueen kallioperä.

29.11.2017



Kuva 24. Kiskonjoen FRESHABIT-kohdealueen itäosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 25. Kiskonjoen FRESHABIT-kohdealueen länsiosan maaperä.

29.11.2017

5.2 Kiskonjoen kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet

Kiskonjoen kohdealue on Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella (kts. luku 3.2). Moreenin arseenipitoisuuksista Kiskonjoen kohdealueella ei ole riittävästi analyysitietoa (Taustapitoisuuskarttapalvelu 16.10.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>).

Taustapitoisuuskarttapalvelun (27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>) mukaan tutkimusalueen moreenimaan (< 2 mm raekoko, kuningasvesiliuotus) keskimääräinen kobolttipitoisuus on 2,9 mg/kg, kromipitoisuus 10,4 mg/kg, kuparipitoisuus 10,1 mg/kg, nikkelpitoisuus 7,5 mg/kg, sinkkipitoisuus 16,8 mg/kg ja vanadiinipitoisuus 15,9 mg/kg. Näiden metallien laskennalliset SSTP-arvot ovat pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnsarvot, siten Kiskonjoen kohdealueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynns- ja ohjearvoja (Vna 214/2007). Paikallisesti mm. kaivosalueiden ympäristössä maaperän metallipitoisuudet saattavat olla luontaisesti suuria, vaikka ne eivät Taustapitoisuuskarttapalvelun aineistossa näy.

Kiskonjoen kohdealueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 14 purosedimentti- ja 14 purovesinäytettä. Tutkimustulosten perusteella purosedimenttien metallipitoisuudet Kiskonjoen kohdealueella ovat luontaisesti useimmiten samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Nikkelin, kadmiumin, lyijyn ja antimonin keskimääräiset pitoisuudet koko maan purosedimenteissä ovat hieman pienemmät kuin Kiskonjoen purosedimenteistä mitatut pitoisuudet keskimäärin. Kiskonjoen kohdealueen purosedimentin keskimääräinen arseenipitoisuus, 5,0 mg/kg, on kohdealueella suurempi kuin koko maan purosedimenttien keskipitoisuus 2,9 mg/kg. Purovesien tutkitut kadmium-, koboltti-, kromi-, molybdeeni-, sinkki- ja lyijypitoisuudet Kiskonjoen kohdealueella olivat pääosin samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purovesissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Kuparin, nikkelin ja vanadiinin pitoisuudet Kiskonjoen tutkimusalueen purovesissä olivat hieman suuremmat kuin Suomen purovesissä keskimäärin. Myös arseenin keskipitoisuus, 1,0 µg/l, on suurempi kuin koko Suomen purovesien (1158 näytettä) arseenipitoisuuksien mediaaniarvo, 0,36 µg/l (Lahermo ym. 1996).

Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Kiskonjoen kohdealueen 1:100 000-karttalehtialueilta 20 vesinäytettä maaperän kaivoista ja yhdeksän näytettä kallioporakaivoista. Maaperän kaivoveden pH-arvot vaihtelivat 6,0 ja 7,7 välillä. Porakaivovedet olivat neutraaleja tai lievästi emäksisiä. Tutkitut maaperän kaivojen vedet täyttivät pääsääntöisesti fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset. Kahden tutkitun porakaivon vedessä arseenipitoisuudet olivat suuremmat kuin hyvälle talousvedelle asetettu raja-arvo 10 µg/l. Kahdessa lähellä rannikkoa sijaitsevassa porakaivossa veden kloridipitoisuus oli yli Sosiaali- ja terveysministeriön asettaman raja-arvon 100 mg/l.

29.11.2017

6 KARJAANJOEN KOHDEALUE

Karjaanjoen kohdealue sijaitsee Läntisellä Uudellamaalla Lohjanharjun länsipuolella pääosin Karkkilan ja Lohjan kaupunkien sekä Vihdin kunnan alueella (kuva 26). Karjaanjoen vesistöalue saa alkunsa Salpausselän harjualueen lähteistä lähteivistä kirkaista latvapuroista, joiden vesi virtaa Lohjanjärveen. Lohjanjärvestä vedet matkaavat Mustionjokea pitkin ja laskevat Pohjanpitäjänlahteen. Karjaanjoen vesistön laskuväylän, Mustionjoen varrella on neljä vesivoimalaa, joten joki on padottu. Karjaanjoen kohdealue on suuruudeltaan lähes 60 000 ha, ja latvapuroilta merelle matkaa kertyy toistasataa kilometriä. Natura2000-alueita Karjaanjoen FRESHABIT-kohdealueella on viisi: Mustionjoen alue, Tammisaaren ja Hangon saariston ja Pohjanpitäjänlahden merensuojelualue, Tulijärvi-Makubergenin alue, Maakylä-Räyskälän alue sekä Keräkankareen ja Kylmälahteen alue.



Kuva 26. Karjaanjoen FRESHABIT-kohdealue. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017

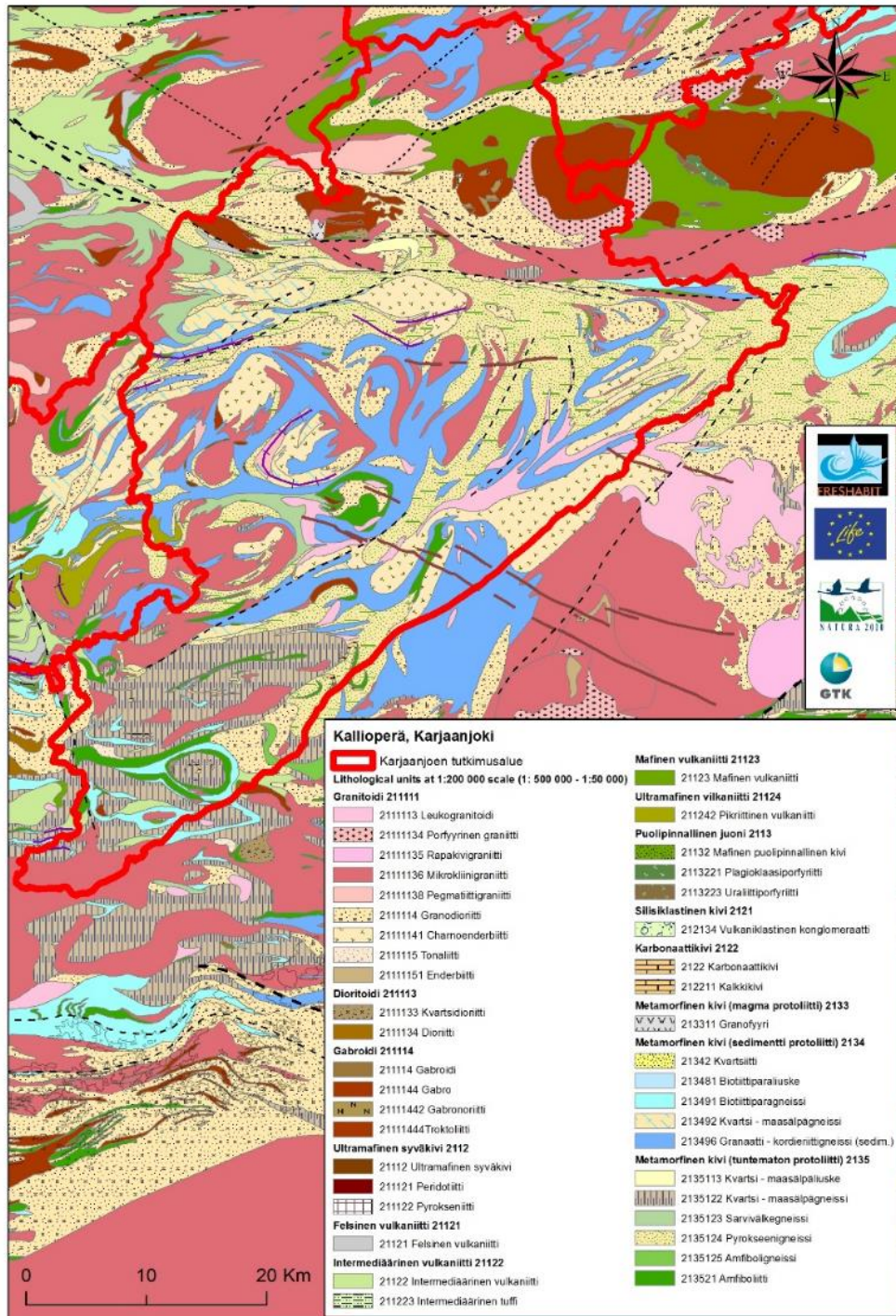
6.1 Karjaanjoen kohdealueen kallio- ja maaperä

Karjaanjoen kohdealue sijoittuu Uudenmaan vyöhykkeen geologisiin alueisiin (kuva 2, Nironen ym. 2002). Sedimenttivalentainen Uudenmaan vyöhyke koostuu kiilleliuskeista ja gneisseistä, joissa on varsin usein karbonaattikiviä välikerroksina (Nironen ym. 2002). Karjaanjoen kohdealueen kallioperän yleisimmät kivilajit ovat granaatti-kordieriittigneissi, mikrokliinigraniitti, kvartsi-maasälpägneissi, granodioriitti ja prokseenigneissi (kuva 27). Kohdealueen pohjoisosassa on myös mafista vulkaniittia ja gabroa. Karjaanjoen kohdealueella on ollut ruukkeja esim. Karkkilassa Kulosuonmäen rautakaivos, Karjaalla Svartå, Pohjassa Åminnefårs ja Lohjalla Ojamon rautakaivos (Puustinen 2003). Lisätietoja Karjaanjoen kohdealueen kallioperästä löytyy kallioperäkarttojen selityksistä (Härme 1954, Salli 1955 ja Simonen 1956).

Karttatarkastelun perusteella Karjaanjoen kohdealueen korkeimmat kohdat ovat kohdealueen pohjoisimmassa osassa Lopen kunnan Salonkulmalla ja siitä länteen. Lintukorven mäki on noin 190 m mpy., Tuomistonmäki noin 180 m mpy. ja Vähäkylmänojan alue > 170 m mpy. Kohdealueen alavimmat osat ovat Karjaalla ja Pohjassa Mustionjoen varrella < 15 m mpy.

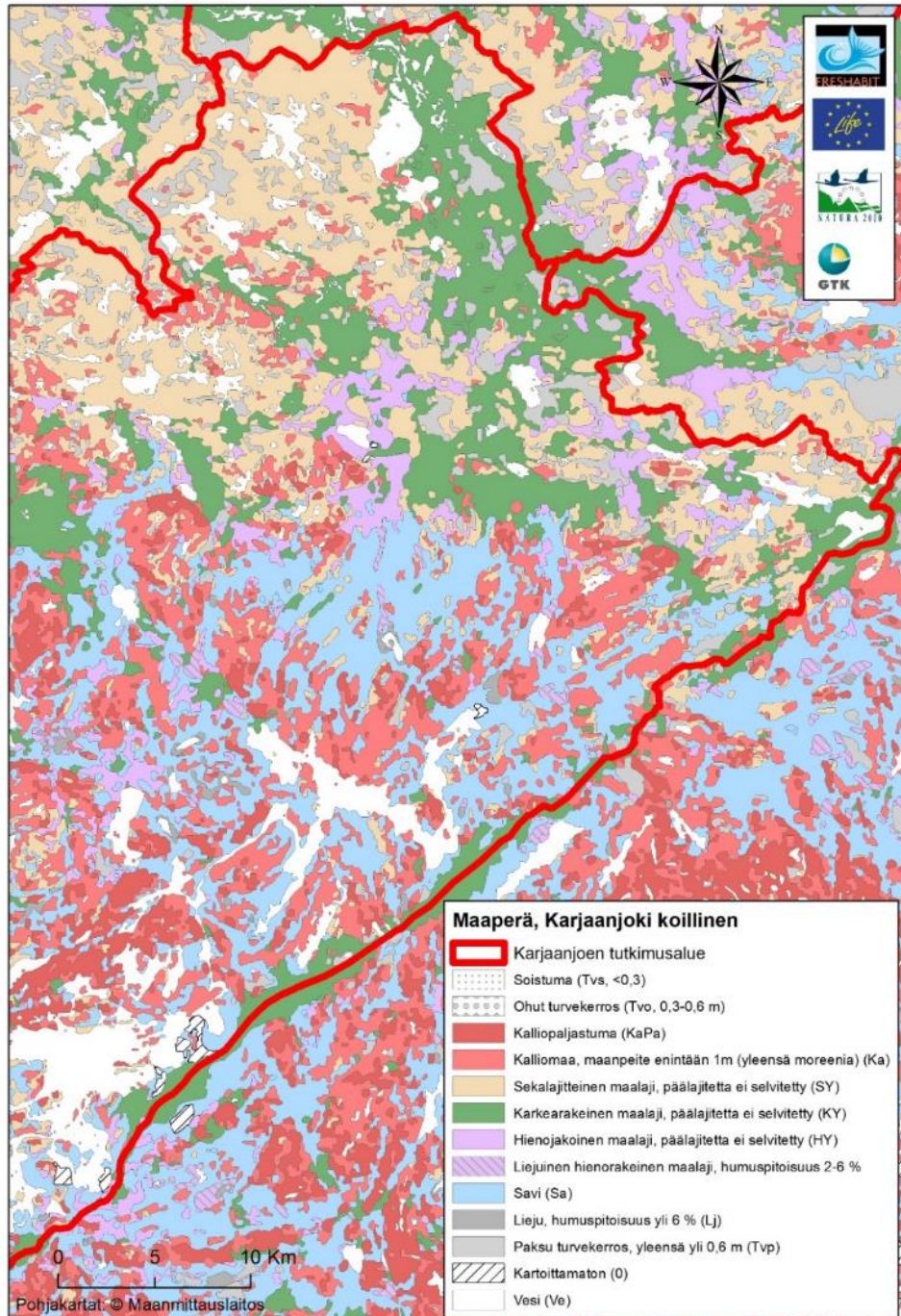
Karjaanjoen kohdealueen maaperän yleisimmät maalajit ovat pohjoisosassa moreeni ja karkearakeiset lajittuneet maa-ainekset, ja eteläosassa savi ja hienojakoinen maa-aines (kuvat 28 ja 29). Alueella on pohjoisinta osaa lukuun ottamatta runsaasti kalliopaljastumia ja hyvin ohuen maapeitteen (< 1m) verhoamia kallioalueita. Pohjoisosassa on myös pienialaisia turvekerrostumia. Moreeni on pääasiassa hiekkamoreenia (Niemelä ym. 1994 ja Haavisto ym. 1980). Il Salpausselkä kulkee kohdealueen poikki, ja sen suurimmat muodostumat ovat Karjalohjanselkä ja Härjänvatsan muodostuma Karjalohjalla, Sammatin harjudelta ja Mäntsälännummi Nummi-Pusulassa. Harjujaksojen suunta kartta-alueella on pääasiassa luode-kaakkosuuntainen (Haavisto ym. 1980). Tarkempia tietoja kohdealueen maaperästä löytyy maaperäkarttojen selityksistä (Niemelä ym. 1994 ja Haavisto ym. 1980).

29.11.2017



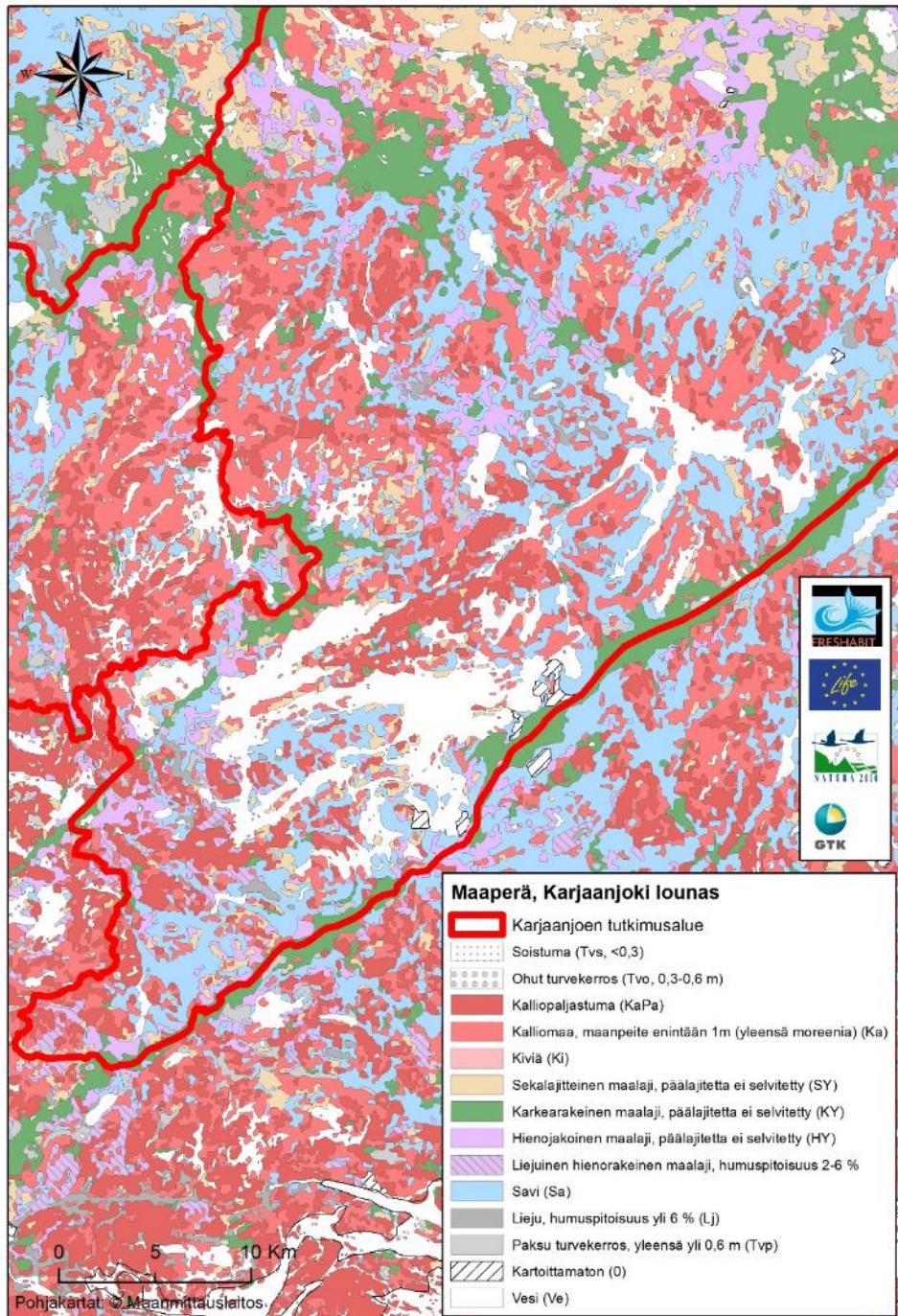
Kuva 27. Karjaanjoen FRESHABIT-kohdealueen kallioperä.

29.11.2017



Kuva 28. Karjaanjoen FRESHABIT-kohdealueen koillisosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 29. Karjaanjoen FRESHABIT-kohdealueen lounaisosan maaperä.

29.11.2017

6.2 Karjaanjoen kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet

Karjaanjoen kohdealue sijaitsee Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella (kts. luku 3.2). Taustapitoisuuskarttapalvelussa (Taustapitoisuuskarttapalvelu 23.10.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>) kohdealueen lounaisimmassa osassa Karjalohjan ja Sammatin välisellä alueella ei ole riittävästi havaintoja maaperän arseenipitoisuuksista alueellisen SSTP-arvon laskentaan, mutta arseenipitoisuuden SSTP-arvo muualla, kohdealueen itäosan moreenissa, on 11 mg/kg. Tämä pitoisuus ylittää PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnysarvon arseenille, joten tätä alueellista pitoisuutta tulisi käyttää maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa kohdealueen itäosassa. Muiden haitallisten metallien luontainen määrä maaperässä kohdealueella on hieman suurempi kuin koko maan moreeneissa keskimäärin (Koljonen 1992). Karjaanjoen kohdealueen moreenissa (< 2mm raekoko, kuningasvesiuutto) kobolttia on keskimäärin 4,3–5,7 mg/kg, kromia 13,5–19,1 mg/kg, nikkeliä 11,2–13,7 mg/kg, sinkkiä 25,3–31,4 mg/kg ja vanadiinia 21,9–26,0 mg/kg. Näiden metallien pitoisuuksista lasketut SSTP-arvot ovat pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnys ja ohjearvot (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>), siten Karjaanjoen tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnys- ja ohjearvoja (Vna 214/2007). Kobolttin, kromin ja nikkelin maksimipitoisuudet Taustapitoisuuskarttapalvelun havainnoissa ovat suuremmat kuin PIMA-asetuksen kynnysarvot, joten paikallisesti joillain alueilla yksittäiset metallipitoisuudet voivat maaperässä olla luontaisesti suuria.

Karjaanjoen kohdealueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 20 purosedimentti- ja 20 purovesinäytettä. Karjaanjoen kohdealueen purosedimentin keskimääräinen arseenipitoisuus, 6,0 mg/kg, on suurempi kuin koko maan purosedimenttien arseenin keskipitoisuus 2,9 mg/kg (1164 näytettä). Tutkimustulosten perusteella myös purosedimenttien kadmium-, kupari-, lyijy-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet ovat Karjaanjoen kohdealueella keskimäärin suuremmat kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Muiden tutkittujen metallien pitoisuudet ovat keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purosedimenttien keskimääräiset pitoisuudet. Purovedet kohdealueella ovat keskimäärin lähes neutraaleja, eivätkä niin happamia kuin koko Suomen purovedet keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Karjaanjoen kohdealueen purovesissä on keskimäärin enemmän kuparia, nikkeliä, antimonia ja vanadiinia kuin koko maan purovesissä keskimäärin. Myös arseenin keskipitoisuus, 1,0 µg/l, on suurempi kuin koko Suomen purovesien (1158 näytettä) arseenipitoisuuksien mediaaniarvo, 0,36 µg/l (Lahermo ym. 1996).

Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Karjaanjoen kohdealueen 1:100 000-karttalehtialueilta 32 vesinäytettä maaperän kaivoista ja yhdeksän näytettä kallioporakaivoista. Maaperän kaivoveden pH-arvot vaihtelivat 5,5 ja 7,7 välillä. Porakaivovedet olivat neutraaleja tai emäksisiä. Tutkitut maaperän kaivojen vedet täyttivät pääsääntöisesti fysikaalis-kemiallisilta

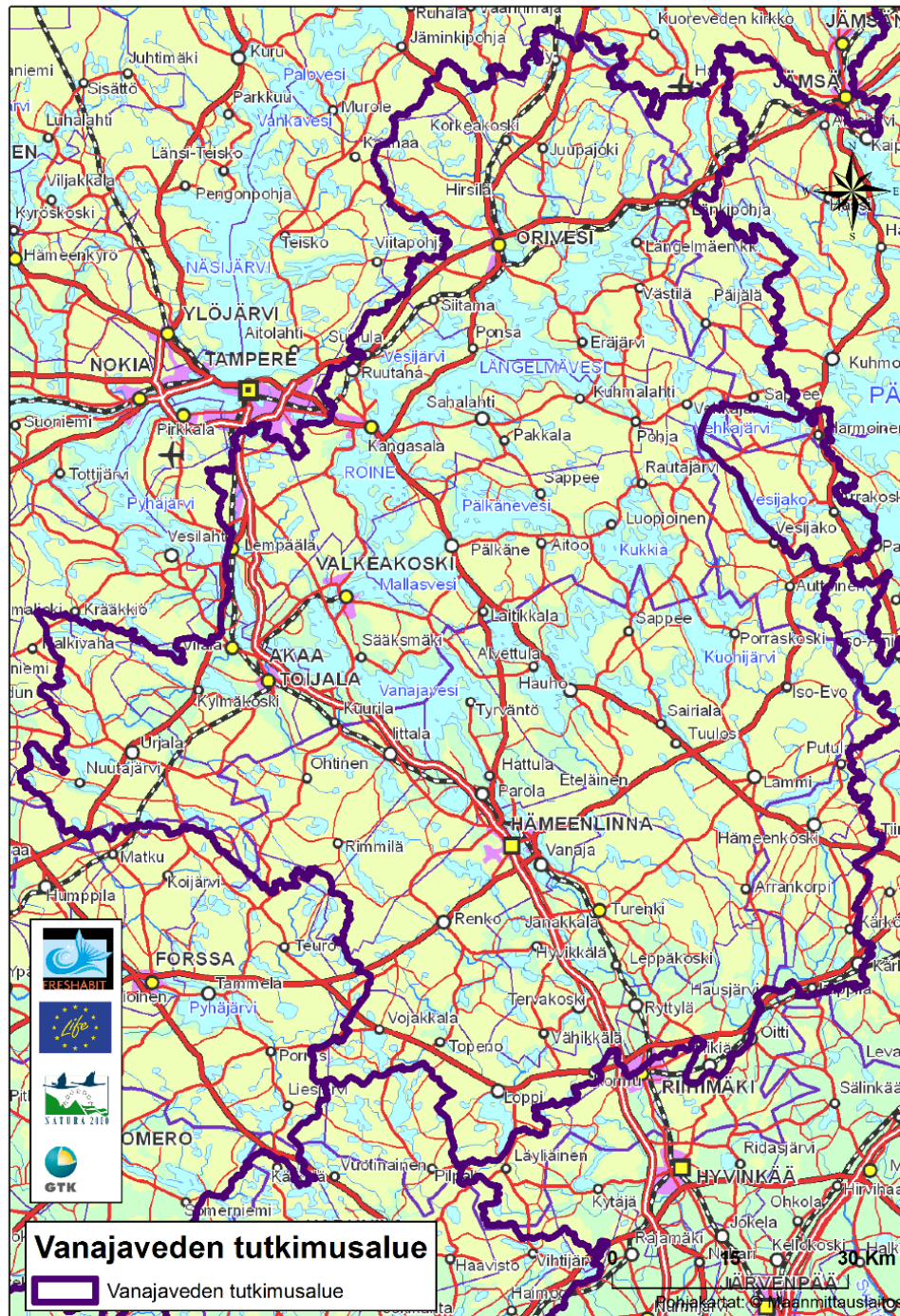
29.11.2017

ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyväälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset. Muutaman kaivon vedessä rauta- ja mangaanipitoisuudet ylittivät Sosiaali- ja terveysministeriön hyväälle talousvedelle asettamat raja-arvot, jotka ovat rautapitoisuudelle 0,4 mg/l ja mangaanipitoisuudelle 0,1 mg/l.

7 VANAJAVEDEN KOHDEALUE

Vanajaveden kohdealue kuuluu Kokemäenjoen vesistön Vanajaveden-Pyhäjärven vesistöalueeseen, jonka vedet virtaavat Kokemäenjokeen ja purkautuvat Itämereen Länsi-Suomen rannikolla noin 200 km päässä Vanajavedeltä. Vanajaveden kohdealue sijaitsee Kanta-Hämeessä ja Pirkanmaalla mm. Hämeenlinnan, Akaan, Valkeakosken, Lempäälän, Tampereen, Oriveden, Janakkalan, Riihimäen ja Lopen kaupunkien ja kuntien alueella (kuva 30). Kohdealueella on yli 300 järveä ja lammikkoa. Alueella on nykyisin lähes 120 000 asukasta ja noin 16 000 kesämökkiä. Vanajaveden-Pyhäjärven vesistöalue on kooltaan 3 759 km², ja Vanajaveden kohdealueella on 13 377 ha Natura2000-alueita. FRESHABIT-hankkeen Natura2000-alueita ovat Tykölänjärvi, Ahtialanjärvi, Kukkiajärvi, Vanajaveden lintualueet, Hattelmalanjärvi, Ansionjärvi, Ormajärvi-Untulanharju ja Evon alue.

29.11.2017



Kuva 30. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealue. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017

7.1 Vanajaveden kohdealueen kallio- ja maaperä

Vanajaveden kohdealue sijoittuu eteläisimmästä osastaan Hämeen vyöhykkeen, keskiosastaan Pirkanmaan vyöhykkeen ja pohjoisosastaan Tampereen vyöhykkeen ja Keski-suomen granitoidikompleksin geologisiin alueisiin (kuva 2, Nironen ym. 2002). Vanajaveden kohdealueen pohjoisimmassa osassa kallioperän yleisimmät kivilajit ovat porfyrynen graniitti ja granodioriitti, ja niiden eteläpuolella porfyryistä granodioriittia, gabroa, leukogranitoidia, grauvakkaa ja kvartsidioriitti (kuva 31). Kohdealueen keskiosan kallioperän vallitsevia kivilajeja ovat biotiittiparagneissi, granodioriitti ja porfyrynen granodioriitti (kuvat 32 ja 33). Näiden eteläpuolella kallioperässä on granodioriitin ohella mafista tuffia, uraliittiporfyriittia ja amfiboligneissia (kuva 32). Eteläosan kallioperä koostuu pääasiassa mikrokliniinigraniitista ja lounaisosassa myös granodioriitista ja granaatti-kordieriittigneissistä (kuva 32). Oriveden Eräjärven ympäristössä on useita louhoksia, joissa louhitaan kiilleliusketta. Lisätietoja Vanajaveden kohdealueen kallioperästä löytyy kallioperäkarttojen selityksistä (Simonen 1949 ja 1956, Härme 1954, Lehijärvi, Matisto 1977 ja Laitakari 1980).

Karttatarkastelun perusteella Vanajaveden kohdealueen alavimmat kohdat ovat kohdealueen länsiosassa Lempäälässä, missä vedet laskevat Pyhäjärveen. Lempäälän Moisiossa maanpinnan korkeudet ovat alimmillaan 78,5 m mpy.–80,0 m mpy. Korkeimmillaan kohdealueen maasto on Juupajoen Hulipaksessa, missä Venäläisvuori kohoaa yli 220 m mpy., ja Jämsässä Lullinvuorella, jonka korkeimmat kohdat ovat noin 215 m mpy. Yli 200 m mpy. olevia paikkoja on Vanajaveden kohdealueella useita esim. Koskelankorkea Tampereen Jylhänperän alueella, Kaukasmaan Torninmäki ja Taapulivuori Orivedellä ja Lortikanvuoret Kuhmoisissa.

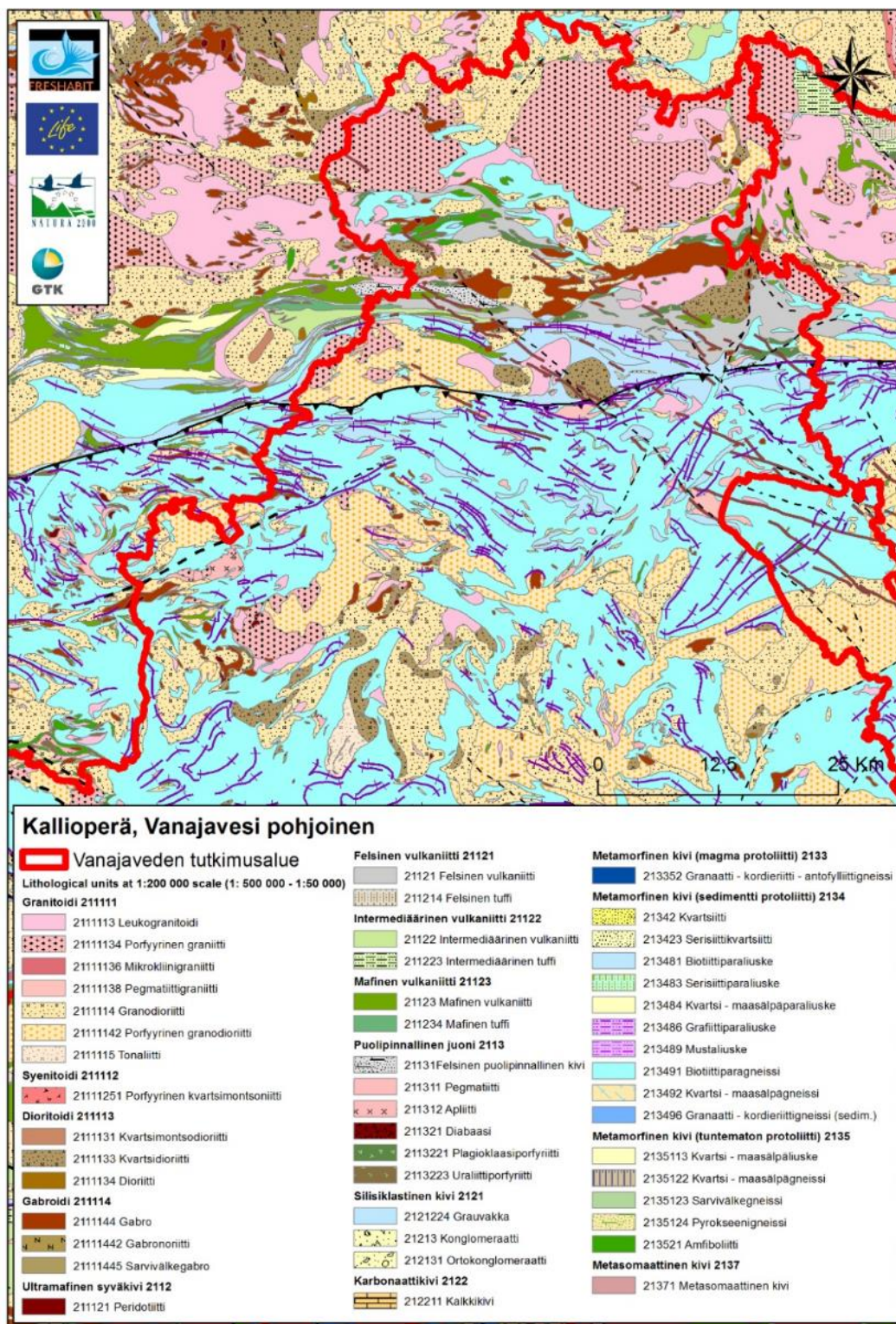
Vanajaveden kohdealue on laaja, joten alueen maaperäkartat on esitetty useammassa osassa (kuvat 34–40). Pohjoisosassa maapeite on monin paikoin hyvin ohutta, alle yhden metrin paksuista, ja kalliopaljastumia on runsaasti (kuvat 34 ja 35). Suurten korkeuserojen ja jyrkkien rinteiden vuoksi maapeitettä on kapeina kerrostumina tavallisesti vain murros-laaksojen pohjalla ja korkeiden kalliokohoumien suojapuolella jäätikön virtaukseen nähden (Kujansuu ym. 1981). Savialueita on kohdealueen pohjoisosassa hyvin vähän. Ne sijoittuvat yleisimmin järviäntaiden länsi- ja luoteisrannoille. Myös Längelmäveden eteläosassa on pienialaisia savikoita (Kujansuu ym. 1981). Suomen yleisintä maalajia, moreenia, on kohdealueen pohjoisosassa hyvin vähän. Luoteisosassa on jäätikköjokikerrostumia. Nämä lajittuneen aineksen muodostumat, Hirsilän delta ja Korkeakosken delta, ovat osa Näsijärven reunamuodostumaa (Kujansuu ym. 1981). Pappilanselän eteläpuolelta alkaa pohjois-eteläsuuntainen harjujakso, joka on aluksi harjumainen, mutta Koivukylän kohdalla se on osaksi hienorakeisten kerrostumien peitossa. Harjujakso jatkuu katkonaisena Oriveden kirkonkylän läpi, ja vain muodostuman korkeimmat kohdat pistävät esiin hiesukerrostumista. Hirsilän kohdalla harju on hautautunut mainittuihin deltakerrostumiin (Kujansuu ym. 1981).

Vanajaveden kohdealueen keski- ja eteläosassa on vain vähän kalliopaljastumia ja ohuen maapeitteen alueita (kuvat 36–40). Itäisimmässä osassa vallitsevana maalajina on moreeni (kuvat 36 ja 37) ja länsiosassa moreeni ja savi (kuvat 37 ja 38).

29.11.2017

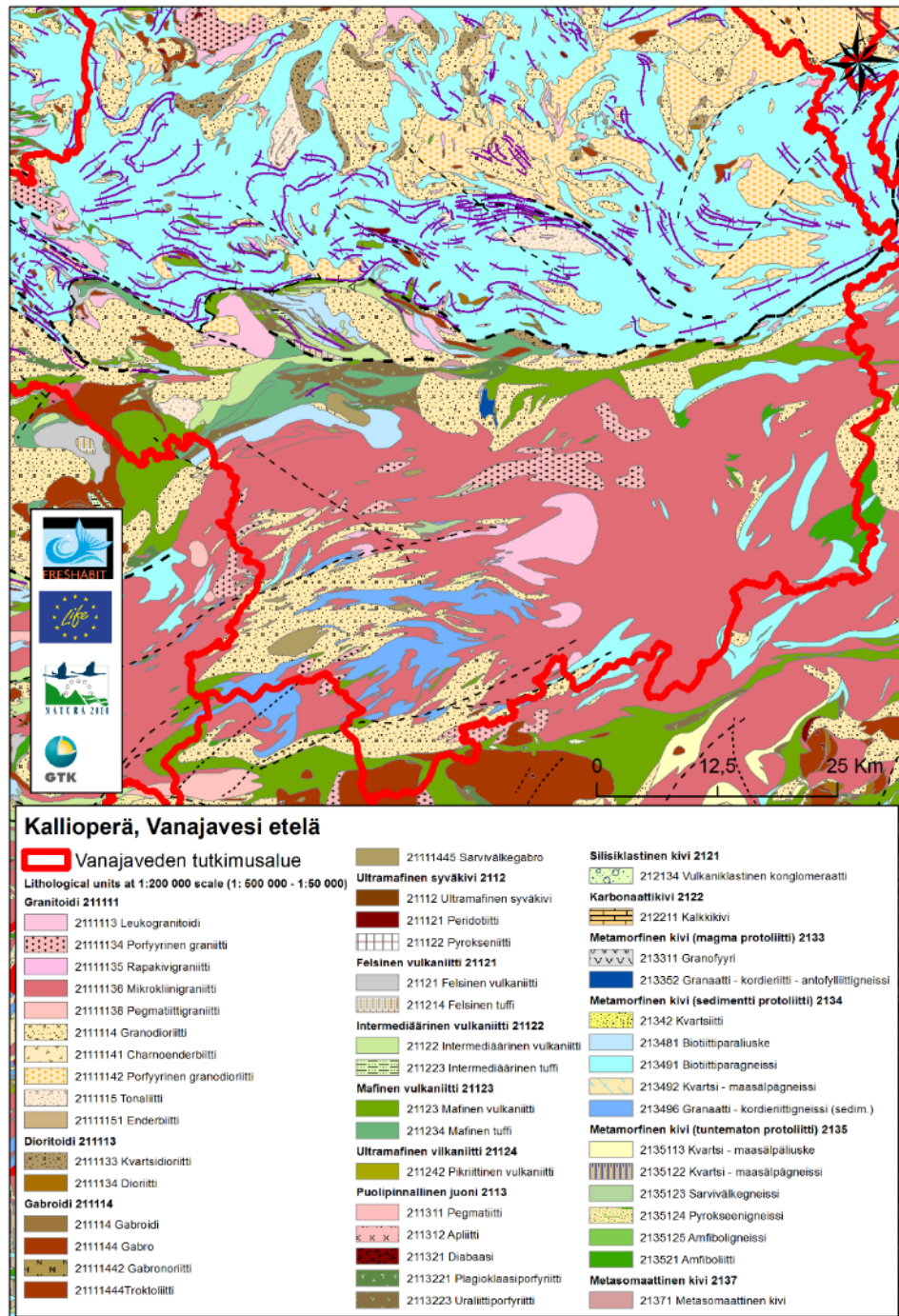
Vanajaveden kohdealueella on I Salpausselkään, II Salpausselkään sekä III Salpausselkään kuuluvia hiekka-, sora- ja moreenimuodostumia. Salpausselät koostuvat hiekka- ja soramuodostumien ohella samassa linjassa olevista moreeniselänleistä. Kohdealueen kaakkoiskulmassa Hausjärveltä Kärkölään kulkee I Salpausselkä, ja sen pohjoispuolella Lopen ja Lammin kautta kulkee II Salpausselkä. III Salpausselän muodostumia on mm. Rengossa ja Lopella Räyskälässä Pernunnummen hiekkamuodostuma (Haavisto-Hyvärinen ym. 1990a, 1990b, 1990c ja 1993b). Vanajaveden kohdealueen etelä- ja keskiosissa on useita luode-kaakkosuuntaisia harjujaksoja (kuvat 37–40). Harjujaksot koostuvat harjuselänleistä ja niihin liittyvistä peräkkäisistä, jään reunan eteen sulavan jäätikön pysähdysten aikana kerrostuneista deltoista. Esimerkiksi Roineen pohjoispuolella ja sen poikki kulkee harjujakso, johon kuuluvat Kirkkoharju, Keisarinharju ja Isokangas, Evolla Kukkulamäen-Riuttaharjun harjukompleksi ja Ekonjärveltä alkava Takaperänharju, Lammilla Kuohijärven rantaa myötäilee katkeileva kapea harjujakso, Sairialan alueella Sairialan ja Kyläniemen harjualueet ja Lopella Launosista Riuttaan kulkeva harjuselänleiden ja niihin liittyvien laajentumien muodostama jakso (Haavisto-Hyvärinen ym. 1984a, 1984b, 1984c, 1990a ja Kukkonen ym. 1984). Vanajaveden kohdealueen eteläisimmissä osissa vallitsevana maalajina ovat savi ja muut hienojakoiset maalajit (kuvat 39 ja 40). Lisätietoja Vanajaveden kohdealueen maaperästä löytyy maaperäkartoista ja niiden selityksistä (esim. Haavisto-Hyvärinen ym. 1984a, 1984b, 1984c, 1990a, 1990b, 1990c, 1993a, 1993b, 1993c, 1994a, 1994b ja 1994c, Kukkonen ym. 1984a ja 1984b ja 2003, Perttunen ym. 1984, Sauramo 1924 ja Virkkala ym. 1969).

29.11.2017



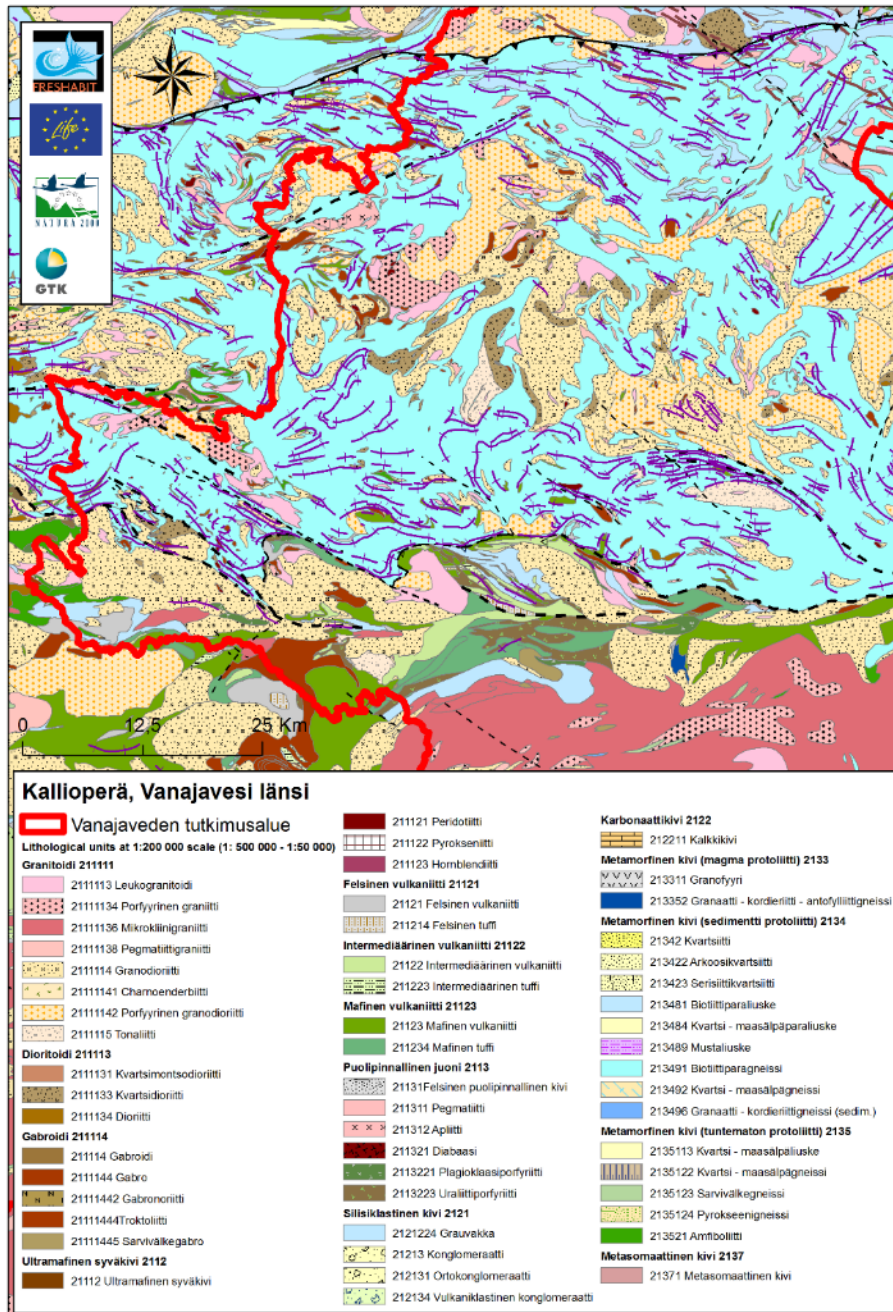
Kuva 31. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealueen pohjoisosan kallioperä.

29.11.2017



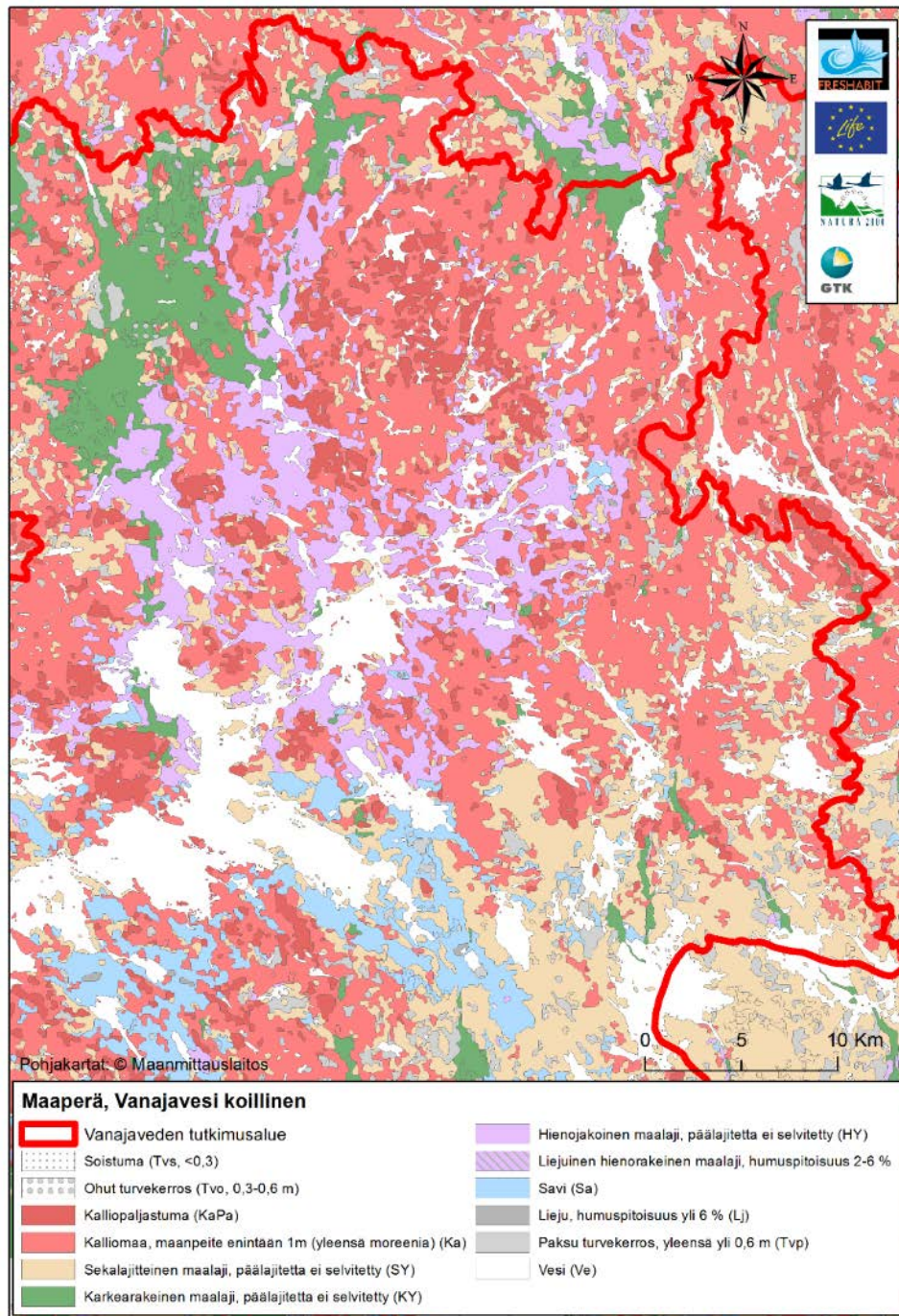
Kuva 32. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealueen eteläosan kallioperä.

29.11.2017



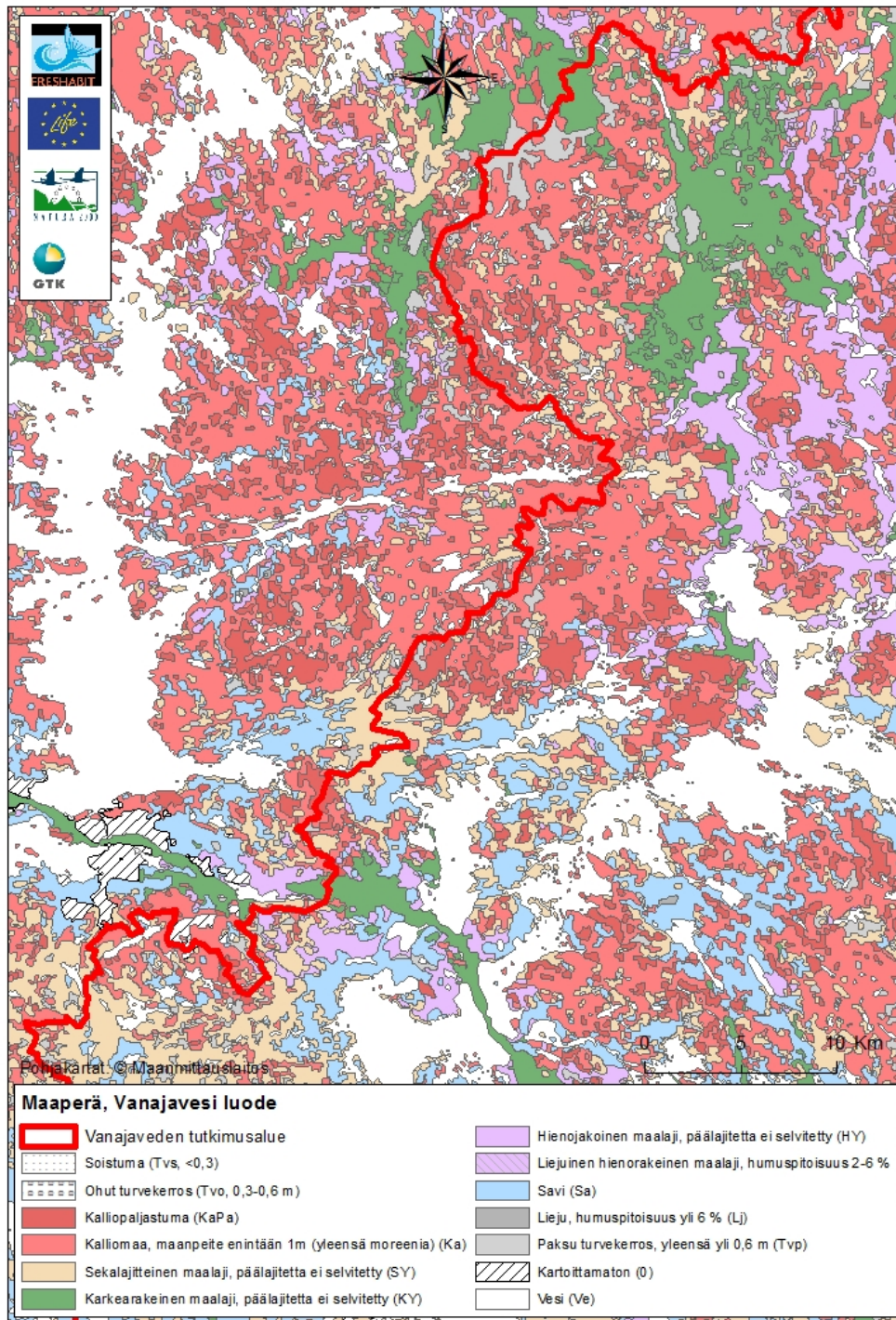
Kuva 33. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealueen länsiosan kallioperä.

29.11.2017



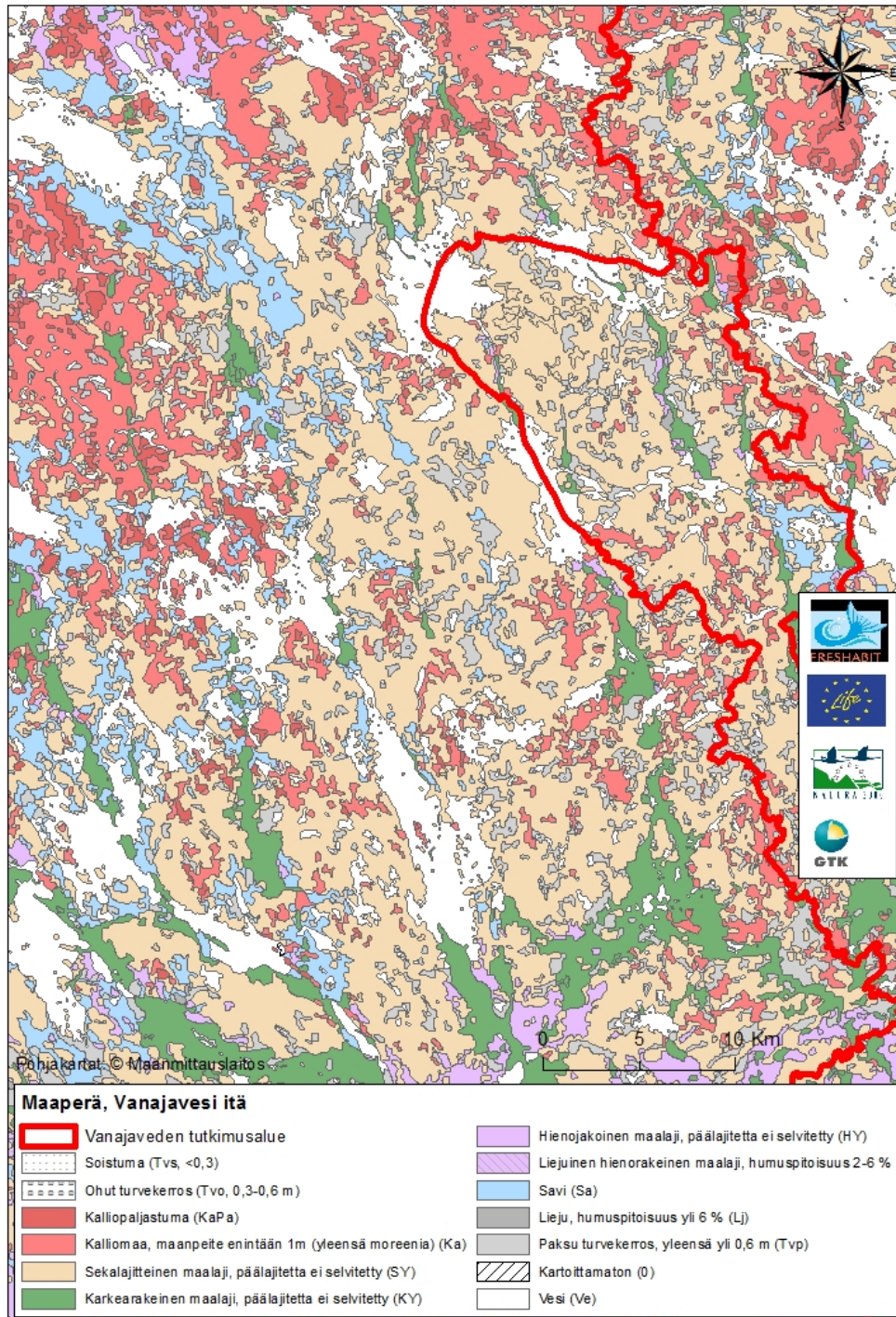
Kuva 34. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealueen koillisosan maaperä.

29.11.2017



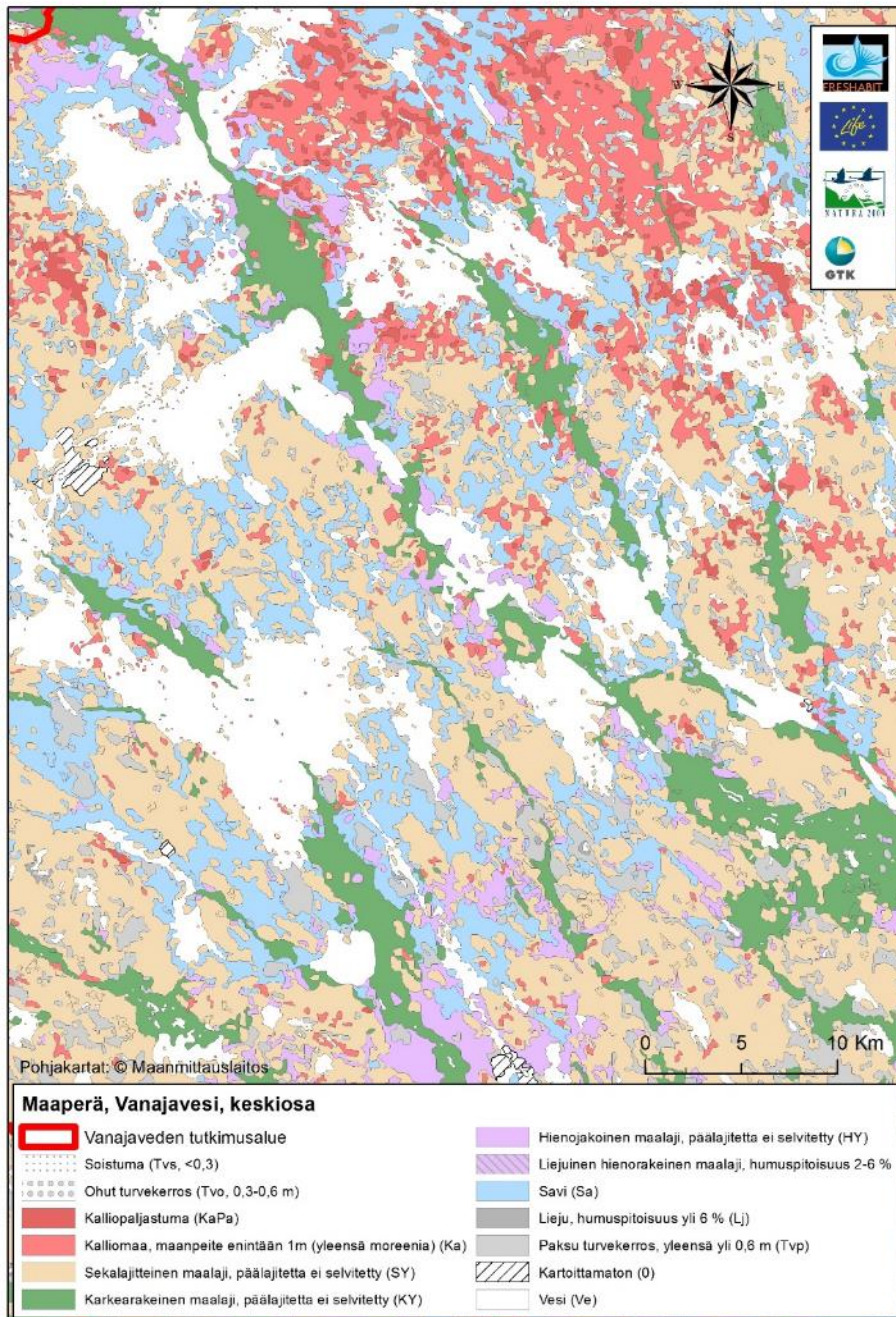
Kuva 35. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealueen luoteisosan maaperä.

29.11.2017



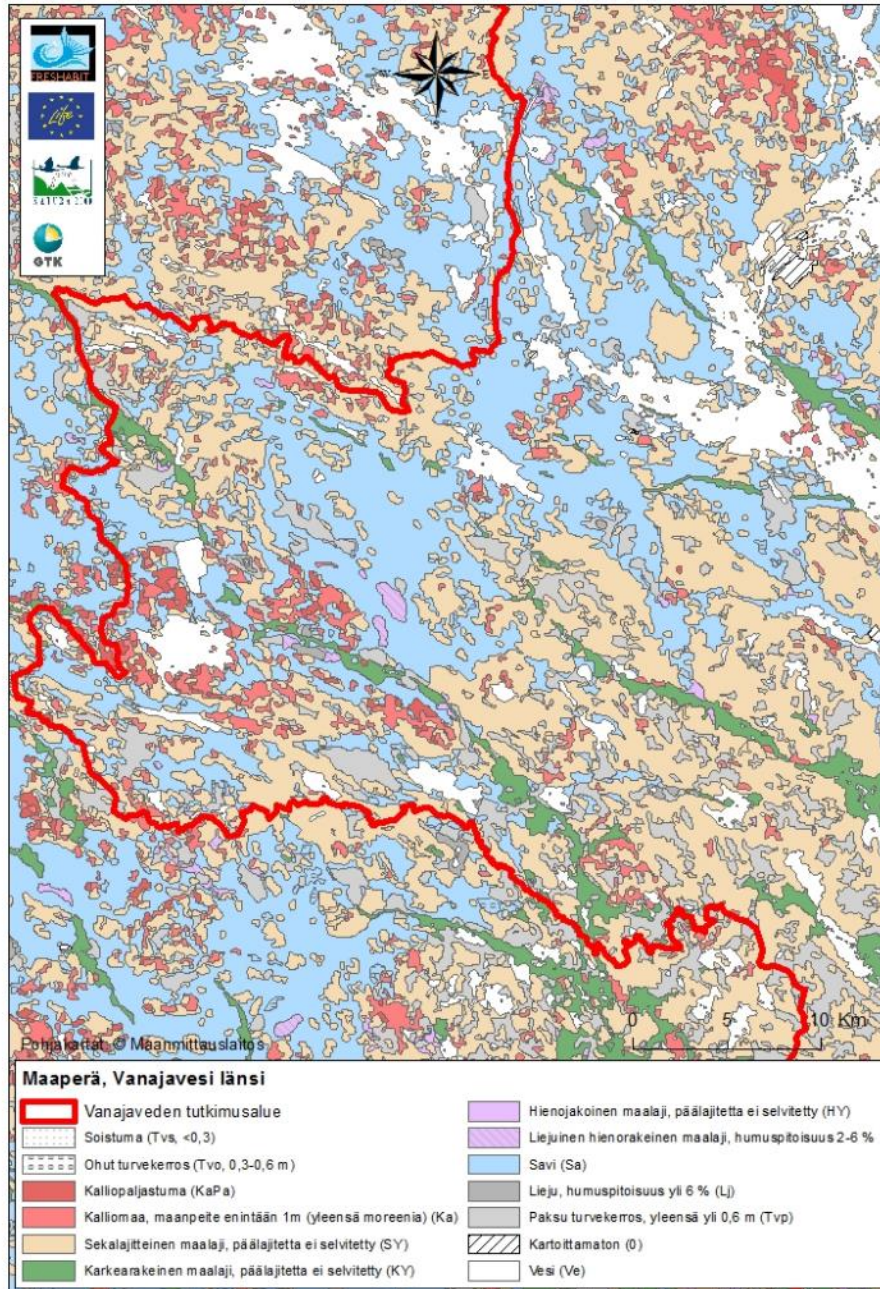
Kuva 36. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealueen itäosan maaperä.

29.11.2017



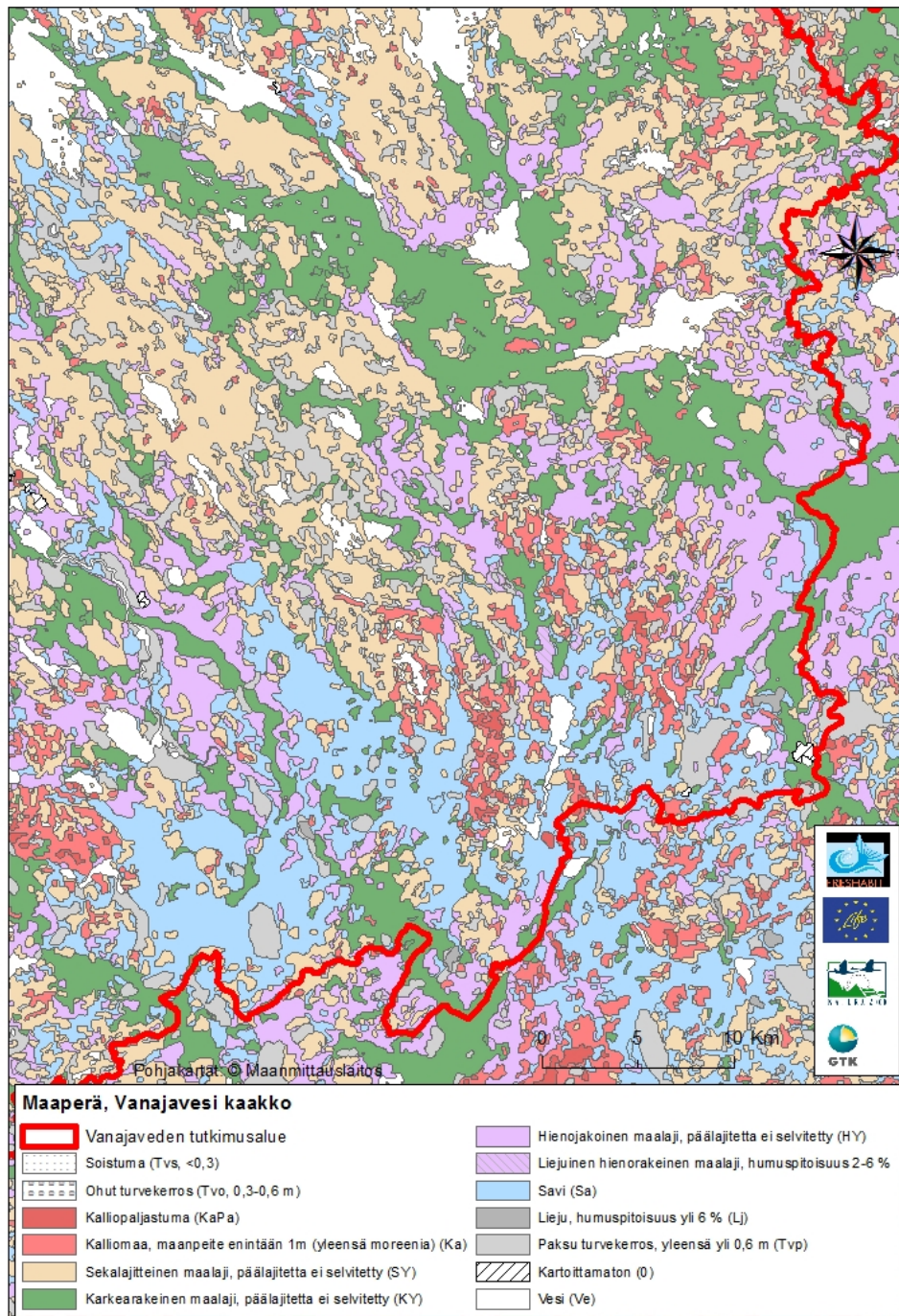
Kuva 37. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealueen keskiosan maaperä.

29.11.2017



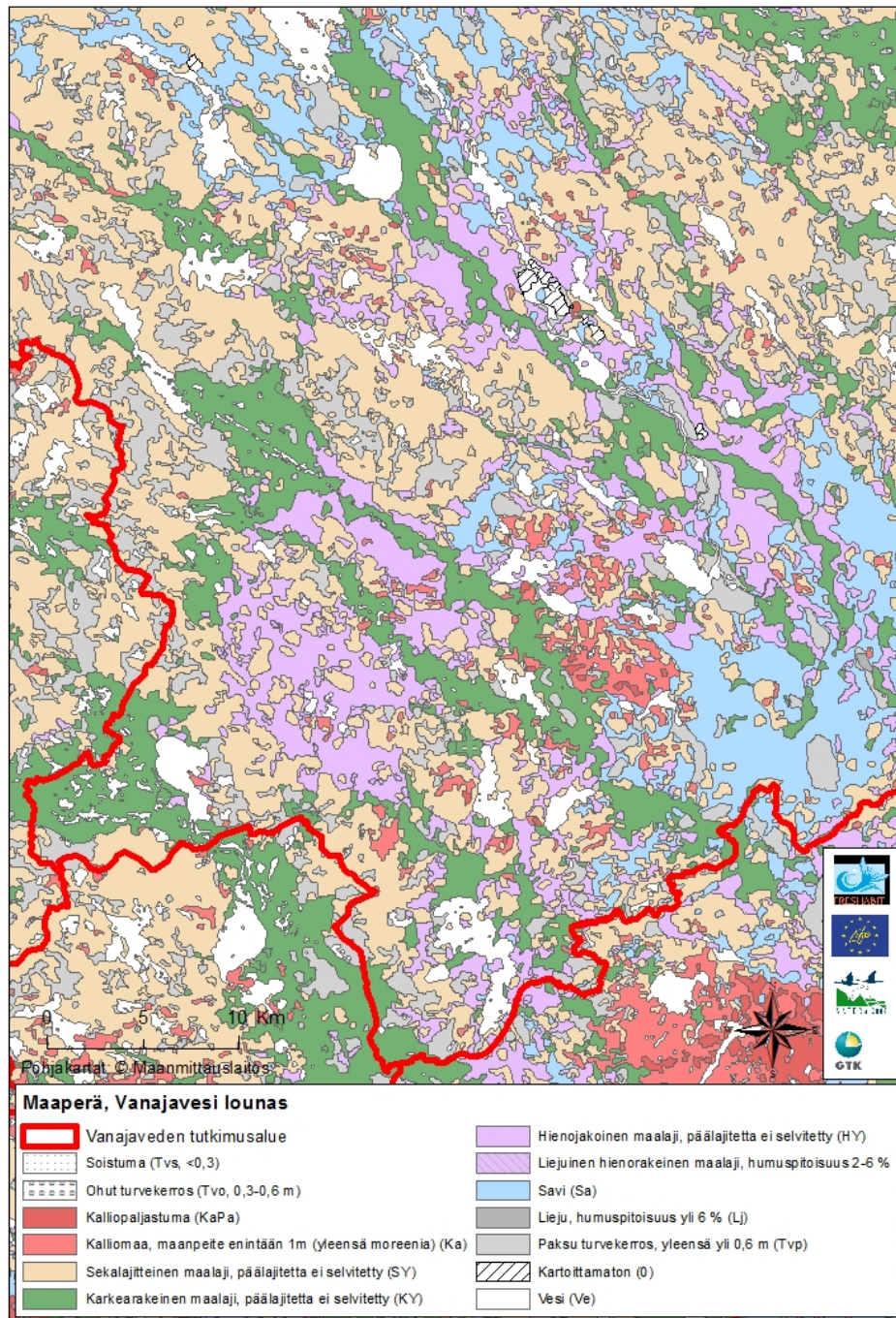
Kuva 38. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealueen länsiosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 39. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealueen kaakkoisosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 40. Vanajaveden FRESHABIT-kohdealueen lounaisosan maaperä.

29.11.2017

7.2 Vanajaveden kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet

Vanajaveden kohdealue tai ainakin osia siitä sijaitsee maaperän valtakunnallisten geokemiallisten arseeni- tai metalliprovinssien alueilla (kts. luku 2.3), joiden alueilla arseenin tai haitallisten metallien luontainen määrä maaperässä saattaa olla suuri. Koko kohdealue sijaitsee Etelä-Suomen ja Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssien alueella, ja kohdealueen Rengon, Janakkalan ja Lammin pohjoispuolinen osa on Pirkanmaan metalliprovinssin alueella (luku 2.3). Vanajaveden kohdealueen moreenissa (< 2mm raekoko, kuningasvesiuutto) kobolttia on keskimäärin 6,2 mg/kg, kromia 25,2 mg/kg, kuparia 23,0 mg/kg, nikkeliä 16,2 mg/kg, sinkkiä 40,0 mg/kg ja vanadiinia 35,9 mg/kg:ssa. Kaikkien näiden metallien maksimipitoisuudet moreenissa ja pitoisuuksista lasketut SSTP-arvot ovat pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnys ja ohjearvot (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>). Pirkanmaan metalliprovinssin alueelta laskettuna keskimääräiset metallipitoisuudet ovat hieman suuremmat, mutta SSTP-arvot ovat silti pienemmät (Taustapitoisuuskarttapalvelu 9.11.2017) kuin PIMA-asetuksen kynnysarvot kyseisille metalleille. Näin ollen Vanajaveden kohdealueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnys- ja ohjearvoja (Vna 214/2007). Maaperän keskimääräinen arseenipitoisuus kohdealueella on 7,8 mg/kg (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>), mikä on enemmän kuin koko Suomen moreeneissa keskimäärin (Koljonen 1992). Taustapitoisuuskarttapalvelun aineistosta laskettu SSTP-arvo Vanajaveden kohdealueen maaperän arseenipitoisuudelle on 26,0 mg/kg, joka on suurempi kuin arseenin kynnysarvo PIMA-asetuksessa (Vna 214/2007), ja siten maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää arseenipitoisuudelle kyseistä SSTP-arvoa.

Vanajaveden kohdealueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 35 purosedimentti- ja 36 purovesinäytettä. Tutkimustulosten perusteella purosedimenteissä useiden metallien pitoisuudet Vanajaveden kohdealueella ovat luontaisesti suuremmat kuin koko Suomen purosedimenteissä keskimäärin. Esimerkiksi koboltti-, kromi-, nikkeli-, vanadiini-, sinkki- ja lyijypitoisuudet ovat keskimäärin noin 25 % suuremmat kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin. Purosedimenttien keskimääräinen arseenipitoisuus, 6,2 mg/kg, on yli kaksinkertainen koko maan purosedimenttien keskimääräiseen arseenipitoisuuteen, 2,9 mg/kg, verrattuna (Lahermo ym. 1996). Purovesien tutkitut metallipitoisuudet Vanajaveden kohdealueella olivat samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purovesissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996), mutta purovesissäkin arseenia on keskimääräisesti enemmän kuin kokomaan purovesissä. Arseenipitoisuudet ovat keskimäärin noin kaksi kertaa suuremmat Vanajaveden kohdealueella (0,73 µg/l).

Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Vanajaveden kohdealueen 1:100 000-karttalehtialueilta 42

29.11.2017

vesinäytettä maaperän kaivoista ja 14 näytettä kallioporakaivoista. Maaperän kaivoveden pH-arvot vaihtelivat 5,2 ja 7,4 välillä. Porakaivovedet olivat lähes neutraaleja ja emäksisiä. Tutkitut maaperän kaivojen vedet täyttivät useimmiten fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset. Kuitenkin sekä maaperän kaivovesissä että porakaivovesissä muutaman yksittäisen kaivon vedessä rauta- ja mangaanipitoisuudet ylittivät Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle asettamat raja-arvot, jotka ovat rautapitoisuudelle 0,4 mg/l ja mangaanipitoisuudelle 0,1 mg/l. Yhdessä tutkitussa porakaivovedessä oli arseenia yli Sosiaali- ja terveysministeriön arseenille asettaman raja-arvon, 10 µg/l.

8 KESKI-SUOMEN KOHDEALUE

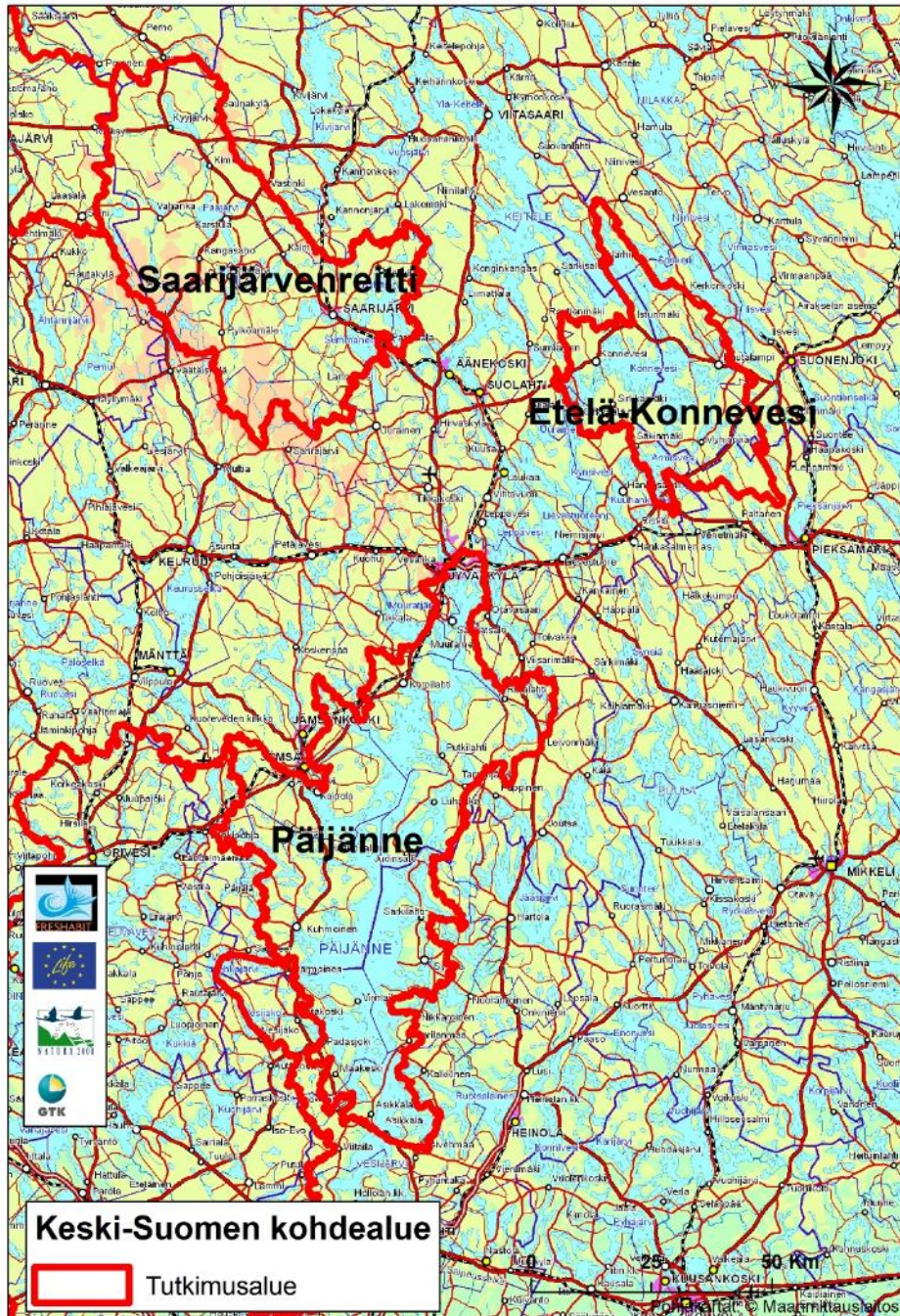
Keski-Suomen kohdealue koostuu Etelä-Konneveden, Päijänteen ja Saarijärven reitin tutkimusalueista (kuva 41). Keski-Suomen kohdealue on laajuudeltaan noin 76 300 ha.

Konnevesi on Rautalammin reitin keskusjärvi. Etelä-Konneveden tutkimusalue sijaitsee pääosin Konneveden, Hankasalmen ja Rautalammin kuntien alueella (kuva 42). Tutkimusalueella on Konneveden-Kalajan-Niinivuoren Natura2000-alue.

Päijänne on Kymijoen vesistön pääjärvi ja Suomen toiseksi tai kolmanneksi suurin sekä syvin järvi. Siihen virtaa vesiä pohjoisessa Saarijärven, Viitasaaren ja Rautalammin reiteiltä, lännessä Jämsän reitiltä, idästä Sysmän reitiltä ja etelässä Vesijärveltä Vääksyn kanavan ja Vääksynjoen kautta. Päijänne purkaa vetensä etelässä Kalkkisten koskea myöten Kymijokeen. Kymijoki laskee Suomenlahteen. Päijänteen tutkimusalue sijaitsee Päijät-Hämeessä Padasjoen, Asikkalan ja Sysmän kuntien alueella, sekä Keski-Suomessa Luhangan, Muuramen, Jyväskylän, Kuhmoisten, Joutsan ja Toivakan kaupunkien ja kuntien alueella (kuva 43). Päijänteen tutkimusalueella on kolme Natura2000-kohdetta: Haapasuo-Syysniemi-Rutajärvi-Kivijärvi, Isojärvi-Arvajanreitti ja Päijänne.

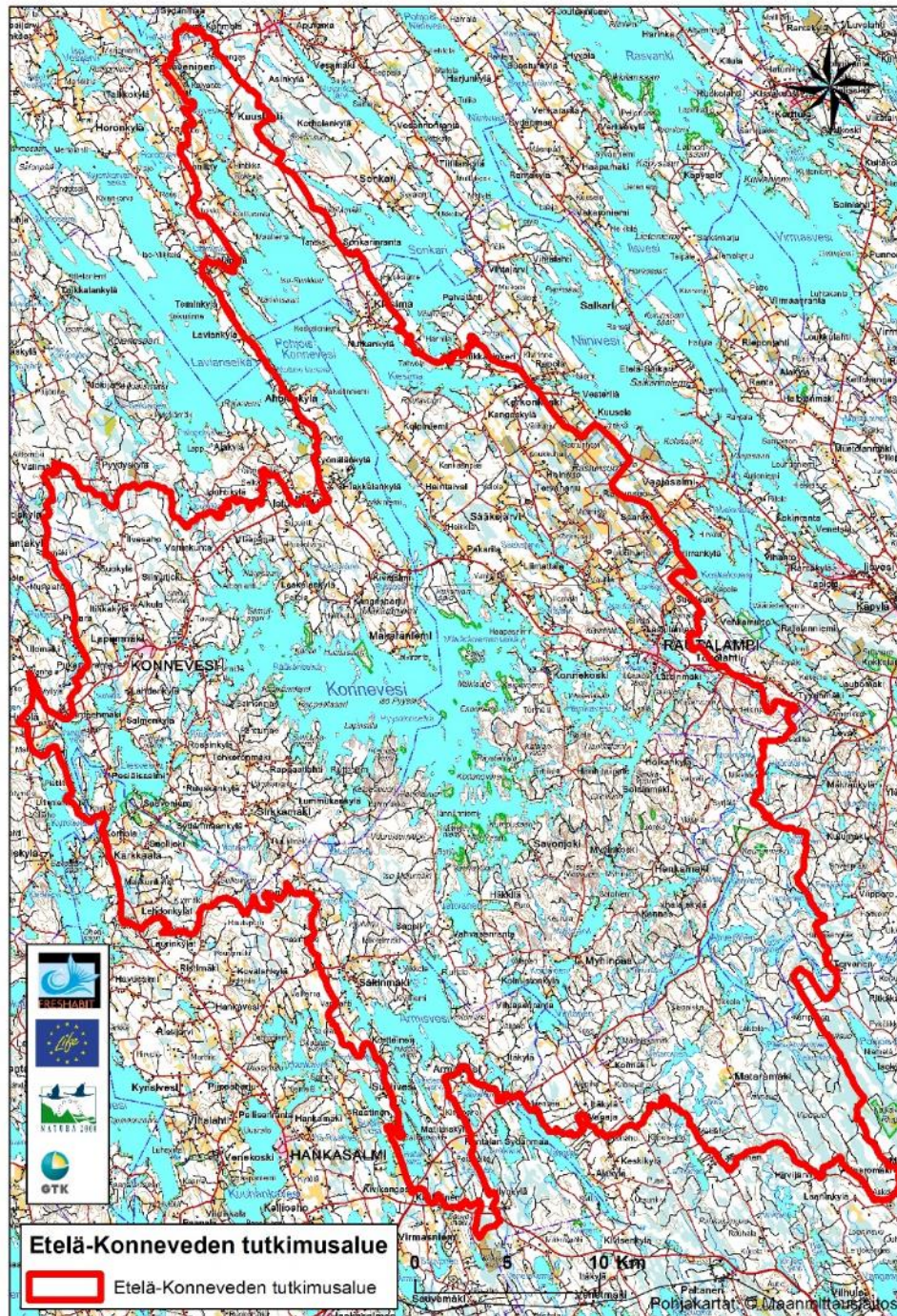
Saarijärven reitti on pituudeltaan noin 80 kilometriä pitkä vesireitti, joka on osa Kymijoen vesistöaluetta. Saarijärven reitin tutkimusalue sijaitsee pääosin Karstulan, Saarijärven, Multian ja Uuraisten kuntien alueella (kuva 44), ja tutkimusalueella on neljä Natura2000-kohdetta: Peuralamminneva, Ylin, Kilpisuo ja Saarijärvenreitti.

29.11.2017



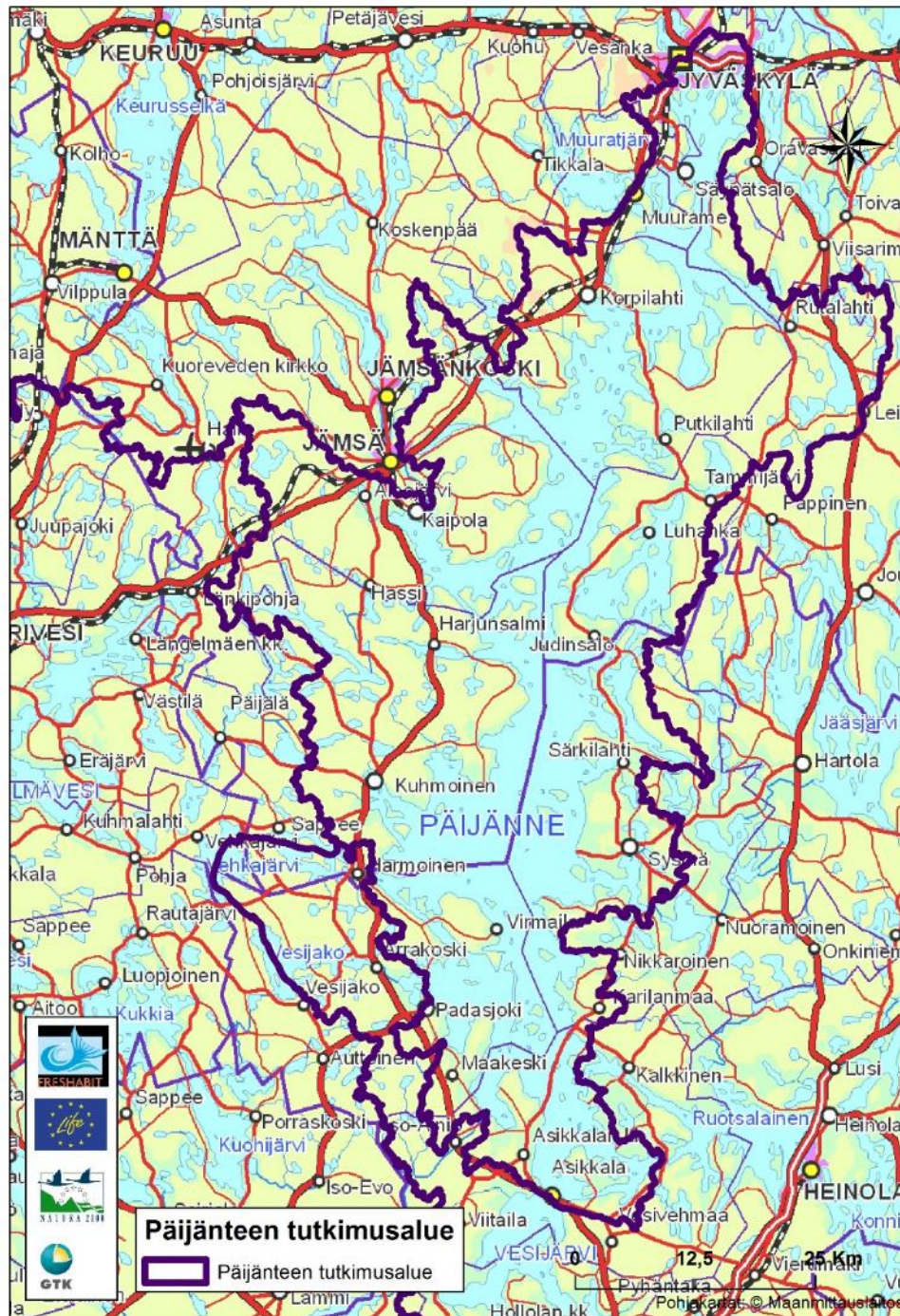
Kuva 41. Keski-Suomen FRESHABIT-kohdealue koostuu Päijänteen, Etelä-Konneveden ja Saarijärven reitin tutkimusalueista. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017



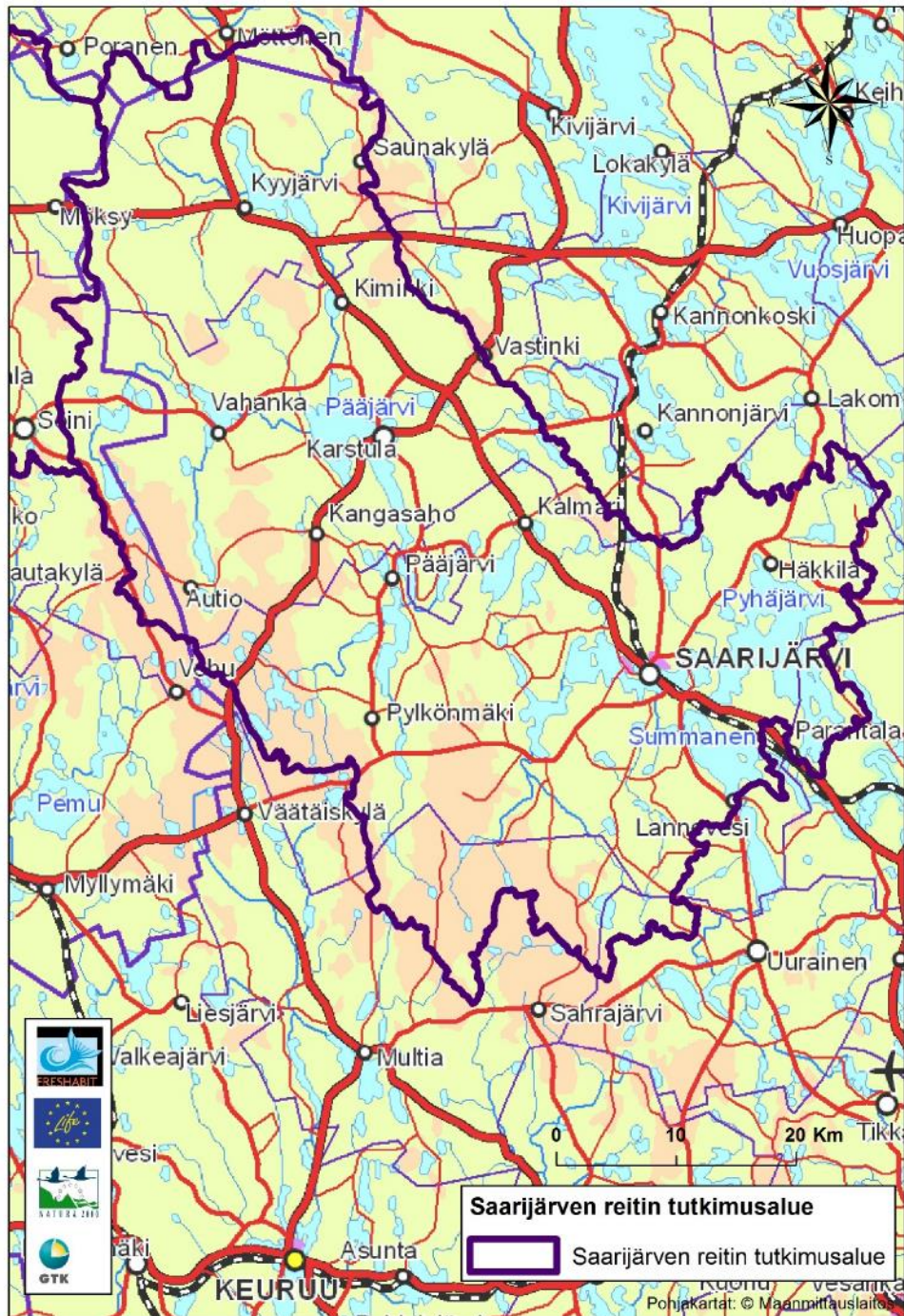
Kuva 42. Etelä-Konneveden tutkimusalue. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017



Kuva 43. Päijänteen tutkimusalue. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017



Kuva 44. Saarijärven reitin tutkimusalue. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017

8.1 Etelä-Konneveden tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet

Etelä-Konneveden tutkimusalue sijoittuu Keski-Suomen granitoidikompleksin geologiseen alueeseen, joka koostuu pääasiassa granitoidisyväkivistä (kuva 2 ja Nironen ym. 2002). Etelä-Konneveden tutkimusalueen kallioperän yleisimmät kivilajit ovat granodioriitti, porfyyrinen granodioriitti, porfyyrinen graniitti ja porfyyrinen kvartsimontsoniitti (kuva 45). Alueen kallioperässä on myös biotiittiparagneissia, felsistä vulkaniittia, intermediääristä tuffia leukogranitoidia, kvartsidioriittia ja kvartsimontsodioriittia. Lisätietoja tutkimusalueen kallioperästä löytyy kallioperäkartan selityksestä (Pääjärvi 2000).

Karttatarkastelun perusteella Etelä-Konneveden tutkimusalueen korkeimmat kohdat ovat alueen länsireunalla, Hankasalmen Kivimäellä, 222,1 m mpy. ja Konneveden Ruotovuorella noin 220 m mpy. Hankasalmen Ohenmäen korkein kohta on 213,6 m mpy. Alavimmat alueet Etelä-Konneveden tutkimusalueella ovat alueen lounaisosassa Liesveden ja Vanginveden rannoilla noin 90,3–95 m mpy.

Etelä-Konneveden tutkimusalueella on runsaasti kalliopaljastumia, ja maapeite on hyvin ohut, < 1 m, laajoilla alueilla Konneveden itä- ja eteläpuolella (kuvat 46 ja 47). Tutkimusalueen reunoilla vallitseva maalaji on moreeni. Itäpuolella Rautalammilta Joutsenniemeen kulkee luode-kaakkosuuntainen harjujakso (Pukkiharju-Valkeisenharju-Heimosenkangas-Vennamonkangas-Oraviharju-Markkasenkangas). Muuten alueella on hiekka- ja soramuodostumia vain vähän, ja ne ovat pienialaisia. Harjujakson yhteydessä esiintyy paikoin hienojakoisia maalajeja ja Rastunsuon alueella paksuja turvekerrostumia.

Etelä-Konneveden tutkimusalue ei sijaitse maaperän geokemiallisten metalli- tai arseeniprovinssien alueella (kts. luku 3.2). Taustapitoisuuskarttapalvelun (27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>), mukaan tutkimusalueen moreenimaan (< 2 mm raekoko, kuningasvesiliuotus) keskimääräinen kobolttipitoisuus on 3,7 mg/kg, kromipitoisuus 10,5 mg/kg, kuparipitoisuus 8,8 mg/kg, nikkelpitoisuus 5,4 mg/kg, sinkkipitoisuus 15,2 mg/kg ja vanadiinipitoisuus 15,9 mg/kg (näytemäärä 314–316 kpl). Näiden metallien laskennalliset SSTP-arvot ovat pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnys- ja ohjearvot, siten Etelä-Konneveden tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnys- ja ohjearvoja (Vna 214/2007). Koko maan moreenien keskimääräisiin metallipitoisuuksiin (Koljonen 1992) verrattuna Etelä-Konneveden maaperän tutkittujen metallien keskimääräiset pitoisuudet ovat pieniä. Tutkimusalueen moreenin kromipitoisuuden maksimi-arvo, 110 mg/kg, on hieman suurempi kuin PIMA-asetuksen kynnysarvo, 100 mg/kg, joten paikallisesti maaperän kromipitoisuus voi olla suuri.

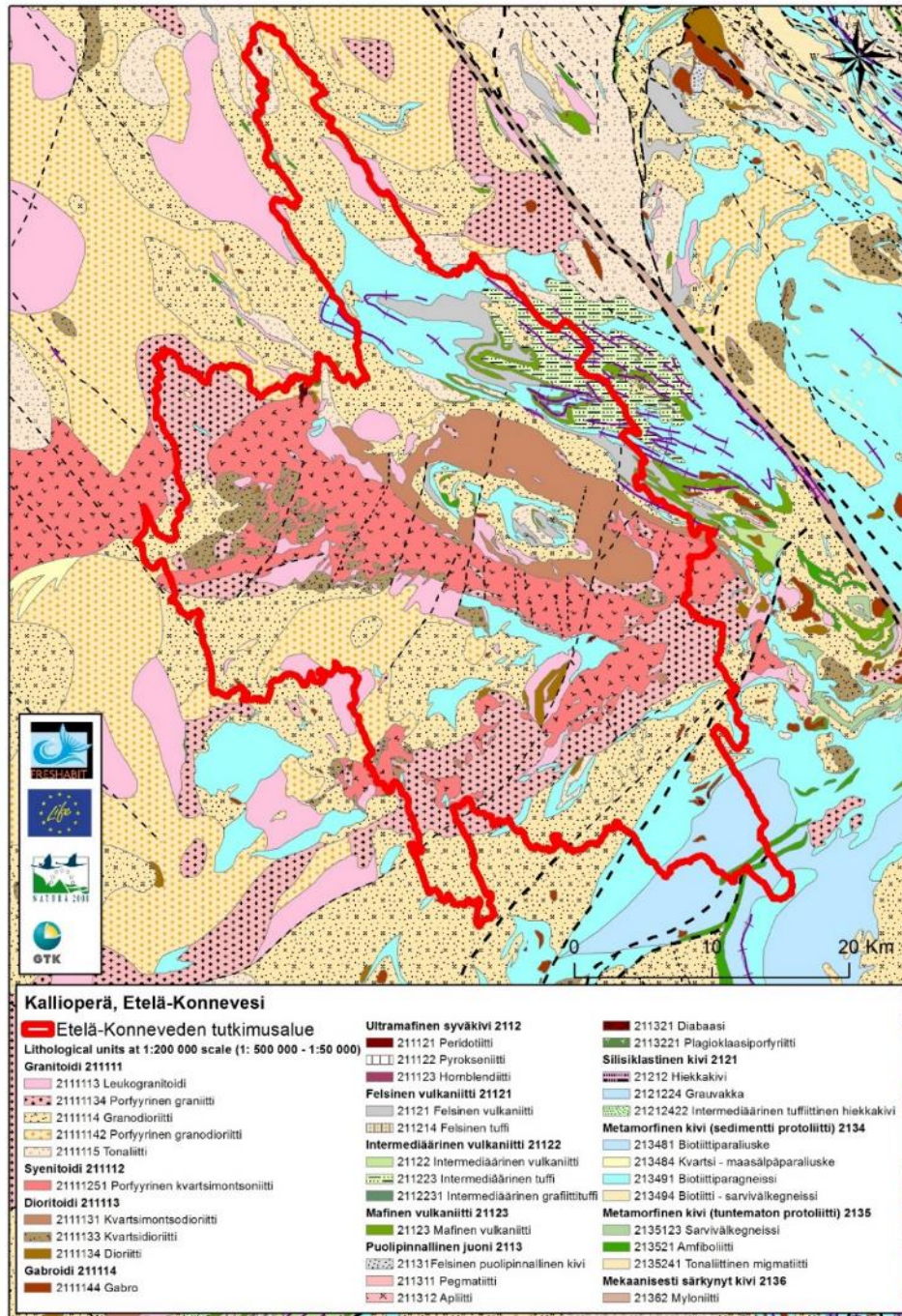
Etelä-Konneveden tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu kahdeksan purosedimentti- ja kahdeksan purovesinäytettä.

29.11.2017

Tutkimustulosten perusteella purosedimenttien luontaiset metallipitoisuudet, mm. koboltin, kromin, kuparin, nikkelin, sinkin ja vanadiinin pitoisuudet ovat keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym.1996). Ainoastaan purosedimentin keskimääräinen arseenipitoisuus, 4,3 mg/kg, on tutkimusalueella suurempi kuin koko maan purosedimenttien keskipitoisuus 2,9 mg/kg. Purovesien tutkitut metallipitoisuudet tutkimusalueella olivat keskimäärin hieman suuremmat kuin koko maan purovesissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996).

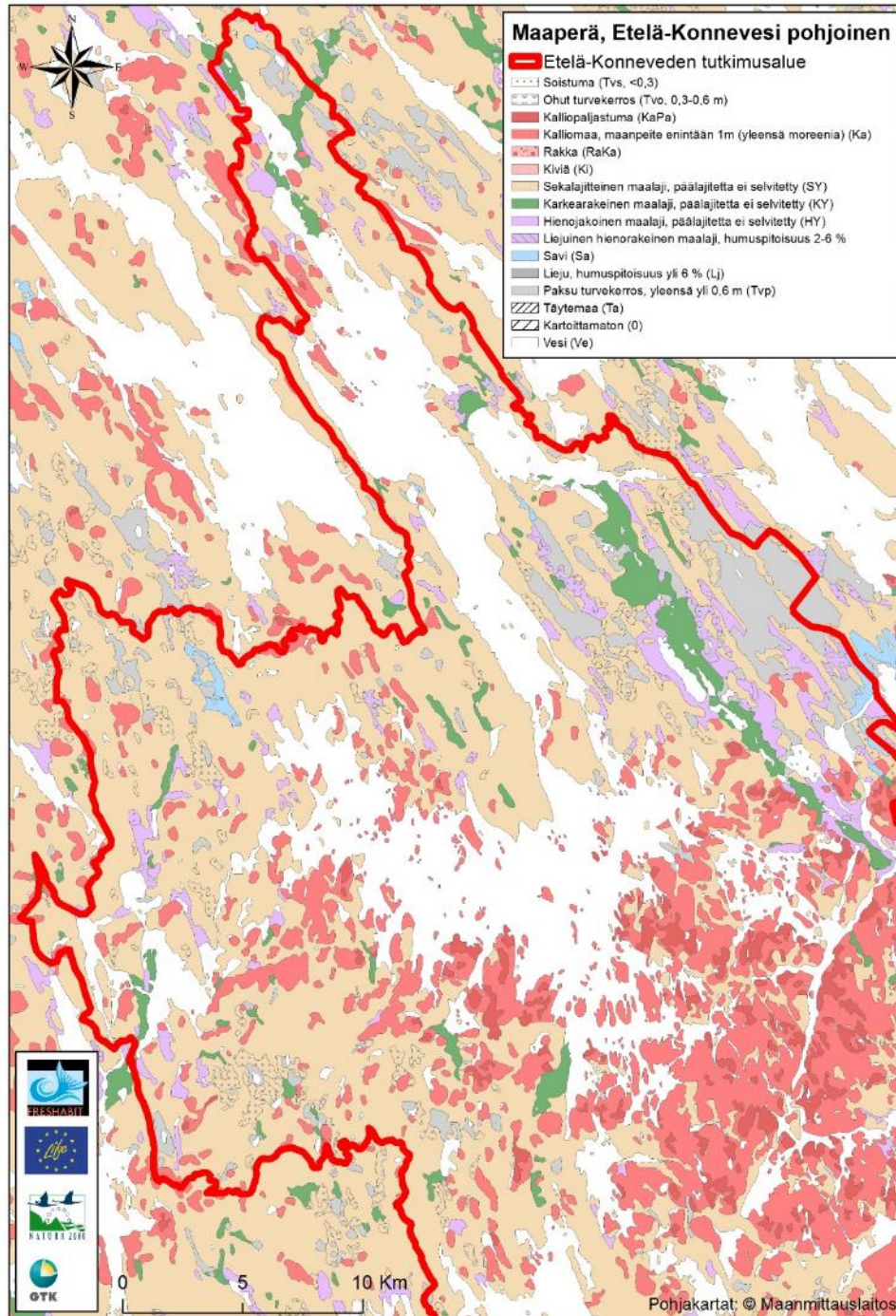
Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Etelä-Konneveden tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta seitsemän vesinäytettä maaperän kaivoista. Kallioporakaivovedestä ei ole otettu näytteitä. Maaperän kaivon vesi oli useimmiten lievästi hapanta, pH arvot vaihtelivat 6,2 ja 7,9 välillä. Kaikki tutkitut vedet täyttivät pääsääntöisesti fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset.

29.11.2017



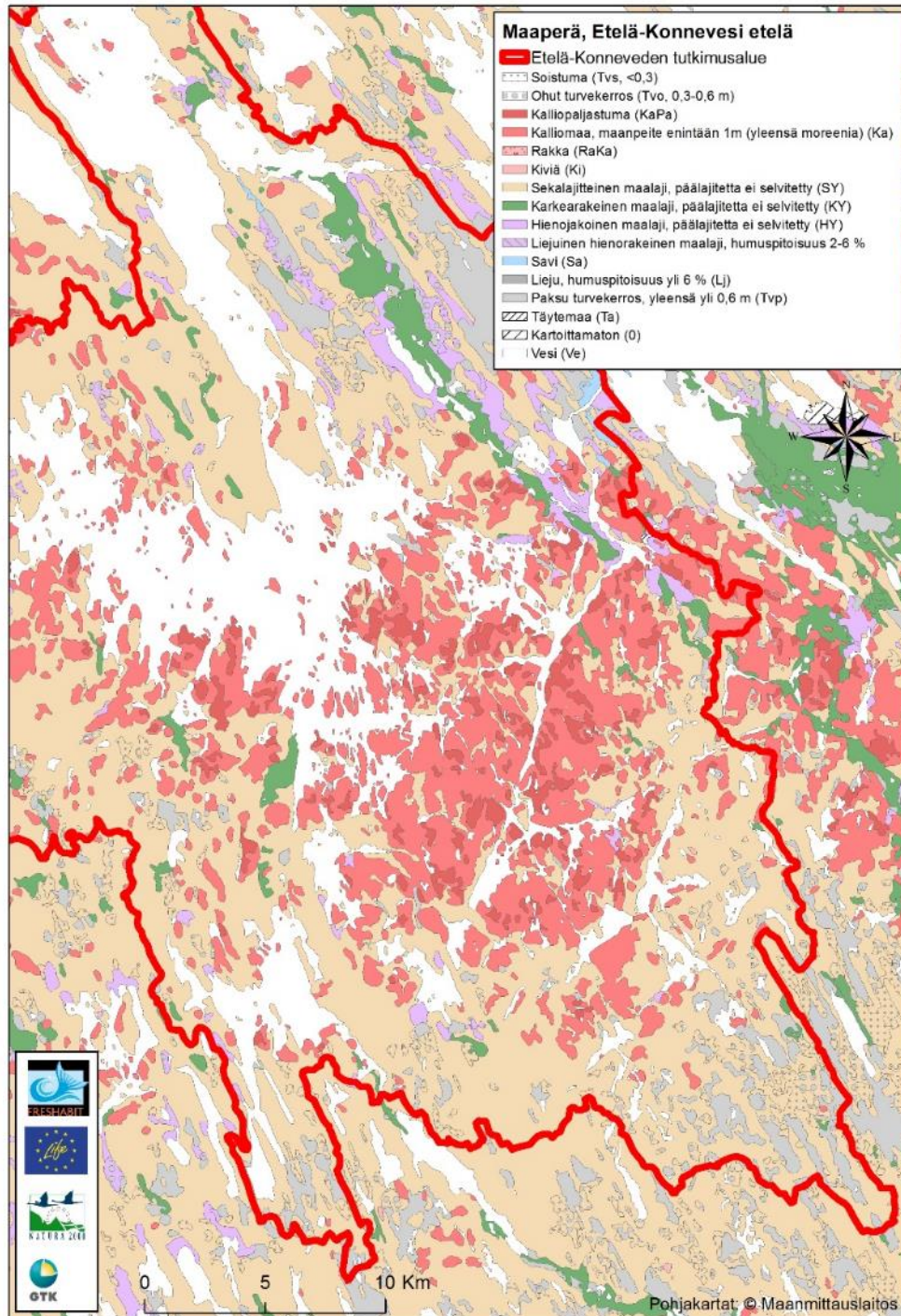
Kuva 45. Etelä-Konneveden tutkimusalueen kallioperä.

29.11.2017



Kuva 46. Etelä-Konneveden tutkimusalueen pohjoisosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 47. Etelä-Konneveden tutkimusalueen eteläosan maaperä.

29.11.2017

8.2 Päijänteen tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet

Päijänteen tutkimusalue sijoittuu eteläosiltaan Pirkanmaan vyöhykkeeseen ja pohjoisosiltaan Keski-Suomen granitoidikompleksin geologiseen alueeseen, joka koostuu pääasiassa granitoidisylväkkivistä (Nironen ym. 2002). Päijänteen tutkimusalueen eteläosassa kallioperän yleisimmät kivilajit ovat mikrokliinigraniitti, biotiittiparagneissi ja porfyyrinen granodioriitti (kuva 48). Pohjoisosassa vallitsevia kivilajeja ovat pegmatiittigraniitti ja porfyyrinen graniitti (kuva 49). Lisätietoja Päijänteen tutkimusalueen kallioperästä löytyy kallioperäkartoista ja niiden selityksistä (esim. Lehijärvi 1980 ja Kallio 1986).

Karttatarkastelun perusteella Päijänteen tutkimusalueen korkein kohta on Jyväskylän Korpilahden Uutelanmäellä > 255 m mpy. Korkeimmat alueet sijoittuvat tutkimusalueen pohjois- ja koillisosiin, esim. Joutsan Leivonmäen Tammimäki noin 240 m mpy ja Mustankorkea ja Taipaleenmäki Jyväskylässä, molemmat noin 230 m mpy. Alimmat maankorkeudet tutkimusalueella ovat Päijänteen ja Jyväsjärven rannoilla, noin 78,3–80 m mpy.

Päijänteen tutkimusalueen koillisosassa maaperän vallitseva maalaji on moreeni (kuva 50). Moreeni on useimmiten lohkarista ja kivistä hiekkamoreenia (Kejonen 2009a). Hiekka- ja sorakerrostumia on vain vähän, Muuramessa ja Korpilahdella mm. Sulunharjun ympäristössä ja lännessä pohjois-etelä-suuntainen harjujakso Sorsanselän ympäristössä (kuva 50). Harjujakson ympäristössä on paksuja turvekerrostumia. Länsiosan ja Luhangan seudun maaperää peittää ohut, alle metrin paksuinen maapeite, ja alueella on runsaasti kalliopaljastumia (kuvat 51 ja 52). Tutkimusalueen maaperässä on vain vähän savea ja hienojakoisia maalajeja. Pääosin ne sijaitsevat Jämsässä sekä tutkimusalueen eteläosassa Sysmän seudulla, Asikkalassa ja Padasjoella. Asikkalan ja Padasjoen alueen hienojakoiset kerrostumat ovat länsiluoteesta itäkaakkoon kulkevan sora- ja hiekkamuodostuman liepeillä (kuva 53). Itse muodostuma on osa II Salpausselän reunamuodostumaa (Rainio ym. 1990). Tarkempia tietoja tutkimusalueen maaperästä löytyy maaperäkartoista ja niiden selityksistä (esim. Kejonen 2009a ja 2009b).

Päijänteen tutkimusalueen eteläosa sijaitsee maaperän Etelä-Suomen metalliprovinssin pohjoisosassa (kts. luku 3.2) ja aivan eteläisin osa myös Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella. Näillä alueilla maaperän luontaiset metalli- tai arseenipitoisuudet saattavat olla keskimääräistä suuremmat. Taustapitoisuuskarttapalvelun (27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>), mukaan tutkimusalueen moreenimaan (< 2 mm raekoko, kuningasvesiliuotus) keskimääräinen kobolttipitoisuus on 6,5–7,8 mg/kg, kromipitoisuus 17,8–38,0 mg/kg, kuparipitoisuus 13,3–23,0 mg/kg, nikkelpitoisuus 9,3–18,1 mg/kg, sinkkipitoisuus 32,7–49,8 mg/kg ja vanadiinipitoisuus 30,4–47,9 mg/kg. Näiden metallien laskennalliset SSTP-arvot ovat pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnys- ja ohjearvot, siten Päijänteen tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnys- ja ohjearvoja (Vna 214/2007). Edellä mainittujen metallien maksimipitoisuudet Päijänteen tutkimusalueen

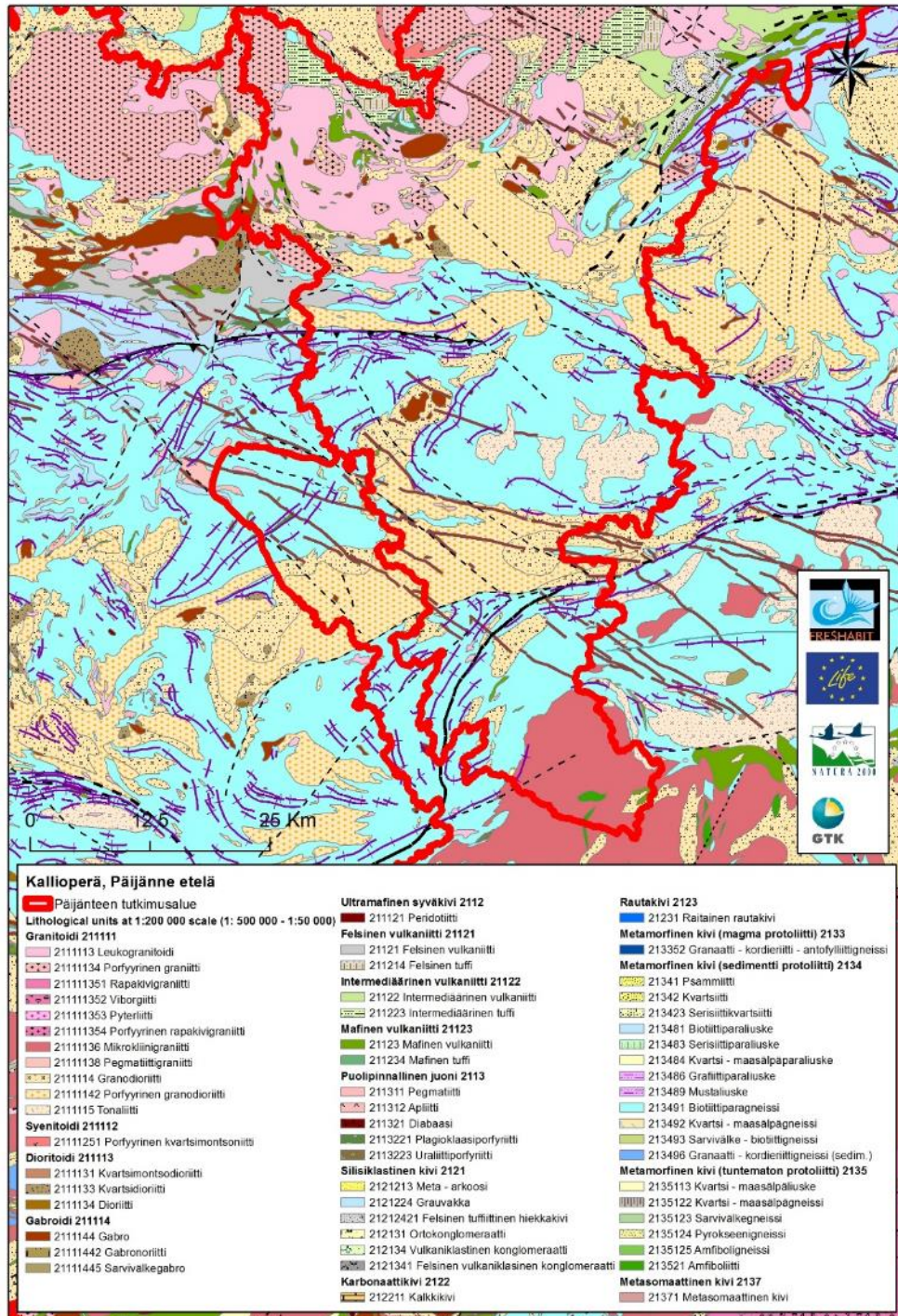
29.11.2017

moreenissa ovat suuremmat kuin PIMA-asetuksen kynnysarvo 100 mg/kg, joten paikallisesti maaperän metallipitoisuudet voivat olla luontaisesti suuria. Päijänteen tutkimusalueen eteläisin osa sijaitsee Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella, mutta moreenin arseenipitoisuuksista tutkimusalueella ei ole riittävästi analyysitietoa (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>).

Päijänteen tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 36 purosedimentti- ja 36 purovesinäytettä. Tutkimustulosten perusteella purosedimenttien metallipitoisuudet Päijänteen tutkimusalueella ovat samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Ainoastaan purosedimenttien keskimääräinen arseenipitoisuus, 3,4 mg/kg, on tutkimusalueella hieman suurempi kuin koko maan purosedimenttien keskipitoisuus 2,9 mg/kg. Purovesien tutkitut metallipitoisuudet Päijänteen tutkimusalueella olivat samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purovesissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996).

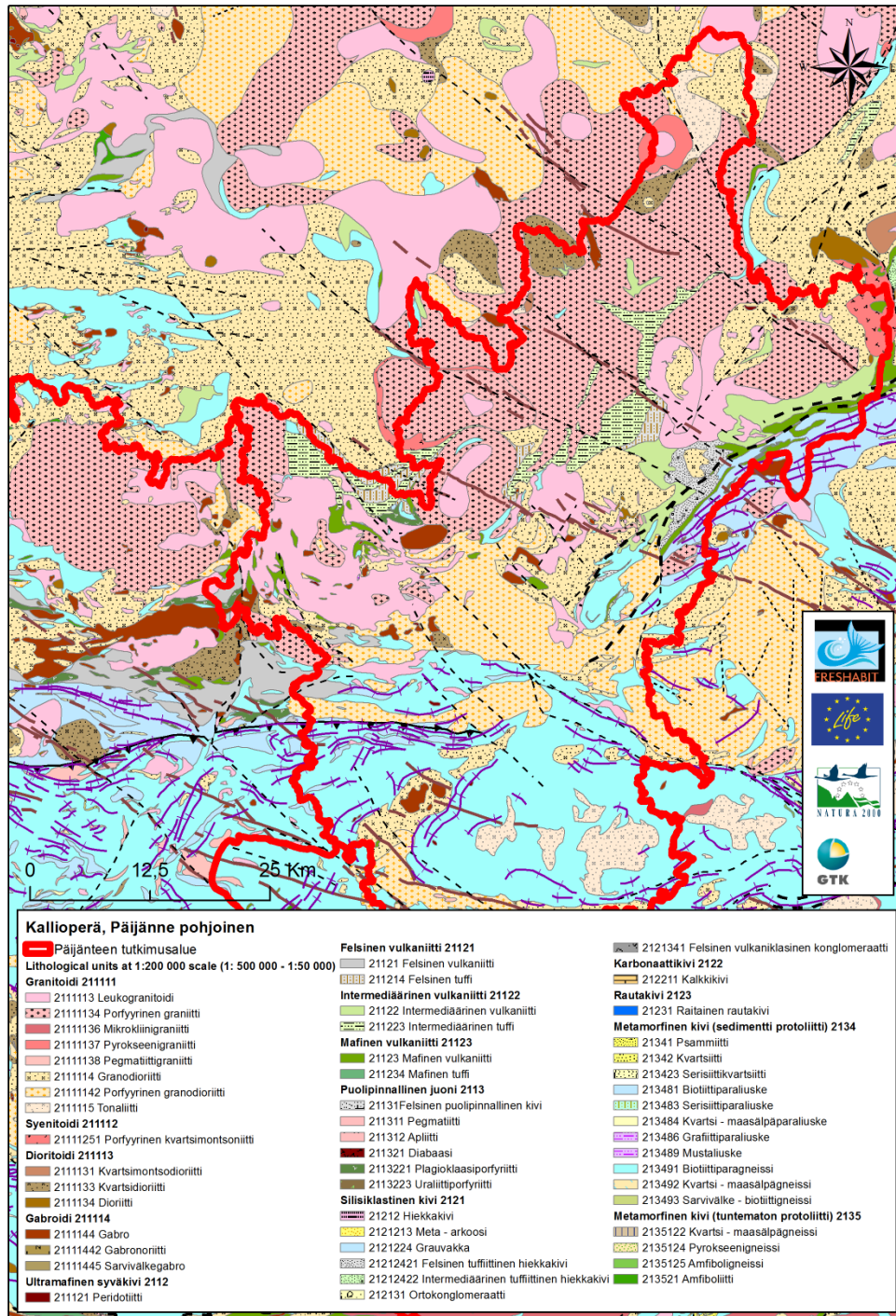
Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Päijänteen tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta 26 vesinäytettä maaperän kaivosta ja 11 näytettä kallioporakaivoista. Maaperän kaivovedet olivat happamia tai lähes neutraaleja, pH-arvot vaihtelivat 5,7 ja 6,8 välillä. Porakaivovedet olivat tyypillisesti neutraaleja tai emäksisiä. Kaikki tutkitut vedet täyttivät pääsääntöisesti fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset. Vain rauta- ja mangaanipitoisuudet joissakin tutkimusalueen yksittäisissä porakaivovesissä ylittivät rauta- ja mangaanipitoisuuksien raja-arvot (raudalle 400 µg/l ja mangaanille 100 µg/l).

29.11.2017



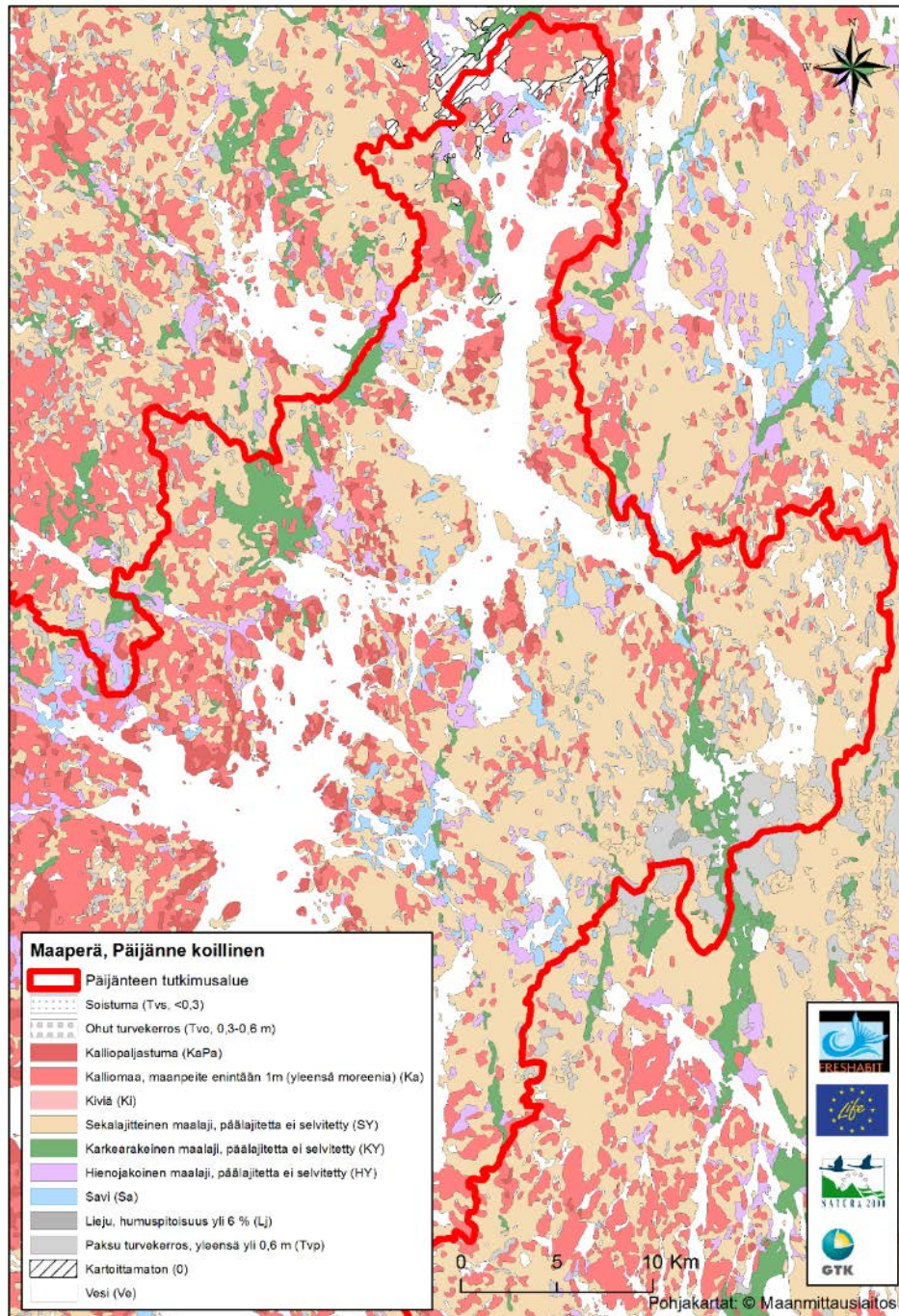
Kuva 48. Päijänteen tutkimusalueen eteläosan kallioperä.

29.11.2017



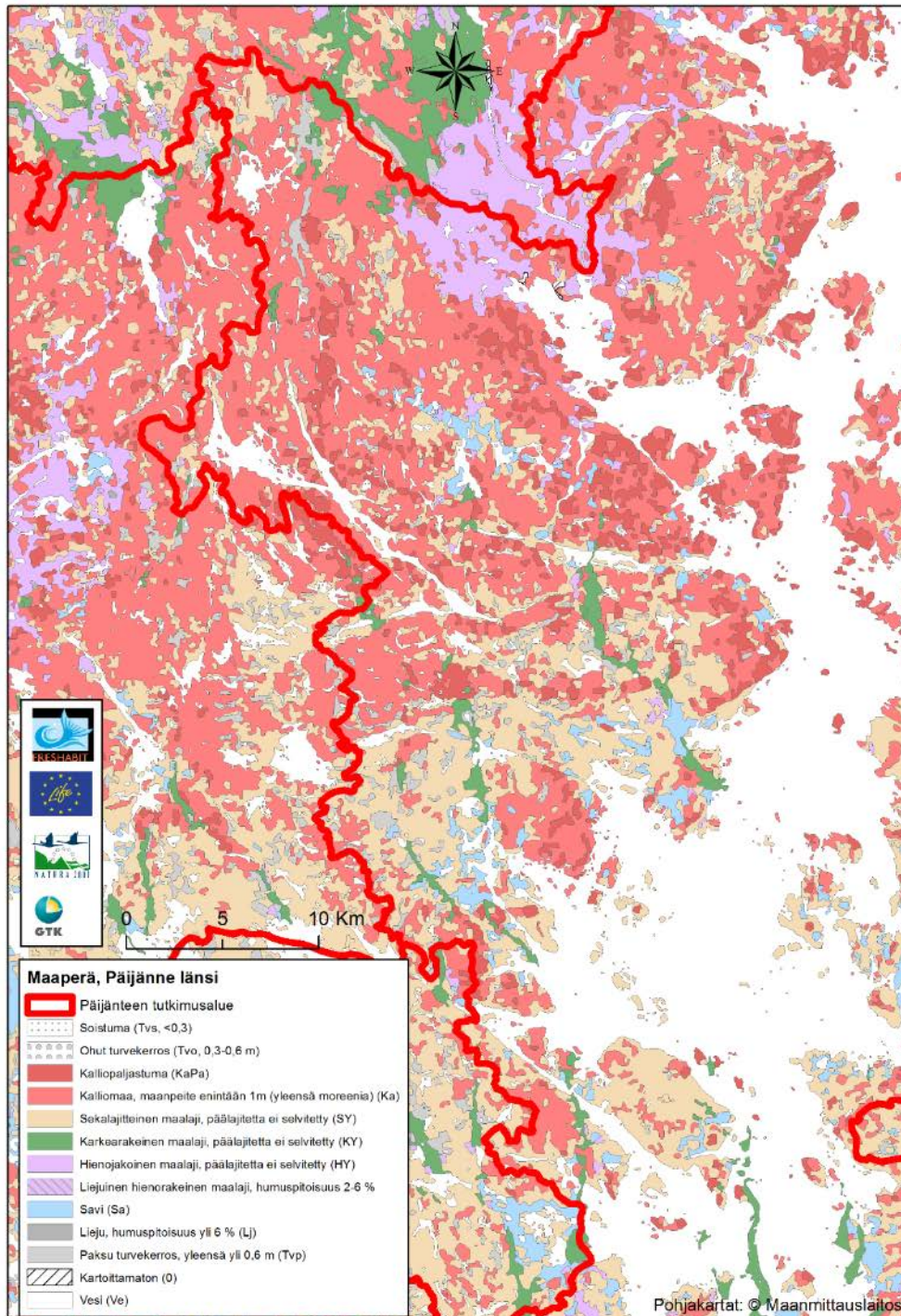
Kuva 49. Päijänteen tutkimusalueen pohjoisosan kallioperä.

29.11.2017



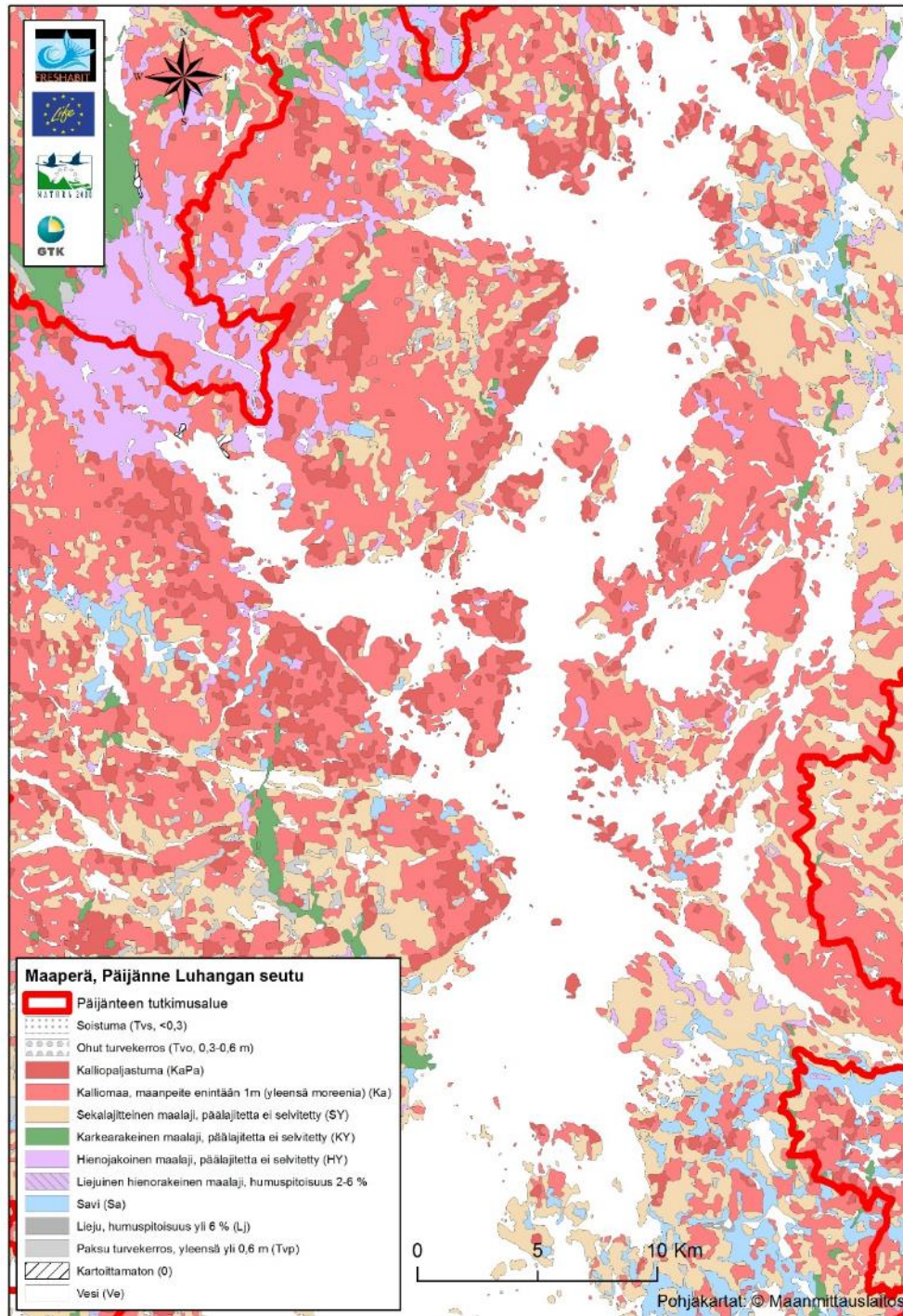
Kuva 50. Päijänteen tutkimusalueen koillisosan maaperä.

29.11.2017



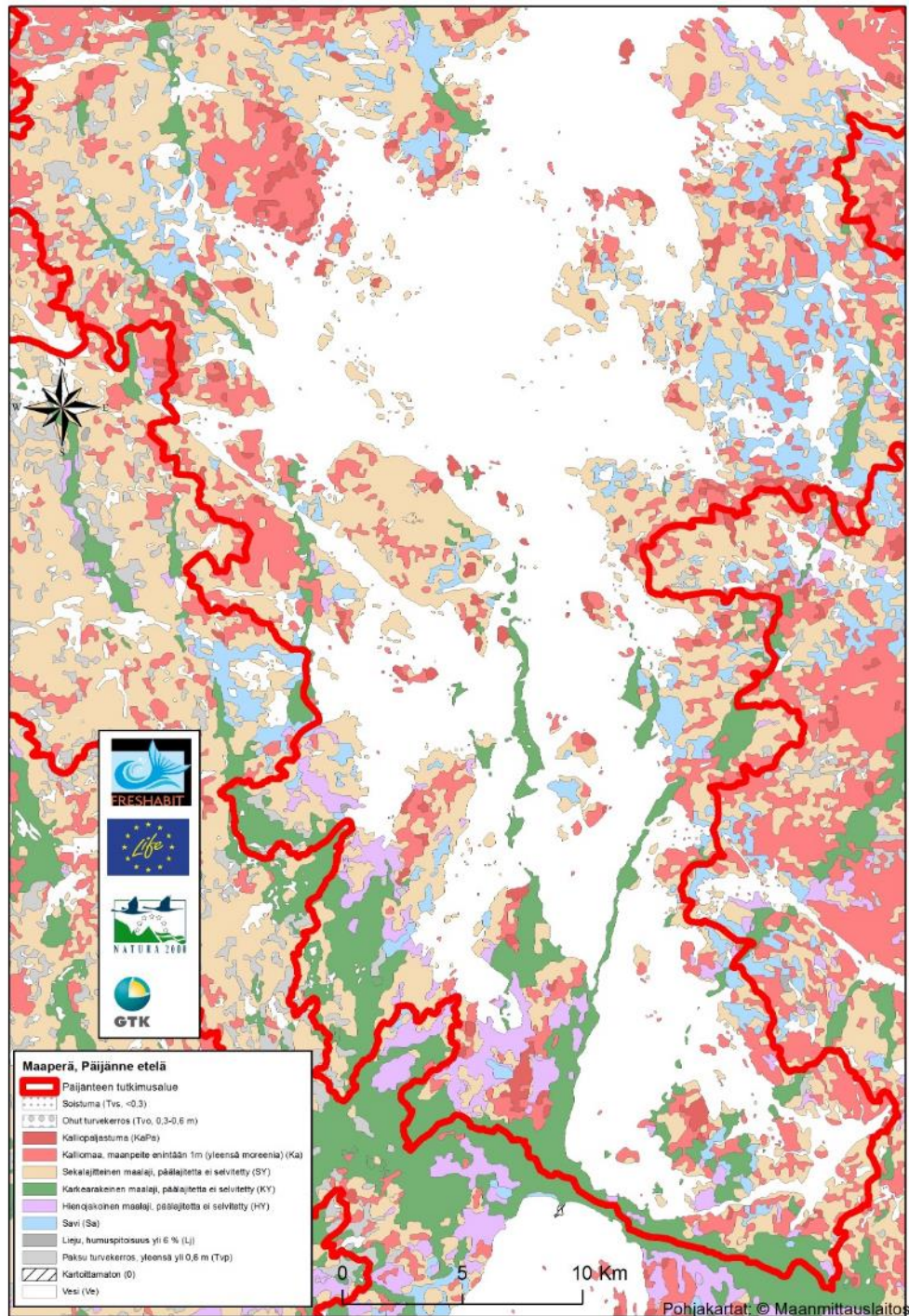
Kuva 51. Päijänteen tutkimusalueen länsiosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 52. Pääjärven tutkimusalueen Luhangan seudun maaperä.

29.11.2017



Kuva 53. Päijätteen tutkimusalueen eteläosan maaperä.

29.11.2017

8.3 Saarijärven reitin tutkimusalueen kallio- ja maaperä sekä geokemialliset taustapitoisuudet

Saarijärven reitin tutkimusalue sijoittuu Keski-Suomen granitoidikompleksin geologiseen alueeseen, joka koostuu pääasiassa granitoidisyväkivistä (Nironen ym. 2002). Saarijärven reitin tutkimusalueen kallioperän yleisimmät kivilajit ovat porfyyrinen graniitti ja granodioriitti (kuva 54). Tutkimusalueen pohjoisosassa on myös porfyyristä granodioriittia ja tonaliittia.

Karttatarkastelun perusteella Saarijärven reitin tutkimusalueen korkein kohta on alueen eteläosassa Multian Kiiskilänmäellä, 268,8 m mpy. Multian Kulhanvuori on 260,5 m mpy. Alavimmat maastokohdat sijaitsevat tutkimusalueen kaakkoisreunalla Summasen rannoilla 108,5–110 m mpy.

Saarijärven reitin tutkimusalueen maaperän yleisin maalaji on moreeni (kuvat 55,56 ja 57). Alueen moreeni on kallioperää peittävää pohjamoreenia, ja se on tyypiltään useimmiten hiekkamoreenia, mutta tutkimusalueella esiintyy myös hienoainesmoreenia (Kukkonen ja Korpijaakko 2003a). Alueen keskiosassa hyvin ohuen moreenipeitteen (< 1 m) alueita, ja monin paikoin kalliopaljastumia (kuvat 56 ja 57). Länsi- ja lounaisosissa on runsaasti paksuja turvekerrostumia. Tutkimusalueen poikki kulkee useita lajittuneen maa-aineksen, hiekan ja soran muodostumia. Suurin niistä on luode-kaakkosuuntainen harjujakso, joka on osa Kokkolasta Saarijärvelle ja edelleen Laukaalle jatkuvaa harjua (Kukkonen ja Korpijaakko 2003a). Sen osia tutkimusalueella ovat mm. Kolkanlahden muodostuma, Kirkonkylänharju, Polvansalmen–Voudinniemenharju ja sekä Summassaaren harju (Kielosto ja Lindroos 1984). Pyhäjärven pohjoispuolella on luoteesta kaakkoon kulkeva Iso Suojärven etelärantaa seuraileva Syrjäharju. Lisätietoja alueen maaperästä löytyy maaperäkartoista ja niiden selityksistä (mm. Kielosto ja Lindroos 1984 ja Kukkonen ja Korpijaakko 2003a, 2003b, 2003c ja 2003d).

Saarijärven reitin tutkimusalue ei ole maaperän metalliprovinssien alueella, mutta alueen keskiosa sijaitsee Etelä-Suomen arseeniprovinssissa (kts. luku 3.2).

Taustapitoisuuskarttapalvelun (27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>) mukaan tutkimusalueen moreenimaan (< 2 mm raekoko, kuningasvesiliuotus) keskimääräiset metallipitoisuudet ovat varsin pieniä verrattuna koko maan moreenien keskimääräisiin metallipitoisuuksiin (Koljonen 1992). Koboltti-, kromi-, kupari-, lyijy-, nikkeli-, sinkki- ja vanadiinipitoisuuksien laskennalliset SSTP-arvot tutkimusalueella ovat pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnyks- ja ohjearvot, siten Saarijärven reitin tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnyks- ja ohjearvoja (Vna 214/2007). Moreenin arseenipitoisuuksista Saarijärven reitin tutkimusalueella ei ole riittävästi analyysitietoa (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>).

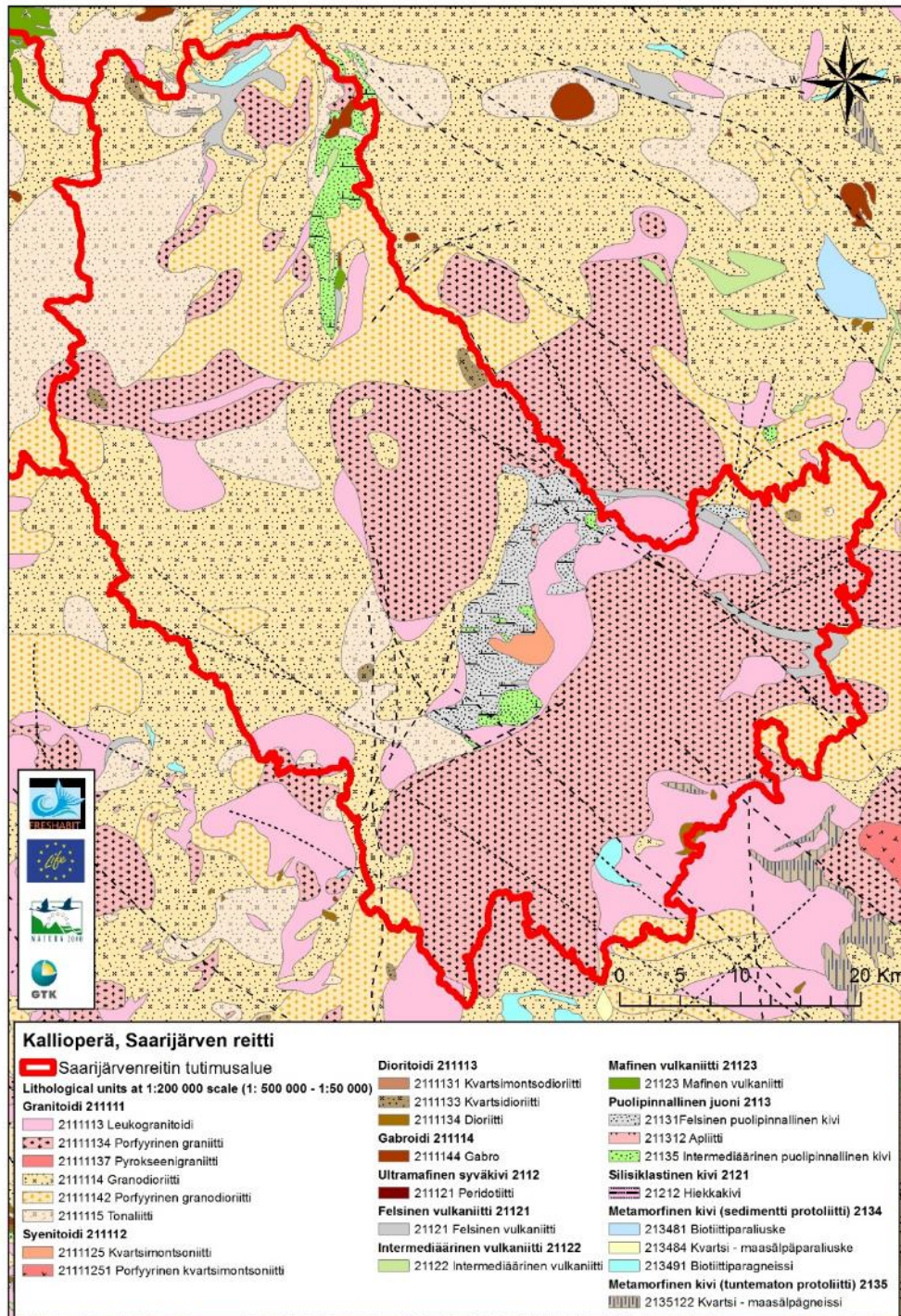
Saarijärven reitin tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 16 purosedimentti- ja 16 purovesinäytettä. Tutkimustulosten

29.11.2017

perusteella purosedimenttien metallipitoisuudet Isojoen tutkimusalueella ovat luontaisesti varsin pieniä. Esimerkiksi kobolttia, kromia, kuparia, nikkeliä ja vanadiinia on tutkimusalueen purosedimenteissä vähemmän kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Ainoastaan purosedimentin keskimääräinen arseenipitoisuus, 4,8 mg/kg, on tutkimusalueella suurempi kuin koko maan purosedimenttien keskipitoisuus 2,9 mg/kg. Purovesien tutkitut metallipitoisuudet Isojoen tutkimusalueella olivat samaa suuruusluokkaa tai hieman suuremmat kuin koko maan purovesissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996).

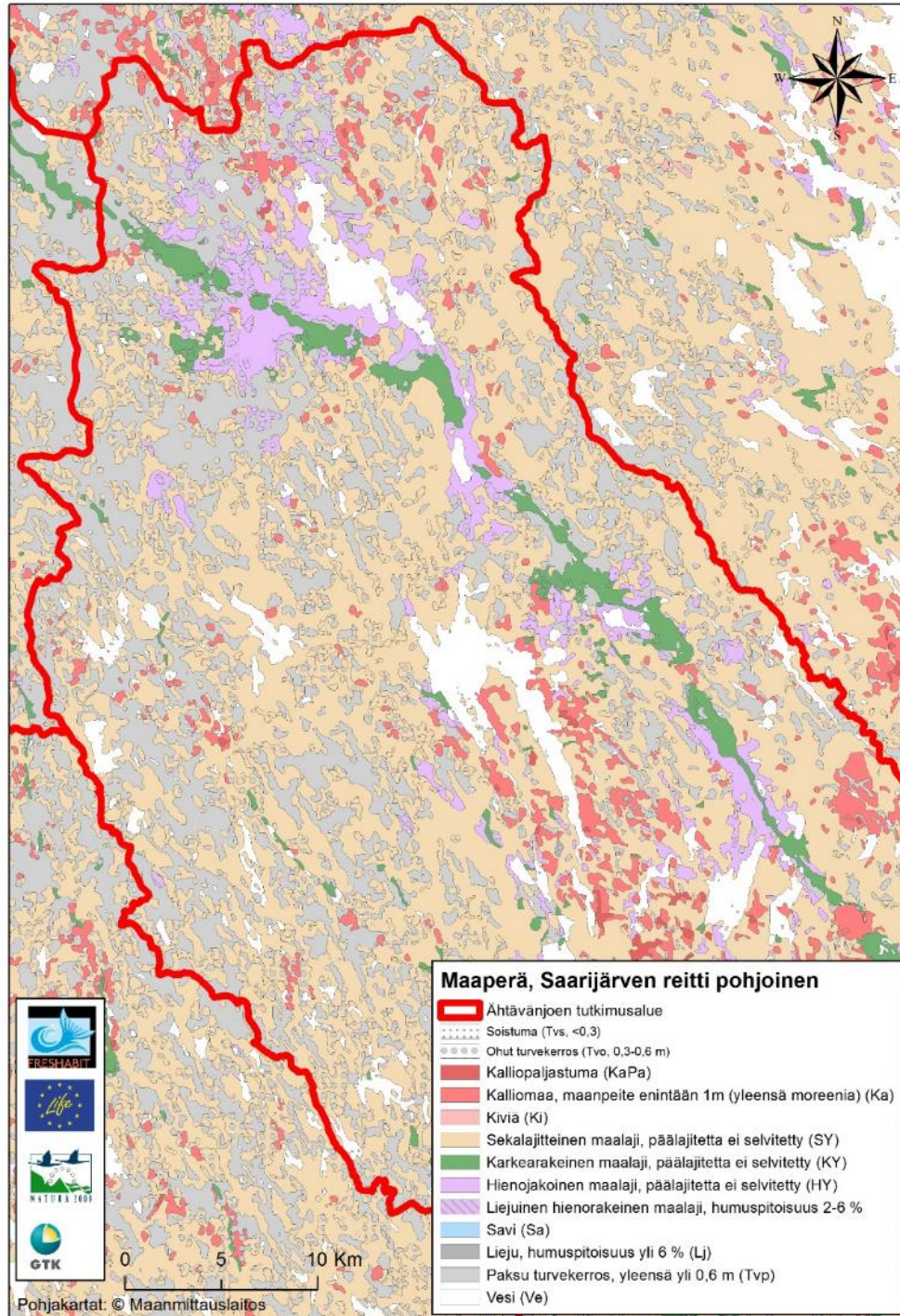
Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Saarijärven tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta 11 vesinäytettä maaperän kaivosta ja neljä vesinäytettä kallioporakaivoista. Maaperän kaivon vesi oli yleensä hapanta ja porakaivovedet neutraaleja tai lievästi emäksisiä. Kaikki tutkitut vedet täyttivät pääsääntöisesti fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset. Vain mangaanipitoisuudet joissakin tutkimusalueen maaperän kaivovesissä ylittivät mangaanipitoisuuden raja-arvon 100 µg/l, ja yhdessä porakaivovedessä rautapitoisuus ylitti raja-arvon 400 µg/l (Lahermo ym. 2002).

29.11.2017



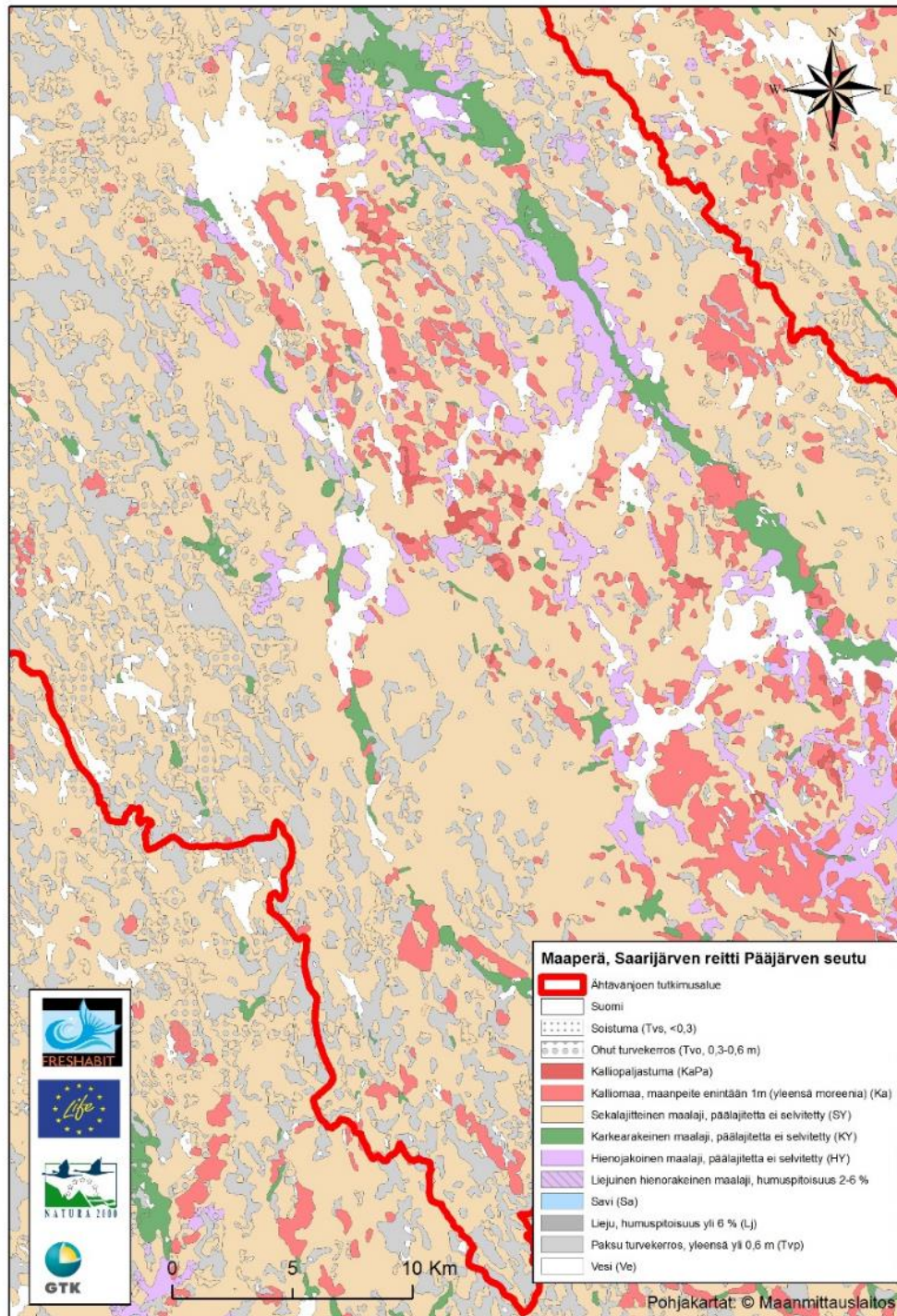
Kuva 54. Saarijärven reitin tutkimusalueen kallioperä.

29.11.2017



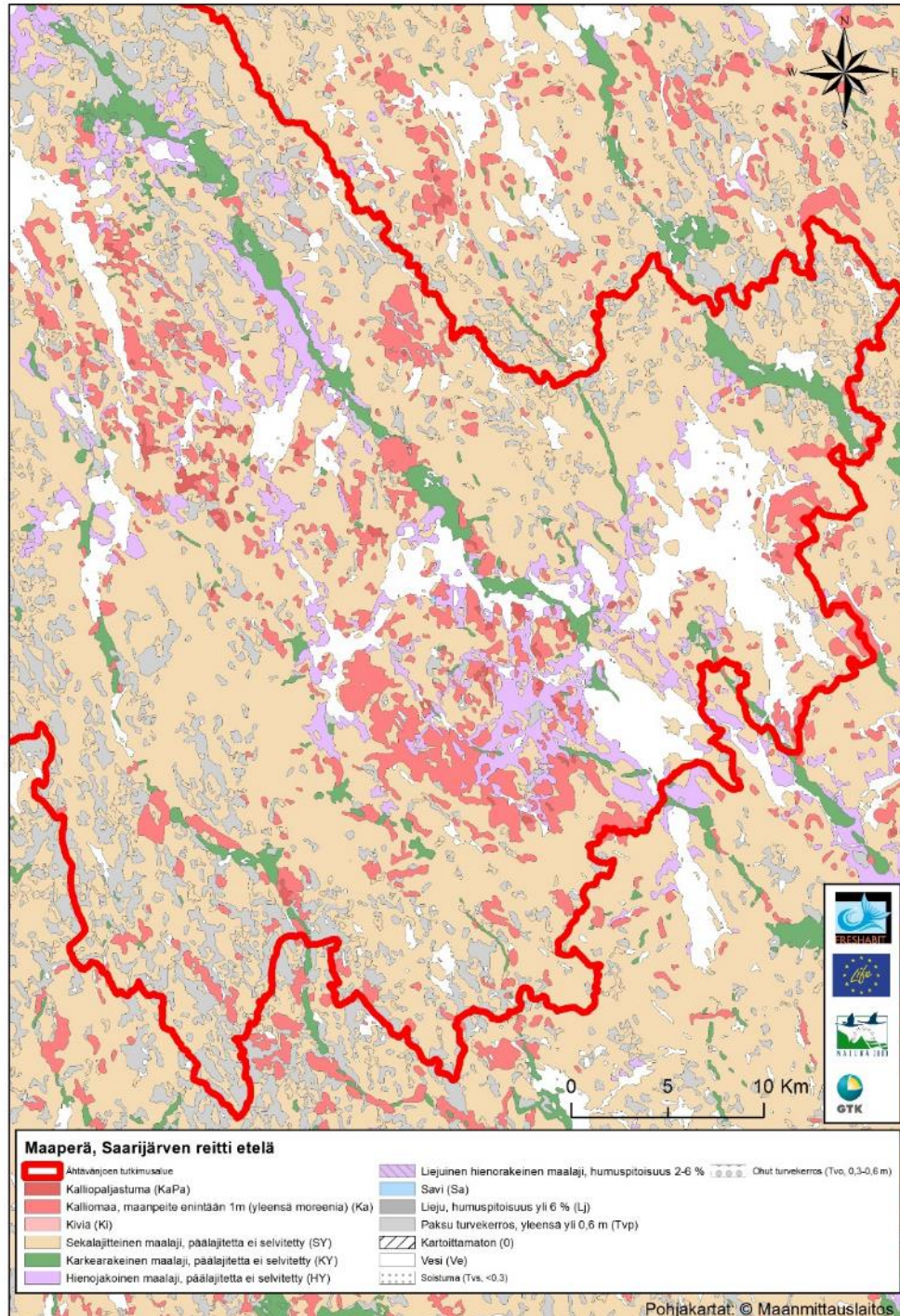
Kuva 55. Saarijärven reitin tutkimusalueen pohjoisosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 56. Pääjärven seudun maaperä Saarijärven reitin tutkimusalueella.

29.11.2017



Kuva 57. Saarijärven reitin tutkimusalueen eteläosan maaperä.

29.11.2017

9 KOITAJOEN KOHDEALUE

Koitajoen kohdealue sijaitsee Itä-Suomessa, Pohjois-Karjalassa, Venäjän rajan tuntumassa Ilomantsin, Lieksan ja pieneltä osin Joensuun alueella (kuva 58). Koitajoen kohdealue kuuluu Vuoksen vesistöön, joka sijaitsee sekä Suomen että Venäjän puolella. Kohdealueen vedet kokoaa Vuoksen vesistön latvavesiin kuuluva Koitajoki, joka on pituudeltaan 200 km. Koitajoki virtaa sekä Suomen että Venäjän puolella. Kohdealueen suurimman järven, Koitereen, vedet purkautuvat Haapajokeen, joka yhdistyy Koitajokeen Hiiskosken eteläpuolella. Koitajoki päättyy kohdealueen ulkopuolella Enon alueella padottuun tekojärveen laskien sieltä Pielisen Rahkeenveteen. Kohdealue on harvaanasuttua erämaa-aluetta ja suuruudeltaan noin 32 000 ha. Koitajoen kohdealueeseen kuuluvat Puohtiinsuon, Kesonsuo-Palokangas-Selkäkangas-Syväysjoen, Viitasuon, Koitajoen alueen ja Patvinsuon Natura2000-alueet.

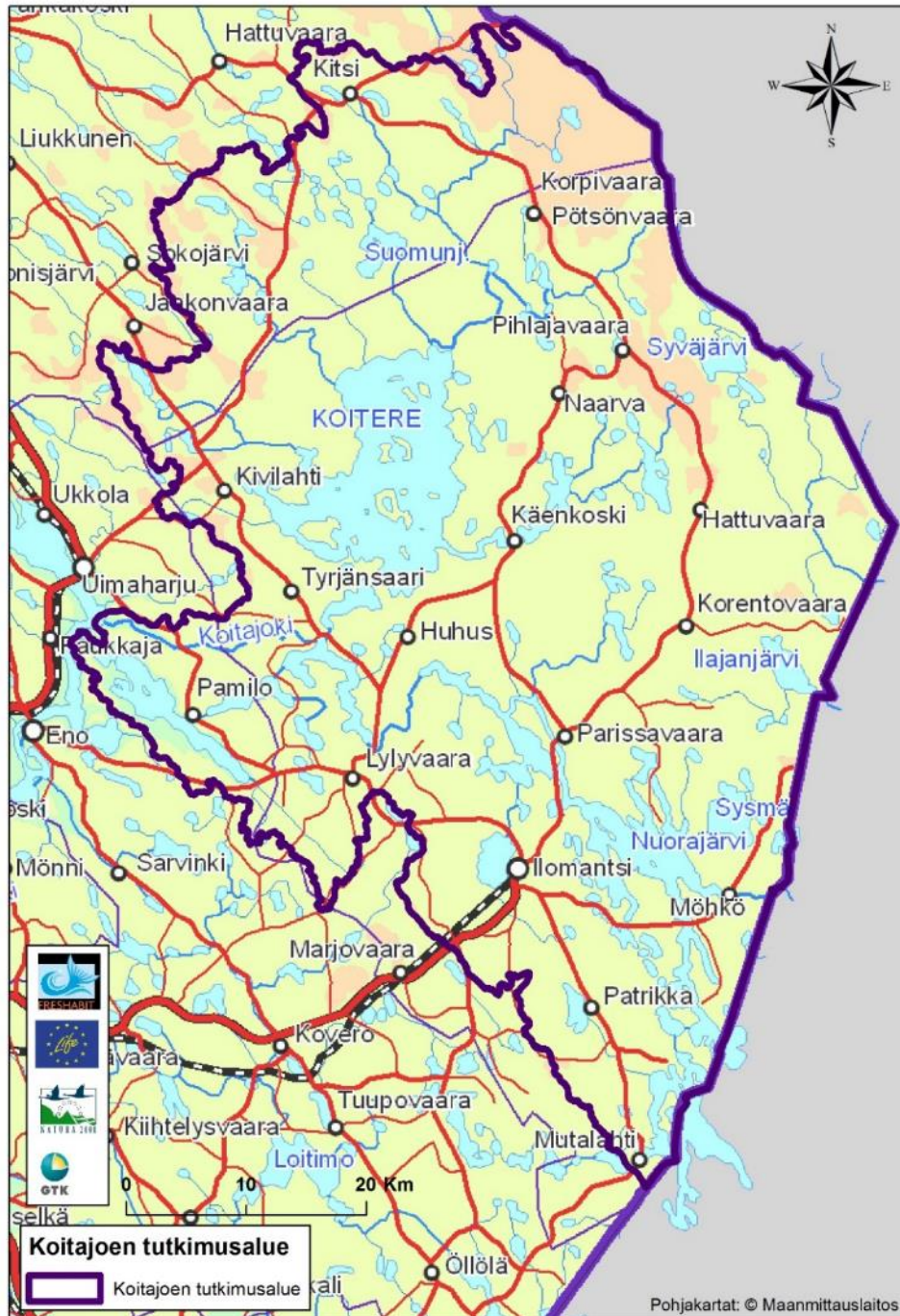
9.1 Koitajoen kohdealueen kallio- ja maaperä

Koitajoen kohdealue sijoittuu Ilomantsin vyöhykkeen geologiseen alueeseen, joka on osa Venäjälle jatkuvaa vihreäkivivyöhykettä (kuva 2 ja Nironen ym. 2002). Koitajoen kohdealueen kallioperän yleisimmät kivilajit ovat granodioriitti, porfyyrinen granodioriitti, leukogranitoidi ja kvartsidioriitti (kuvat 59 ja 60). Lisätietoja Koitajoen alueen kallioperästä löytyy mm. kallioperäkartoista ja niiden selityksistä (esim. Lavikainen 1986 ja Sorjonen-Ward 1993).

Koitajoen kohdealueen alavimmat kohdat ovat alueen läntisimmässä osassa Enossa Joensuussa, missä Koitajoki yhtyy Rahkeenveteen. Maanpinta Pienijoen ja Suurijoen rantamilla ja Koidansaaren rannoilla on 93,6–95 m mpy. Kohdealueen korkeimmat maastokohdat ovat Lieksan Korpivaarassa > 280 m mpy.

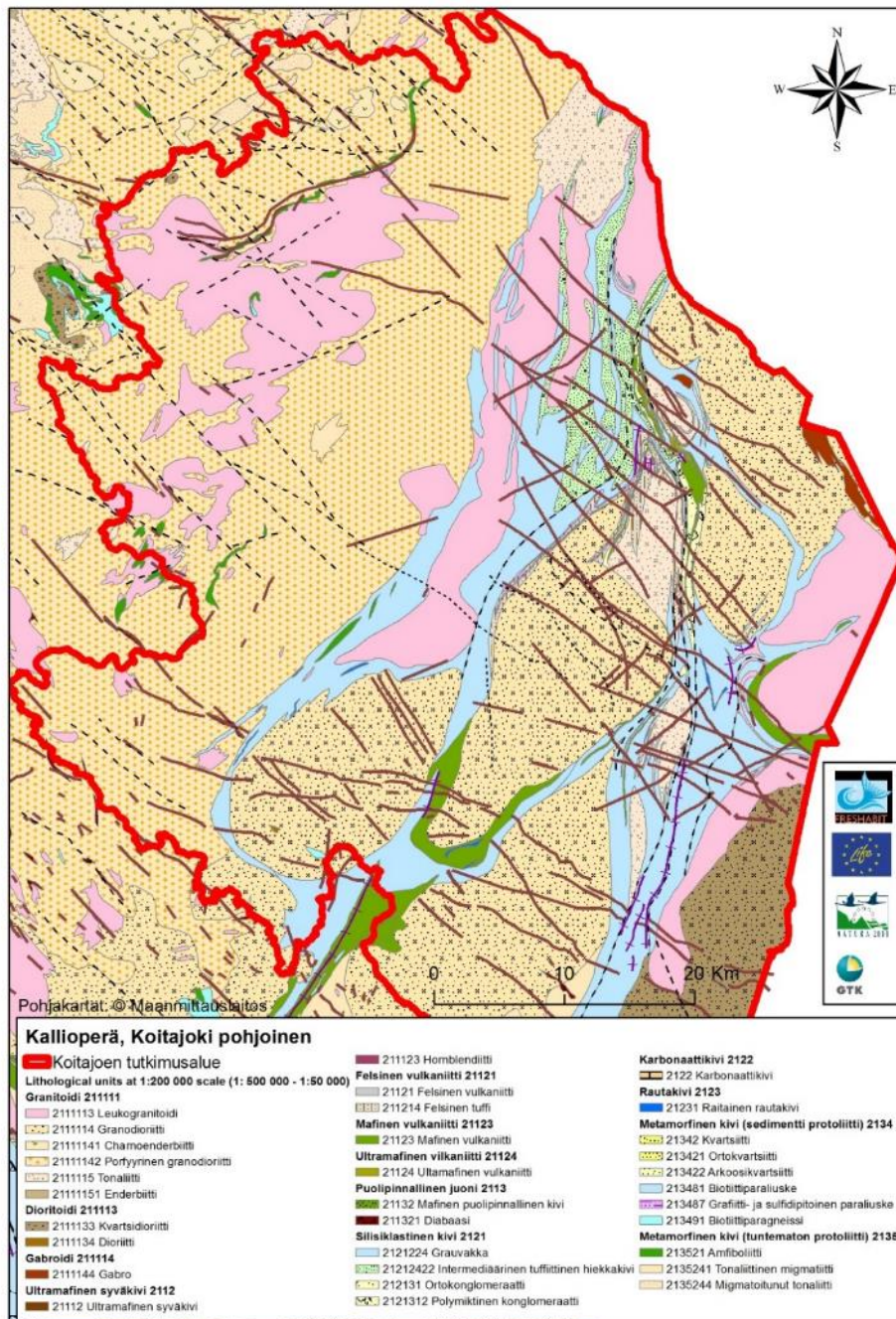
Koitajoen kohdealueen pohjoisosassa maaperä on pääosin turvetta ja moreenia (kuvat 61 ja 62). Laaja-alaisimmat paksujen turvekerrostumien alueet ovat Koitereen pohjoispuolella Patvinsuon ympäristössä. Moreeni on tyypillisesti hiekkamoreenia. Myös kohdealueen eteläosan vallitseva maalaji on turve (kuvat 63 ja 64). Suurimmat suoalat ovat Kesonsuo, Riihisuo, Ruosmesuo ja idässä Koivusuo. Kohdealueen poikki kulkee useita enemmän tai vähemmän yhtenäisiä harjujaksoja luode-kaakkosuuntaisesti. Merkittävimmät ja suurimmat hiekka- ja sora muodostumat liittyvät kuitenkin Salpausselkä III-reunamuodostumaan (kuvat 63 ja 64). Laaja-alaisimmat näistä ovat Palokangas ja Isonpalonkangas. Kohdealueella on vain vähän ohuen maapeitteen (< 1 m) alueita ja kalliopaljastumia (kuvat 61–64). Tarkempia tietoja Koitajoen kohdealueen maaperästä löytyy maaperäkartoista ja niiden selityksistä (esim. Saarelainen 1990, Saarelainen 2003, Saarelainen ja Leino 2003 sekä Saarelainen ja Leino 2003b).

29.11.2017



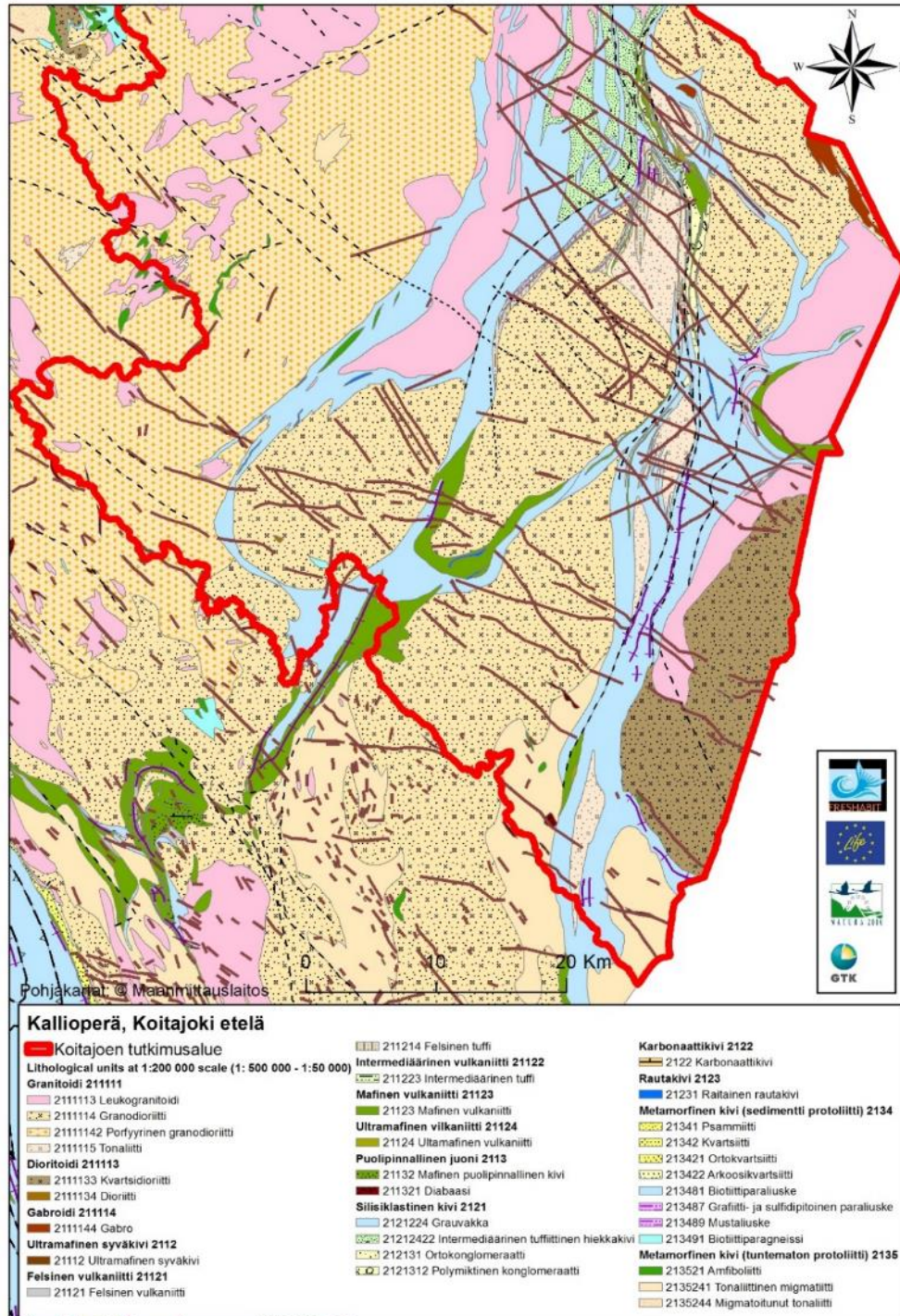
Kuva 58. Koitajoen FRESHABIT-kohdealue. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017



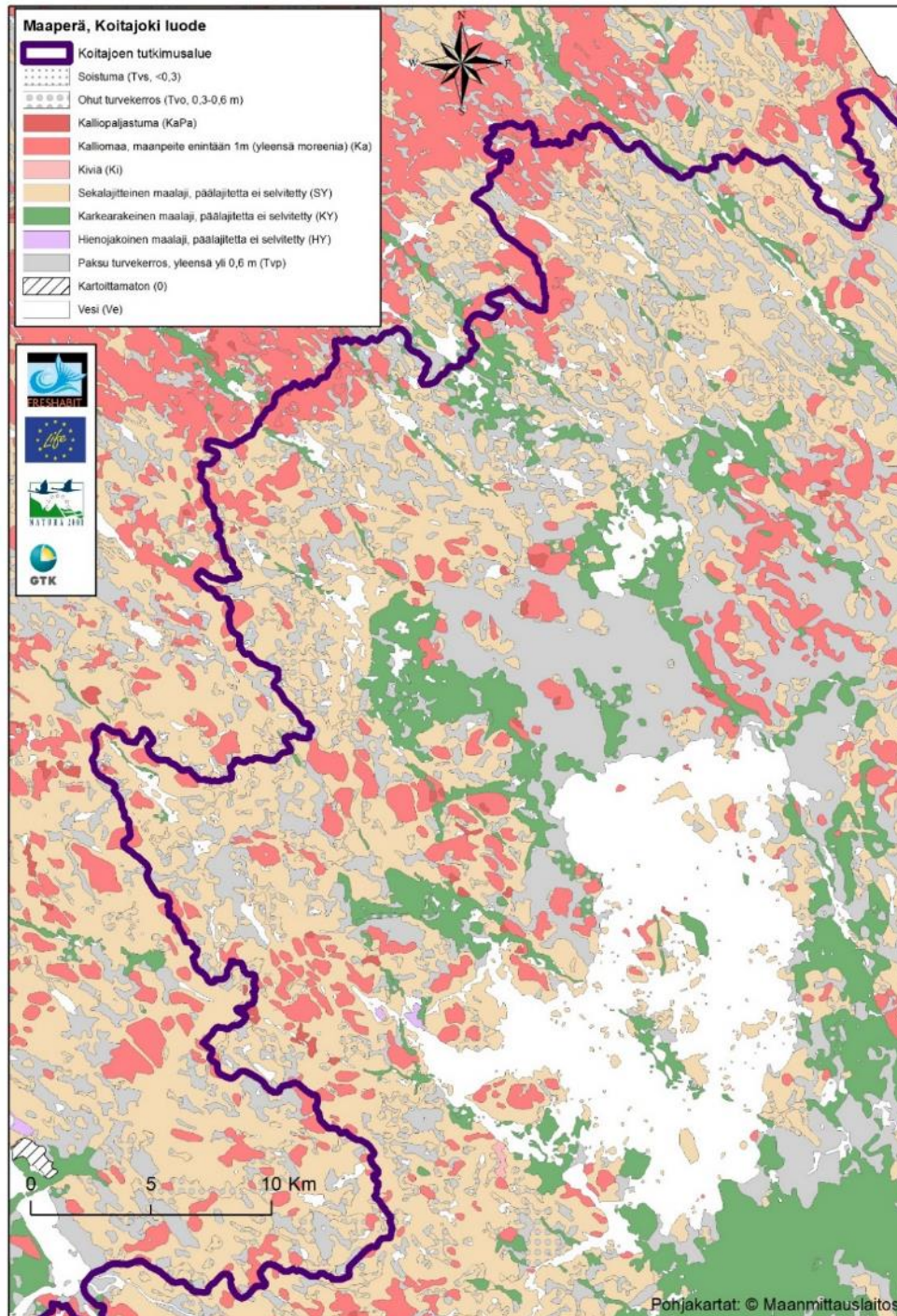
Kuva 59. Kaitajoen FRESHABIT-kohdealueen pohjoisosan kallioperä.

29.11.2017



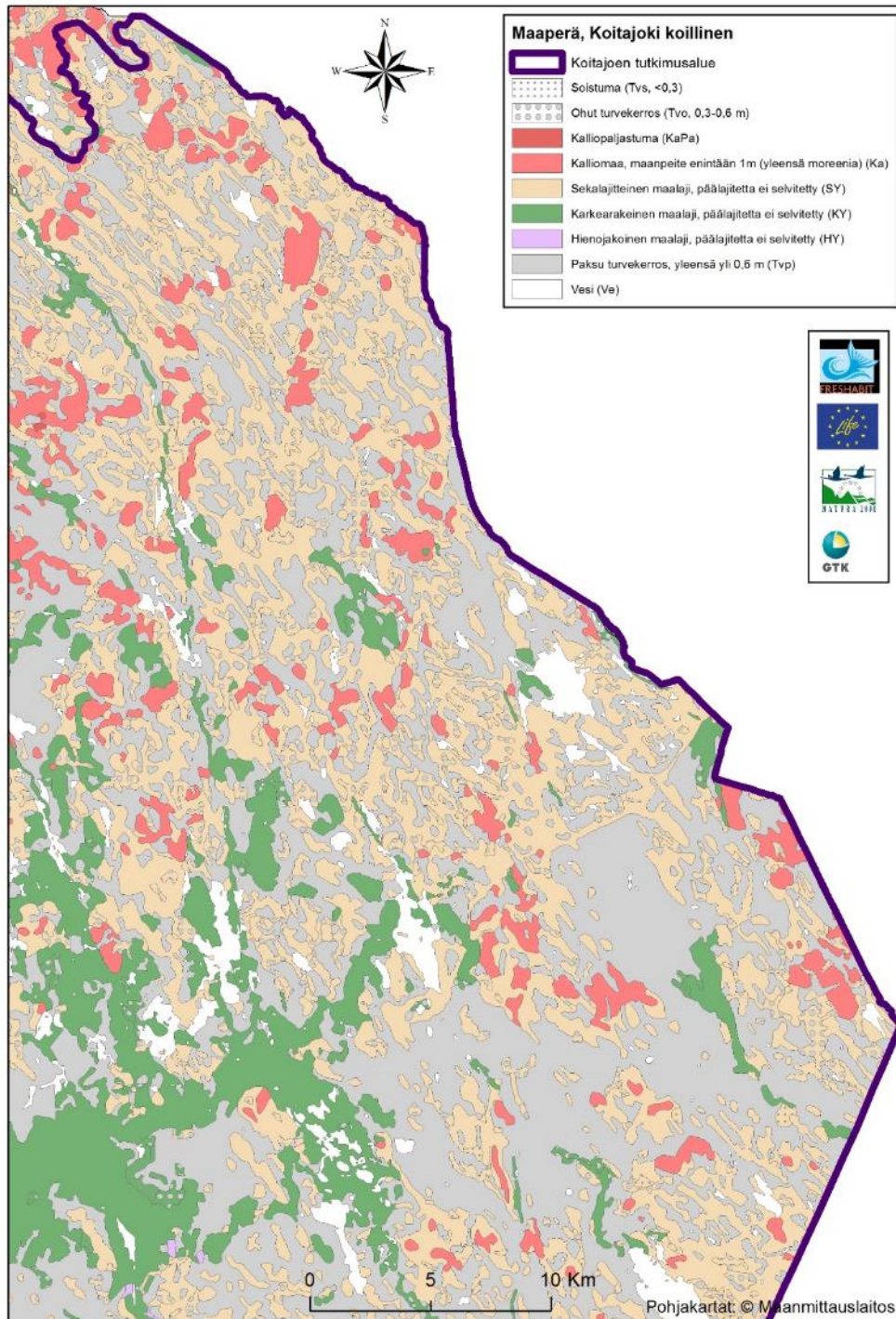
Kuva 60. Koitajoen FRESHABIT-kohdealueen eteläosan kallioperä.

29.11.2017



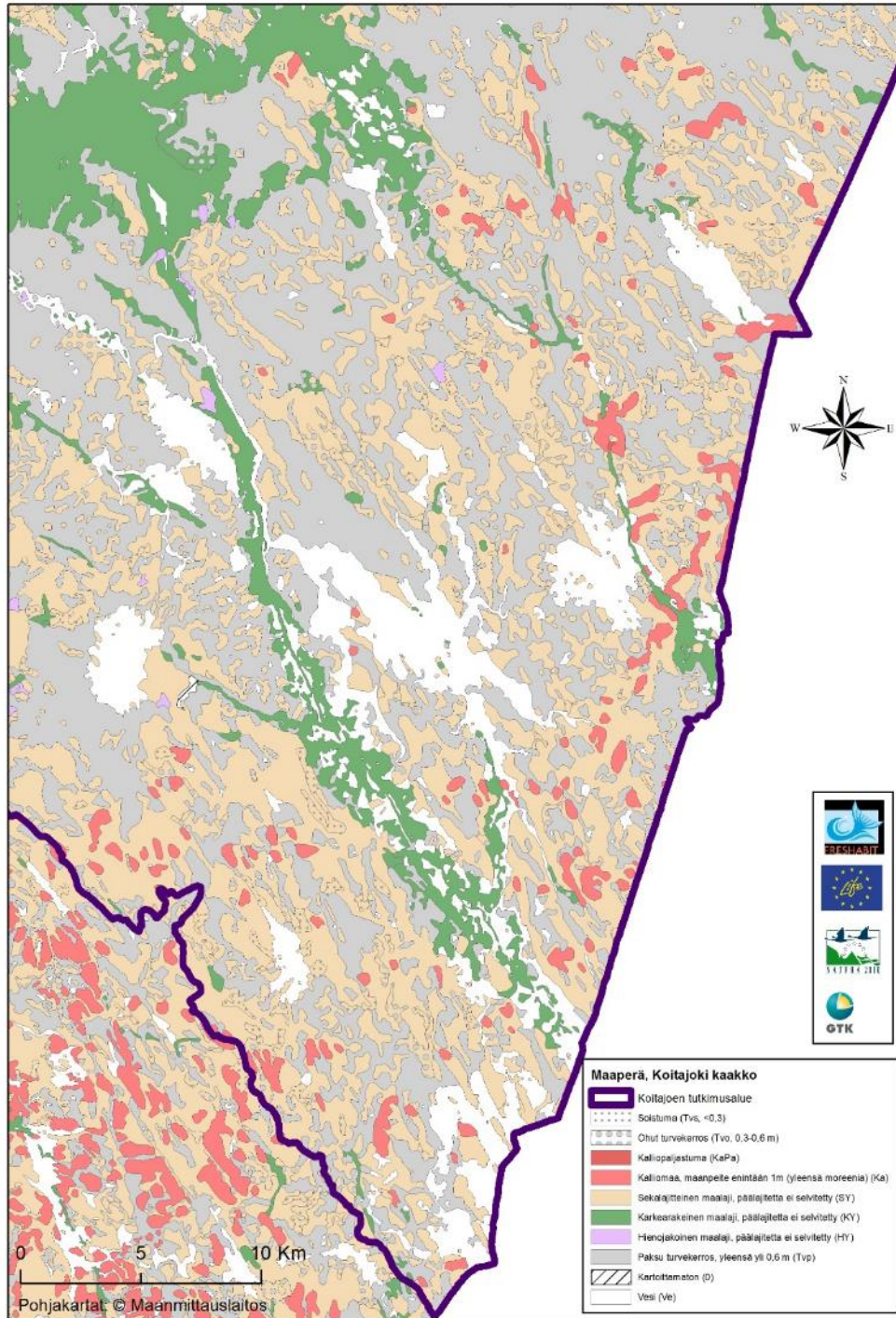
Kuva 61. Koitajoen FRESHABIT-kohdealueen luoteisosan maaperä.

29.11.2017



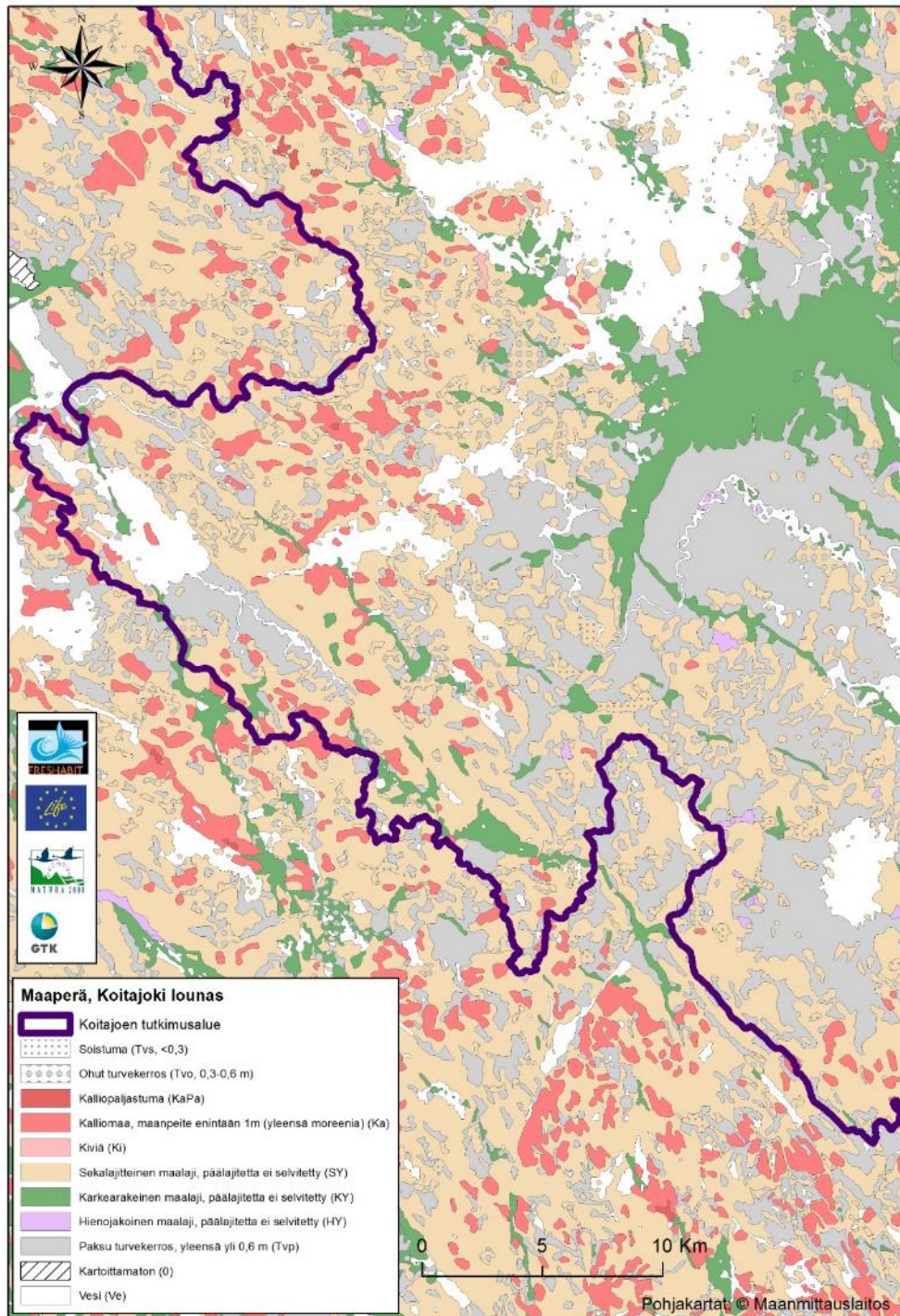
Kuva 62. Koitajoen FRESHABIT-kohdealueen koillisosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 63. Koitajoen FRESHABIT-kohdealueen kaakkoisosan maaperä.

29.11.2017



Kuva 64. Koitajoen FRESHABIT-kohdealueen lounaisosan maaperä.

29.11.2017

9.2 Koitajoen kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet

Koitajoen kohdealue ei sijaitse maaperän valtakunnallisen geokemiallisen metalliprovinssin alueella, mutta kohdealueen kaakkois- ja lounaisosat muodostavat pääosin Ilomantsin arseeniprovinssin (kts. luku 2.3). Ilomantsin arseeniprovinssin alueella arseenin määrä maaperässä saattaa luontaisesti olla suuri, kuitenkin moreenin arseenipitoisuuksista Koitajoen tutkimusalueella ei ole riittävästi analyysitietoa (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>). Koitajoen kohdealueen maaperän metallipitoisuudet ovat varsin pienet. Moreenissa (< 2mm raekoko, kuningasvesiuutto) kobolttia on keskimäärin 3,7 mg/kg, kromia 13,0 mg/kg, kuparia, 11,1 mg/kg, nikkeliä 8,2 mg/kg, sinkkiä 13,9 mg/kg ja vanadiinia 14,0 mg/kg:ssa. Näiden metallien maksimipitoisuudet moreenissa ja pitoisuuksista lasketut SSTP-arvot ovat pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnys ja ohjearvot (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>), siten Koitajoen tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnys- ja ohjearvoja (Vna 214/2007).

Koitajoen kohdealueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 22 purosedimentti- ja 24 purovesinäytettä. Tutkimustulosten perusteella purosedimenttien luontaiset metallipitoisuudet Koitajoen tutkimusalueella ovat pääosin keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Vain kadmiumin ja lyijyn keskimääräiset pitoisuudet (mediaaniarvot: Cd 0,14 mg/kg ja Pb 10,1 mg/kg) ovat suuremmat kuin koko maan purosedimenttien keskimääräiset kadmium- ja lyijypitoisuudet (mediaaniarvot: Cd 0,08 mg/kg ja Pb 8,3 mg/kg, näytemäärä 1 165 kpl). Purovesien tutkitut arseeni- ja metallipitoisuudet Koitajoen kohdealueella olivat keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purovesien keskimääräiset pitoisuudet (Lahermo ym. 1996).

Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Koitajoen tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta 10 vesinäytettä maaperän kaivosta ja yksi vesinäyte kallioporakaivosta. Maaperän kaivon vesi oli tyypillisesti hapanta ja porakaivovesi neutraalia. Kaikki tutkitut vedet täyttivät pääsääntöisesti fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset. Vain mangaanipitoisuudet joissakin tutkimusalueen kaivovesissä ylittivät mangaanipitoisuuden raja-arvon 100 µg/l, ja porakaivovedessä rautapitoisuus ylitti raja-arvon 400 µg/l (Lahermo ym. 2002).

29.11.2017

10 PURUVEDEN KOHDEALUE

Puruveden kohdealue sijaitsee Savonlinnan ja Kiteen alueella Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan alueella (kuva 65). Puruvesi on Saimaaseen kuuluva kirkasvetinen järvi, joka kuuluu Vuoksen vesistöalueeseen. Puruvesi on yhteydessä Pihlajaveteen Punkaharjun salmien kautta. Puruveden kohdealue on laajuudeltaan noin 32 000 ha, ja se käsittää Puruveden ja Vilkonsuon Natura2000-alueet.

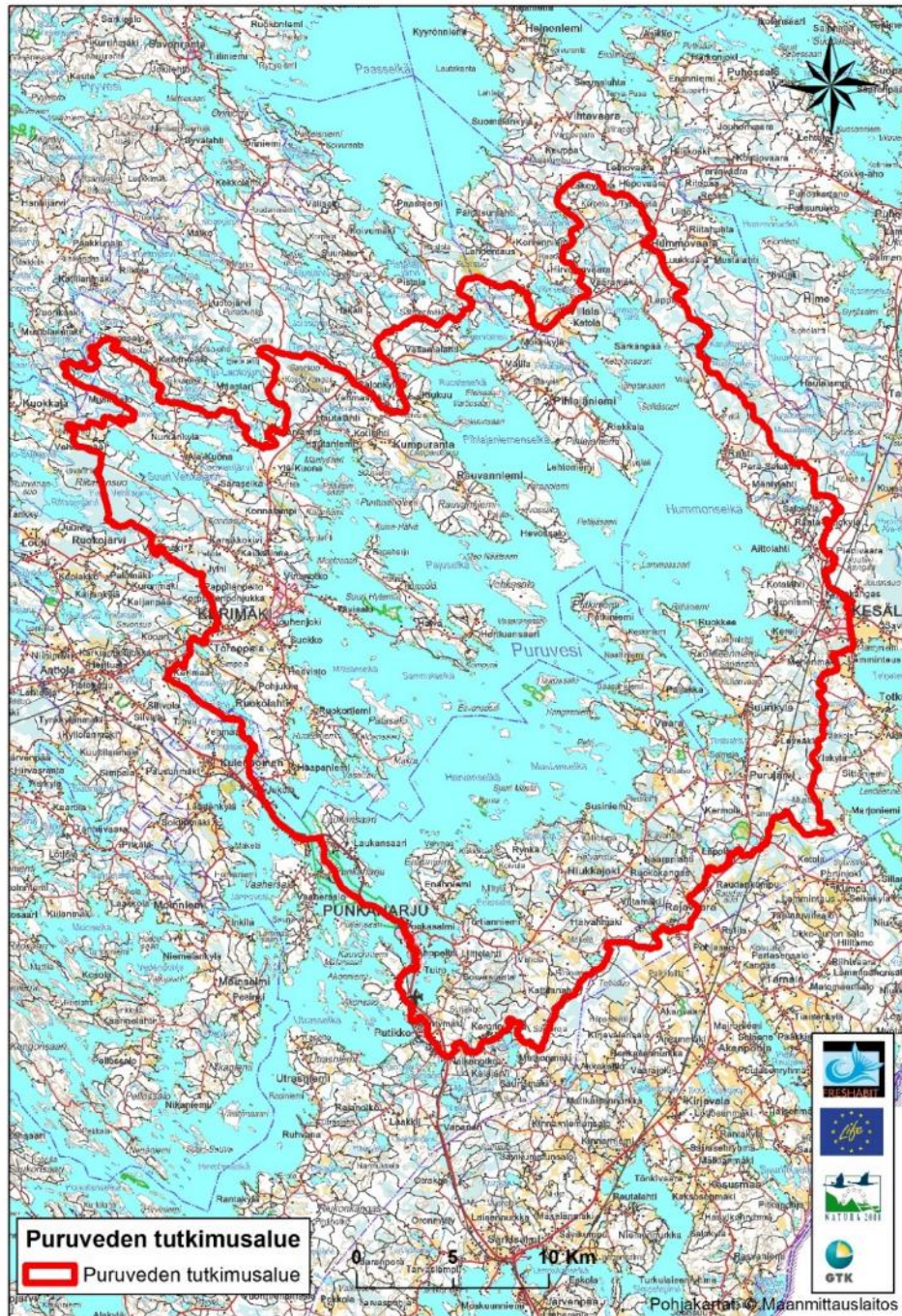
10.1 Puruveden kohdealueen kallio- ja maaperä

Puruveden kohdealue sijoittuu Saimaan alueen geologiseen alueeseen (Nironen ym. 2002). Kohdealueen kalliooperän yleisimmät kivilajit ovat leukogranitoidi ja biotiittiparagneissi (kuva 66). Lisätietoja Puruveden kalliooperästä löytyy kalliooperäkarttojen selityksistä (Nykänen 1975 ja Nykänen 1983).

Karttatarkastelun perusteella Puruveden kohdealueen alavimmat kohdat ovat Puruveden rannoilla 75,8–80 m mpy. Korkeimmat maastokohdat ovat Kolmikannanmäki, > 165 m mpy, Hirvivaarassa kohdealueen eteläosassa, ja Kattilamäki, noin 160 m mpy., kohdealueen luoteiskulmassa Hevossalon länsipuolella.

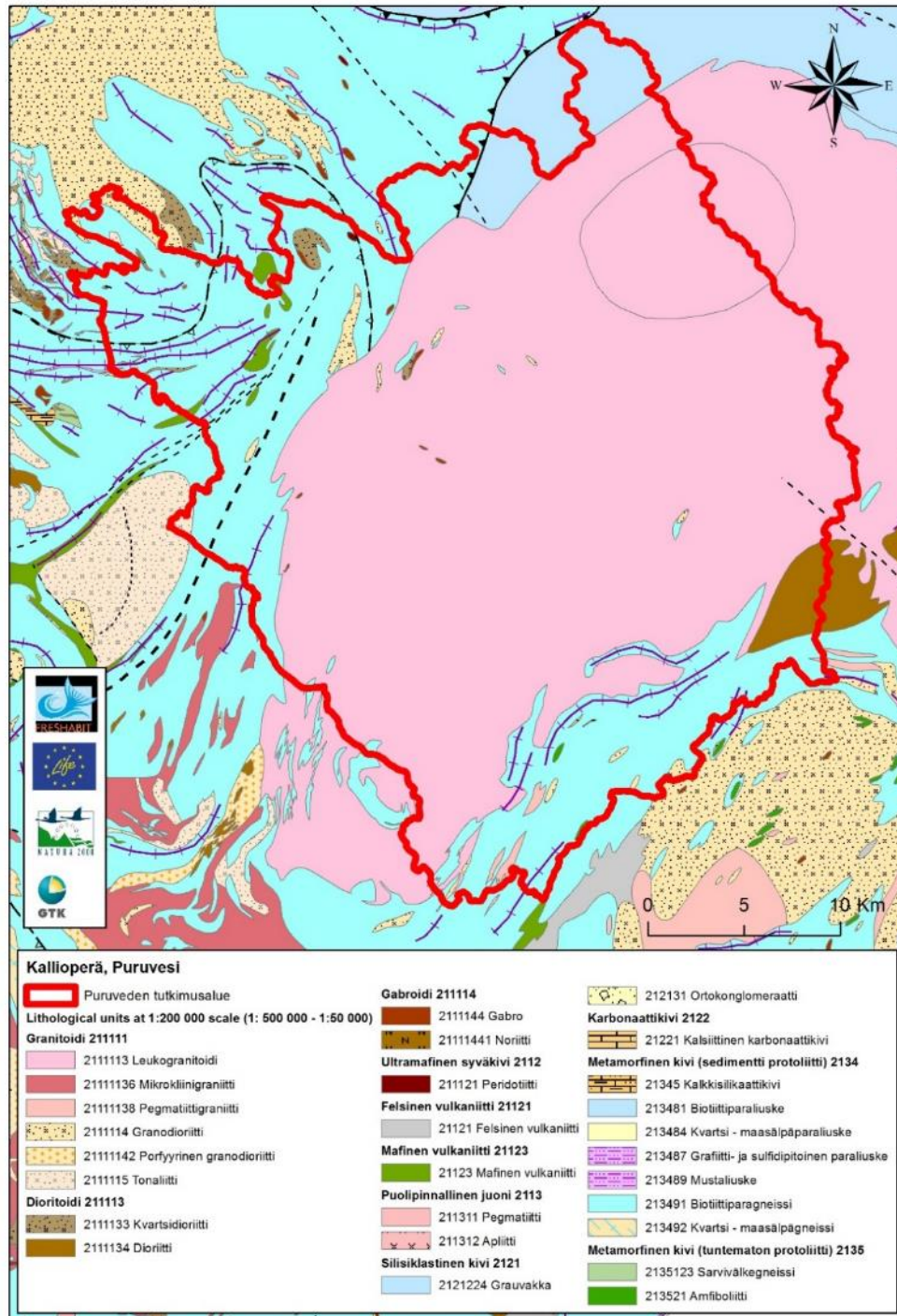
Puruveden kohdealueen maaperän yleisimmät maalajit ovat pohjoisosassa moreeni ja turve, ja eteläosassa hiekka- ja sora (kuva 67). Alueen moreeni on raakoostumukseltaan hiekkamoreenia. Ohuen maapeitteen (< 1 m) alueita ja kalliopaljastumia kohdealueella on vain vähän. Alueen läpi kulkee kolme harjujaksoa. Kohdealueen rajan tuntumassa, lounaassa kulkee Punkaharjun suuri ja komea harjujakso, joka jatkuu luoteeseen kohti Rantasalmea. Puruveden keskiosan poikki luoteeseen kulkee toinen harjujakso ja kolmas harjujakso on Puruveden koillispäässä. Harjut kohoavat yleisesti kymmenisen metriä Puruveden pinnan yläpuolelle. Punkaharjun kapea keskiselänne kohoaa korkeimmillaan yli 20 metriä järven pinnan yläpuolelle, ja sen molemmin puolin on laajentumia, joissa on hiekkaan hautautuneiden jäälohkareiden jättämiä suppakuoppia. Eteläosan laajat, paikoin moreenin peittämät, pääasiassa hiekasta koostuvat muodostumat, mm. Sorvasrannan ja Hiukkajoen alueet, Pykäläkangas, Kuolemanlamminkangas, Tasainenkangas, Koveronkangas ja Loukunkangas, liittyvät alueen eteläreunan läpi kulkevaan II Salpausselän reunamuodostumaan. Laaja-alaisimmat turvealueet ovat eteläosassa Hälvänsuon-Matkonsuon alue sekä Karhukummunsuon-Myllysuon alue, ja luoteisosassa Riitasensuo, Savisuo ja Lamperonsuo (kuva 67). Lisätietoja alueen maaperästä ja Salpausselästä löytyy esim. julkaisuista Saarnisto ym. 1994 sekä Kurkinen ja Koho 1975a, 1975b ja 1975c.

29.11.2017



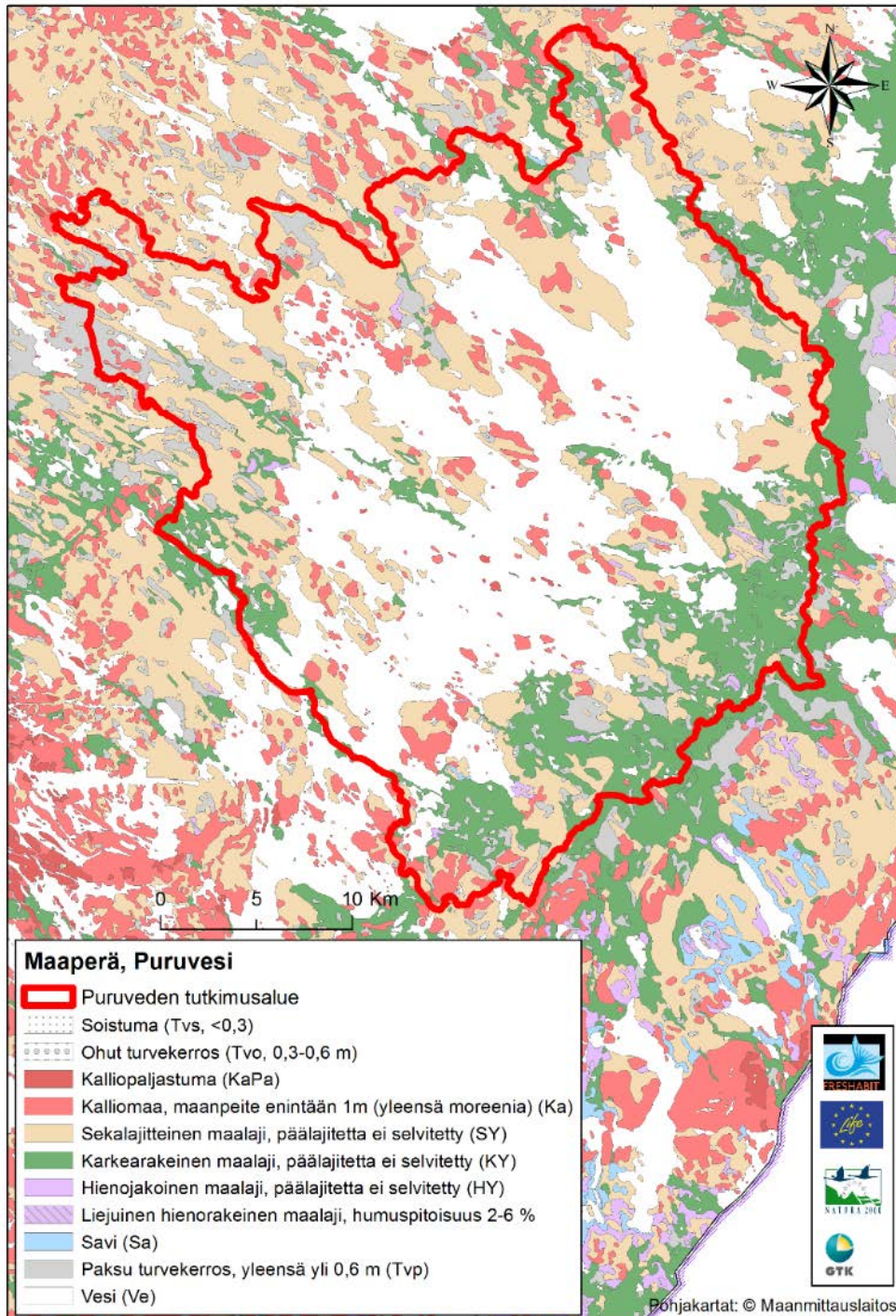
Kuva 65. Puruveden FRESHABIT-kohdealue. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietotekniikkakeskus.

29.11.2017



Kuva 66. Puruvesen FRESHABIT-kohdealueen kallioperä.

29.11.2017



Kuva 67. Puruvesen FRESHABIT-kohdealueen maaperä.

29.11.2017

10.2 Puruveden kohdealueen geokemialliset taustapitoisuudet

Pääosiltaan Puruveden kohdealue ei sijaitse maaperän valtakunnallisten geokemiallisten arseeni- tai metalliprovinssien alueella (kts. luku 2.3), ja sen alueella haitallisten metallien luontainen määrä maaperässä on yleensä pieni. Geologian tutkimuskeskuksen ylläpitämän maaperän Taustapitoisuuskarttapalvelun (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>) mukaan Puruveden kohdealueen moreenissa (< 2 mm raekoko, kuningasvesiuutto) kobolttia on keskimäärin 3,7 mg/kg, kromia 17,9 mg/kg, kuparia 15,7 mg/kg, nikkeliä 10,0 mg/kg, sinkkiä 20,6 mg/kg ja vanadiinia 22,8 mg/kg:ssa. Näiden metallien maksimipitoisuudet moreenissa ja pitoisuuksista lasketut SSTP-arvot ovat pienemmät kuin PIMA-asetuksen (Vna 214/2007) kynnyks- ja ohjearvot (Taustapitoisuuskarttapalvelu 27.7.2017, <http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/>), siten Puruveden tutkimusalueen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulee käyttää PIMA-asetuksessa annettuja kynnyks- ja ohjearvoja (Vna 214/2007).

Puruveden kohdealueen 1:100 000-karttalehtialueilta on Geologian tutkimuskeskuksen koko Suomen kattavassa purovesi- ja purosedimenttikartoituksessa v. 1996 (Lahermo ym. 1996) otettu 12 purosedimentti- ja 12 purovesinäytettä. Tutkimustulosten perusteella purosedimenttien metallipitoisuudet Puruveden kohdealueella ovat luontaisesti useimmiten samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin (Lahermo ym. 1996). Vain kadmiumin, kuparin ja nikkelin keskimääräiset pitoisuudet ovat hieman koko maan purosedimenttien keskimääräisiä pitoisuuksia suuremmat (Lahermo ym. 1996). Purovesien tutkitut arseeni- ja metallipitoisuudet Puruveden kohdealueella olivat nikkelpitoisuutta lukuun ottamatta keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin koko maan purovesien keskimääräiset pitoisuudet (Lahermo ym. 1996). Nikkeliä oli Puruveden purovedessä keskimäärin hiukan enemmän kuin koko maan purovesissä keskimäärin.

Geologian tutkimuskeskus kartoitti v. 1999 Suomen kaivovesien laatua ottamalla koko maan alueelta noin 1000 kaivo- ja lähdevesinäytettä (Lahermo ym. 2002). Tässä niin kutsutussa 1000 kaivon tutkimuksessa otettiin Puruveden tutkimusalueen 1:100 000-karttalehtialueilta 11 vesinäytettä maaperän kaivoista ja kaksi vesinäytettä kallioporakaivoista. Maaperän kaivon vesi oli tyypillisesti hapanta ja porakaivovedet emäksisiä. Kaikki Puruveden kohdealueelta tutkitut vedet täyttivät fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Sosiaali- ja terveysministeriön hyvälle talousvedelle (Anon 2001) asettamat laatuvaatimukset.

29.11.2017

11 YHTEENVETO

FRESHABIT-hankkeen kohdealueita ovat Naamijoen, Kiskonjoen, Pohjanmaan, Karjaanjoen, Vanajaveden, Keski-Suomen, Koitajoen ja Puruveden alueet. Pohjanmaan kohdealue koostuu Isojoen, Karvianjoen ja Ähtävänjoen tutkimusalueista, ja Keski-Suomen kohdealue Etelä-Konneveden, Päijänteen ja Saarijärven reitin tutkimusalueista. Kohdealueisiin sisältyy yhteensä 43 Natura2000-aluetta.

Taulukkoon 1 on koottu kunkin kohdealueen geologiset alueet, maaperän päämaalajit sekä mahdolliset geokemialliset erityispiirteet. Naamijoen kohdealue kuuluu Keski-Lapin alueen ja Keski-Lapin granitoidikompleksin geologisiin alueisiin (Nironen ym. 2002), maaperän päämaalajit ovat moreeni ja turve.

Pohjanmaan kohdealue kuuluu Keski-Suomen granitoidikompleksin, Pohjanmaan vyöhykkeen ja Pirkanmaan vyöhykkeen geologisiin alueisiin. Kohdealueella ovat edustettuina tasaisesti moreeni, turve, karkearakeiset ja hienojakoiset maalajit sekä kalliopaljastumat. Pohjanmaan kohdealueella arseenipitoisuudet moreenissa, purosedimenteissä ja purovesissä ovat suuremmat koko maan keskimääräisiin pitoisuuksiin verrattuna (Koljonen 1992 ja Lahermo ym. 1996).

Kiskonjoen kohdealue kuuluu Hämeen vyöhykkeen ja Uudenmaan vyöhykkeen geologisiin alueisiin. Alueella on runsaasti kalliopaljastumia ja ohuen, alle metrin paksuisen maapeitteen verhoamia alueita. Tyypillisin maalaji on savi. Kiskonjoen kohdealue sijaitsee Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella. Moreenien arseenipitoisuuksista alueella ei ole riittävästi tietoa, mutta purosedimenteissä keskimääräinen arseenipitoisuus on suurempi kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin.

Karjaanjoen kohdealue kuuluu Uudenmaan vyöhykkeen geologiseen alueeseen. Kohdealueen maaperä koostuu pääosin moreenista, karkearakeisista maalajeista ja savesta, eteläosissa myös kalliopaljastumat ja ohuen maapeitteen alueet ovat tavallisia. sekä savi. Muualla kohdealueella maalajikirjoon kuuluvat moreeni, savi ja hienojakoiset sekä karkearakeiset maalajit. Kohdealueen itäosa sijaitsee valtakunnallisen Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueella. Moreenin alueellinen, laskennallinen arseenin SSTP-arvo kohdealueen itäosassa on 11 mg/kg.

Vanajaveden kohdealue on hyvin laaja ja sen osa-alueet sijaitsevat Keski-Suomen granitoidikompleksin, Tampereen vyöhykkeen, Pirkanmaan vyöhykkeen ja Hämeen vyöhykkeen geologisilla alueilla. Maaperän koostumus vaihtelee eri puolilla kohdealuetta, ja maalajeista ovat hyvin edustettuina niin moreeni kuin karkea- ja hienorakeiset maalajitkin. Pohjoisosissa myös kalliopaljastumat ja ohuen maapeitteen verhoamat alueet ovat tyypillisiä. Kohdealue sijaitsee Etelä-Suomen ja osin myös Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssin alueella. Laskennallinen moreenin arseenipitoisuuden SSTP-arvo kohdealueella on 26 mg/kg.

29.11.2017

Keski-Suomen kohdealue sijaitsee Keski-Suomen granitoidikompleksin ja Pirkanmaan vyöhykkeen geologisilla alueilla. Maaperän päämaalajit ovat moreeni ja turve. Lisäksi kohdealueella on runsaasti kalliopaljastumia ja ohuen maapeitteen alueita.

Koitajoen kohdealue kuuluu kallioperänsä puolesta Pirkanmaan vyöhykkeen geologiseen alueeseen. Maaperän vallitsevat maalajit ovat turve ja moreeni sekä karkearakeiset maa-ainekset.

Puruveden alue sijaitsee Saimaan alueen geologisella alueella. Päämaalajit ovat moreeni, turve ja karkeajakoiset maa-ainekset.

Taulukko 1.

FRESHABIT-kohdealueiden kallioperän geologiset alueet, maaperän päämaalajit sekä geokemialliset erityispiirteet. SSTP-arvo = suurin suositeltu alueellinen taustapitoisuus (Jarva ym. 2008). Koko maan moreenin ja purosedimenttien keskimääräiset pitoisuudet (Koljonen 1992 ja Lahermo ym. 1996). Kallioperän geologinen alue (Nironen ym. 2002): 4 = Keski-Lapin alue, 6 = Keski-Lapin granitoidikompleksi, 13 = Ilomantsin vyöhyke, 19 = Saimaan alue, 20 = Keski-Suomen granitoidikompleksi, 21 = Pohjanmaan vyöhyke, 22 = Tampereen vyöhyke, 23 = Pirkanmaan vyöhyke, 24 = Hämeen vyöhyke, 25 = Uudenmaan vyöhyke.

Kohdealue	Kallioperän geologinen alue	Maaperän päämaalajit	Geokemiallien erityispiirre
Naamijoki	4,6	Moreeni, turve	
Pohjanmaa			
Isojoki	20	Moreeni, turve	Arseenipitoisuudet keskimäärin moreenissa ja purosedimenteissä suuremmat kuin koko maan vastaavat keskimääräiset arseenipitoisuudet
Karvianjoki	20,23	Kallio, turve, moreeni, hieno- ja karkeajakoiset maalajit	
Ähtävänjoki	20,21	Moreeni, turve, hienojakoiset maalajit	
Kiskonjoki	24, 25	Savi, kallio	Arseenipitoisuudet purosedimenteissä keskimäärin suuremmat kuin koko maan purosedimenteissä keskimäärin

29.11.2017

Kohdealue	Kallioperän geologinen alue	Maaperän päämaalajit	Geokemiallien erityispiirre
Karjaanjoki	25	Moreeni, savi, karkeajakoiset maalajit	Kohdealueen itäosassa arseenipitoisuuden SSTP-arvo moreenille 11 mg/kg
Vanajavesi	20,22,23,24	Kallio, savi, hienojakoiset ja karkearakeiset maalajit	Arseenipitoisuuden SSTP-arvo moreenille 26 mg/kg
Keski-Suomi Etelä-Konnevesi Päijänne Saarijärven reitti	20 20, 23 20	Kallio, moreeni Kallio, moreeni Moreeni, turve	
Koitaajoki	13	Turve, moreeni, karkearakeiset maalajit	
Puruvesi	19	Moreeni, turve, karkearakeiset maalajit	

29.11.2017

KIRJALLISUUS

Anon 2001. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. N:o 401/2001 (annettu Helsingissä 17 päivänä toukokuuta 2001). 4 s. Liite I ja II.

Eklund, M. 2008. Valtakunnalliset taustapitoisuusprovinssit maaperän pilaantuneisuuden arvioinnissa. Pro gradu-tutkielma, Helsingin yliopisto, Geologian laitos. 60 s.

Haavisto, M., Grönlund, T., Lahermo, P. & Stén, C-G. 1980. Someron kartta-alueen maaperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000, lehti 2024. Maaperäkartojen selitykset. Geologinen tutkimuslaitos. Espoo. 66 s.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta100/mps_2024.pdf

Haavisto-Hyvärinen, M., Kokko, J. & Taka, M. 1984a. Lammi. Maaperäkartan 2134 04 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkartojen selitykset. Espoo.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213404.pdf

Haavisto-Hyvärinen, M., Kokko, J. & Taka, M. 1984b. Sairiala. Maaperäkartan 2134 02 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkartojen selitykset. Espoo.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213402.pdf

Haavisto-Hyvärinen, M., Kokko, J. & Taka, M. 1984c. Tuulos. Maaperäkartan 2134 01 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkartojen selitykset. Espoo.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213401.pdf

Haavisto-Hyvärinen, M., Stén, C-G. & Kaija, J. 1990a. Launonen. Maaperäkartan 2042 12 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkartojen selitykset. Espoo.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_204212.pdf

Haavisto-Hyvärinen, M., Stén, C-G. & Kaija, J. 1990b. Loppi. Maaperäkartan 2042 09 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkartojen selitykset. Espoo.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_204209.pdf

Haavisto-Hyvärinen, M., Stén, C-G. & Kaija, J. 1990c. Räyskälä. Maaperäkartan 2042 03 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkartojen selitykset. Espoo.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_204203.pdf

Haavisto-Hyvärinen, M., Stén, C-G. & Herola, E. 1993a. Hyrvälän maaperäkartan 2131 06 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkartojen selitykset. Espoo. 9 s.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213106.pdf

Haavisto-Hyvärinen, M., Stén, C-G. & Herola, E. 1993b. Rengon maaperäkartan 2131 05 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkartojen selitykset. Espoo. 9 s.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213105.pdf

29.11.2017

- Haavisto-Hyvärinen, M., Stén, C-G. & Herola, E. 1993c. Rimmilän maaperäkartan 2131 03 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkarttojen selitykset. Espoo. 8 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213103.pdf
- Haavisto-Hyvärinen, M., Stén, C-G. & Herola, E. 1994a. Harvialan maaperäkartan 2131 12 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkarttojen selitykset. Espoo. 9 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213112.pdf
- Haavisto-Hyvärinen, M., Stén, C-G. & Herola, E. 1994b. Janakkalan maaperäkartan 2131 11 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkarttojen selitykset. Espoo. 9 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213111.pdf
- Haavisto-Hyvärinen, M., Stén, C-G. & Herola, E. 1994c. Tervakosken maaperäkartan 2131 10 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkarttojen selitykset. Espoo. 9 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213110.pdf
- Hatakka, T. (toim.), Tarvainen, T., Jarva, J., Backman, B., Eklund, M., Huhta, P., Kärkkäinen, N., & Luoma, S. 2010. Pirkanmaan maaperän geokemialliset taustapitoisuudet. Summary: Geochemical baselines in Pirkanmaa area. Geologian tutkimuskeskus. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_182.pdf
- Hämäläinen, J. 2017. FRESHABIT – Freshwater Management with a Geological Twist. Geologian tutkimuskeskus. Tieteellinen posterit 391. http://tupa.gtk.fi/posteri/tp_0391.pdf
- Härme, M. 1954. Suomen geologinen kartta 1:100 000, lehti 2042, Karkkila. Kallioperäkartan selitys, Geologinen tutkimuslaitos. Helsinki. 42 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2042.pdf
- Jarva, J., Tarvainen, T. & Reinikainen, J. 2008. Application of arsenic baselines in the assessment of soil contamination in Finland. Environmental Geochemistry and Health, 2008, Osa 30, Numero 6. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10653-008-9184-7>
- Kallio, J. 1986. Joutsan kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset. Lehti 3122. Geologian tutkimuslaitos. Espoo. 56 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_3122.pdf
- Kejonen, A. 2009a. Muuratjärven kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1: 20 000. Selitys, Lehti 3212 01. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 10 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_321201.pdf
- Kejonen, A. 2009b. Ilomantsin kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1: 20 000. Selitys, Lehti 4244 01. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 10 s. http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/p22_4_013.pdf
- Kejonen, A. 2009b. Vertaalan kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1: 20 000. Selitys, Lehti 3121 03. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 10 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_321203.pdf

29.11.2017

Kielosto, S. & Lindroos, P. 1984. Saarijärven maaperäkartan 2244 07 selitys. Maaperäkartta 1:20 000. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_224407.pdf

Kielosto, S., Kukkonen, M., Sten, C-G. & Backman, B. 1996. Hangon ja Perniön kartta-alueiden maaperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Maaperäkarttojen selitykset, lehdet 2011 ja 2012. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 104 s.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta100/mps_2011_2012.pdf

Koljonen, T. (toim.) 1992. Suomen geokemian atlas, osa 2: moreeni – The Geochemical Atlas of Finland, Part 2: Till. Espoo: Geologian tutkimuskeskus, 218 s.

http://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/ej_008.pdf

Korsman, K. & Koistinen, T. 1998. Suomen kallioperän yleispiirteet. Teoksessa Lehtinen, M., Nurmi, P. & Rämö, T. 1998. Suomen kallioperä - 3000 vuosimiljoonaa. Suomen Geologinen Seura. Jyväskylä. s. 93–103 (373 s.)

Kujansuu, R. (toim.), Erviö, R., Herola, E., Hyypä, J., Kae, E., Lahermo, P., Raikamo, E., Stén, C.-G. & Taka, M. 1981. Oriveden alueen maaperä. Maaperäkarttojen selitykset, lehdet 2142 01–12 (1:20 000). Geologinen tutkimuslaitos. Espoo. 44 s.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_2142_01_12.pdf

Kukkonen, E. & Korpijaakko, M. 2003a. Tuhmalammen kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1: 20 000. Selitys. Lehti 2244 02. Geologian tutkimuskeskus. Kuopio. 6 s.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_224402.pdf

Kukkonen, E. & Korpijaakko, M. 2003b. Karstulan kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1:20 000. Selitys. Lehti 2244 03. Geologian tutkimuskeskus. Kuopio. 5 s.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_224403.pdf

Kukkonen, E. & Korpijaakko, M. 2003c. Muittarin kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1:20 000. Selitys. Lehti 2244 04. Geologian tutkimuskeskus. Kuopio. 6 s.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_224404.pdf

Kukkonen, E. & Korpijaakko, M. 2003d. Kalmarin kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1:20 000. Selitys. Lehti 2244 05. Geologian tutkimuskeskus. Kuopio. 6 s.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_224405.pdf

Kukkonen, M., Kokko, J. & Taka, M. 1984a. Iso-Evo. Maaperäkartan 2134 05 selitys. Maaperäkartan 1: 20 000 selitys. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 9 s.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213405.pdf

Kukkonen, M., Kokko, J. & Taka, M. 1984b. Kuohijärvi. Maaperäkartan 2134 03 selitys. Maaperäkartan 1: 20 000 selitys. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213403.pdf

Kukkonen, M., Mäkilä, M., Grundström, A. & Herola, E. 1988. Hausjärvi. Maaperäkartan 2133 04 selitys. Maaperäkartan 1: 20 000 selitys. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.

http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_213304.pdf

29.11.2017

- Kukkonen, M., Mäkilä, M., Grundström, A. & Juntunen, R. 2003. Tampereen kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1: 20 000. Selitys, Lehti 2123 09. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 9 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_212309.pdf
- Kurkinen, I. & Koho, S. 1975a. Soravarojen arviointi TVL:n Pohjois-Karjalan piirin eteläosassa. Osa I. Geologinen tutkimuslaitos. Arkistoraportti. 109 s. http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/p13_3_1_016_osa_1.pdf
- Kurkinen, I. & Koho, S. 1975b. Soravarojen arviointi TVL:n Pohjois-Karjalan piirin eteläosassa. Osa III. Geologinen tutkimuslaitos. Arkistoraportti. 245–378 s. http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/p13_3_1_016_osa_3.pdf
- Kurkinen, I. & Koho, S. 1975c. Soravarojen arviointi TVL:n Pohjois-Karjalan piirin eteläosassa. Osa IV. Geologinen tutkimuslaitos. Arkistoraportti. 378–505 s. http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/p13_3_1_016_osa_4.pdf
- Lahermo, P., Tarvainen, T., Hatakka, T., Backman, B., Juntunen, R., Kortelainen, N., Lakomaa, T., Nikkarinen, M., Vesterbacka, P., Väisänen, U. & Suomela, P. 2002. Tuhat kaivoa – Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 155, 92 s. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_155.pdf
- Lahermo, P.; Väänänen, P.; Tarvainen, T.; Salminen, R. 1996. Suomen geokemian atlas. Osa 3 : Ympäristögeokemia - purovedet ja –sedimentit. Geochemical atlas of Finland. Part 3 : Environmental geochemistry - stream waters and sediments. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 149 p. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/ej_020.pdf
- Laitakari, I. 1980. Suomen geologinen kartta 1:100 000, lehti 2134. Lammin kartta-alueen kallioperä. Kallioperäkarttojen selitykset. Geologinen tutkimuslaitos. Espoo. 34 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2134.pdf
- Lauri, L.S., Konnunaho, J., Lepistö, S., Peltoniemi-Taivalkoski, A., Salmirinne, H., Sandgren, E., Sarala, P. ja Törmänen, T. 2013. Keski-Lapin mineraalipotentialin arviointi 2011 – 2012. Geologian tutkimuskeskus. Arkistoraportti 104/2013. 112 s. http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/104_2013.pdf
- Lavikainen, S. 1986. Oskajärven kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset. Lehti 4243. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 42 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_4243.pdf
- Lehijärvi, M. 1957. Suomen geologinen kartta 1:100 000, lehti 2021, Salo. Kallioperäkartan selitys, Geologinen tutkimuslaitos. Helsinki. 31 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2021.pdf
- Lehijärvi, M. 1962. Suomen geologinen kartta 1:100 000, lehti 2133, Kärkölä. Kallioperäkartan selitys, Geologinen tutkimuslaitos. Helsinki. 26 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2133.pdf

29.11.2017

- Lehijärvi, M. 1980. Sysmän kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset. Lehti 3121. Geologian tutkimuslaitos. Espoo. 24 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_3121.pdf
- Matisto, A. 1977. Suomen geologinen kartta 1:100 000, lehti 2123, Tampere. Kallioperäkartan selitys, Geologinen tutkimuslaitos. Helsinki. 50 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2123.pdf
- Niemelä, J. (toim.), Backman, B., Grönlund, T., Ikonen, L. & Sten, C-G. 1994. Suomensjärven kartta-alueen maaperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Maaperäkarttojen selitykset, lehti 2023. Geologian tutkimuskeskus, Espoo.80 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta100/mps_2023.pdf
- Nironen, M., Lahtinen, R., & Koistinen, T. 2002. Suomen geologiset aluenimet – yhtenäisempään nimitykseen! Geologi 54 (1), 8–14.
- Nykänen, O. 1975. Kerimäen ja Kiteen kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkartan selitykset, lehdet 4213 ja 4231. Geologinen tutkimuslaitos. Otaniemi. 45 s.+1liite. http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_4213_4231.pdf
- Nykänen, O. 1983. Punkaharjun ja Parikkalan kartta-alueiden kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, lehdet 4124+4142 ja 4123+4114. Geologinen tutkimuslaitos. Espoo. 81 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_4124_4142_4123_4114.pdf
- Perttunen, M., Stén, C-G., Hyyppä, J. & Grönlund, T. 1984. Toijalan kartta-alueen maaperä. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000. Maaperäkarttojen selitykset. Lehti 2114. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 61 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta100/mps_2114.pdf
- Puustinen, K. 2003. Suomen kaivosteollisuus ja mineraalisten raaka-aineiden tuotanto vuosina 1530-2001, historiallinen katsaus erityisesti tuotantolukujen valossa. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M10.1/2003/3. 578 s.
http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/m10_1_2003_3.pdf
- Pääjärvi, A. 2000. Rautalammin ja Karttulan kartta-alueiden kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset. Lehdet 3223 ja 3224. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 81 s. 1 liite.
http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_3223_3224.pdf
- Rainio, H., Korhonen, R., Lehmuskoski, K, Herola, E. & Kaija, J. 1990. Asikkala. Maaperäkartan 3112 02 selitys. Maaperäkartan 1: 20 000 selitys. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_311202.pdf
- Saarelainen, J. 1990. Selitys Hietajärven valuma-alueen maaperäkarttaan. Maaperäosaston raportti P.22.4.013. Geologian tutkimuskeskus. 3 s. +1 liite.
http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/p22_4_013.pdf

29.11.2017

- Saarelainen, J. 2003a. Ukkolan kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1:20 000. Selitys. Lehti 4431 01. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 6 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_433101.pdf
- Saarelainen, J. & Leino, J. 2003a. Lieksan kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1:20 000. Selitys. Lehti 4432 02. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 8 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_433202.pdf
- Saarelainen, J. & Leino, J. 2003b. Märajälähden kartta-alueen maaperä. Maaperäkartta 1:20 000. Selitys. Lehti 4332 01. Geologian tutkimuskeskus. Kuopio. 7 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta20/mps_433201.pdf
- Saarnisto, M., Rainio, H. & Kutvonen, H. 1994. Salpausselkä ja jääkaudet. Geologian tutkimuskeskus. Opas 36. Lahden kaupunginmuseo. Lahti. 52 s.
http://tupa.gtk.fi/julkaisu/opas/op_036.pdf
- Salli, I. 1955. Suomen geologinen kartta 1:100 000, lehti 2023, Suomusjärvi. Kallioperäkartan selitys, Geologinen tutkimuslaitos. Helsinki. 39 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2023.pdf
- Salminen, R. (toim.) 1995. Alueellinen geokemiallinen kartoitus Suomessa vuosina 1982 – 1994. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 130, 47 s.
http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_130.pdf
- Sauramo, M. 1924. Suomen geologinen yleiskartta. Lehti B2 Tampere. Maalajikartan selitys. Suomen geologinen komissioni. Helsinki. 76 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/maalajikartta400/mls_b2.pdf
- Simonen, A. 1949. Suomen geologinen kartta 1:100 000, lehti 2131, Hämeenlinna. Kallioperäkartan selitys, Geologinen tutkimuslaitos. Helsinki. 45 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2131.pdf
- Simonen, A. 1956. Suomen geologinen kartta 1:100 000, lehti 2024, Somero. Kallioperäkartan selitys, Geologinen tutkimuslaitos. Helsinki. 31 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2024.pdf
- Sorjonen-Ward, P. 1993. Geological map of the Hattu schist belt, Ilomantsi district, eastern Finland 1:50 000. Special Paper 17 liitekartta. Erikoiskartat - Special Maps 29. Geologian tutkimuskeskus. http://tupa.gtk.fi/kartta/erikoiskartta/ek_029.pdf
- Vna 214/2007. Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007).
- Vaarma, M. & Pipping, F. 1997. Alajärven ja Evijärven kartta-alueiden kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, lehdet 2331 ja 2332. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 54 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2331_2332.pdf
- Vaarma, M. & Pipping, F. 2003. Kyyjärvi-Perho kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, lehdet 2313 ja 2314. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 83 s. http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2313_2314.pdf

29.11.2017

Virkkala, K., Hyyppä, J. & Valovirta, V. 1969. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Lehti 2131 Hämeenlinna. Maaperäkartan selitys. Geologinen tutkimuslaitos. Otaniemi. 67 s.
http://tupa.gtk.fi/kartta/maaperakartta100/mps_2131.pdf

Väänänen, J. 1998. Kolarin ja Kurtakon kartta-alueiden kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, lehdet 2713 ja 2731. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.85 s. + 1 Liite. http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2713_2731.pdf

Väänänen, J. 2004. Sieppijärven ja Pasmajärven kartta-alueiden kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, lehdet 2624 ja 2642. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.55 s. + 1 Liite.
http://tupa.gtk.fi/kartta/kallioperakartta100/kps_2624_2642.pdf