Geologian tutkimuskeskus
Vesiratkaisut-yksikkö
Kuopio

Tutkimustyöraportti
9/2020

24.6.2020

GTK/229/03.01/2018

Nilsiän Kirkonkylän pohjavesialueen geologinen rakennetutkimus, haavoittuvuusanalyysi ja pohjavesien virtausmallinnus 2018 - 2019

Jari Hyvärinen, Arto Hyvönen, Juha Mursu,
Arto Kiiskinen ja Tom Rauhaniemi

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS **KUVAILULEHTI**

24.6.2020 / GTK/229/03.01/2018

Tekijät Jari Hyvärinen, Arto Hyvönen, Juha Mursu, Arto Kiiskinen ja Tom Rauhaniemi	Raportin laji Tutkimustyöraportti 9/2020 Toimeksiantaja Pohjois-Savon ELY-keskus Y- ja L- vastuualueet, Kuopion Vesi Liikelaitos ja Kuopion kaupunki.

Raportin nimi
Nilsiän kirkonkylän pohjavesialueen geologinen rakennetutkimus, haavoittuvuusanalyysi ja pohjavesien virtausmallinnus 2018-2019

Tiivistelmä
GTK on tehnyt geologisia rakenneselvityksiä Kuopion Nilsiän kk:n tärkeällä pohjavesialueella. Tutkimuksissa selvitettiin alueen kallionpinnan korkokuvaa, pohjavedenpinnan tasoa ja virtaussuuntia sekä harjumuodostuman geologisia olosuhteita. Tutkimusmenetelminä käytettiin maastokartoituksia, maatutkaluotauksia, raskaita ja kevyitä maaperäkairauksia sekä painovoimamittauksia. Lisäksi otettiin pohjavesinäytteitä sekä selvitettiin alustavia antoisuuksia. Nilsiään laadittiin myös ns. haavoittuvuusanalyysi. Alueelle laadittu pohjavesien virtausmalli on esitetty erillisessä raportissa. Kalliopinnan asema pohjavesialueella vaihtelee noin tasolla noin + 50 - +120 m mpy ja monin paikoin pohjavesialue rajoittuu kallioalueisiin. Pohjavesivyöhykkeen paksuus alueella on suurimmillaan 45 m, mutta toisaalta monin paikoin pohjavesivyöhyke puuttuu kokonaan. Paksuimmillaan pohjavesivyöhyke on eteläosassa Kankaisten välisellä selänteellä, jossa myös kokonaiskerrospaksuus on suurimmillaan. Pohjaveden pinta vaihtelee länsiosan tasosta noin +115 m mpy itäosan noin +95 m mpy tasoon. Kokonaismaakerrospaksuus on pienimmillään vain muutamia metrejä ja paksuimmillaan noin 50 metriä. Pohjaveden laatu osoittautui tutkituilta osiltaan hyväksi.

Asiasanat (kohde, menetelmät jne.)
Pohjavesialue, maatutka, maaperäkairaus, painovoimamittaus, virtausmallinnus, haavoittuvuusanalyysi

Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä)
Suomi, Pohjois-Savo, Kuopio, Nilsiä, Nilsiän kk:n pohjavesialue (ELY-tunnus 0853401)

Karttalehdet
3334 05, P5231

Muut tiedot

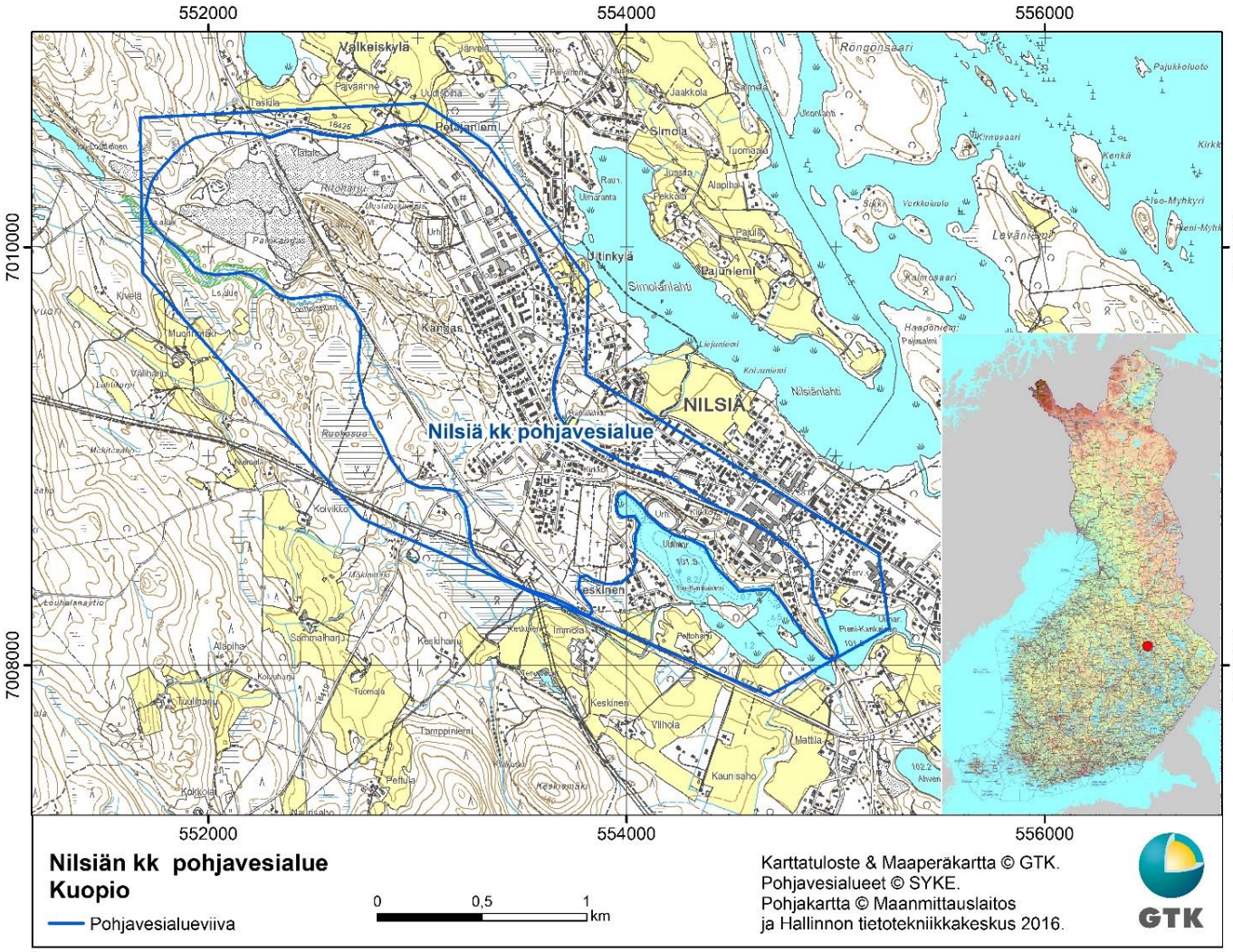
Arkistosarjan nimi Tutkimustyöraportti		Arkistotunnus 9/2020	
Kokonaissivumäärä 34 + 16 liitettä	Kieli suomi	Hinta	Julkisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue PVI, Kuopio		Hanketunnus 50404-40142	
Allekirjoitus/nimen selvennys Eeva Käpyaho Yksikön päällikkö		Allekirjoitus/nimen selvennys Jari Hyvärinen Geologi	

1 JOHDANTO 1
1.1 Yleistä 1
1.2 Aikaisemmat tutkimukset 2
2 Tutkimusalueen kuvaus 3
2.1 Harjumuodostumien syntymekanismeista 4
3 Tutkimusmenetelmät 6
3.1 Maastokartoitus 6
3.2 Maaperäkairaukset ja havaintoputkiasennukset 6
3.3 Painovoimamittaus 7
3.4 Maatutkaluotaus 8
3.5 Pohjavesinäytteenotto ja muut tutkimukset 9
4 Tehdyt tutkimukset 10
4.1 Maastokartoitus 10
4.2 Maaperäkairaukset ja havaintoputkiasennukset 10
4.3 Painovoimamittaus 11
4.4 Maatutkaluotaus 11
4.5 Pohjavesinäytteenotto ja -analyysit 12
5 Mallinnukset ja visualisointi 13
6 Tutkimustulokset 14
6.1 Kallioperän koostumus, rakenne ja korkokuva 14
6.2 Maaperän koostumus 14
6.3 Pohjaveden muodostuminen, varastoituminen ja virtaus 20
6.4 Pohjaveden laatu 21
7 HaavoittuvuusanalyysI 22
7.1 Haavoittuvuusanalyysin hydrogeologiset parametrit 23
7.2 Drastic-indeksi ja sen tulkinta 27
8 Johtopäätökset ja yhteenveto 29
9 Jatkotoimenpide-ehdotukset 30
10 LIITTEET 31

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

GTK toteutti Kuopion kaupungin Nilsiän taajaman alueella sijaitsevan Nilsiän kirkonkylän vedenhankintaan tärkeän pohjavesialueen rakennetutkimuksiin ja virtausmallinnukseen liittyvän tutkimusprojektin yhteisrahoitteisesti Kuopion kaupungin, Kuopion Vesi Liikelaitoksen (1.1.2020 alkaen Kuopion Vesi Oy) sekä Pohjois-Savon ELY-keskuksen ympäristö- ja liikenne- vastuualueiden kanssa vuosien 2018 - 2019 aikana (kuva 1). Tämän rakennetutkimuksen tavoitteena oli selvittää alueen geologista rakennetta ja pohjavesiolosuhteita geofysikaalisilla mittauksilla, maaperäkairauksilla, pohjavesiputkien havaintotiedoilla, maastokartoituksella ja soveltuvilla aikaisemmilla tutkimustiedoilla. Lisäksi pohjavesialueelle laadittiin pohjavesien virtausmalli, josta on tehty erillinen raportti. Pohjavesialueelle laadittiin myös ns. haavoittuvuusanalyysi, joka on kuvattu tämän raportin yhteydessä.



Kuva 1: Tutkimusalue sijaitsee Kuopion kaupungissa Nilsiän taajaman alueella.

Tutkimuksen tavoitteena oli hankkia lisää tietopohjaa alueen vesihuollon turvaamisen sekä vesienhoitosuunnittelun ja maankäytön suunnittelun/toteuttamisen edellyttämille toimenpiteille. Tutkimusalueella sijaitsee käytössä oleva Kuopion Vesiliikelaitoksen operoima Kankaan pohjavedenottamo, jossa on yksi siiviläputkikaivo. Projektin tavoitteiden saavuttamiseksi pyrittiin alueelle paikantamaan vedenhankinnan kannalta keskeiset maaperäyksiköt ja samalla selvittämään alueen kallionpinnan topografiaa useammalla eri maastotutkimusmenetelmällä kuten kairauksin, maatutkaluotauksin ja painovoimamittauksin.

Projektiin osallistuivat GTK:sta Jari Hyvärinen, Arto Hyvönen, Tom Rauhaniemi, Arto Kiiskinen, Janne Tranberg, Hannu Pelkonen ja Juha Mursu sekä koko joukko kenttätutkimushenkilöitä. Kuopion kaupungilta projektissa olivat mukana Päivi Rissanen, Pirkko Nevalainen, Leena Karppinen ja Ari Räsänen, Kuopion Vesi Liikelaitokselta (Kuopion Vesi Oy) Kirsi Tähti sekä ELY-keskuksesta Jussi Aalto ja Hanna Turunen. Kairaus- ja pohjavesiputkien asennuksen suoritti tilaustutkimuksena Suomen GPS-mittaus Juhani Hiltusen johdolla. Projektin käytännön koordinoinnista vastasivat pääasiassa Jari Hyvärinen, Jussi Aalto ja Päivi Rissanen.

1.2 Aikaisemmat tutkimukset

Nilsiän kirkonkylän alueella on tehty pohjavesitutkimuksia jo 1960-luvulta alkaen mm. silloisen Kuopion vesipiirin vesitoimiston sekä vesi- ja ympäristöpiirin (nykyisin osana Pohjois-Savon ELY-keskusta) toimesta. Lisäksi tutkimusten suunnittelussa ja toteutuksessa hyödynnettiin alueen kallioperäkarttaa (1:100 000) ja maaperän perus- ja yleiskarttaa ja niiden laatimisen yhteydessä kerättyjä aineistoja. Liitteessä 2 on esitetty aiempien tutkimuspisteiden sijaintia. Käytettävissä olleet tutkimusraportit olivat:

- Maa ja Vesi Oy, Täydentävä pohjavesitutkimus, Nilsiä kk. Työ 2188, 1960.
- Kuopion vesipiirin vesitoimisto, Maaperäkairauksia Nilsiä kk, 1982.
- Kuopion vesipiirin vesitoimisto, Pohjavesitutkimus, Nilsiä kk. Tnro 1599, 1983.
- Savon Suunnittelu Oy, Härkälähteen vedenottamo, yleissuunnitelma. Työ 3041, 1990.
- Pohjois-Savon ympäristökeskus, Öljyvahinkotutkimus Nilsiä kk, 1995.
- SKVSY, Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat, Nilsiän kaupunki, yleinen osa 1, 14.6.2012.
- Kuopion kaupunki, Nilsiän pohjavesialueen suojelusuunnitelma, 23.6.2015.
- Ramboll Oy, Jousilahden pajatontti, Nilsiä. Perustutkimusraportti 12.12.2018.
- Ramboll Oy, Vanha ampumarata, Nilsiä. Perustutkimusraportti 12.12.2018.

Lisäksi työn yhteydessä ja raportointivaiheessa käytettiin mm. seuraavaa kirjallisuutta:

- Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H., Petty, R.H. & Hackett, G. 1987. DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings, USEPA Report 600/2- 87/035. Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory, Ada, Oklahoma.
- Airaksinen, J.U. 1978: Maa- ja pohjavesihydrologia. Pohjoinen, Oulu. 248 s.
- Domenico, P. A., & F. W. Schwartz 1990. Physical and Chemical Hydrogeology, John Wiley, New York. 494 p.
- Fetter, C. W. 1991. Applied Hydrogeology. New York, Macmillan College, 691 s.
- Luoma, S., Backman, B. & Kaipainen, T. 2017. Haavoittuvuusanalyysi Hankoniemen pohjavesialueella. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. Arkistoraportti 55/2017. 17 s., 7 liites.

- Millar, C.E, Turk, I.M. & Foth, H.D., 1965. Fundamentals of Soil Science, John Wiley & Sons, Inc. U.S.A., 491 p.
- Mälkki, Esko, 1999. Pohjavesi ja pohjaveden ympäristö, TAMMI, 304 s.
- Takalo, H. 2011. Pohjaveden haavoittuvuusanalyysi (DRASTIC) Kalajoen Kourinkankaan (A) ja Sievin Lähteenkankaan pohjavesialueilla, menetelmän herkkyysanalyysi sekä haavoittuvuus-analyysi osana pohjavesialueiden suojelusuunnitelmia. Diplomityö, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, Vesi- ja ympäristötekniikan Laboratorio, Oulun Yliopisto. 88 s.

http://www.oulu.fi/poves/pages/publ/dipl/heiditakalo.pdf

2 TUTKIMUSALUEEN KUVAUS

Nilsiän kirkonkylän (0853401, lk 1E) vedenhankintaa varten tärkeäksi luokiteltu pohjavesialue sijaitsee Kuopion kaupungin koillisosassa Nilsiän taajaman alueella. Alueen kokonaispinta-ala on noin 4,85 km^2 ja pohjavesien muodostumisalueen laajuus on vastaavasti noin 2,75 km^2. Pohjavesialueen antoisuudeksi on arvioitu kaikkiaan noin 2 260 m^3/d.

Tutkittu pohjavesialue on osa kaakko-luode suuntaista, yhtenäistä ja varsin merkittävää harjujaksoa, jota voidaan seurata kaakosta Juankoskelta Vuotjärven kautta Nilsiän kirkolle ja edelleen luoteeseen kohti Varpaisjärveä. Nilsiässä harjujaksoa edustaa laajahko osittain delttamainen muodostuma, jossa materiaali on keskeisissä osissa vaihtelevasti soraa ja hiekkaa ja erityisesti itäosassa Syvärin suunnassa hienoa hiekkaa, hietaa ja silttiä. Keskeinen harjuselänne on kuitenkin varsin selkeä, joskin luoteisosassa se on hävinnyt soranoton seurauksena. Keskeisellä harjualueella on myös paljon ja osittain myös syviä suppia. Ja ainakin paikoin taajama-alueen hienorakeisten sedimenttien alapuolella on myös karkeampia hyvin vettä johtavia kerroksia, mutta ne eivät ainakaan laajemmin ulotu Syvärin rantamaille asti.

Tutkimusta varten käytettiin Geologian tutkimuskeskuksen maa-ainestietokannan muodostumarajauksia, hyödynnettiin Maanmittauslaitoksen maastotietokantaa (vektoriaineisto, rasteriaineisto ja mm. Lidar korkeusmallit) ja Suomen ympäristökeskuksen Avoin Tieto –palvelusta saatavia aluerajauksia (pohjavesialueet, pohjaveden havaintopisteet). Työhön liittyi maastotutkimuksia (kairaukset ja luotaukset), joiden yhteydessä tehtiin havaintoja mm. pohjaveden pinnasta, maaperän rakenteesta ja kallionpinnan asemasta. Lisäksi käytettiin aiempien tutkimusten tutkimusraporteista saatuja tietoja liittyen maaperän rakenteeseen ja kallionpinnan tasoon.

Tutkimus tehtiin Geologian tutkimuskeskuksessa vakiintuneen harjujen rakennemalliohjeistuksen mukaisesti. Rakennemallitutkimuksessa käydään läpi alueen aikaisempia geologisia tai vastaavia tutkimuksia sekä laaditaan mallit maan-, pohjaveden- ja kallionpinnasta. Edelleen rakennemallissa kuvataan vettä johtavan pohjavedellä kyllästyneen maakerroksen, kuivan pohjavesivyöhykkeen yläpuolisen maakerroksen ja irtomaapeitteen kokonaispaksuus. Kerätystä ja interpoloidusta tiedosta laaditaan paikkatieto-ohjelmistolla edelleen visuaaliset maaperän ja kallionpinnan korkokuvamallit sekä harjun rakennetta hyvin kuvaava poikkileikkausprofiili tai –profiileja.

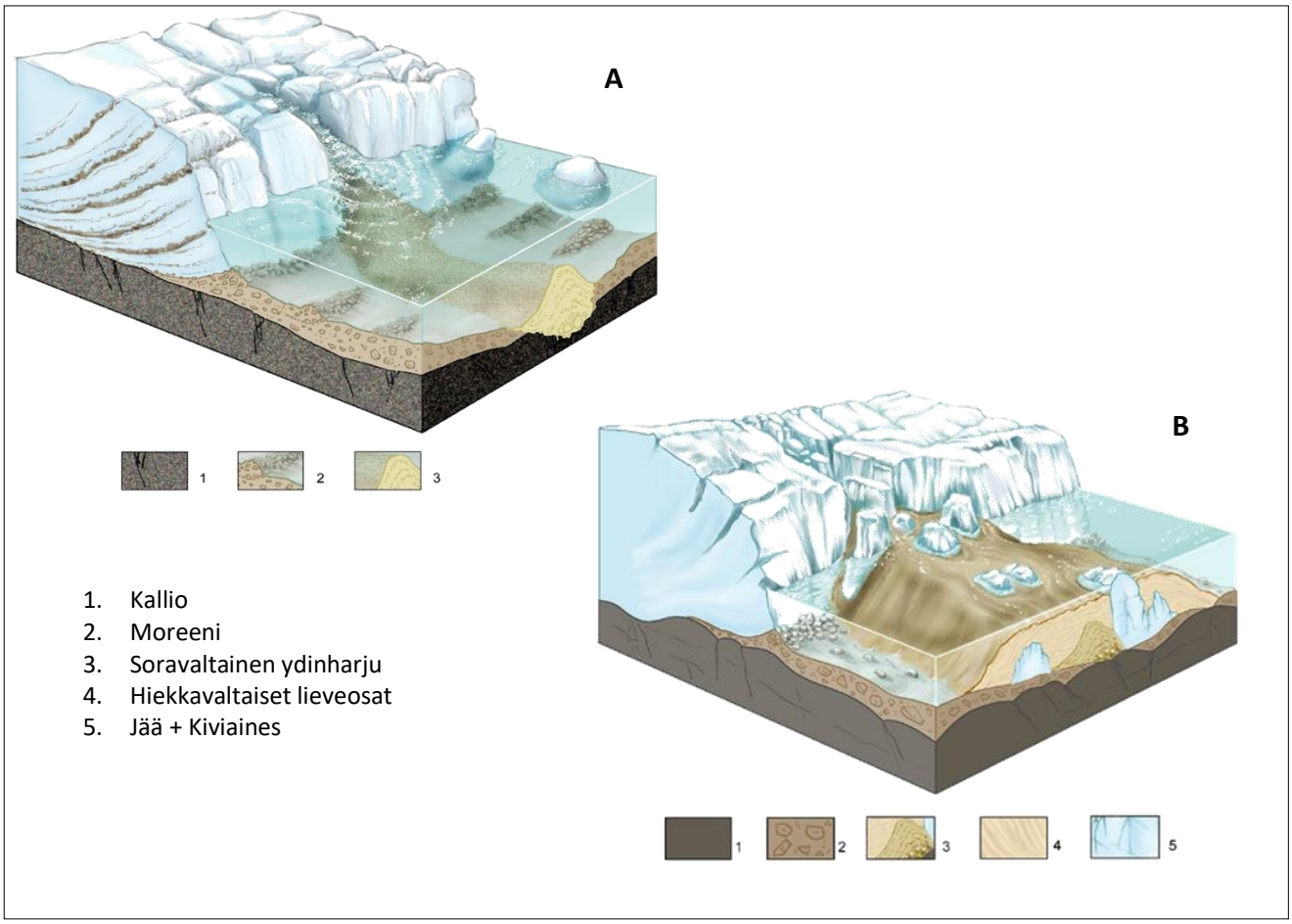
2.1 Harjumuodostumien syntymekanismeista

Mannerjäätikön sulamisvesien vaikutuksesta syntyneitä glasifluviaalisia eli jäätikköjokimuodostumia ovat pitkittäisharjut, deltat sekä ns. lajittuneet sauma- ja reunamuodostumat kuten esim. Salpausselät. Yleisesti puhutaan kuitenkin harjumuodostumista, jotka ovat materiaaliltaan pääasiassa hiekkaa ja soraa, Suomessa harjumuodostumat kattavat maapinta-alasta noin 2,2 %.

Jäätikköjoet syntyvät mannerjäätikön sulamisvesien hakeutuessa jäätikön sisään ja pohjalle, missä ne virtaavat kohti jäätikön reunaa purkautuen lopulta sen edustalla. Suurten jäätikköjokien valuma-alue on saattanut olla jopa yli 1 000 km^2, joten myös sulamisvesimäärät ovat olleet suuria. Merkityksellistä jäätikköjokien kerrostamistapahtumassa on myös jäätikön edustan vedensyvyys, joka itäisen Suomen alueella on ollut noin 10 – 50 metriä harjujen syntyvaiheessa. Pitkittäisharjun poikkileikkauksessa kerrossuhteet ja raekoko ovat vaihtelevia, mutta muodostuman pituussuunnassa rakenteen ja aineksen vaihtelu on yleensä vähäisempää. Syntytavasta johtuen harjun keskivaiheilla voi olla hieman koholla oleva karkeampi ydinosa, josta muodostuma ohenee reunoja kohti symmetrisesti tai epäsymmetrisesti, maa-aineksen muuttuessa samalla hienorakeisemmaksi.

Mannerjäätikön perääntymisvaiheessa jäätikkömassan alle muodostuu jäätikön liikesuuntainen jäätikköjokitunneli, jossa esiintyy kerääntyneiden sulamisvesien voimakkuudeltaan vaihtelevia virtauksia, suurelta osin paineellisissa olosuhteissa. Alkuvaiheessa, tunnelin poikkileikkauksen ollessa pienehkö, jäätikköjoen lajitteluvoima on suurimmillaan. Tällöin tapahtuu karkean aineksen kerrostumista sekä hienomman aineksen huuhtoutumista ja harjuytimen pääosa muodostuu (kuva 2). Tällaiset ytimet ovat tavallisesti koko harjun poikkileikkaukseen nähden pieniä. Niiden aineksen laatu vaihtelee yleensä soraisesta hiekasta kiviseen soraan. Ydinharjun kohdalla kallionpintaa verhonnut moreenipeite on pääosin kulunut pois ja sorat ovat kerrostuneet suoraan kalliota vasten. Ytimen lähelle kerrostuu usein myös karkeita hiekkoja. Harjun karkea ydinosa on tavallisesti myöhemmin kerrostuneiden hienompirakeisten lievehiekkojen ja/tai rantahiekkojen peitossa, eikä sitä ole useinkaan havaittavissa maanpinnalla.

Käytännössä harjujen ns. juuriosien rakenteet kuitenkin vaihtelevat merkittävästi ja niiden poikkileikkaukset ovat usein epäsymmetrisiä ytimen suhteen. Karkeita, hyvin vettä johtavia kerrostumia tavataan usein myös harjuytimen ulkopuolella peitteisinä, esim. kalliopainannealueilla. Osa näiden alueiden aineksesta on myös suoraan jäätikön pohjasta kerrostunutta ja heikommin lajittunutta. Jäätikköjokitunnelin ja jäätikön reunan vaihtelevia kerrostumisolosuhteita kuvastavat puolestaan harjuytimissä esiintyvät katkokset, sekä ydinosan laidoilta tai sisältä yleisesti tavattavat moreenit ja hienorakeiset kerrostumat.



Kuva 2: Kaaviollinen piirros pitkittäisharjun synnystä mannerjäätikön edustalle syvään veteen. A) Harjun karkea ydinosa syntyi tunneliin tai jäätikön reunan välittömään läheisyyteen. Ydinharjussa saattaa esiintyä haarautumia, sivuttaissiirtymiä ja katkoksia esim. sulamisvesien vuodenaikaisvaihtelun tai kerrostumisalustan topografiavaihtelun seurauksena. B) Myöhemmin kerrostuminen jatkui railossa ja/tai kauempana jäätikön reunasta, jolloin syntyivät harjun hiekkavaltaiset lievealueet (Piirrokset: Harri Kutvonen/GTK).

Myöhemmässä vaiheessa mannerjäätikön reuna ohenee ja jäätikkötunneli avartuu tai vaihettuu avokanaaliksi. Tällöin myös sulamisvesien virtausnopeudet ja kuljetusvoima pienenevät, jolloin kerrostuu hienorakeisempia sedimenttejä harjujakson reuna-alueille ja ydinosan päälle (n. lievehiekat). Syvän veden olosuhteissa ohentuneen mannerjäätikön reuna voi alkaa myös kellumaan, jolloin hiekkaista materiaalia saattaa kerrostua useasta eri kohdasta leveämmälle vyöhykkeelle jäätikön edustalle.

Jäätikköjokia on esiintynyt mannerjäätikön pohjan lisäksi myös sen sisällä ja pinnalla, ja ne ovat voineet kerrostaa hiekkaa ja soraa jättämättä jälkeensä varsinaista sulamisvesien virtausuoman sijaintia osoittavaa harjua. Harjun lievehiekkojen ulkopuolella esiintyy puolestaan lähinnä moreenia sekä syvän veden silttejä, jotka ovat kerrostuneet (lähes) seisovaan veteen jäätikön reunan vetäydyttyä kauemmas. Viimeisessä vaiheessa syntyneitä ovat kaikkia edellisiä kerrostumia peittävät hiekkavaltaiset ranta- ja tuulikerrostumat sekä turpeet.

3 TUTKIMUSMENETELMÄT

3.1 Maastokartoitus

Tutkimusalueella tehdyllä maastokartoituksella muodostetaan yleiskäsitys tutkimusalueen geologisista ja hydrogeologisista olosuhteista. Maastokartoituksessa tehdään geomorfologiset pintahavainnot tutkimusalueen keskeisiltä osilta. Myös pohjavesialueella sijaitsevista mahdollisista kalliopaljastumista ja niiden laajuudesta tehtiin havaintoja. Maastokartoituksen yhteydessä pyritään määrittämään myös geofysikaalisten mittauslinjojen ja kairauspisteiden sijaintia. Myös maanomistusolosuhteita pyritään huomioimaan jo maastokartoitusvaiheessa mahdollisuuksien mukaan ja pääsääntöisesti tutkimuksia ei kohdisteta pienille kiinteistöille, esim. omakotitalojen pihoihin.

3.2 Maaperäkairaukset ja havaintoputkiasennukset

Porakonekairaus on erittäin käyttökelpoinen kairausmenetelmä, kun tutkimuskohteen maakerrospaksuudet ovat huomattavat ja maaperä on karkearakeista. Porakonekairauksella saadaan luotettava tieto kallionpinnan asemasta. Kairaus tehdään poraamalla samanaikaisesti tangolla ja suojaputkella kallionpintaan saakka. Kallion tavoittamisen jälkeen kalliovarmistus (kolme metriä) tehdään vielä tankoporauksella. Porakonekairausten yhteydessä voidaan ottaa myös (häiriintyneitä) maanäytteitä tyhjentämällä kairauksissa käytettyä suojaputkea ilmahuuhtelulla. Häiriintymättömiä näytteitä voidaan ottaa erityisillä putkiottimilla.

Maaperäkairauksia voidaan tehdä kevyin painokairausmenetelmin (ns. Cobra –kalusto) tai eripainoisilla tela-alustaisilla, hydrauksilla kairakoneilla, joista kaikkein raskaimmilla voidaan asentaa myös pohjavesiputkia. Tämän työn yhteydessä tehtiin sekä kevyitä maaperäkairauksia (GM50) että asennettiin havaintoputkia raskaalla (GM150) kalustolla.

Kuva 3. Porakonekairausta ja havaintoputkiasennusta Suomen GPS-mittaus Oy:n toimesta raskaalla Geomachine GM150 kairauskalustolla tutkimuspisteellä P41/18. Kuva GTK.

3.3 Painovoimamittaus

Painovoimamittausten avulla voidaan tutkia tiheydeltään ympäristöstä poikkeavien muodostumien paksuutta ja tilavuutta. Koska maaperän tiheys on huomattavasti kallioperän tiheyttä pienempi (tiheysero noin 1 000 kg/m^3), voidaan painovoimamittauksia käyttää myös maapeitteen paksuuden arviointiin. Painovoimamenetelmällä ei voida erotella maaperän eri kerroksia tai pohjavedenpinnan tasoa. Muilla tutkimusmenetelmillä tuotettuja maaperä- ja pohjavesitietoja (esim. kairaus, seisminen luotaus ja maatutkaluotaus) voidaan kuitenkin hyödyntää painovoimamittausten tulkinnassa.

Maapeitteen paksuutta määritettäessä painovoimaprofiilit sijoitetaan maastoon siten, että niiden alku- ja loppupäät ovat kallion paljastumilla tai pisteissä, joissa kallionpinnan tarkka korkeustaso tunnetaan. Lisäksi profiilit saattavat kulkea ristiin toistensa yli. Näin voidaan arvioida painovoimakentän alueellista vaihtelua, jota käytetään maapeitteen paksuustulkinnan perustasona. Kun maa- ja kallioperän välinen tiheysero oletetaan vakioksi ja mittauspisteiden korkeusasema tunnetaan, voidaan painovoima-anomaliasta laskea maapeitteen paksuus. Maaperän todellista paksuutta on kuitenkin tarpeellista kontrolloida riittävän tiheästi esim. kairaamalla, koska sekä kallion tiheydestä riippuva alueellinen painovoimataso että irtomaapeitteen tiheys voivat vaihdella mittauslinjalla ja siten vaikuttaa tulkintatulokseen. Tulos kuvaa yleensä hyvin kallionpinnan tason vaihtelua, vaikka maapeitteen tulkitussa paksuudessa saattaa paikoitellen olla epätarkkuutta.

Kuva 4. Painovoimamittausta Scintrex CG5-Autograv gravimetrillä. Työ toteutetaan yleensä kolmen hengen partiona kun mittauksessa käytetään letkuvaakaa. Kuva GTK

3.4 Maatutkaluotaus

Maatutkaluotaus on geofysikaalinen tutkimusmenetelmä, joka perustuu sähkömagneettisten pulssien lähettämiseen maaperään ja takaisin heijastuvien pulssien rekisteröintiin. Maatutkaluotauksella saadaan jatkuvaa profiilitietoa maaperän rakenteesta. Menetelmä on parhaimmillaan harjualueilla, joissa sillä saadaan tietoa jopa yli 30 metrin syvyydeltä kallionpinnan korkokuvasta, pohjavedenpinnan tasosta, irtainten maalajien laadusta ja maaperän kerrosten rakenteesta. Näillä tiedoilla on merkittävä osuus alueilla, joilla on vähän maaperäleikkauksia.

Kaikki maatutkalinjat on tulkittu ja saatuja tuloksia on hyödynnetty soveltuvin osin sekä kallion- että pohjavedenpinnan syvyyden määrityksessä ja muodostumien sisäisen rakenteen tulkinnassa. Maatutkalinja-aineistot on tallennettu sähköisessä muodossa GTK:n tietokantaan, mistä niitä on tarvittaessa saatavana sekä numeerisena että paperitulosteina. Raportissa on kuitenkin mukana ainoastaan muutama esimerkkilinja.

Kuva 5. Maatutkaluotausta käyttäen jalkaisin vedettävää Ramac ProEx –maatutkakalustoa ja suojaamattomia Rough Terrain letkuantenneja. Kuva A. Hyvönen, GTK.

3.5 Pohjavesinäytteenotto ja muut tutkimukset

Pohjavesiputkesta tehtävään näytteenottoon kuuluu yleensä tyhjennyspumppaus ja varsinainen näytteenottopumppaus (kuva 6). Tyhjennyspumppaus voidaan suorittaa muutamaa päivää ennen näytteenottopumppausta. Veden pumppaaminen ennen näytteenottoa on tärkeää, jotta näyte edustaisi pohjavesivyöhykkeen veden laatua eikä havaintoputkessa seisseen tai näytteen-ottoletkuihin edelliseltä näytteenottopaikalta jääneen veden laatua. Molemmissa pumppauksissa seurataan veden kirkastumista ja parametrien (happi, lämpötila, sähkönjohtavuus ja pH) tasaantumista antureilla läpivirtauskammiosta.

Ennen näytteenottoa vettä pumpataan vähintään 15 minuuttia vielä veden kirkastumisen jälkeenkin ja samalla YSI-mittarilla seurataan laadun tasoittumista. Tällöin vettä on pumpattu tuotosta riippuen 100 - 300 litraa, ja vesi on vaihtunut havaintoputkessa useampaan kertaan.

Vesinäyte voidaan ottaa joko pumppaamalla kokoomanäytteenä tai kaksoistulppaottimella. Kokoomanäyte edustaa koko pohjavesiputkea. Kaksoistulppaottimella voidaan eristää putken pohja tai tietty kerrosväli josta näyte pumpataan.

Näytteenotto suoritettiin GTK:n laatujärjestelmän ohjeiden mukaisesti ja analysoitiin akreditoidussa laboratoriossa (Labtium). Näytteenkäsittely suoritettiin laboratorion antamien ohjeiden mukaisesti. Kentällä pumppauksen yhteydessä vedestä mitataan antureilla läpivirtauskammiosta happi, pH, sähkönjohtavuus, Redox ja lämpötila.

Kuva 6. Esimerkkikuva pohjavesinäytteenoton järjestelyistä havaintoputkella. Kuva Arto Kiiskinen.

4 TEHDYT TUTKIMUKSET

4.1 Maastokartoitus

Maastokartoituksia tehtiin pääasiassa touko-kesäkuun 2018 aikana. Havaintojen ja karttatulkintojen perusteella suunniteltiin painovoima- ja maatutkalinjojen kulkureitit sekä uusien kairaus- ja pohjavesiputkien asennuspaikat. Samalla tutustuttiin alueen yleispiirteisiin, kuten rakennetun ympäristön, maa-ainesten ottoalueiden, vesistöjen ja harjumuodostuman sijaintiin. Maastohavaintoja luonnollisesti tehtiin pitkin matkaa ja myös tarkentavien tutkimusten yhteydessä. Tutkimusalueen luoteis- ja pohjoisosassa on laajahko maa-ainestenottoalue, joista harjun sisäistä rakennetta (pohjavesipinnan yläpuolella) pystyttiin jonkun verran selvittämään. Eteläosassa (ja taajama-alueella) sen sijaan ei ole leikkauksia lainkaan.

4.2 Maaperäkairaukset ja havaintoputkiasennukset

Tutkimusalueelle tehtiin raskaita maaperäkairauksia 15. - 25.10.2018 kaikkiaan 12 pisteeseen, joista kaikkiin pisteisiin asennettiin sisähalkaisijaltaan 52 mm muovinen (PEH) pohjaveden havaintoputki (kuva 3). Kairaukset toteutti Suomen GPS-mittaus Oy raskaalla GM150 -kairausyksiköllä ja kaikki kairaukset ulottuivat kallioperään saakka kolmen (3) metrin kalliovarmistuksella. Kairaussyvyydet maaperän osalta vaihtelivat noin 7,6 m – 42,0 m välillä ja kallioperän taso vaihteli kairauspisteissä tasossa noin +68,8 - +106,8 m mpy. Tutkimusalueen kairauspisteiden numerointi (Hp1, Hp2 jne.) muutettiin tutkimusten loppuvaiheessa ELY-keskuksen käyttämään Nilsiän kk:n pohjavesialueen juoksevaan numerointiin (P31/18, P32/18 jne.).

Materiaali kairauspisteissä vaihteli hienosta hiekasta kiviseen soraan. Kairauspöytäkirjat ja havaintoputkikortit löytyvät liitteistä 9.1 – 9.12. Kairausten yhteydessä otettiin myös maaperänäytteitä vallitsevista kerroksista myöhempiä tarkasteluja varten. Maaperäkairausta tehtiin yhteensä 147,6 metriä ja kalliovarmistuksia tehtiin kaikkiaan 27,0 metriä. Maaperänäytteitä putkiasennusten yhteydessä otettiin kaikkiaan 44 kpl.

Kaikissa tässä yhteydessä asennetuissa havaintoputkissa tehtiin alustavat kerroksittaiset vedenlaatuselvitykset YSI-mittarilla marraskuun 2018 alussa (liite 12). Valitettavasti osaa mittauksia häiritsivät ongelmat datan purkuohjelmassa, joten osaa parametreistä ei lopulta saatu ollenkaan talteen. Esiselvitysten perusteella useimmista havaintoputkista otettiin marraskuussa 2018 myös varsinaiset kerroksittaiset pohjavesinäytteet, joiden tulokset on esitetty liitteessä 13. Pohjaveden laatua on käsitelty tarkemmin luvussa 4.5.

Nilsiän tutkimusalueella tehtiin vielä marraskuun 2019 alkupuolella maaperäkairauksia kevyellä, tela-alustaisella GM50 kairakoneella, lähinnä tarkentaen taajama-alueen geologisia olosuhteita sekä myös tarkentamaan muutamien painovoimamittauslinjojen tulkintaa. Maaperäkairauksia tehtiin kaikkiaan 22 pisteessä liitekartan (liite 1) osoittamissa paikoissa. Kairaussyvyydet vaihtelivat välillä noin 5 – 29 metrin välillä ja useimmissa kairauksissa tavoitettiin mitä suurimmalla todennäköisyydellä myös kallioperä. Kairaustulokset on esitetty liitteessä 11.

4.3 Painovoimamittaus

Painovoimamittauksia tutkimusalueella tehtiin 27.6. – 5.10.2018 välisenä aikana. Kaikkiaan mitattiin painovoima 520 pisteessä ja mittauslinjojen yhteispituus oli kaikkiaan noin 10 km (liite 1). Mittauksissa käytettiin Scintrex CG5-Autograv –gravimetriä (kuva 4). Mittauslinjojen päät sekä joitakin pisteitä linjan keskiosista sidottiin maastoon VRS-GPS -mittauksilla ja samalla näihin pisteisiin tehtiin korkeussidonnat (korkeus sidottiin mittauksissa N60-järjestelmään, mutta korjattiin myöhemmin N2000-järjestelmään). Mittauspisteiden väliset suhteelliset korkeuserot mitattiin letkuvaa'alla ja sidottiin linjalla oleviin korkeussidontapisteisiin.

Painovoimamittaustuloksista laskettiin ns. Bouguer-anomalia keskitiheydellä 2670 kg/m^3. Tämän jälkeen Bouguer-anomalialle tehtiin tehtiin 3D-topografinen korjaus Geosoftin Oasis montaj 9.1-ohjelmistolla. Topografisella korjauksella pyritään poistamaan maanpinnan topografiavaihtelun aiheuttamia painovoima-anomalioita. Korjauksessa käytettiin laserkeilaus-aineistoa, johon oli lisätty painovoimamittauksen yhteydessä mitatut korkeusarvot.

Painovoimamittausaineiston tulkinta tehtiin Tensor Research:n ModelVision 15 -ohjelmistolla. Paikallisesta painovoima-anomalian vaihtelusta tulkittiin maapeitteen paksuus olettaen, että painovoimavaihtelu aiheutuu pääasiassa maa-aineksesta. Malli sidottiin pisteissä, joissa kallion pinnan taso tunnettiin (kairauspiste tai muu tieto). Tulkinnassa pohjavedenpinnan yläpuoliselle maa-ainekselle käytettiin tiheyttä 1600 kg/m^3 ja pohjaveden kyllästämälle maa-ainekselle 1900 kg/m^3. Painovoimamittaukset tehtiin varsin kattavasti, joten mm. kalliopintamallia voidaan pitää varsin luotettavana. Tulkitut painovoimaprofiilit on esitetty liitteessä 8.

4.4 Maatutkaluotaus

Projektissa käytettiin Malå / Ramac ProEx -maatutkakalustoa varustettuna ns. letkuantenneilla (Rough Terrain Antenna, 25 ja 100 MHz taajuudet). Laitteiston keskusyksikköä ja monitoria kannetaan päälle puettavassa kantolaitteessa, johon kiinnitetään letkuantennit sekä yhdistetään ne keskus-yksikköön. Laitteistoon integroidaan vielä samanaikaisesti sijaintitietoa lähettävä GPS -yksikkö. Tutkimusväline soveltuu hyvin harjumaastossa tapahtuvaan mittaukseen, koska sille ei tarvitse olla erikseen maastoon raivattuja kulkureittejä tai polkuja (kuva 5).

Luotauslinjat paikannettiin laitteistoon kytketyllä GPS – laitteella, jonka antama sijaintitarkkuus x-y -tasossa on muutamia metrejä. Luotauslinjoille haettiin korkeustieto Maanmittauslaitoksen DEM 2 m eli laserkeilausaineistosta ArcGis -paikkatieto-ohjelmaan tehdyllä Z-Poiminta 2-2-0–työkalulla. Maatutkaluotausdatan tulkinta tehtiin GeoDoctor-ohjelmistolla. Luotausprofiilien maakerrosten dielektrisyysarvoina käytettiin yleensä ε_r = 5.9.

Tutkimusalueella tehtiin maatutkaluotauksia parin päivän aikana syksyllä 2018. Luotauksissa vedettiin samanaikaisesti kahta suojaamatonta letkututka-antennia, joiden taajuudet olivat 25 MHz ja 100 MHz. Maatutkaluotausprofiilit tulkittiin GeoDoctor -ohjelmalla. Maatutkalinjoja tehtiin alueelle kaikkiaan 45 kpl ja niiden yhteispituus on noin 25 km (liite 1 ja 15).

Maatutkaprofiileista oli yleensä hyvin tulkittavissa pohjavedenpinnan yläpuolisia kerrosrakenteita. Nämä kerrosrakenteet näkyvät nimenomaan 100 MHz:n tutka-antennilla. Myös pohjaveden pinta oli monin paikoin molemmilla mittaustaajuuksilla tehdyissä luotausprofiileissa näkyvissä. 25 MHz:n tutkakuvalta pohjavesivyöhykkeen alkaminen voitiin alueella yleensä tulkita. Pohjavedenpinnan alapuolelta tulkinnan epävarmuus kasvoi, mutta alueelta oli käytettävissä runsaasti sekä uusia, että vanhoja kairausaineistoja, joita käyttämällä referenssinä voitiin tutkaprofiileilta tulkita kallion ja moreenin pinnantasoa myös kairauspisteiden väliltä.

4.5 Pohjavesinäytteenotto ja -analyysit

Tämän tutkimuksen yhteydessä asennetuista havaintoputkista tehtiin In Situ-mittaukset havaintoputkeen upotettavalla YSI ProDSS -mittauslaitteistolla ja samalla selvitettiin pohjaveden laadun mahdollista kerrostuneisuutta (liite 12 ja 13, kuva 6). Havaintoputkista mitattiin noin kahden metrin välein pohjaveden lämpötila, sähkönjohtavuus, liuennut happipitoisuus, ORP (redox-potentiaali) sekä pH. Pohjaveden laatu oli kaikissa havaintoputkissa ja kaikilla mittaustasoilla pääasiassa moitteetonta tutkittujen parametrien osalta.

Ysi-mittausten perusteella havaintoputkista otettiin lisäksi varsinaiset pohjavesinäytteet pohjaveden laadun selvittämiseksi. Pohjavesinäytteitä otettiin siis kaikkiaan 12 kpl (taulukko 1 alla).

P31/18	P32/18	P33/18	P34/18	P35/18	P37/18	P38/18	P40/18	P41/18	P42/18
– 2 m	-5 m	– 4 m	– 2 m	– 2 m	– 1,5 m	– 5 m ja -15 m	– 1 m ja – 15 m	– 2 m	– 11 m
1	1	1	1	1	1	2	2	1	1

Taulukko 1. Pohjavesinäytteet eri havaintoputkista, näytteenottosyvyys pohjavesipinnasta ja näytteiden lkm.

Pohjavesiputket huuhtelupumpattiin Waterra sytkypumpulla perusteellisesti ennen näytteenottoa. Kerrosmittausten (YSI ProDSS) perusteella päätettiin varsinaiset näytteenottosyvyydet. Alussa paikoitellen hyvinkin samea (hienoainespitoinen) pohjavesi saatiin pumppauksen avulla kirkastumaan kohtuullisen hyvin kaikissa pisteissä ja syvyyksissä. In situ mittaukset tehtiin läpivirtauskaukalosta, johon pumpattu vesi johdettiin. Pohjavesinäytteet analysoitiin Labtium Oy:n ja MetroLab Oy:n vesilaboratorioissa Espoossa. Näytteistä analysoitiin laaja kationivalikoima (31 kpl) ja tärkeimmät anionit sekä lisäksi mm. kloridit ja typpiyhdisteet (taulukko 1). Havaintoputkien sijainti on esitetty liitteen 1 tutkimuskartassa.

5 MALLINNUKSET JA VISUALISOINTI

Kairauksista, painovoimamittauksista ja paljastumahavainnoista saadut kallionpinnan tasotiedot yhdistettiin ArcGIS -ohjelmistolla. Aineistosta laskettiin Topo to grid -interpolointimenetelmällä mallit tutkimusalueen kallionpinnan korkokuvasta. Pohjavesipintamallit tehtiin vastaavalla tavalla hyödyntäen alueelle aiemmin ja tämän tutkimuksen yhteydessä asennettujen pohjavesiputkien pohjavedenpinnan tasotietoja. Saadut pintamallit on visualisoitu ArcGIS-ohjelmistolla. Mallien interpoloinnin ulottuvuutena tunnetuilta tasopisteiltä on käytetty kallionpinnan osalta 150 metriä ja pohjavesipinnan osalta 300 metriä. Tutkimusalueen mallinnukset ovat liitteissä 3–7. Pintamalleja tarkasteltaessa on aina huomioitava mittaus- ja mallinnusmenetelmien rajoitukset.

Kallionpinnan korkeustaso on varmasti selvillä vain kairauspisteissä ja avokallioilla. Painovoimalinjojen mittauspisteille tulkitut syvyydet antavat ainoastaan yleiskuvan kallionpinnan korkeustasosta. Mallinnusohjelmisto tasoittaa interpoloimalla tunnettujen ja tulkittujen kallionpintapisteiden välit. Tästä johtuen interpoloidussa mallissa käytettyjen tasopisteiden välialueilla voi olla laajojakin kalliokohoumia tai -painanteita, joita ei pintamallissa voida havaita.

Kallionpintamallin reuna-alueilla myös painovoimalinjojen ja kairauspisteiden puutteesta johtuva kalliopaljastumien korkeustasojen ylikorostuminen saattaa aiheuttaa mallin vääristymistä. Pohjavesialuerajojen sisäpuolella mallin tarkkuus on kuitenkin melko hyvä. Kalliopinnan taso saatiin selville melko kattavasti kairaustietojen, kalliopaljastumien, maatutkaluotauksen ja painovoimamittauslinjaston ansiosta. Tutkimusalueen keskeisimmissä osissa kallionpintatiedot perustuvat suurilta osin painovoimamittauksista saatujen tietojen tulkintaan ja osin myös kairaustietoihin. Näillä alueilla laskentamallit ovat melko luotettavia.

Pohjavedellä kyllästyneen maapeitteen paksuus on laskettu pohjavesi- ja kallionpintamallien erotuksena. Tämän vuoksi visualisointi on voitu tehdä vain alueilta joilta oli käytettävissä sekä kallionpinnan että pohjavedenpinnan mallit. Pohjavedenpinnan yläpuolisen irtomaapeitteen paksuus saatiin tutkimusalueen maanpinnan korkeusmallin ja pohjavesipintamallin erotuksesta.

6 TUTKIMUSTULOKSET

6.1 Kallioperän koostumus, rakenne ja korkokuva

Tutkimusalueen kallioperä koostuu käytännössä kokonaan metamorfoituneista tonaliittisista migmatiiteistä (kallioperäkartta 1:200 000, liite 14). Nilsiän taajaman itä- ja länsipuolella, tutkimusalueen ulkopuolella, esiintyy kvartsiitteja ja granaatti-kordieriitti-stauroliittikiviä (= happamia vulkaniitteja). Jonkun verran alueella esiintyy ruhjeisuutta ja kallioperän heikkousvyöhykkeitä.

Kallionpintamallin muodostamiseen käytettiin aiemmissa tutkimuksissa tehtyjä kairaushavaintoja, uusien kairauspisteiden kalliotietoja, painovoimamittauspisteiden kallionpintatulkintaa sekä osaa tämän tutkimuksen yhteydessä tehtyä maatutkaluotaustulkintaa. Maatutkalinjoilta haettiin ne kalliopinnaksi tai pohjaksi tulkitut pisteet, joiden etäisyys oli vähintään 25 m tulkitusta painovoimamittauspisteestä tai 10 m varmistetusta kalliokairauspisteestä. Kallionpinnan muodostamiseen käytettiin myös maastotarkistusten yhteydessä havaittuja kalliopaljastumia sekä Maanmittauslaitoksen maastotietokannan kallio- ja kallioaluehavaintoja. Kallionpinta interpoloitiin ArcGis 10.3 –paikkatieto-ohjelman Topo To Raster –työkalulla.

Tutkimusalueella kalliopinta on varsin tasainen eikä keskeisellä harjualueella kuten ei taajamankaan alueella ole ollenkaan kalliopaljastumia. Ainoat kalliopaljastumat ovat Tahkolle menevän tien länsipuolella Palokankaan laajalla soramonttualueella, jossa nimenomaan soranotto on paljastunut kallioperää siellä täällä. Kalliopinta vaihtelee tutkimusalueella noin tasolla + 60 m mpy - +125 m mpy, matalimmillaan kallioperä on taajama-alueen eteläpuolella kaakko-luode suuntaisessa kallioperän ruhjeessa (Iso-Kankaiselta luoteeseen) ja toisaalta taajaman pohjoispuolella myös kaakko-luode suuntaisessa ruhjeessa. Toisaalta kalliopainanteiden (ruhjeiden) pohjan rikkonaisuudesta ei ole havaintoja eli kalliopinta voi olla ylempänä. Liitteessä 3 on esitetty kalliopinnan taso interpoloituna.

Korkeimmillaan kallioperän asema on alueen luoteisosassa Palokankaalla, jossa sijaitsee myös pohjavesialueen ainoat kalliopaljastumat soramonttualueen pohjalla. Heti tutkimusalueen lounaispuolella kallioperä nousee tasolle noin +180 m mpy ja edelleen muutaman kilometrin päässä Kinahmilla tasoon yli +300 m mpy.

6.2 Maaperän koostumus

Tutkimusalueen suurimmat maakerrospaksuudet olivat kairausten yhteydessä noin 42 metriä ja muusta aineistosta tulkittuna yli 50 metrin luokkaa. Suurimmat kerrospaksuudet löytyvät tutkimusalueen läpi kulkevista kallioperän kaakko-luoden suuntaisista painanteista (ruhjeista), joista pohjoisemmassa on syvyyttä lähes 60 metriä, mutta materiaalin laadusta ei ole tietoa, koska alueelle ei ole tehty kairauksia. Ohuimmillaan maapeitteet ovat alueen luoteisosassa, jossa soramonttualueella on paikoin kallioperä näkyvissä. Varsinaisen harjualueen itäosassa eli Syväriin rajautuvalla alueella maapeitteet ovat paksuja (noin 20 – 30 m), mutta maaperä on käytännössä hienoa hiekkaa ja hietaa koko kerrospaksuudeltaan (liitteet 2, 5 ja 7).

Kaikista pisteistä otettiin talteen kalliosoijanäytteet myöhempiä tarkasteluja varten. Kairauspisteiden sijainnit näkyvät liitteessä 1, havaintoputkikortit ovat liitteessä 9 ja kairausprofiilit löytyvät liitteestä 10. Maaperän kokonaispaksuus on esitetty liitteessä 7. Kairauspisteiden (havaintoputkien) numerointi on Nilsiän pohjavesialueelle sovittu juokseva numero sekä asennusvuosiluku. Kaikkiin kairauspisteisiin asennettiin pohjaveden havaintoputki.

Kairauspiste P31/18

Kairauspiste P31/18 sijaitsee harjumuodostuman pohjoisosassa aivan pohjavesialueen reunassa (hiukan nykykyisen pohjavesialuerajauksen ulkopuolella) pellolla lähellä Valkeisen rantaa. Maanpinta pisteellä on tasossa noin +109,5 m mpy. Kallioperä pisteellä on noin 7,4 m maanpinnan alapuolella (tasossa noin +102 m mpy) ja materiaali on 0 - 4,5 m hienoa hiekkaa ja sen alapuolella hiekkaista soraa. Pohjavesipinta on noin 3,5 m maanpinnasta tasossa, noin +106 m mpy, ja siiviläputkea pisteessä on noin neljä metriä. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä kaksi maaperänäytettä tasoilta 2 - 3 m ja 7,5 - 9,5 m maanpinnasta myöhempiä tarkasteluja varten.

Kairauspiste P32/18

Kairauspiste P32/18 pohjavesialueen koilliskulmassa lähellä Syvärin Nilsiänlahtea ja Pappilanjoen rantaa hiukan nykykyisen pohjavesialuerajauksen ulkopuolella. Maanpinta pisteellä on tasossa noin +97 m mpy. Kallioperä pisteellä on noin 11,2 m syvyydellä maanpinnasta (+86 m mpy) ja materiaali on pintaosissa vaihtelevasti hienoa hiekkaa, silttiä ja savea ja sitten syvemmällä 8 – 11 m maanpinnasta soravaltaista, lajittunutta harjumateriaalia. Pohjavesipinta on noin puolen metrin syvyydessä maanpinnasta tasolla noin +96,6 m mpy ja siiviläputkea pisteessä on 6,0 m. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä viisi maaperänäytettä tasoilta 0 - 0,7 m, 0,7 - 1,5 m, 1,5 - 4,2 m, 6-7 m ja 8-9 m syvyydestä maanpinnasta myöhempiä tarkasteluja varten.

Kairauspiste P33/18

Kairauspiste P33/18 sijaitsee pohjavesialueen pohjoisosassa Nilsiäntien (Valkeiskylä) varressa lähellä Nilsiän Sora Oy:n risteystä. Maanpinta pisteellä on tasossa noin +118 m mpy. Kallioperä alueella on noin 19,4 metrin syvyydessä maanpinnasta ja materiaali pisteessä on hiekkavaltaista, aivan pohjalla (18,2 - 19,4 m) ohuelti soraisempaa. Pohjavesi on vajaan 12 m syvyydessä maanpinnasta tasossa noin +106,54 m mpy ja siiviläputkea pisteeseen on asennettu 10 m kalliopinnasta lukien. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä myöhempiä tarkasteluja varten neljä maaperänäytettä tasoilta 5-6 m, 12,5 - 13,5 m, 16 - 17 m ja 18 - 19,2 m maanpinnasta.

Kairauspiste P34/18

Kairauspiste P34/18 sijaitsee pohjavesialueen länsireunassa Loutteispuron tuntumassa Palokankaan soranottoalueen eteläpuolella. Kallioperä alueella on ainoastaan 4,4 m syvyydessä maanpinnasta ja materiaali on pintaosissa hiekkaa ja syvemmällä 3 - 4,4 m soravaltaista. Pohjavesipinta on noin -1,6 m syvyydellä maanpinnasta tasolla + 113,8 m mpy. Pisteeseen asennettiin neljä metriä siiviläputkea. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä myöhempiä tarkasteluja varten kaksi maaperänäytettä tasoilta 1 - 2,5 m ja 3 - 4,2 m maanpinnasta.

Kairauspiste P35/18

Kairauspiste P35/18 sijaitsee keskellä pohjavesialuetta olevassa vanhassa maa-ainestenottokuopassa, jossa maanpinta on tasolla noin +123 m mpy ja kallioperä on noin 27 metrin syvyydessä tasolla noin +96,4 m mpy. Maaperä pisteellä on pintaosissa hiekkavaltaista ja 12 - 19 m syvyydessä soravaltaista. Pohjavesipinta on noin 20 m syvyydessä ja pisteeseen asennettiin siiviläputkea kaikkiaan 8 metriä. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä myöhempiä tarkasteluja varten neljä maaperänäytettä tasoilta 2,5 - 4 m, 8 - 10 m, 12,5 - 14 m ja 19 - 22 m maanpinnasta.

Kairauspiste P36/18

Kairauspiste P36/18 sijaitsee kairauspisteeltä 35/18 muutaman sata metriä koilliseen Nilsiäntien varressa kuntopolun vieressä. Maanpinta alueella on tasossa noin +118 m mpy ja kalliopinta on 17,2 metrin syvyydessä tasolla reilut +100 m mpy. Materiaali pisteellä on noin 15 metriin saakka hiekkavaltaista, mutta syvemmällä hienoa hiekkaa ja ihan pohjalla moreenia. Pohjavesipinta on noin 15 metrin syvyydessä maanpinnasta tasolla noin +104,3 m mpy. Pisteeseen asennettiin havaintoputki, jossa on 6 metriä siivilää pohjalla. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä myöhempiä tarkasteluja varten neljä maaperänäytettä tasoilta 4,5 - 5,5 m, 11 - 12,5 m, 15 - 16,5 m ja 16 - 17 m maanpinnasta.

Kairauspiste P37/18

Kairauspiste P37/18 sijaitsee keskeisellä pohjavesialueella vesitornin ja tanssilavan välisessä syvässä supassa Ritoharjun alueella. Maanpinta supan pohjalla on tasossa noin +113 ja kallioperä alueella on vain 11,2 m syvyydessä maanpinnasta tasolla noin +102 m mpy. Materiaali pisteellä on pinnasta pohjaan saakka hiekkavaltaista, pintaosissa soraista hiekkaa. Pohjavedenpinta on noin 8,5 metriä maanpinnasta tasolla noin +104,6 m mpy. Pisteeseen asennettiin havaintoputki, jossa on 6 m siiviläputkea. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä myöhempiä tarkasteluja varten kolme maaperänäytettä tasoilta 4-6 m, 7-8 m ja 10 - 11,5 m maanpinnasta.

Kairauspiste P38/18

Kairauspiste P38/18 tehtiin pohjavesialueen eteläosaan Pieni- ja Iso-Kankaisen väliselle kannakselle ja keskeiselle pitkittäisharjulle (kuva 7). Maanpinta alueella on tasossa noin +110 m mpy ja viereiset Kankaisen lammet ovat tasossa noin +102 m mpy. Kallioperä alueella on noin 39 metrin syvyydessä tasossa noin +71 m mpy ja materiaali on koko kerrospaksuudelta soravaltaista ja syvyydellä 22 - 39 m kivistä soraa. Kyseessä on siis ns. ydinharjumateriaali. Pohjavesipinta oli tasossa noin + 102,5 m mpy ja pisteeseen asennettiin 30 metriä siiviläputkea kalliotasosta ylöspäin. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä myöhempiä tarkasteluja varten kolme maaperänäytettä tasoilta 5 - 7 m, 15 - 16,5 m ja 24,5 - 26 m maanpinnasta.

Kuva 7. Kairausta pisteellä P38/18, syvyydestä 36 - 37 m nousee ilmahuuhtelulla vesi. Kuva Juhani Hiltunen.

Kairauspiste P39/18

Kairauspiste P39/18 sijaitsee pohjavesialueen länsilaidalla Tahkovuorelle menevän tien länsipuolella Loutteispuron varrella. Maanpinta on tasossa noin +110,6 m mpy. Kerrospaksuus alueella on ainoastaan 4,4 m, materiaali on pintaosissa hiekkaa 3,2 m asti ja pohjalla moreenia, kalliopinta on tasossa noin +106 m mpy. Pohjavesipinta on reilun kolmen metrin syvyydessä tasolla +107,3 m mpy, pohjavesivyöhykkeen paksuus on alueella siis vain noin metrin luokkaa. Pisteeseen asennettiin kuitenkin pohjavesiputki, jossa siiviläputkea on kolme metriä. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä myöhempiä tarkasteluja varten kaksi maaperänäytettä tasoilta 1 - 2,5 m ja 3,4 - 4,4 m maanpinnasta.

Kairauspiste P40/18

Kairauspiste P40/18 tehtiin Nilsiän keskustan tuntumaan hautausmaan koillispuolelle Iso-Kankaisen lammen pohjoisrannalle, jossa kallioperä on noin 31,0 metrin syvyydellä maanpinnasta tasolla noin +80 m mpy. Materiaali kairauspisteessä on koko kerrospaksuudelta vaihtelevasti hiekkaa ja soraa (kuva 8). Paksuimmillaan sorakerros on kalliopinnan päällä noin 10 metriä. Pohjavesipinta on noin 10 m syvyydellä maanpinnasta tasolla noin +102 m mpy eli karkeasti samalla tasolla kuin Iso-Kankaisen vesipinta. Pisteeseen asennetussa havaintoputkessa siiviläosuus on 22,0 metriä. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä myöhempiä tarkasteluja varten kaikkiaan kahdeksan maaperänäytettä tasoilta 1 - 2 m, 4,5 - 6 m, 7 - 8,2 m, 10 - 12 m, 12 - 13,5 m, 17 - 19 m, 20 - 21 m ja 26 - 28 m syvyydestä maanpinnasta.

Kuva 8. Soravaltaista materiaalia pisteellä P40/18 syvyydellä 17.0-19.0 m maanpinnasta ja noin 8 m pohjavesipinnan alapuolelta.

Kairauspiste P41/18

Kairauspiste P41/18 tehtiin hautausmaan lounaispuolelle pienen supan pohjalle pohjavesialueen eteläosaan (kuva 9), jossa kallioperä on noin 11 metrin syvyydessä maanpinnasta tasolla noin +100 m mpy. Materiaali pisteellä on koko kerrospaksuudelta hiekkaa ja pohjavedenpinta on vajaan kolmen metrin syvyydessä tasolla noin +109,5 m mpy. Pisteeseen asennetun havaintoputken siiviläosuudella on mittaa 10 m. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä myöhempiä tarkasteluja varten kaksi maaperänäytettä tasoilta 3-4 m ja 10 - 11,5 m maanpinnasta.

Kuva 9. Suomen GPS-mittaus ja GM150 kone Juhani Hiltusen johdolla kairaamassa hautausmaan lounaispuolella pisteessä P41/18 lokakuussa 2018.

Kairauspiste P42/18

Kairauspiste 42/18 tehtiin Syvärin Nilsiänlahden rantamaille aivan pohjavesialueen pohjoisreunalle, jossa kallioperä on 15 metrin syvyydessä tasolla noin +84 m mpy. Materiaali alueella on pintaosissa vaihtelevasti hienoa hiekkaa ja silttiä, mutta pohjalla (13,5 - 15 m) materiaali on soravaltaista. Siiviläputkea asennettiin 4 metriä pohjalle. Pohjavesi pisteessä 12 on paineellista ja nousee parikymmentä senttiä maanpinnan yläpuolelle suojaputkeen. Kairauspisteestä otettiin asennuksen yhteydessä myöhempiä tarkasteluja varten viisi maaperänäytettä tasoilta 0,5 - 1 m, 1 - 3,5 m, 3,5 - 4 m, 8 - 9,5 m ja 13,5 - 15,0 m syvyydeltä maanpinnasta.

6.3 Pohjaveden muodostuminen, varastoituminen ja virtaus

Sekä uuden että vanhan kairaustiedon ja nyt tehtyjen maatutkaluotaustulkintojen perusteella koottiin mallinnuspisteaineisto, josta interpoloitiin yhdessä kallionpintamallin tiiviin eli huonosti vettäläpäisevän pohjan malli. Interpolointi tehtiin ArcGis 10.3 –paikkatieto-ohjelman Topo To Raster –työkalulla. Interpoloitu tiiviin pohjan mallin, kallionpintamallin ja maastotietokannan aineistojen avulla muodostettiin koko mallinnusalueen kattava tiiviin pohjan malli, jota käyttäen voitiin edelleen saada selville pohjavedellä kyllästetyn vettä johtavan kerroksen paksuus.

Nilsiän kirkonkylän pohjavesialueen pohjavedenpinta vaihtelee itäosan, taajama-alueen noin +102 m mpy tasosta länsiosan tasoon noin + 114 m mpy. Taajaman itäosan Iso- ja Pieni-Kankaisen lampien vesipinnat kuvastavat myös pohjavesipinnan asemaa. Syvärin vedenpinnan taso koillisessa on noin tasossa +96 m mpy eli tutkimusalueen itä- ja koillisosan hienorakeiset sedimentit patoavat varsinaisen pohjavesialueen pohjavesiä selvästi Syvärin vedenpintaa korkeammalle. Liitteessä 4 on esitetty pohjavesipinnan tasokartta, jossa pohjavesipinnat on esitetty laskevan tasaisesti lännestä itään Syvärin tasoon saakka. Pohjavettä on varastoituneena eniten liitteen 5 tummimman sinisillä alueilla ja pohjavesivyöhyke on paksuimmillaan reilut 40 metriä. Huomattava on, että länsi-kaakko alueella maaperä on hienoa hiekkaa ja hietaa, joten pohjaveden hyödyntäminen on vaikeampaa.

Pohjavesiä alueella purkautuu pääasiassa kaakossa Kankaisenlampiin sekä koillisessa Syvärin suuntaan laajoina tihkupintoina. Loutteisenpuron alueella pohjavettä sen sijaan jossain määrin imeytyy harjumuodostuman suuntaan. Syvärin suunnassa hiekka-ja sorakerrostumien liepeellä olevat hienohiekat aiheuttavat merkittävää pohjavesien purkautumista Härkölähteen alueella. Alueen vedenhankinnallinen merkitys on kuitenkin materiaalin hienorakeisuudesta johtuen pieni. Pohjaveden virtausta on paikallisesti myös pohjoisosassa Valkeisen suuntaan.

Alueen länsipuolella virtaava Loutteisenpuron länsipuolella on tutkimusten mukaan hiekka ja soravaltaisia kerrostumia, mutta siellä muodostuvien pohjavesien pääsyä itään pohjavesialueella heikentää Loutteisenpuron alueen hienorakeiset sedimentit sekä Tahkolle vievän maantie suuntainen selvästi pohjavesipinnan yläpuolelle laajoilla alueilla nouseva kallioperä. Pohjoisessa Valkeisen(lammen) suunnassa peltoalueiden alla on soravaltaista materiaalia useita metrejä ja se mahdollistaa pohjoisosan vesien virtaamisen ja purkautumisen pohjoiseen kohti Valkeista.

Aivan luoteisoassa Palokankaan alueella pohjavesivyöhyke on varsin epäyhtenäinen johtuen kallioperän korkeasta ja vaihtelevasta asemasta. Myös taajama-alueen alla hienorakeisten sedimenttien alapuolella tavattiin hyvin vettä johtavia soravaltaista materiaalia mm. kairauspisteiden P42/18 ja P32/18 pohjaosissa aivan lähellä Syvärin rantaa. P42/18:ssa pohjavesi on paineenalaista ja se nousee omalla paineellaan muutamia kymmeniä senttejä maanpinnan yläpuolelle. Vaikuttaa siltä että taajama-alueen hienojen sedimenttien alla ei ole siinä määrin soravaltaisia osia, että pohjavesialueella olisi kunnollisia yhteyksiä Syvärin Simolan- ja Nilsiänlahtiin.

6.4 Pohjaveden laatu

Kaikista tämän tutkimuksen yhteydessä asennetuista havaintoputkista tehtiin In Situ-mittaukset (noin kahden metrin välein) havaintoputkeen upotettavalla YSI ProDSS -mittauslaitteistolla ja samalla oli mahdollisuus selvittää myös pohjaveden laadun mahdollista kerrostuneisuutta. Havaintoputkista mitattiin pohjaveden lämpötila, sähkönjohtavuus, liuennut happipitoisuus, ORP (redox-potentiaali) sekä pH. Pohjaveden laatu vaihteli eri alueilla varsin laajalti (liitteet 12 ja 13), mutta esimerkiksi talousveden laatuvaatimuksia (STM 401/2001) ei ylitetty missään pisteessä. Sen sijaan talousveden laatusuositukset ylittyivät raudan suhteen yhdessä pisteessä (P32) ja mangaanin suhteen neljässä havaintoputkessa (P32, P38, P40 ja P42).

Pohjavesiputkia pumpattiin Waterra sytkypumpulla ennen näytteenottoa. Kerrosmittausten (YSI ProDSS) perusteella päätettiin varsinaiset näytteenottosyvyydet. Alussa paikoin hyvinkin samea (hienoainespitoinen) pohjavesi saatiin pumppauksen avulla kirkastumaan kohtuullisesti kaikissa pisteissä ja näytteenotto syvyyksissä. In-situ mittaukset tehtiin läpivirtauskaukalosta, johon pumpattu vesi johdettiin. Pohjavesinäytteet analysoitiin Labtium Oy:n ja MetroLab Oy:n vesilaboratoriossa Espoossa. Näytteistä analysoitiin iso joukko kationeja (31 kpl), tärkeimmät anionit sekä lisäksi mm. kloridit ja typpiyhdisteet (liitteet 11 ja 12).

Pohjavesinäytteet laboratoriomittauksia varten otettiin kymmenestä havaintoputkesta eri syvyyksiltä pohjaveden laadun tarkentamiseksi. Näytteitä ei otettu putkista P36 ja P39, koska niistä ei saatu riittävän edustavaa näytettä pohjaveden vähyyden vuoksi. Pohjavesinäytteitä otettiin kaiken kaikkiaan 12 kpl seuraavasti: P31 -2 m pohjavesipinnasta, P32: -5 m, P33: -4 m, P34: -2 m, P35: -2 m, P37: -1,5 m, P38: -5 m ja – 15 m, P40: - 1 m ja – 15 m, P41: - 2 m sekä P42: -11 m pohjavesipinnasta.

Etenkin havaintoputkessa P32 (P32/18) aivan tutkimusalueen koilliskulmassa (ja pohjavesialueen ulkopuolella), pohjavesi oli koko pohjavesivyöhykkeessä erittäin vähähappista, joka näkyy myös pisteen erittäin korkeissa pohjaveden rauta- ja mangaanipitoisuuksissa (Fe-pitoisuus peräti 20,4 mg/l). Laadultaan parasta vettä oli havaintoputkissa P31, P33, P35 ja P37.

7 HAAVOITTUVUUSANALYYSI

Pohjavesialueelle laadittiin ns. pohjavesialueen haavoittuvuusanalyysi. Menetelmää on kehitetty Suomen hydrogeologisiin olosuhteisiin paremmin soveltuvaksi. DRASTIC – haavoittuvuusanalyysissa pohjavesimuodostuman haavoittuvuus arvioidaan seitsemän hydrogeologisen parametrin perusteella (Luoma et al. 2017):

1) Veden etäisyys maanpinnasta (**D**epth to water)
2) Muodostuvan pohjaveden määrä (net **R**echarge)
3) Maaperä (**A**quifer media)
4) Pintamaa (**S**oil media)
5) Maanpinnan kaltevuus (**T**opography/Slope)
6) Vadoosi vyöhyke (**I**mpact of the vadose zone)
7) Hydraulinen johtavuus (hydraulic **C**onductivity)

Haavoittuvuusanalyysissä hydrogeologisten parametrien ominaisuuden luokitellaan luokkaväleihin, joita vastaavat määrätyt luokka-arvot. Luokka-arvot ovat välillä 1-10. Arvo 1 merkitsee vähiten haavoittuvaa, ja 10 helpoimmin haavoittuvaa ominaisuutta. Jokaista parametria painotetaan määrätyllä painoarvolla välillä 1-5. Painoarvo 5 edustaa pilaantumispotentiaalille merkittävintä ja painoarvo 1 vähiten merkittävää tekijää. Eri parametrien luokka- ja painoarvojen tulojen summista saadaan DRASTIC-indeksi kaavalla $(Dr \times Dw) + (Rr \times Rw) + (Ar \times Aw) + (Sr \times Sw) + (Tr \times Tw) + (Ir \times Iw) + (Cr \times Cw)$ missä r on luokka-arvo ja w on painoarvo (Aller et al. 1987). Eri parametrien luokka-arvot ja painoarvokertoimet esitetään taulukossa 2. Taulukonmukainen maksimi arvo on 270.

Haavoittuvuusanalyysi kuvaa vain geologisia ja hydrogeologisia olosuhteita, eikä huomioi pohjavesialueella sijaitsevia päästölähteitä, pohjaveden virtaussuuntia eikä vedenottamoiden tai muiden altistujien sijaintia. Mikäli haavoittuvuusanalyysilla selvitetty pohjavesialueen luonnollinen haavoittuvuus on alhainen lähellä vedenottamoa, on haitta-aineen aiheuttaman riskin suuruus käytännössä indeksin arvoa suurempi, koska haitta-aineen kulkeutuessa ottamolle sille voi nopeasti altistua suuri määrä vedenkäyttäjiä. Vastaavasti pohjavesialueella sijaitsevat päästölähteet voisivat alhaisen haavoittuvuuden alueellakin aiheuttaa suuren riskin etenkin haitta-ainekuormituksen jatkuessa pidempään.

• *DRASTIC* - Luokkaväli, luokka-arvo ja painoarvo

Parametri	Luokkaväli						
	D	R	A	S	T	I	C
Luokka-arvo (1-10)	Veden etäisyys maanpinnasta (m)	Muodostuvan pohjaveden määrä (mm yr^{-1})	Maaperä	Pintamaa	Maanpinnan kaltevuus (%)	Vadoosi vyöhyke	Hydraulinen johtavuus (K-arvo, m/s)
1	>20	<60	Savi tai savilinssi	Luonnontilainen maanpinta (1)	26-30	Savikerros	10^{-9} - >10^{-10}
2	15-20	60-90	Silttinen-, hiekkainen-, sorainen savi		22-25	Silttinen-, hiekkainen-, sorainen savi	10^{-8} - 10^{-9}
3	10-15	90-120	Siltti		19-21	Siltti, hiekkainen-, sorainen siltti	10^{-7} - 10^{-8}
4	7-10	120-150	Hienoaines-moreeni		18-16	Hienoaines-moreeni	10^{-6} - 10^{-7}
5	5-7	150-180	Hieno hiekka	Osittain luonnontilainen maanpinta (5)	13-15	Hieno hiekka	10^{-5} - 10^{-6}
6	4-5	180-210	Hiekkamoreeni, Soramoreeni		10-12	Hiekkamoreeni, Soramoreeni	10^{-4} - 10^{-5}
7	3-4	210-240	Keskikarkea hiekka		7-9	Keskikarkea hiekka	10^{-3} - 10^{-4}
8	2-3	240-270	Karkea hiekka		5-6	Karkea hiekka	10^{-2} - 10^{-3}
9	1,5-2	270-300	Sora ja hiekka		3-4	Sora	10^{-1} - 10^{-2}
10	< 1,5	>300	Sora	Maanpintaosa on poistettu	0-2	Vadoosi vyöhyke puuttuu	>1 - 10^{-1}
Painoarvo (1-5)	5	4	3	5	2	5	3

Taulukko 2. Parametrien luokka-arvot ja painoarvokertoimet.

7.1 Haavoittuvuusanalyysin hydrogeologiset parametrit

Veden etäisyys maanpinnasta (Drastic), osa-arvo "D"

Haavoittuvuusanalyysissa "veden etäisyys maanpinnasta" -parametri (*depth to water*) osoittaa kuinka pitkän matkan veden tai haitta-aineen on kuljettava maaperässä päästäkseen pohjaveteen. Kun sadevesi imeytyy maaperän läpi pohjaveteen, veden epäpuhtaudet (humusaineet, suolat, mikrobit) suodattuvat maan pintaosissa, erityisesti maannoskerroksessa, tehokkaasti pois vajovedestä. Jos vajovesivyöhyke on hyvin ohut, eivät epäpuhtaudet ehdi suodattua vajovedestä, vaan pääsevät nopeasti pohjaveteen ja sen seurauksena pohjaveden laatu heikkenee (eli haavoittuvuusherkkyys kohoaa).

Suomessa pohjavedenpinta on yleensä 1 - 4 metrin, harjuissa jopa 20 metrin syvyydellä maanpinnasta. Ylimmillään pohjavedenpinta on ollut perinteisesti keväällä lumien sulamisen aikaan, josta se laskee kesän aikana ja nousee uudelleen syyssateiden vaikutuksesta kunnes lumipeitteiden myötä lähtee laskemaan ja on alimmillaan lopputalvesta. Huomioitavaa on, että viime vuosina myöhäisten talvien ja runsassateisten syksyjen ansiosta esiintyy korkeita pohjavesipintoja myös syystalvella ja talvellakin. Pohjavedenpinnan vuotuiset korkeusvaihtelut ovat yleensä 0,1 - 1,0 metriä, mutta voivat poikkeustapauksissa olla useitakin metrejä.

Pohjavedenpinnan korkeusasema saatiin mallinnettua sekä ympäristöhallinnon POVET-tietokannasta saaduilla pohjaveden pintatiedoilla (Suomen Ympäristökeskus 2019), joita täydennettiin tätä tutkimusta varten asennettujen pohjavesiputkien vesipintojen mittauksilla. Veden etäisyys maanpinnasta pohjavedenpintaan -parametrikartta laskettiin vähentämällä maanpinnankorkeudesta (MML:n LiDAR-aineisto) pohjavedenpinnan mallinnettu korkeusasema koko tutkimusalueella. Pohjavesipinnan yläpuolisen maakerroksen paksuuden perusteella tehtiin uusi rasteriaineisto, jolle annettiin taulukon 2 mukainen luokka-arvo (1-10) josta saatiin Drastic-indeksin parametri *Veden etäisyys maanpinnasta "D".* Se esitetään liitteessä 16.2.

Muodostuvan pohjaveden määrä (dRastic), osa-arvo "R"

Muodostuvan pohjaveden määrä – parametri (*net recharge*) on vesimäärä joka suotautuu pohjavedeksi sadannasta (sadevesistä ja lumen sulamisvesistä). Se riippuu sadannan, haihdunnan ja pintavalunnan välisistä suhteista. Siihen vaikuttaa maalajien raekoostumus ja sen kerrosrakenteet sekä huokoisuus (tehokas huokoisuus), maanpinnanmuodot ja kaltevuus sekä kasvillisuus. Harju- ja kangasalueilla sadannasta voi muodostua pohjavedeksi 30 – 60 prosenttia. Soramonttualueilla sadeveden imeytyminen voi olla jopa em. maksimiprosenttiarvoa suurempi.

Suotautuva vesi liuottaa ja kuljettaa haitta-aineita kohti pohjavedenpintaa ja pohjaveden haavoittuvuusherkkyys kasvaa muodostuvan pohjaveden määrän kasvaessa. Lähtökohtana on arvioida, kuinka paljon sadevedestä imeytyy suoraan alaspäin pohjavedeksi. Maaperäkartan pintamaa ratkaisee imeytyvän veden määrän. Myös pohjamaa vaikuttaa imeytymiseen. Jos pintamaa on hienoa hiekkaa ja alla savea niin imeytymiskerroin määräytyy saven mukaisesti. Kun on määritelty pintamaalajin mukainen imeytymismäärä, otetaan vielä huomioon asfaltoidut alueet (yhtenäinen maalajikuvio esim. hieno hiekka, josta osa on asfaltin peitossa), pellot (myös salaojitetut) ja tiet.

Tutkimusalueen vuosittainen sademäärä haettiin Ilmatieteen laitoksen sivulta https://ilmasto-opas.fi/fi/datat/mennyt-ja-tuleva-ilmasto#DoubleMapTimelinePlace:vertailu josta löytyy kunnan perusteella ilmatieteen laitoksen sadehavainnot 10 x 10 km interpoloituna rasterina (Ilmatieteen laitos 2019). Tutkimusalueen vuotuiseksi keskimääräiseksi sademääräksi on arvioitu noin 700 mm, jonka perusteella laskettiin rasteri, jossa huomioitiin sadeveden imeytymistä pohjavedeksi joko edesauttavat, tai sitä vähentävät tekijät. Tälle rasteriaineistolle annettiin taulukon 2 mukainen luokka-arvo (1-10) josta saatiin Drastic-parametri *Veden etäisyys maanpinnasta "R"*. Se esitetään liitteessä 16.3.

Maaperä (drAstic), osa-arvo "A"

Maaperä -parametri (*aquifer media*) tarkoittaa haavoittuvuusanalyysissa pohjavesivyöhykkeen maalajia. Pohjavesialueen pilaantumispotentiaali kasvaa vedenläpäisevyyden kasvaessa. Pohjavesivyöhykkeen maalajien tieto saadaan kairaustiedoista ja geofysikaalisista luotauksista. Mikäli nämä tiedot puuttuvat, käytetään maaperäkartan tietoja ja muodostumatyyppiin perustuvaa geologista tulkintaa (Ahonen et al. 2015). Taulukossa 2 esitetään pohjavesivyöhykkeen maalajeista käytetyt haavoittuvuusluokat ja arvot. Geologian tutkimuskeskuksen 1:20 000 maaperäkartan aineistoa täydennettiin tutkimusalueelta saatavilla olevilla kairaustiedoilla ja muodostettiin rasteri, jolle annettiin eri luokka-arvot taulukon 2 mukaisesti josta saatiin Drastic-parametri *Maaperä "Ar"*. Se esitetään liitteessä 16.4.

Pintamaa (maannos) (draStic), osa-arvo ”S”

Maannoksen (*soil media*) kehittymiseen vaikuttavat maaston pinnanmuodot, kasvipeite, lämpö- ja kosteusolot, pohjavedenpinnan asema ja pohjaveden virtaus, maa-aineksen mineraali- ja raekoostumus, maan pintaosan vedenjohtavuus sekä aika. Myös ihmisen toiminta vaikuttaa maannokseen.

Luonnontilainen maannoskerros on Suomessa yleensä podsolimaannos ja ulottuu yleensä noin 1,5–2,5 metrin syvyyteen maanpinnasta. Sen pintaosa koostuu humuskerroksesta, huuhtoutumiskerroksesta ja rikastumiskerroksesta. Luonnontilainen maannoskerros suojaa pohjavettä. Jos se on rikottu, puuttuu tai on ohut, haitta-aineet kulkeutuvat helpommin syvemmälle maaperään ja pohjaveteen, mikä lisää pohjaveden pilaantumisriskiä.

Ihmistoiminta, erityisesti teollisuus ja maatalous voivat vaikuttaa pintavesien laatuun ja sen jälkeen pohjaveden laatuun riippuen pohjaveden ja pintaveden vuorovaikutuksesta. Pintamaa -indeksissä otetaan huomioon myös pintavesialueet esim. järvi tai lampi jotka ovat pohjavesialueella: Pohjavesialueelle sijoittuvat vesistöt arvioidaan kuuluvaksi korkeimpiin riskiluokkiin.

Pintaveden ja pohjaveden vuorovaikutus tulisi kuitenkin selvittää tarkemmin, jos haetaan perusteita esim. pintavesialueiden riskiluokituksen alentamiselle. Pintamaa määritettiin Geologian tutkimuskeskuksen 1: 20 000 maaperäkartan aineistosta ja Maanmittauslaitoksen maastotietokannasta antamalla tutkimusalueen eri osille luokka-arvot taulukon 2 mukaisesti, toisin sanoen alueet saivat luokka-arvonsa sen perusteella, kuinka luonnontilainen (luokka 1) tai muokattu (luokka 5) tai kokonaan poistettu (luokka 10) pintamaa alueella on. Lopputuloksena on Drastic-parametri *Pintamaa ”S”*. Se esitetään liitteessä 16.5.

Maanpinnan kaltevuus (drasTic), osa-arvo ”T”

Maanpinnan muoto ja kaltevuus (*topography/slope*) vaikuttavat veden imeytymiseen ja pintavalunnan määrään. Mitä alhaisempi maanpinnan kaltevuus on, sitä enemmän vedellä on viipymää ja potentiaalia imeytyä, ja sitä korkeampi on pohjaveden haavoittuvuus. Maanpinnan kaltevuuden aiheuttama haavoittuvuus arvioidaan maan pinnan kaltevuuden prosenttiosuuden perusteella. Esimerkiksi 45 asteen kulma on 100 %.

Kaltevuuden laskennassa käytettiin Maanmittauslaitoksen LiDAR-korkeusmallia (Maanmittauslaitos 2019) ja ArcMap Spatial Analyst / Surface-työkalua, jolla tutkimusalueen eri osille laskettiin maanpinnan kaltevuus ja alue luokiteltiin taulukon 2 mukaisesti jolloin saatiin Drastic-parametri *Maanpinnan kaltevuus ”T”*. Se esitetään liitteessä 16.6.

Akviferin vadoosi vyöhyke (drastIc), osa-arvo ”I”

Vadoosi vyöhyke (*impact of the vadose zone*) eli vajovesivyöhyke sijoittuu pohjavedenpinnan yläpuolisen vyöhykkeen ja juurivyöhykkeen välille. Haavoittuvuusanalyysissä pohjaveden pilaantumispotentiaalia arvioidaan vajovesivyöhykkeen maalajin perusteella. Mitä läpäisevämpää materiaalia vajovesivyöhykkeessä on, sitä lyhempi on aineiden kulkeutumisaika ja samalla myös maaperän pidätyskapasiteetti on pienempi, jolloin pohjaveden haavoittuvuusherkkyys kasvaa.

Vajovesivyöhykkeen haavoittuvuusluokituksessa käytetään 1:20 000 maaperäkartan maalajitietoa (Luoma et al. 2017).

Pohjavesikerroksen maalaji saatiin tutkimusalueen kairaustiedoista sekä Geologian tutkimuskeskuksen 1:20 000 maaperäkartasta. Tutkimusalue luokiteltiin taulukon 2 mukaisesti jolloin saatiin Drastic-parametri *Akviferin vadoosi vyöhyke "I"*. Se esitetään liitteessä 16.7.

Akviferin hydraulinen johtavuus (drastiC), osa-arvo "C"

Akviferin pohjavesikerroksen eri maalajien hydraulinen vedenjohtavuus eli ns. K-arvo (*hydraulic conductivity*) vaihtelee pohjavesialueen eri osissa maalajin mukaisesti. Haavoittuvuusanalyysissa korkeampi hydraulinen johtavuus vastaa korkeampaa pohjaveden pilaantumispotentiaalia, koska nopeasti virtaava vesi kuljettaa ja levittää kontaminaatiota tehokkaammin (Aller et al. 1987). Parametrien lähtöarvoina käytetään kirjallisuudessa esitettyjä K-arvoja (Taulukot 2 ja 3) maaperätietoihin perustuen sekä mahdollisia pohjaveden virtausmallinnuksen tuloksia.

Maalaji	K- arvo (m/s)	K- arvo (m/vrk)	Kuvaus
Hyvin lajittunut sora	10^{-2} - 10^{-4}	864.0-8.64	Erittäin hyvin vettäjohtava
Hyvin lajittunut hiekka	10^{-3} - 10^{-5}	86.4-0.864	Hyvin vettäjohtava
Hieno hiekka	10^{-5} - 10^{-7}	0.864-0.00864	Vettäjohtava tai heikosti vettäjohtava
Siltti, Moreeni	10^{-6} - 10^{-8}	0.0864-0.000864	Heikosti tai huonosti vettäjohtava

Taulukko 3. Kirjallisuuden mukaiset vedenjohtavuudet (K-arvot) (Fetter 1991).

Aquifer hydraulic properties (Domenico and Schwartz 1990).

Material	Range Ksat (m/s)[3]	Typical Ksat (m/s)	Range specific yield	Typical specific yield
Gravel	3×10^{-4} to 3×10^{-2}	3×10^{-3}	0.21-0.28	0.24
Coarse sand	9×10^{-7} to 6×10^{-3}	5×10^{-5}	0.26-0.30	0.26
Medium sand	9×10^{-7} to 5×10^{-4}	1×10^{-5}	0.26-0.30	0.26
Fine sand	2×10^{-7} to 2×10^{-4}	5×10^{-6}	0.20-0.30	0.21
Silt, loess	1×10^{-9} to 2×10^{-5}	1×10^{-7}		0.15
Till	1×10^{-12} to 2×10^{-6}	1×10^{-9}	0.06-0.16	0.10
Clay	1×10^{-11} to 4.7×10^{-9}	1×10^{-10}	0.06-0.10	0.08

[1]vertical saturated conductivity is considered to be one-tenth the value of horizontal saturated conductivity.
[2]Specific yield is expressed here as a fraction. It is often reported as a percentage in the literature.
[3]1 meter = 3.28 feet

Taulukko 4. Eri maalajien K-arvoja (Domenico & Schwartz 1990).

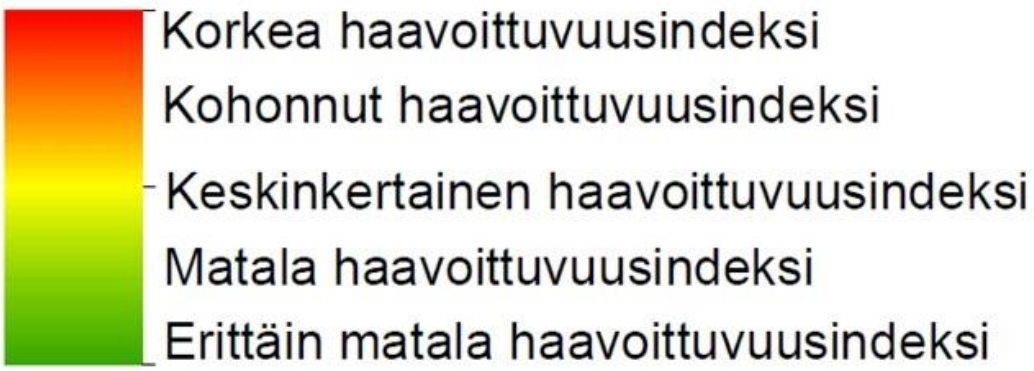
Alueilla, joilla interpoloitu pohjaveden pinta on kalliossa, arvioidaan vedenjohtavuus alhaiseksi. Turpeen vedenjohtavuusarvo on välillä 10^{-9} – 10^{-12}. (Käytännössä saven kanssa samanlainen luokitus.) Pohjavesilammikon/lammen tai pohjavedenpintaa edustavan vesilammikon, K-arvo on suuri (eli yksi; korkein luokka-arvo). Orsivesipinnan K-arvo määräytyy lammikkoa ympäröivän, vettä johtavimman maalajin K-arvon mukaan mikäli orsivesilammikko on yhteydessä pohjaveteen (Hyvönen 2019).

Pohjavesikerroksen maalaji saatiin tutkimusalueen kairaustiedoista sekä Geologian tutkimuskeskuksen 1:20 000 maaperäkartasta. Tutkimusalue luokiteltiin taulukon 2 mukaisesti jolloin saatiin Drastic-parametri *Akviferin hydraulinen johtavuus "C"*. Se esitetään liitteessä 16.8.

7.2 Drastic-indeksi ja sen tulkinta

Edellisissä kappaleissa mallinnetut Drastic-parametrit kerrottiin taulukon 2 mukaisella painokertoimella ja lopullinen haavoittuvuusindeksikartta on näiden painotettujen parametrien summa: DRASTIC indeksi = (*Dr x Dw) + (Rr x Rw) + (Ar x Aw) + (Sr x Sw) + (Tr x Tw) + (Ir x Iw) + (Cr x Cw)* missä *r* on luokka-arvo ja *w* on painoarvo.

Drastic-indeksin korkeampi lukema vastaa suurempaa haavoittuvuutta kuin matala lukema. Ts. pohjavesialueen niillä alueilla, joilla drastic-indeksi saa suurempia lukemia, on pohjavesi haavoittuvaisempi kuin niillä alueilla, joilla indeksin lukema on pienempi. Haavoittuvuuskartassa pohjavesialue on jaettu eri haavoittuvuusindeksi perusteella viiteen luokkaan (kuva 10) niin, että punaisella väritetyillä alueilla pohjavedellä on korkein haavoittuvuusindeksi ja vihreäksi väritetyillä alueilla haavoittuvuusindeksi on matalin.



Kuva 10. Pohjavesialueen haavoittuvuuskartan alueiden luokittelu "Korkeasta haavoittuvuusindeksistä" "Erittäin matalaan haavoittuvuusindeksiin".

Liitteessä 16.1 esitetään Nilsiän kk:n pohjavesialueen haavoittuvuusindeksi. Nilsiän kk:n pohjavesialueella on korkea tai kohonnut haavoittuvuusindeksi mm. pohjoisosan soranottoalueilla ja keskiosan hautausmaan alueella sekä vesistöjen ympäristössä. Matalan tai erittäin matalan haavoittuvuusindeksin alueita löytyy mm. pohjavesialueen reunamilta ja aivan pohjoisimman osan kalliomailta. Suurimmalta osaltaan pohjavesialue on lähellä keskinkertaista haavoittuvuusindeksiä.

Haavoittuvuusanalyysissa pohjavesimuodostuma pisteytetään hydrogeologisten parametrien perusteella ja luokka-arvot määritellään saatavilla olevan aineiston (kairaustiedot, luotaukset ym.) perusteella. Tulosten tulkinnassa on tärkeä tiedostaa lähtöaineiston tarkkuus. (Takalo 2011). Lähtöaineiston rajallisuuden lisäksi on huomioitava myös itse menetelmän asettamat rajoitukset. Analyysissä kontaminaation ajatellaan kulkeutuvan pohjaveteen sadeveden mukana ja haitta-aineen nopeudeksi oletetaan sitä kuljettavan veden nopeus. Todellisuudessa haitta-aineiden kulkeutuminen ei ole yhtä selväpiirteistä kuin puhtaan veden. Kulkeutumiseen vaikuttavat useat lisätekijät, kuten aineiden pidättyminen maarakeisiin, aineen liukeneminen ja pidättyminen maaperään.

Haavoittuvuusanalyysi ei huomioi pohjaveden muodostumis- tai purkautumisalueita. Jos pohjaveden purkautumisalueilla hydraulinen gradientti (eli painekorkeus) viettää ylöspäin, drastic-menetelmä voi yliarvioida pilaantumispotentiaalin arvon. Jos vastaavasti hydraulisen gradientin suunta on alaspäin, voi kontaminaatio kulkeutua pohjaveteen haavoittuvuusanalyysin arviota helpommin.

Haavoittuvuusanalyysissa kontaminaation kulkeutumisnopeus arvioidaan vain hydraulisen johtavuuden yhteydessä, joten kontaminaation kulkeutumisaika on arvioitava erikseen. Silloin on tunnettava pohjaveden virtaussuunta ja kulkeutumismatka päästölähteestä pisteeseen, jossa kontaminaatio aiheuttaa riskin vedenkäyttäjille. Haavoittuvuusanalyysi ei ota kantaa myöskään haitta-aineen ominaisuuksiin, määrään, myrkyllisyyteen tai konsentraatioon. Menetelmä arvioi pohjavesialueen pilaantumispotentiaalin ainoastaan geologisten ja hydrologisten parametrien perusteella.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Maaperämuodostumien kokonaispaksuus vaihtelee tutkimusalueella kalliopaljastumista noin 60 metrin kerrospaksuuksiin ja maaperä on paksuimmillaan alueen koillisosassa, oikeastaan pohjavesialueen ulkopuolella. Materiaali on oikeastaan maaperäkartan mukaisesti keskeisellä harjualueella hiekkaa ja soraa ja lievealueilla hienoa hiekkaa, hietaa ja osin silttiä. Paksuimmillaan maaperä on itse asiassa pohjavesialueen koillispuolen ruhjeessa todennäköisimmin HHk ja Si kerrostumia, ruhjeen kohdalta ei tosin ole olemassa varmentavia kairaustietoja.

Keskeinen harjujakso (ydinharju) kulkee varsin kapeana Iso-Kankaisen pohjoisreunaa luoteeseen josta se jatkaa Loutteispuron ja taajama-alueen välistä Palokankaalle ja edelleen luoteeseen Valkeismäen eteläpuolitse kohti Reittiötä. Keskeisin harjujakso ei sijoitu kallioperän ruhjevyöhykkeelle vaan sen eteläpuolelle korkeammalle kallioalueelle.

Pohjavesipinnan korkeus vaihtelee tutkimusalueella noin +96 - +115 m mpy välillä. Matalimmillaan pohjavesipinta on koillisen suunnassa, jossa sijaitsee mm. Härkälähteen purkautuma-alue laajoine tihkupintoineen. Härkälähteestä pohjavesiä purkautuu keskimäärin noin 600- 800 m^3/d (maaperäkartoitus tietojen perusteella). Muualta ei varsinaisia pohjaveden purkautumispaikkoja havaittu. Pohjavesien virtaus suuntautuu pääsääntöisesti läntisiltä alueilta itään eli Syvänsin suuntaan sekä Iso-Kankaiselle. Pohjoisosassa pohjavesiä virtaa myös pohjoiseen Valkeisen suuntaan.

Alueella on tehty vuosikymmenien saatossa lukumääräisesti varsin paljon maaperäkairauksia ja asennettu myös runsaasti havaintoputkia. Pääasiassa ne on kuitenkin tehty kevyellä kalustolla ja niitä ei ole ulotettu kallioon saakka. Viime aikoina on alueella tehty kairauksia (tämän työn lisäksi) liittyen taajama-alueen pohjavesiriskeihin eli vanhojen huoltoasemien ja muiden vastaavien kohteiden alueilla. Nuo kairaustiedot ovat olleet käytössä tätä raporttia kirjoitettaessa.

Pohjavesialueen rajaus lännessä Loutteispuron takana on hiukan ongelmallista, materiaali on laajoilla alueilla hiekkaa ja soraa, kerrospaksuudet ovat kuitenkin pieniä ja pohjavesivyöhykkeen paksuus vaatimaton. Mutta lähtökohtaisesti pohjavesialueen rajaus voidaan katkaista Loutteispuroon, eikä sen länsipuolisilla hiekkakerrostumilla ole nyt tehtyjen tutkimusten mukaan vaikutuksia tai selkeitä yhteyksiä itään varsinaiselle pohjavesialueelle. Kerrospaksuudet alueella ovat kuitenkin pienet ja alueen kallioperän taso korkealla, joten alueiden merkitys pohjavesialueena jää pieneksi.

Virtausmallinnuksessa laadittiin alueelle pohjavesien matemaattinen virtausmalli, jonka avulla simuloitiin alueen pohjavesien käyttäytymistä nykyisellä keskimääräisellä vedenottomäärällä (noin 540 m^3/d) sekä lisäksi 1000 m^3/d ottomäärällä ja vedenottoluvan maksimivesimäärällä 1500 m^3/d. Nykyisellä ottomäärällä pohjavedet virtaavat ottamon kaivoon pääasiassa luoteen suunnasta ja 1000 km^3/d:n otolla pohjavettä virtaa enenevässä määrin myös kaakon suunnasta. Maksimimäärällä pumpattaessa pohjavettä virtaa ottamolle pääasiassa kaakon suunasta aina Iso-Kankaiselta asti, mutta sen sijaan taajama-alueelta ei ole merkittävää virtausta pohjavedenottamon suuntaan missään vaiheessa. Vastaavasti Härkälähteen ylivirtaama pienenee merkittävästi vedenottomäärän suuretessa. Virtausmallinnuksen prosessi ja tarkemmat tulokset on esitetty erillisessä raportissa.

Nilsiän taajama-alueelta saatiin tässä yhteydessä alustavaa tietoa ja ainakin joiltain osin karkeaa vettä johtavaa harjumateriaalia ulottuu taajaman ali Syvärin suuntaan. Mutta hienojen hiekkojen ja hietojen alapuolisen hiekan ja soran ulottuvuutta ei pystytä näiden tutkimusten valossa kiistatta rajaamaan.

Laajat soranottoalueet alueen luoteisosassa (Palokangas, Ritoharju) ovat muodostuman liepeillä ja etenkin Palokankaan alueen vaikutus pohjavesialueelle ja pohjavedenottamon suuntaan on pieni. Toisaalta alueella muodostuvien pohjavesien pääasiallinen virtaussuunta on kaakkoon pohjavedenottamon suuntaan.

Pohjoisen suuntaan on kairauksissa pintaosien hienompirakeisten sedimenttien alapuolella muutaman metrin paksuudelta soraa, joten pohjavesillä on yhteys pohjoiseen Valkeinen järven suuntaan. Hautausmaan suunnasta ei pohjavesiä nykyisillä vedenottomäärillä kulkeudu merkittäviä määriä Kankaan vedenottamon suuntaan, mutta luvanmukaisella maksimiottomäärällä pohjavesien virtaus kääntyy siten, että pohjavesien pääasiallinen virtaussuunta on Iso-Kankaisen suunnasta pohjoiseen.

Yhdistetyn haavoittuvuusindeksikartan (liite 16.1.) perusteella pääosa pohjavesialueesta on keskinkertaisen ja hiukan kohonneen haavoittuvuusindeksin aluetta. Korkein haavoittuvuusindeksi (>250) on luoteisosan jälkihoitamattomilla soranottoalueilla sekä lounaassa Kankaisten(lampien) ympäristössä. Pienimmät haavoittuvuusindeksit löytyvät Nilsiäntien itäpuolisella taajama-alueella ja itse asiassa laajalti Kankaan pohjavedenottamon lähialueella.

9 JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Kallioperän syvän kaakko-luode suuntaisen ruhjevyöhykkeen materiaalista ei saatu suoria havaintoja, joten olisi mielenkiintoista selvittää ruhjeen materiaalia, onko se karkeaa harjumateriaalia, hienorakeisempia sedimenttejä (kuten alueen pintamaalajit) vaiko moreenia. Ruhjeen syvyys ja ulottuvuudet on myös kuvattu tulkitun tiedon pohjalta. Asialla on merkitystä pohjavesialueen hydrologian kannalta.

Myös Loutteispuron takaisen maiden geologiset olosuhteet olisi hyvä selvittää sekä mahdollisen (kallio)vedenjakajan sijainti rajatun pohjavesialueen länsiosalla. Nykykäsityksen mukaan Loutteispuron länsipuolisen alueen vedenhankinnallinen merkitys on pieni eikä sitä voi rajata kuuluvaksi pohjavesialueeseen.

10 LIITTEET

1 Tutkimusaluekartta
2 Maaperäkartta ja aiemmat tutkimukset
3 Alueen kallioperän taso
4 Pohjavesipinnan taso
5 Pohjavesivyöhykkeen paksuus
6 Maakerrospaksuus pohjavesipinnan yläpuolella
7 Kokonaismaakerrospaksuus
8 Painovoimamittauslinjat
9 Havaintoputkikortit
10 Yhteenveto maalajeista ja vedenjohtavuudet
11 Kevyet maaperäkairaukset
12 Pohjaveden laatu, YSI-profiilimittaukset
13 Pohjaveden laatu, laboratoriomittaukset
14 Kallioperäkartta
15 Maatutkalinjat, esimerkkejä
16 Haavoittuvuusanalyysikartat

LIITE 1

KUOPIO, NILSIÄ KK
Tutkimuskartta

- Pohjavesialue
- Muodostumisalue
- Raskaat maaperäkairaukset 2018
- Kevyet maaperäkairaukset 2019
- Maatutkaluotauslinjat
- Painovoimamittaukset

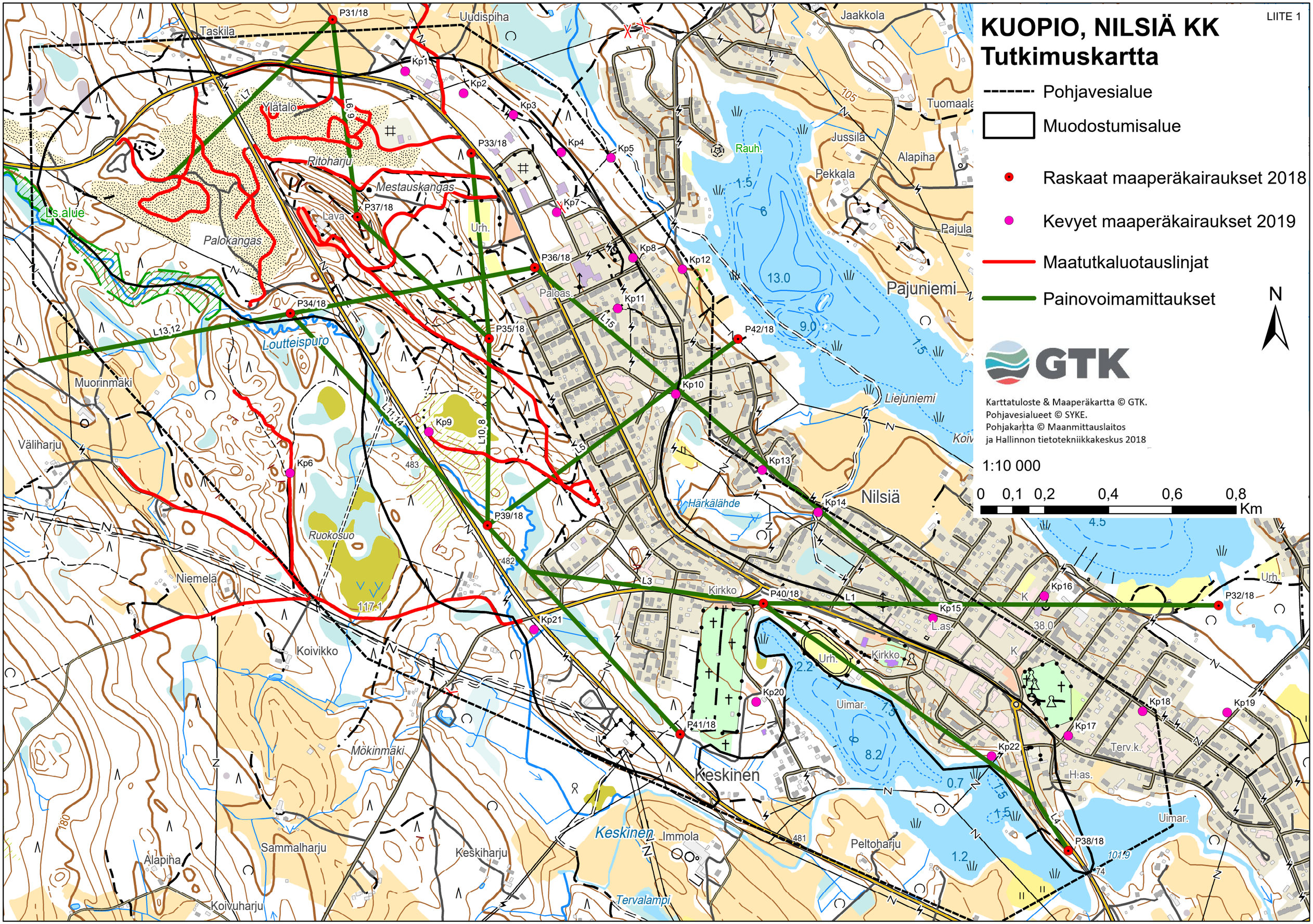
N

GTK

Karttatuloste & Maaperäkartta © GTK.
Pohjavesialueet © SYKE.
Pohjakartta © Maanmittauslaitos
ja Hallinnon tietotekniikkakeskus 2018

1:10 000

0 0,1 0,2 0,4 0,6 0,8 Km



LIITE 2

NILSIÄ KK
Maaperäkartta ja muut tutkimukset

- Pohjavesialue
- Muodostumisalue
- ELY-keskus havaintoputket
- Vanhat kairaukset koottuna
- Ns. PIMA kairaukset 2018-2019
- GTK:n kairaukset 2018-2019

N

Maaperäkartan selitys

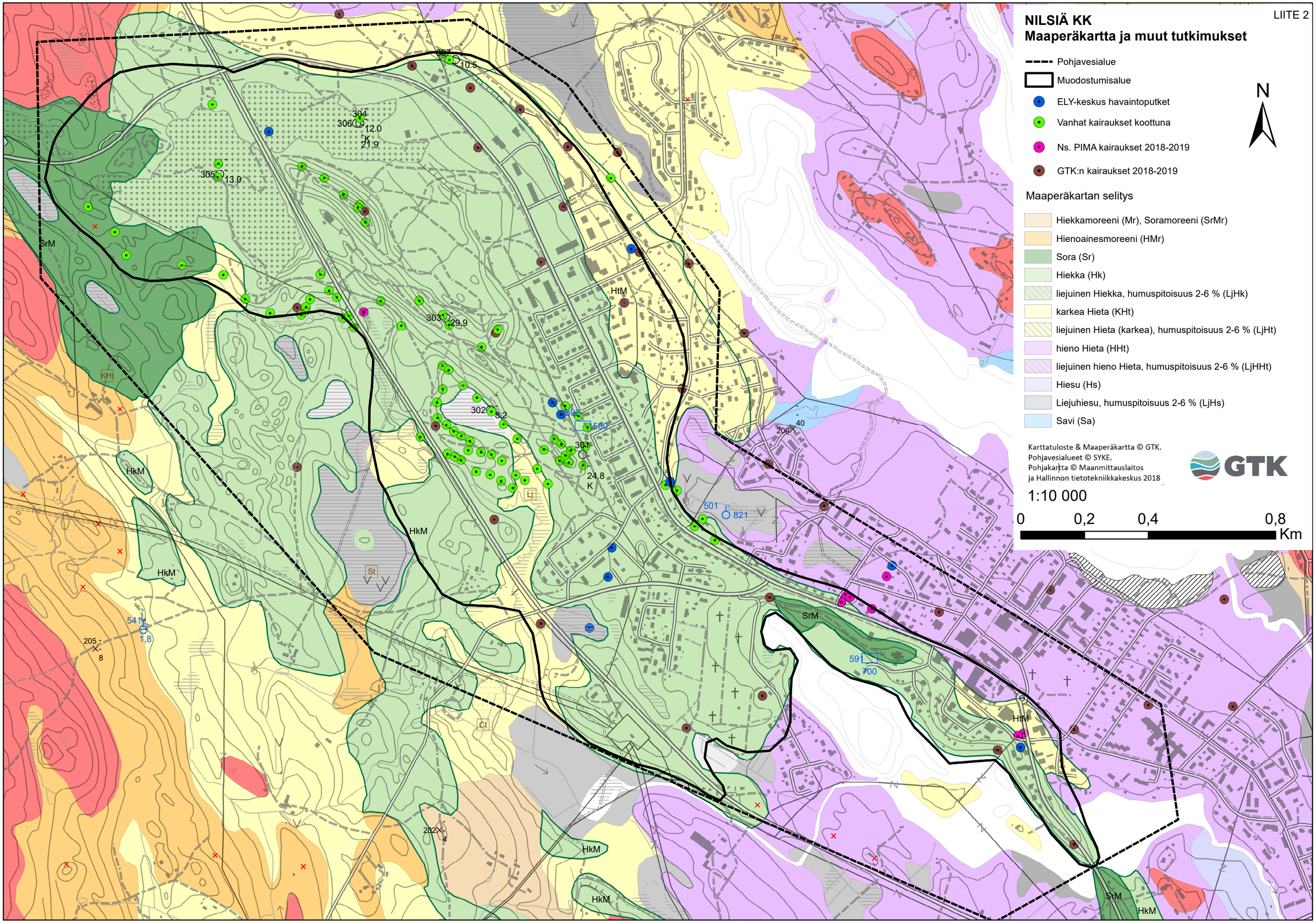
- Hiekkamoreeni (Mr), Soramoreeni (SrMr)
- Hienoainesmoreeni (HMr)
- Sora (Sr)
- Hiekka (Hk)
- liejuinen Hiekka, humuspitoisuus 2-6 % (LjHk)
- karkea Hieta (KHt)
- liejuinen Hieta (karkea), humuspitoisuus 2-6 % (LjHt)
- hieno Hieta (HHt)
- liejuinen hieno Hieta, humuspitoisuus 2-6 % (LjHHt)
- Hiesu (Hs)
- Liejuhiesu, humuspitoisuus 2-6 % (LjHs)
- Savi (Sa)

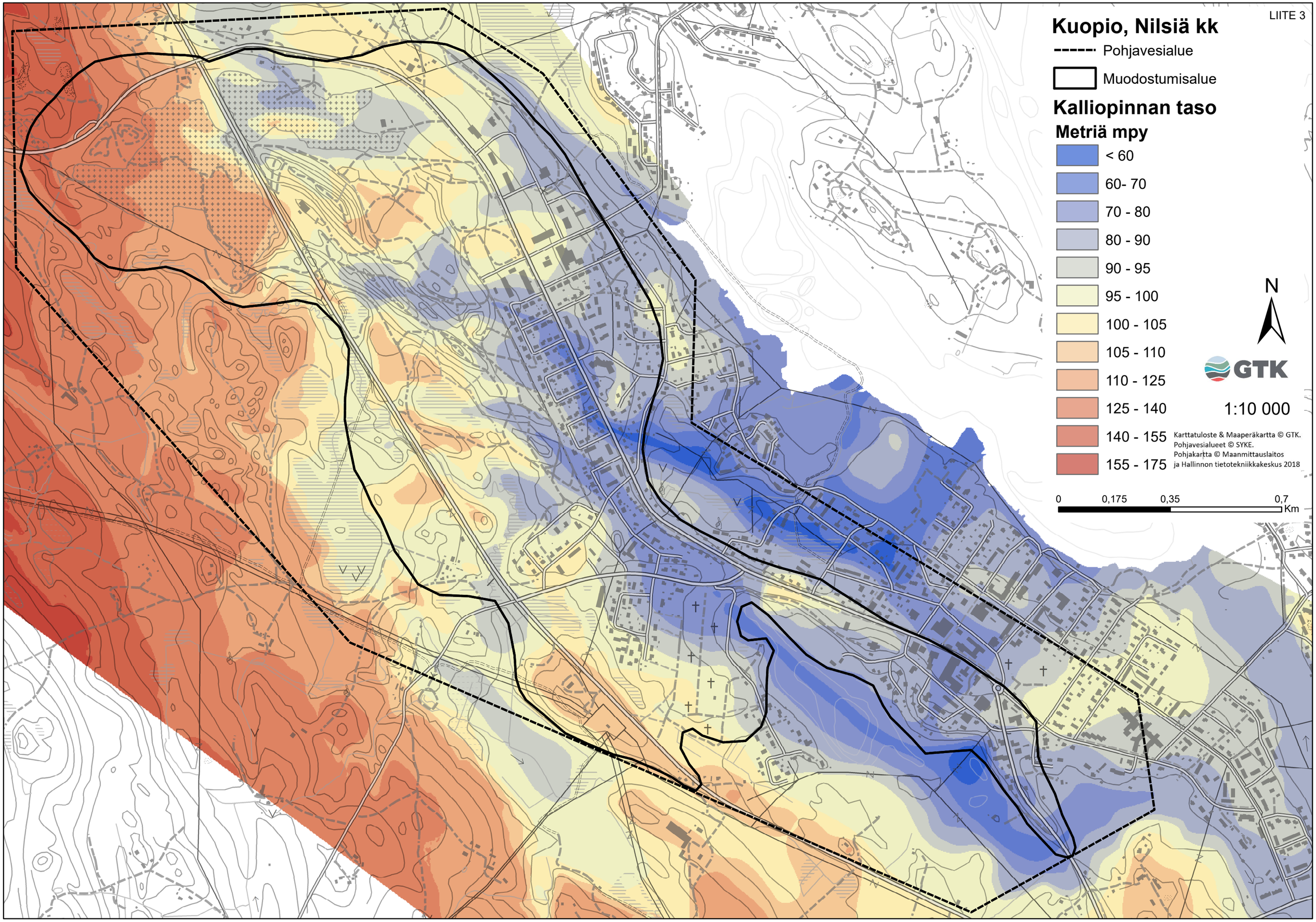
Karttatuloste & Maaperäkartta © GTK.
Pohjavesialueet © SYKE.
Pohjakartta © Maanmittauslaitos
ja Hallinnon tietotekniikkakeskus 2018

GTK

1:10 000

0 0,2 0,4 0,8 Km




LIITE 3
Kuopio, Nilsiä kk
Pohjavesialue
Muodostumisalue
Kalliopinnan taso
Metriä mpy
< 60
60- 70
70 - 80
80 - 90
90 - 95
95 - 100
100 - 105
105 - 110
110 - 125
125 - 140
140 - 155
155 - 175
N
GTK
1:10 000
Karttatuloste & Maaperäkartta © GTK.
Pohjavesialueet © SYKE.
Pohjakartta © Maanmittauslaitos
ja Hallinnon tietotekniikkakeskus 2018
0
0,175
0,35
0,7
Km

LIITE 4

Kuopio, Nilsiä kk

Valkeinen
W +101,9 m mpy

Syväri
W +95,5 (94,44-96,89) m mpy

Iso-Kankainen
W +101,9 m mpy

Pohjavesialue

Muodostumisalue

Pohjavesikäyrät

Pohjavedenpinta
M mpy

- Pohjavettä ajoittain
- 95 - 97
- 97 - 99
- 99 - 101
- 101 - 103
- 103 - 105
- 105 - 107
- 107 - 109
- 109 - 111
- 111 - 113
- 113 - 115
- 115 - 135

GTK

Karttatuloste & Maaperäkartta © GTK.
Pohjavesialueet © SYKE.
Pohjakartta © Maanmittauslaitos
ja Hallinnon tietotekniikkakeskus 2018

1:11 000

0 0,175 0,35 0,7 Km

LIITE 5

Kuopio, Nilsiä kk

------ Pohjavesialue

Muodostumisalue

Pohjavesivyöhykkeen paksuus

Metriä

- < 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 25
- 25 - 35
- 35 - 45
- 45 - 55

N

Karttatuloste & Maaperäkartta © GTK.
Pohjavesialueet © SYKE.
Pohjakartta © Maanmittauslaitos
ja Hallinnon tietotekniikkakeskus 2018

GTK

1:11 000

0 0,25 0,5 1 Km

Kuopio, Nilsiä kk

------ Pohjavesialue

Muodostumisalue

Kerrospaksuus pohjaveden (tai kallioperän) yläpuolella

Metriä

- < 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40

N

GTK

Karttatuloste & Maaperäkartta © GTK.
Pohjavesialueet © SYKE.
Pohjakartta © Maanmittauslaitos
ja Hallinnon tietotekniikkakeskus 2018

1:11 000

0 0,25 0,5 1 Km

LIITE 7

Kuopio, Nilsiä kk

Pohjavesialue

Muodostumisalue

Kokonaismaakerrospaksuus

Metriä

- < 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- 40 - 45
- 45 - 50
- 50 - 55

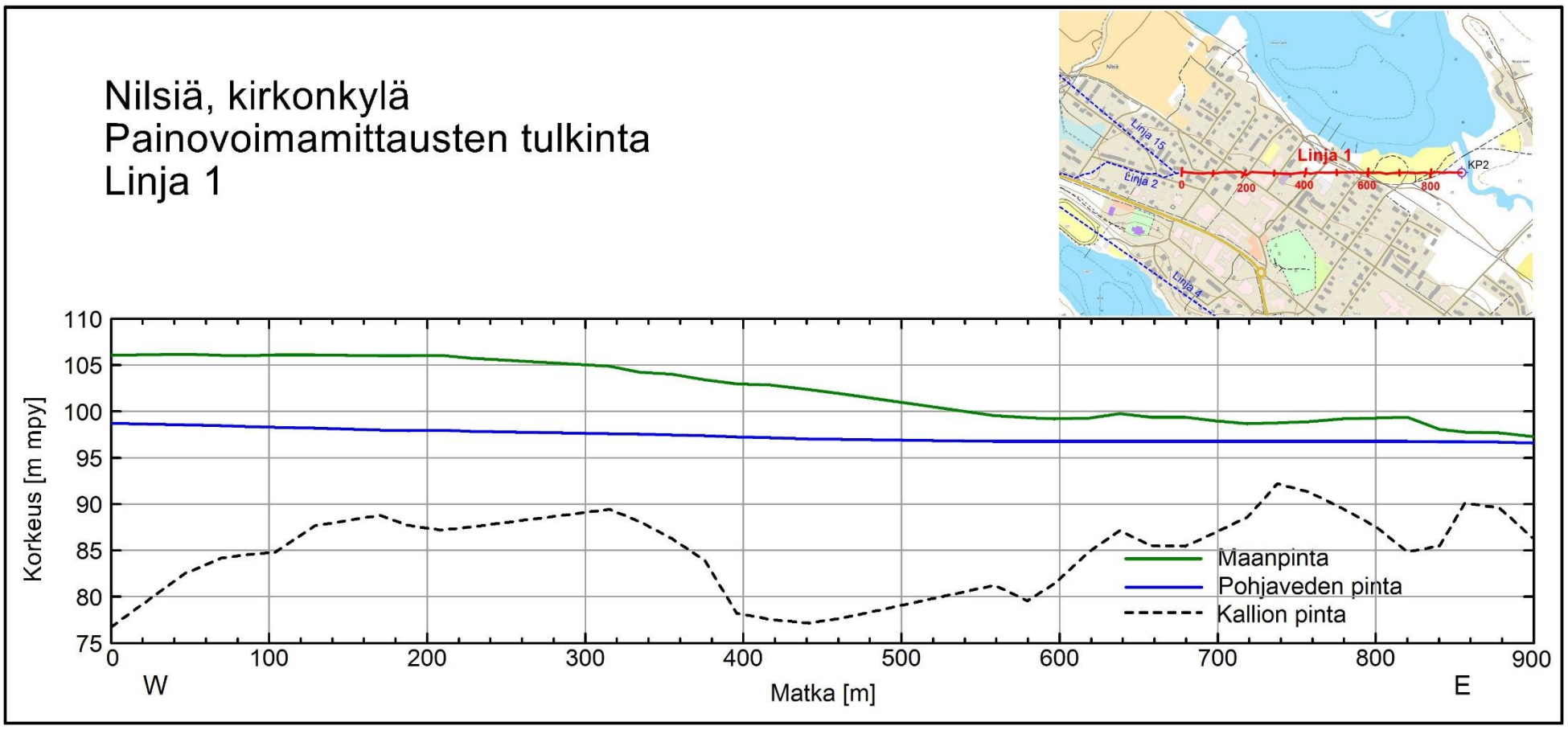
N

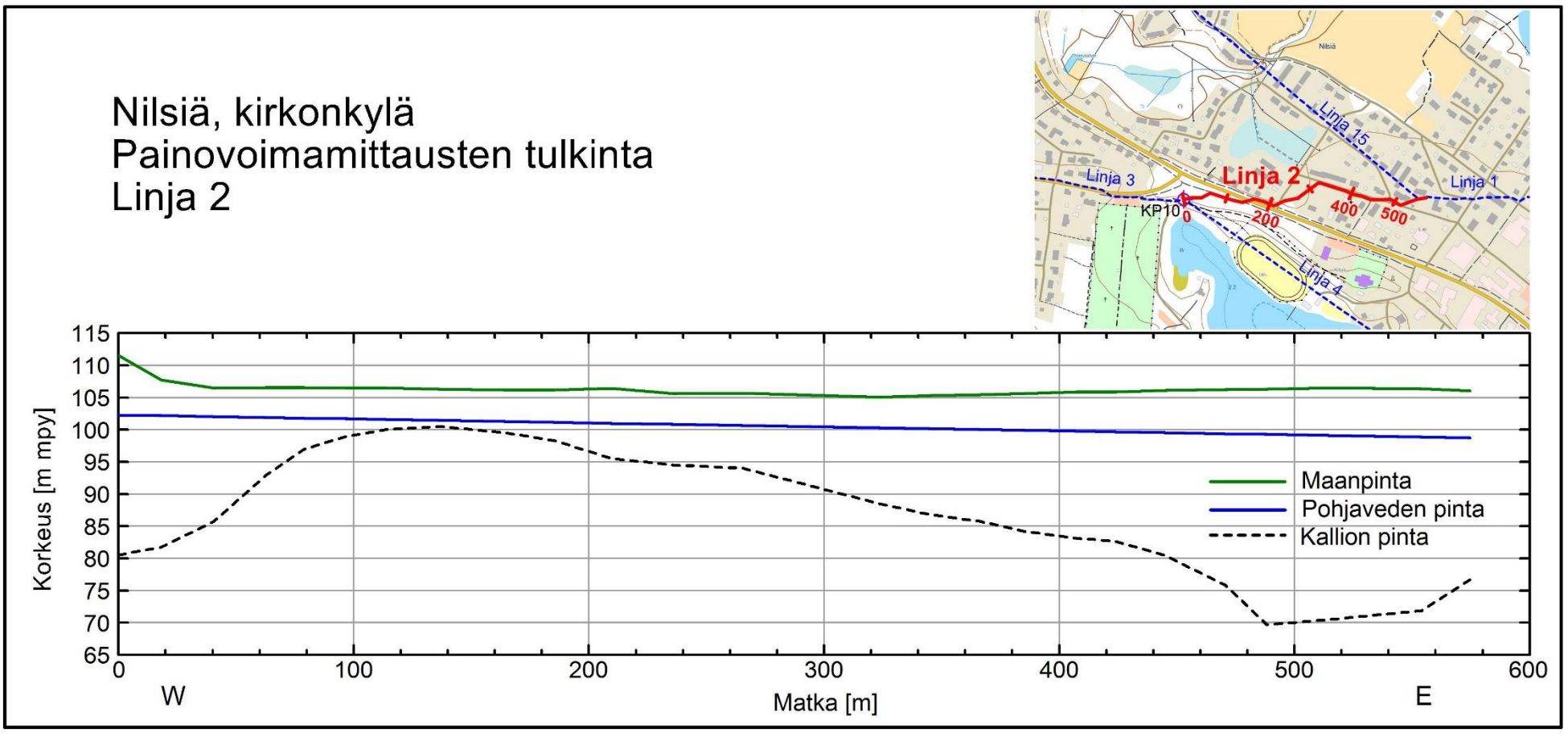
GTK

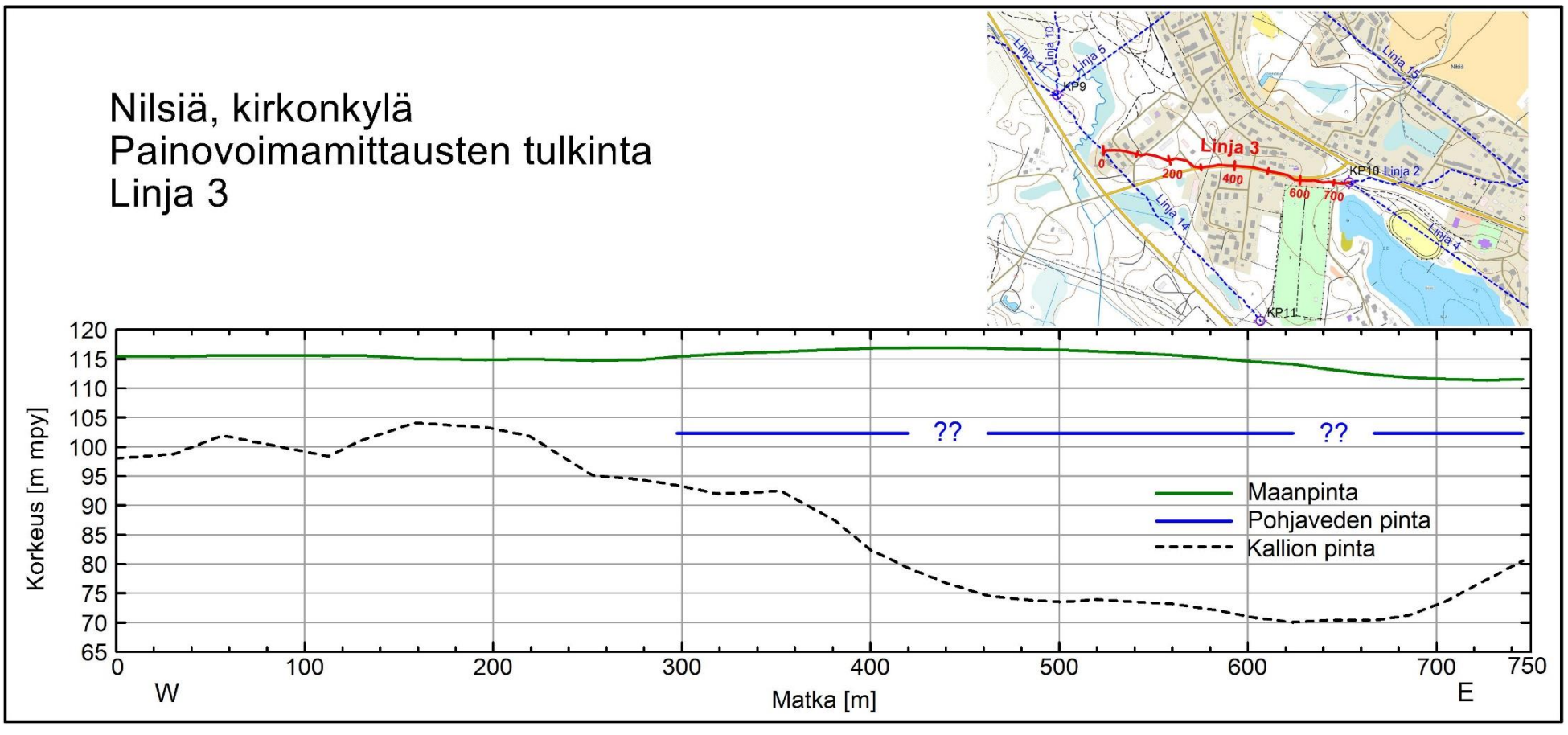
Karttatuloste & Maaperäkartta © GTK.
Pohjavesialueet © SYKE.
Pohjakartta © Maanmittauslaitos
ja Hallinnon tietotekniikkakeskus 2018

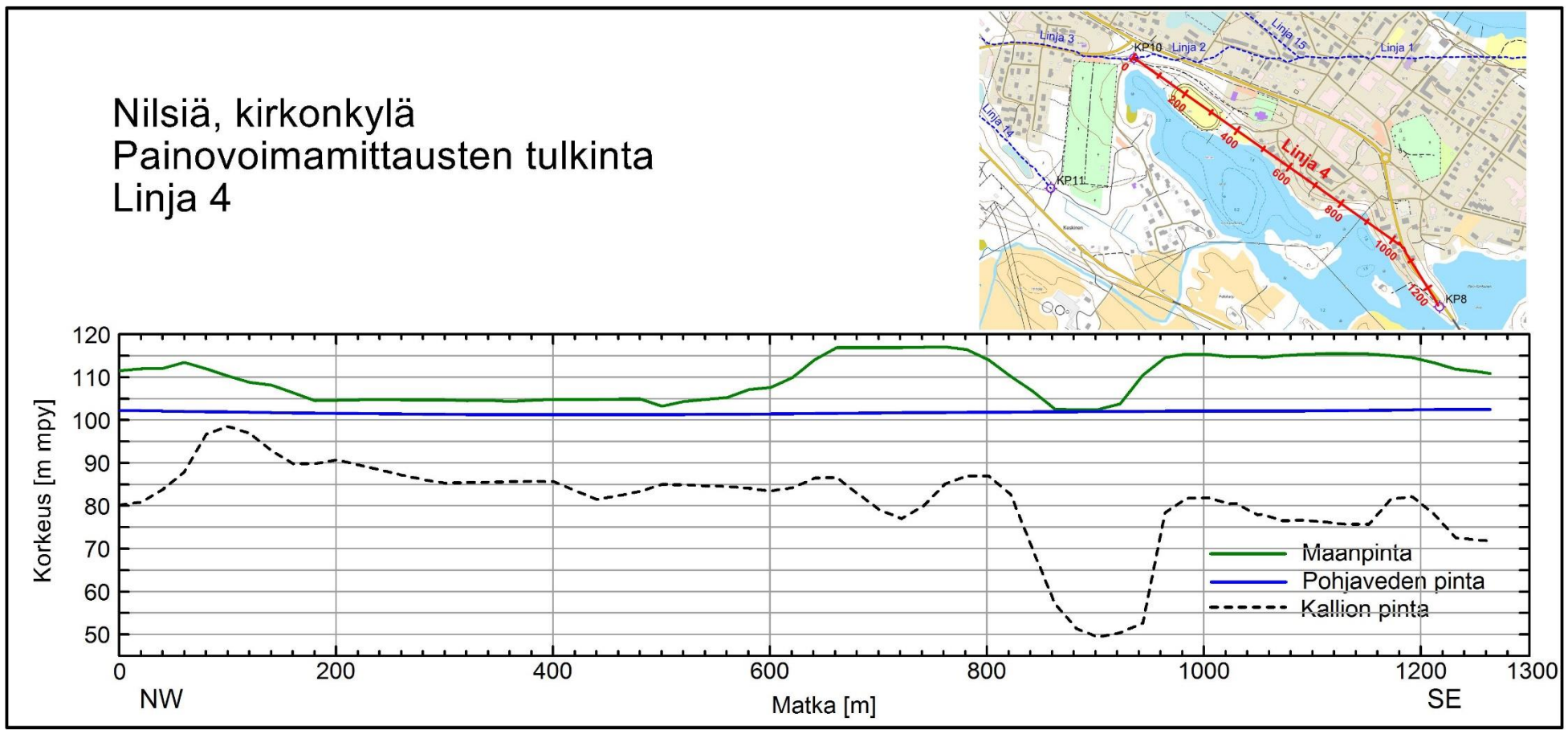
1:11 000

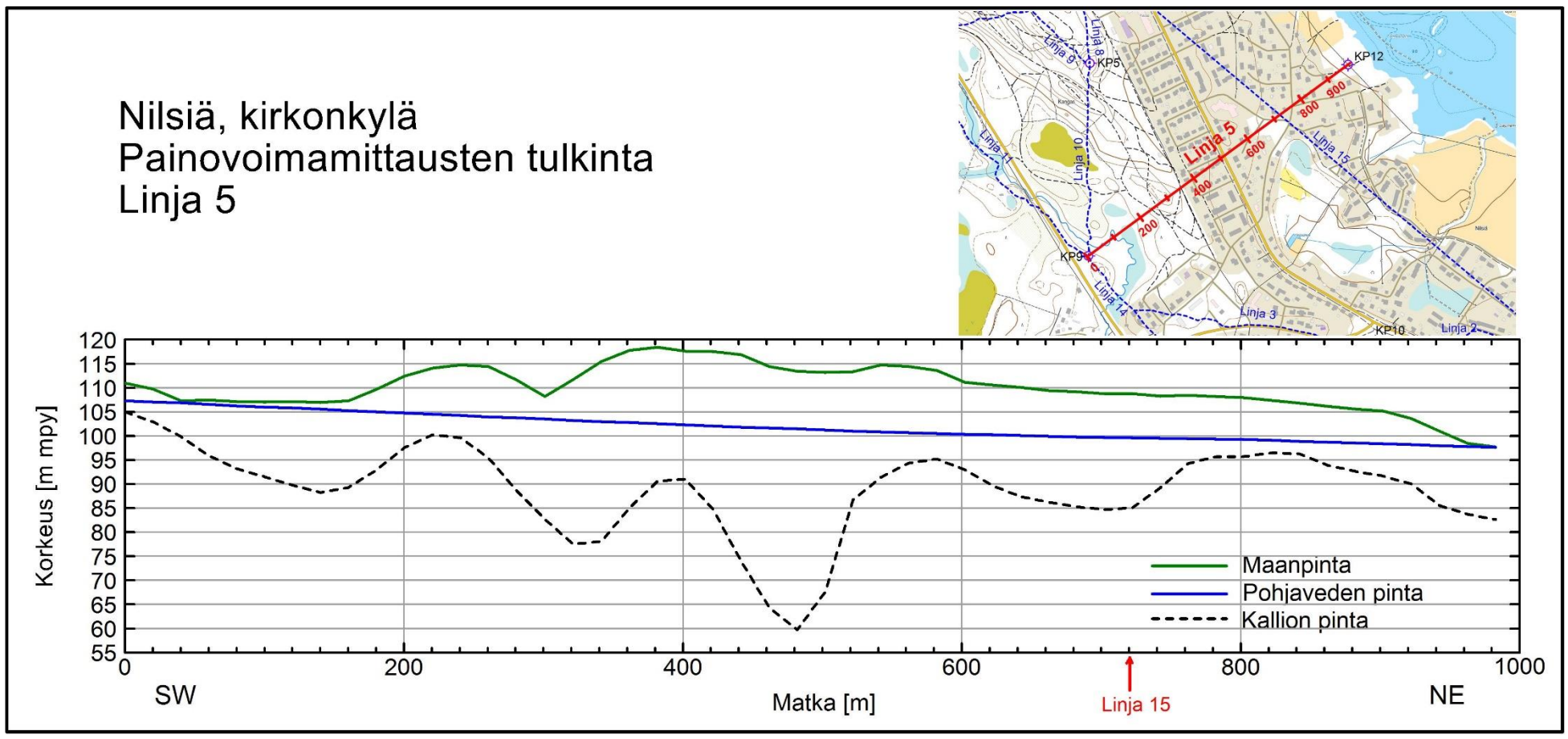
0 0,2 0,4 0,8 Km

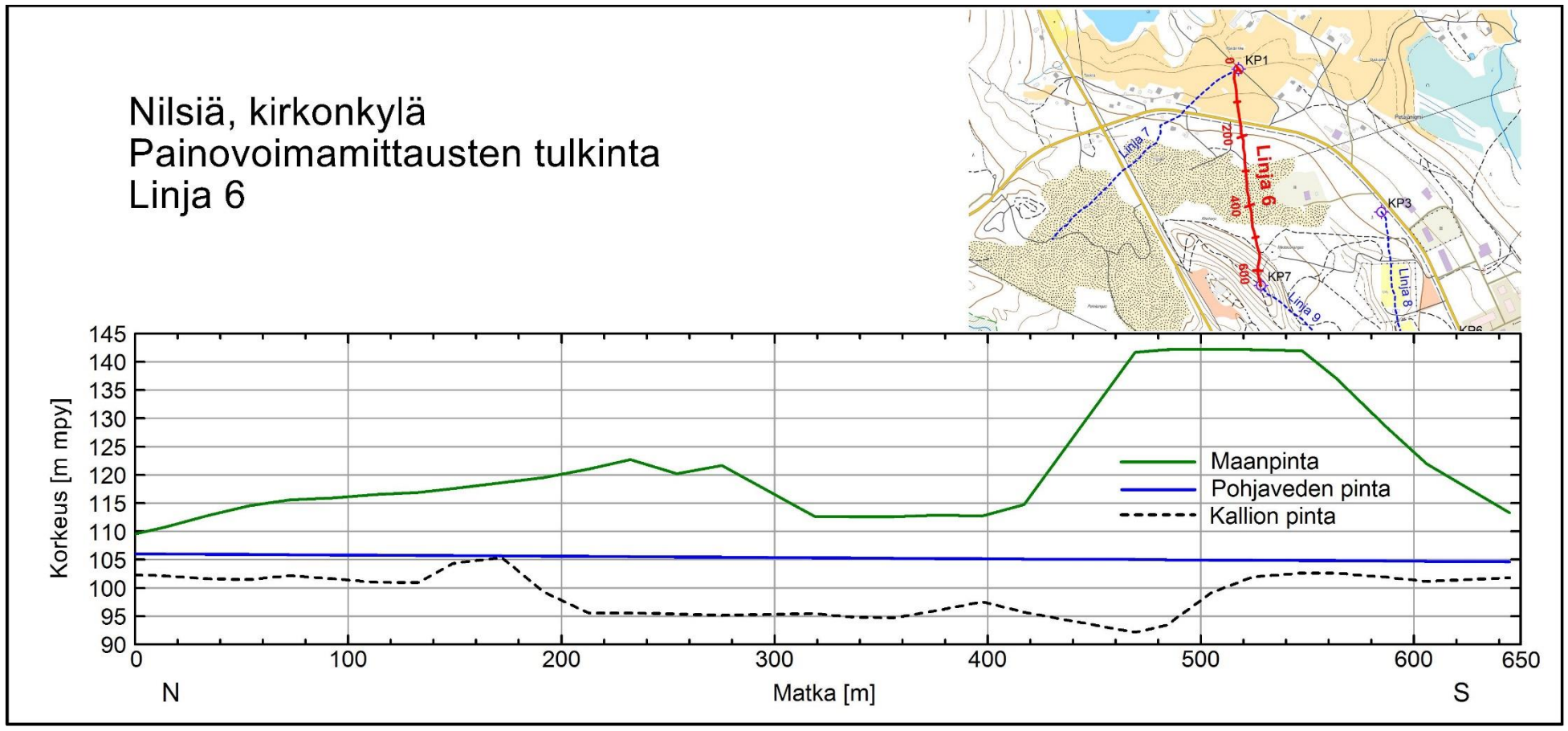

Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 1
Linja 1
Linja 15
Linja 2
Linja 4
KP2
0
200
400
600
800
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
W
E
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta

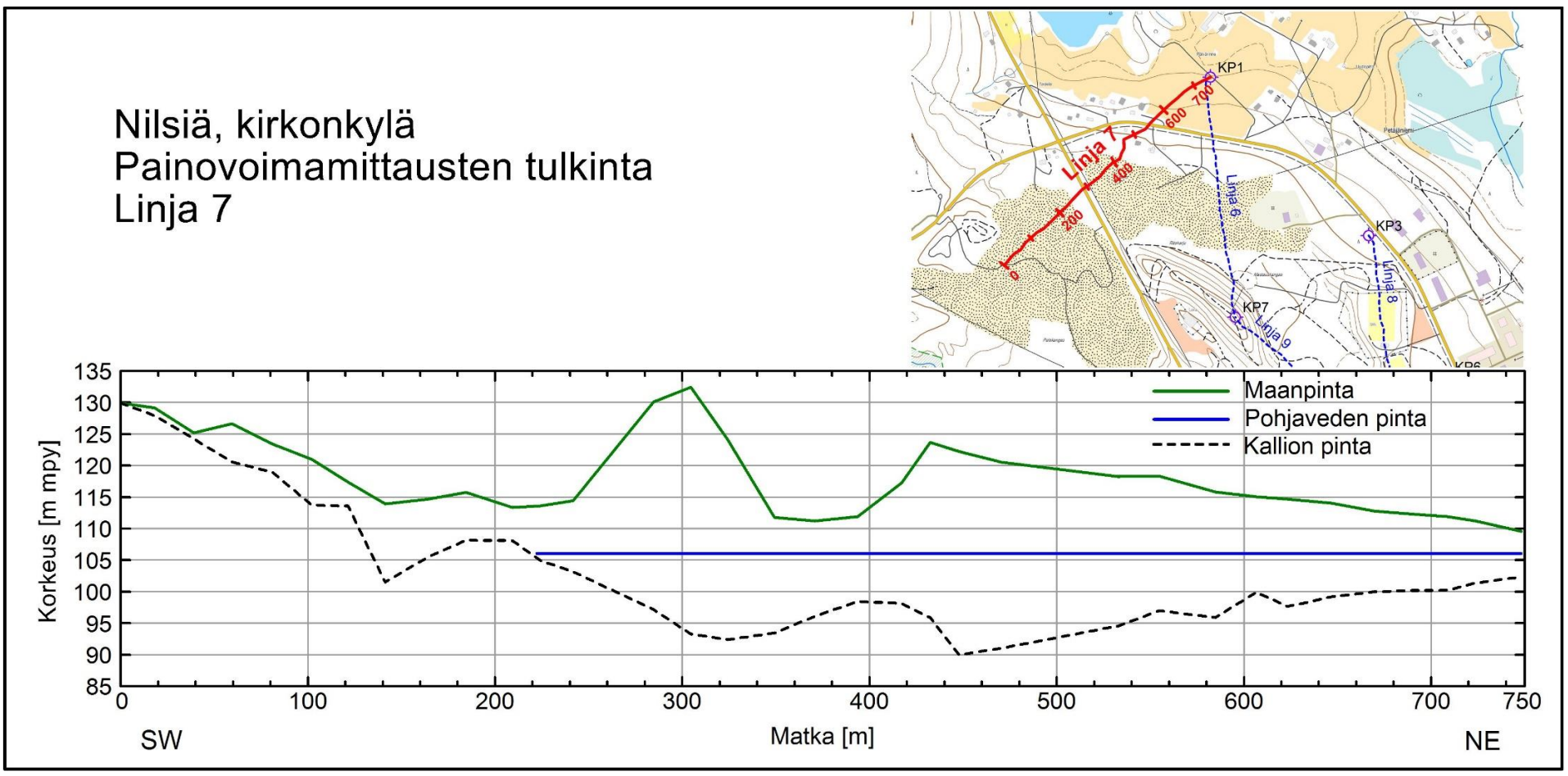

Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 2
Linja 15
Linja 3
Linja 2
Linja 1
Linja 4
KP10
0
200
400
500
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
W
E
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta

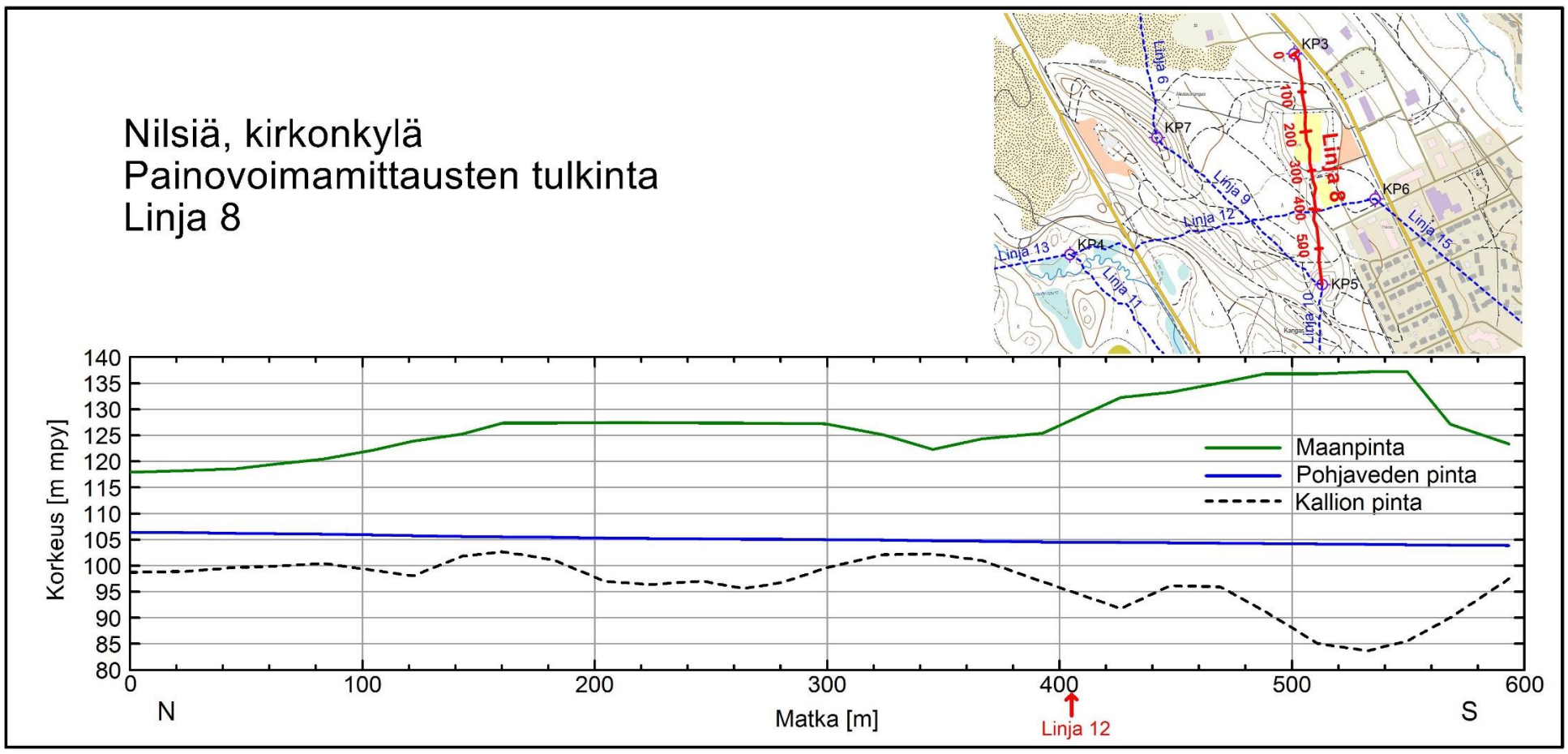

Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 3
Linja 1
Linja 10
Linja 5
KP9
Linja 15
Linja 3
Linja 2
KP10
Linja 14
Linja 4
KP11
0
200
400
600
700
??
??
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
W
E
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta

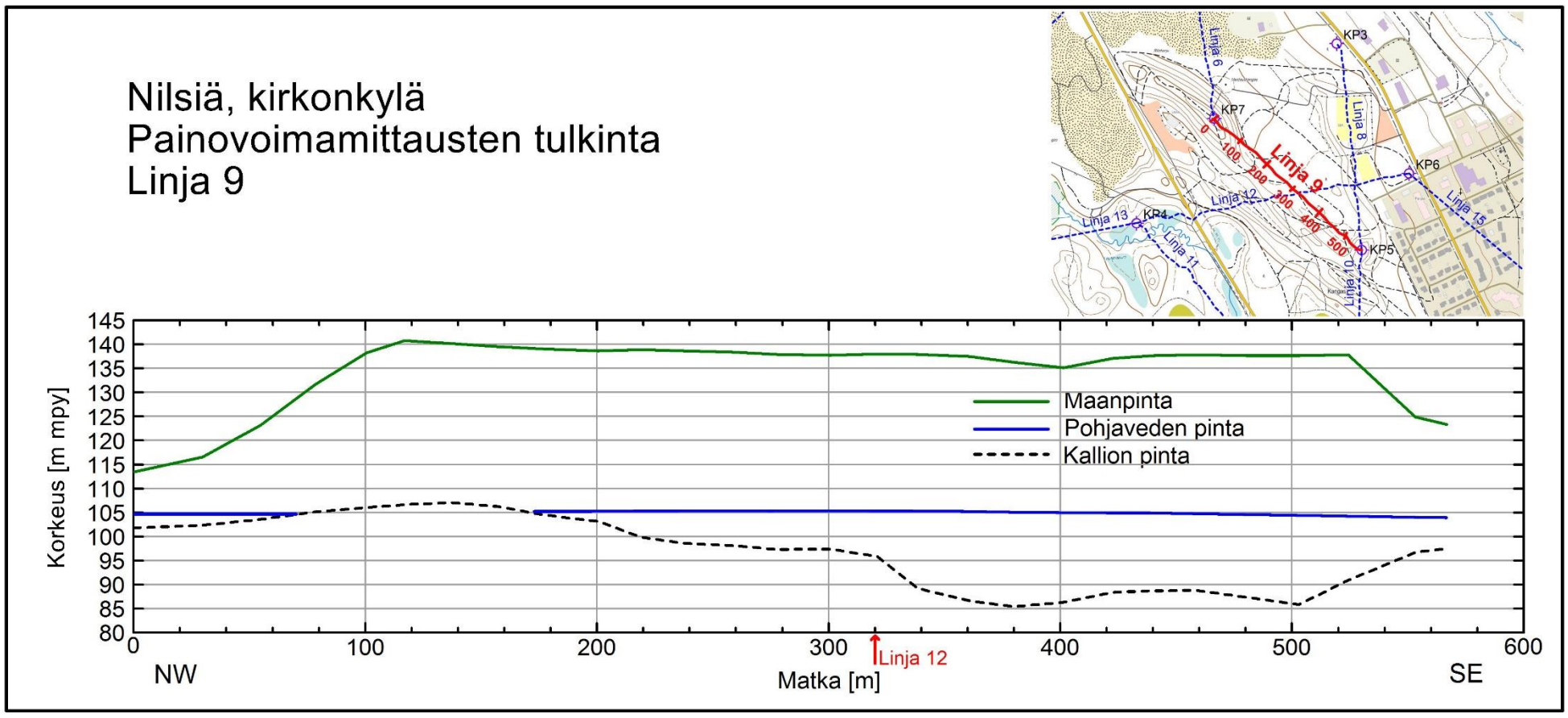

Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 4
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
NW
SE
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta
Linja 4
KP10
KP11
KP8

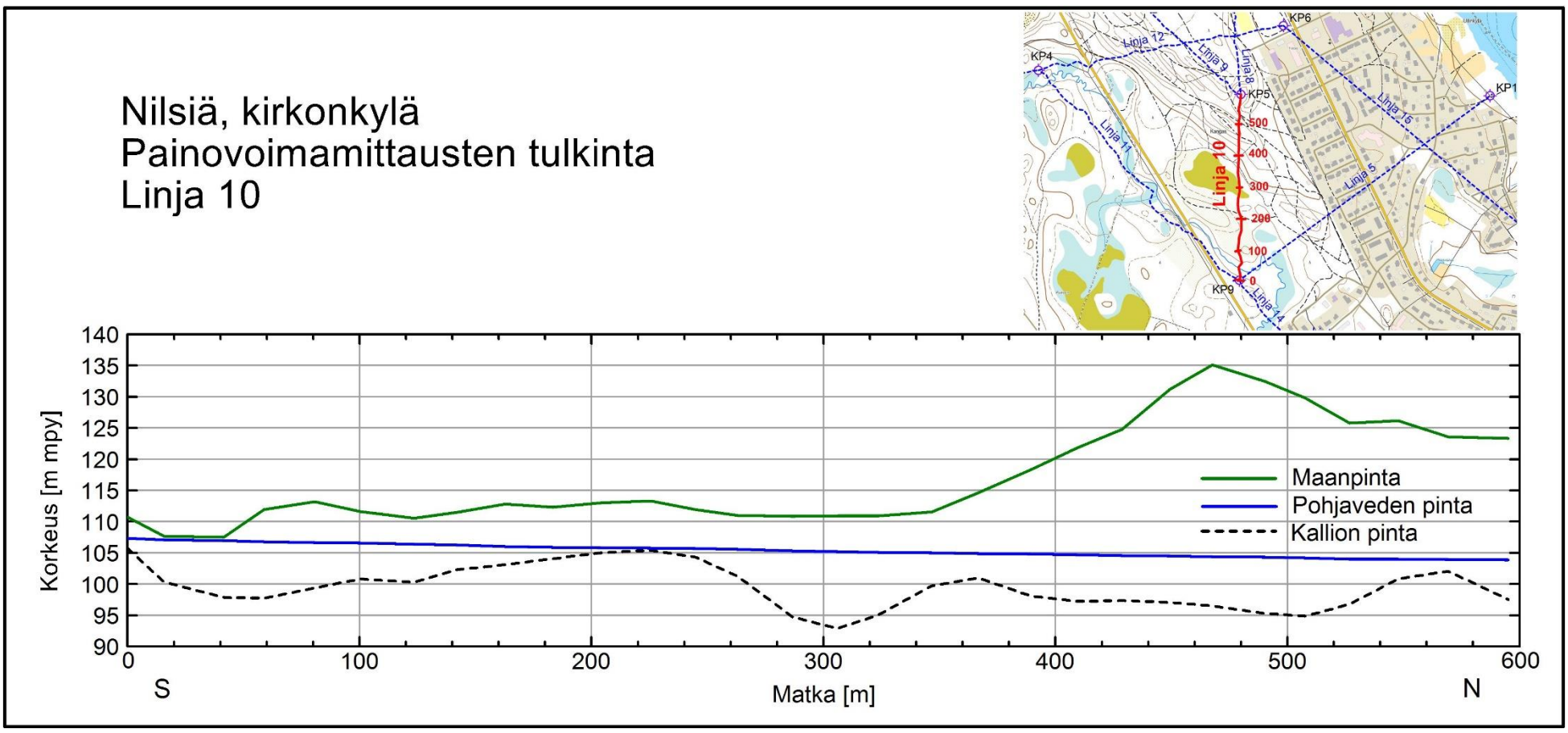

Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 5
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
SW
NE
Linja 15
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta
Linja 5
KP12
KP5
KP9
KP10

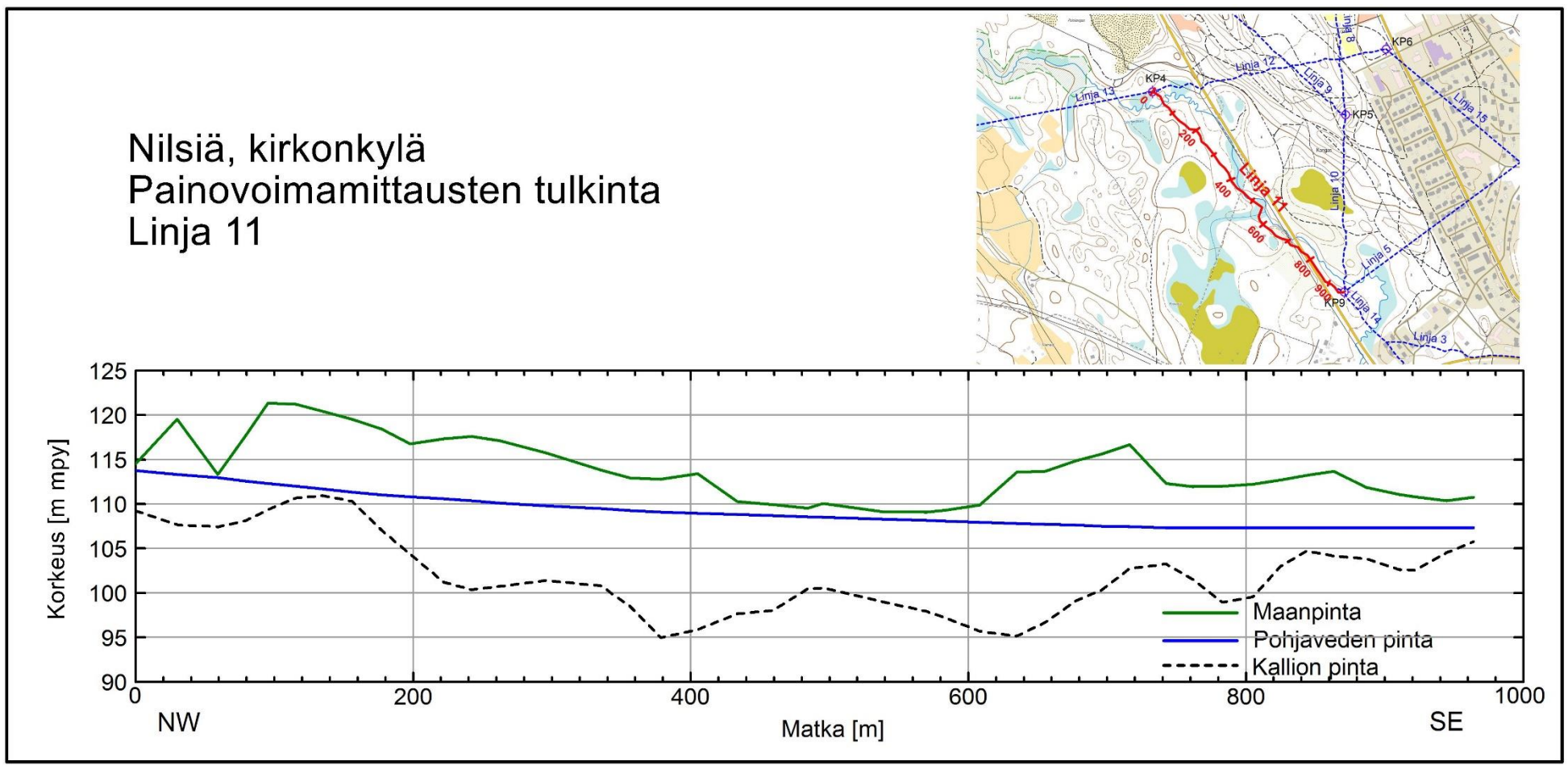

Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 6
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
N
S
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta
Linja 6
KP1
KP3
KP7

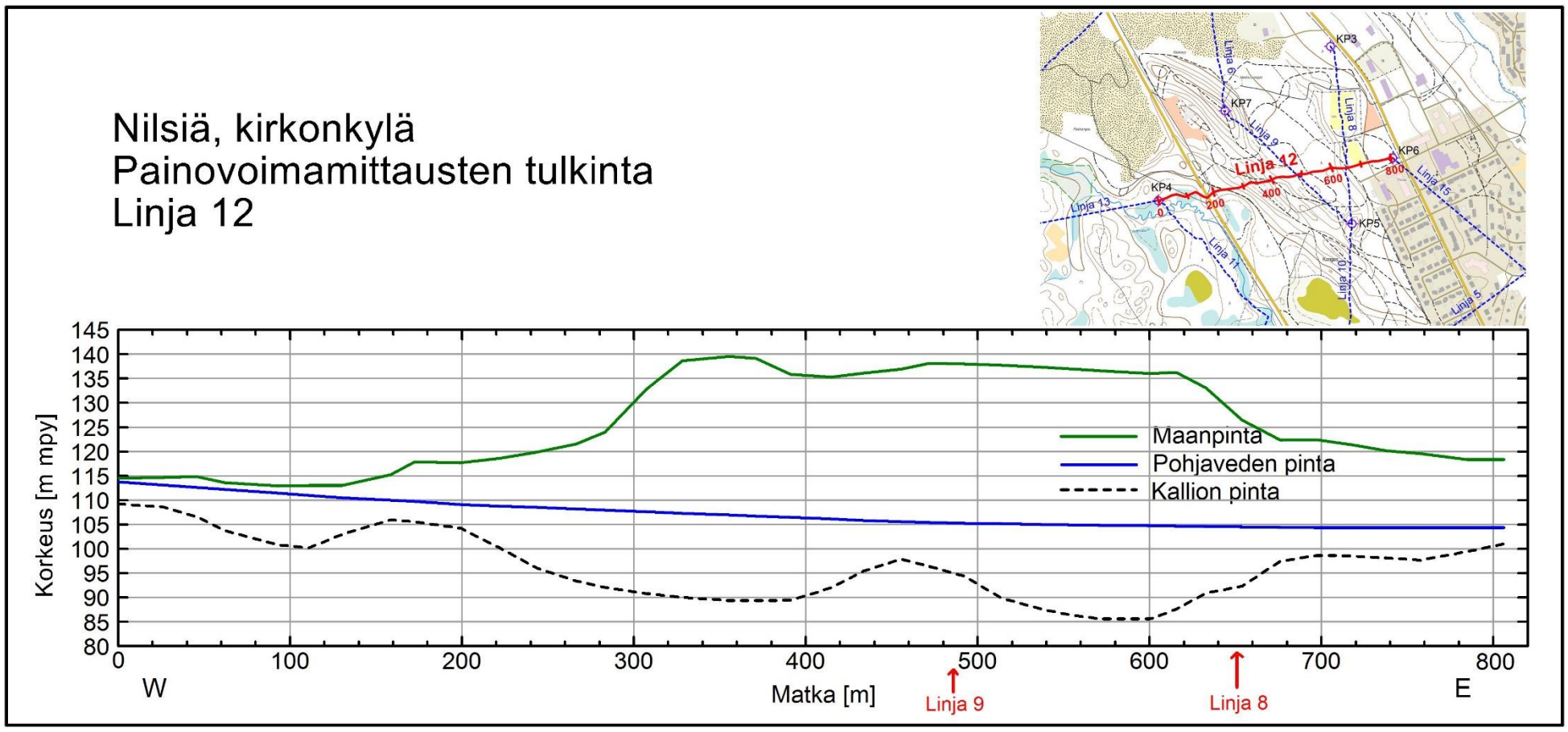

Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 7
KP1
KP3
KP7
Linja 7
Linja 6
Linja 8
Linja 9
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
SW
NE
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta

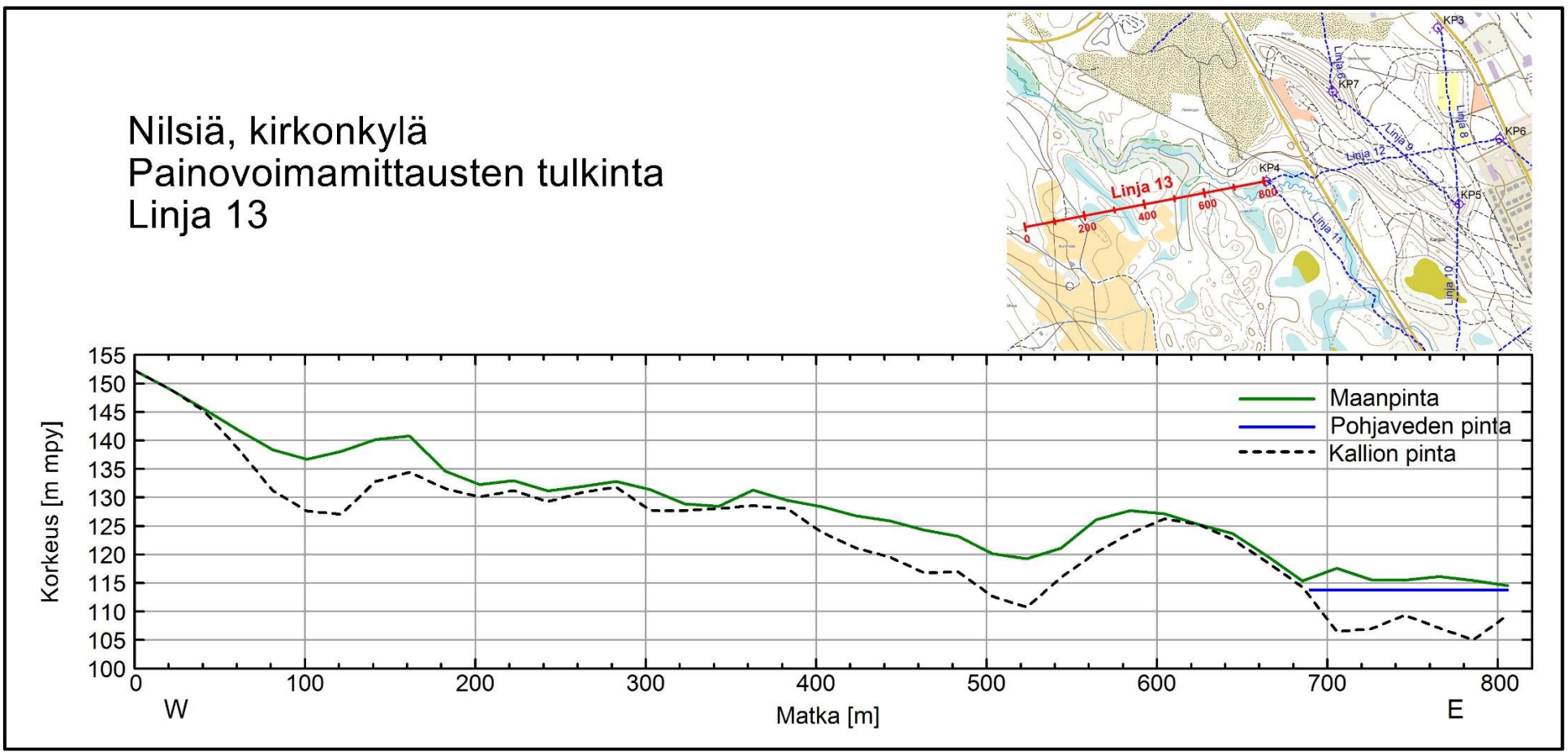

Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 8
KP3
KP7
KP6
KP4
KP5
Linja 8
Linja 6
Linja 9
Linja 12
Linja 13
Linja 11
Linja 15
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
N
S
Linja 12
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta

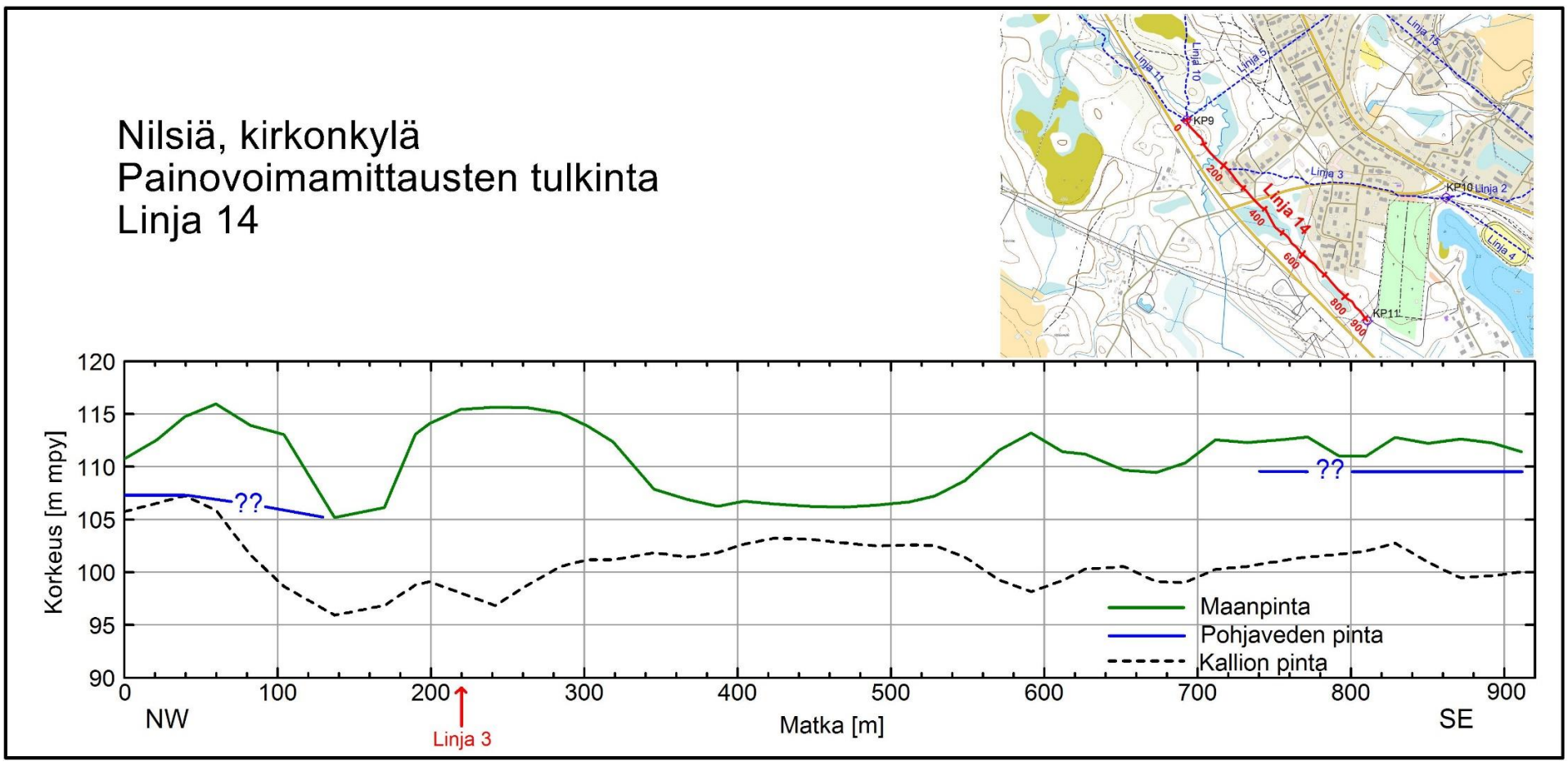

Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 9
KP3
KP7
KP6
KP4
KP5
Linja 9
Linja 6
Linja 8
Linja 12
Linja 13
Linja 11
Linja 15
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
NW
SE
Linja 12
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta

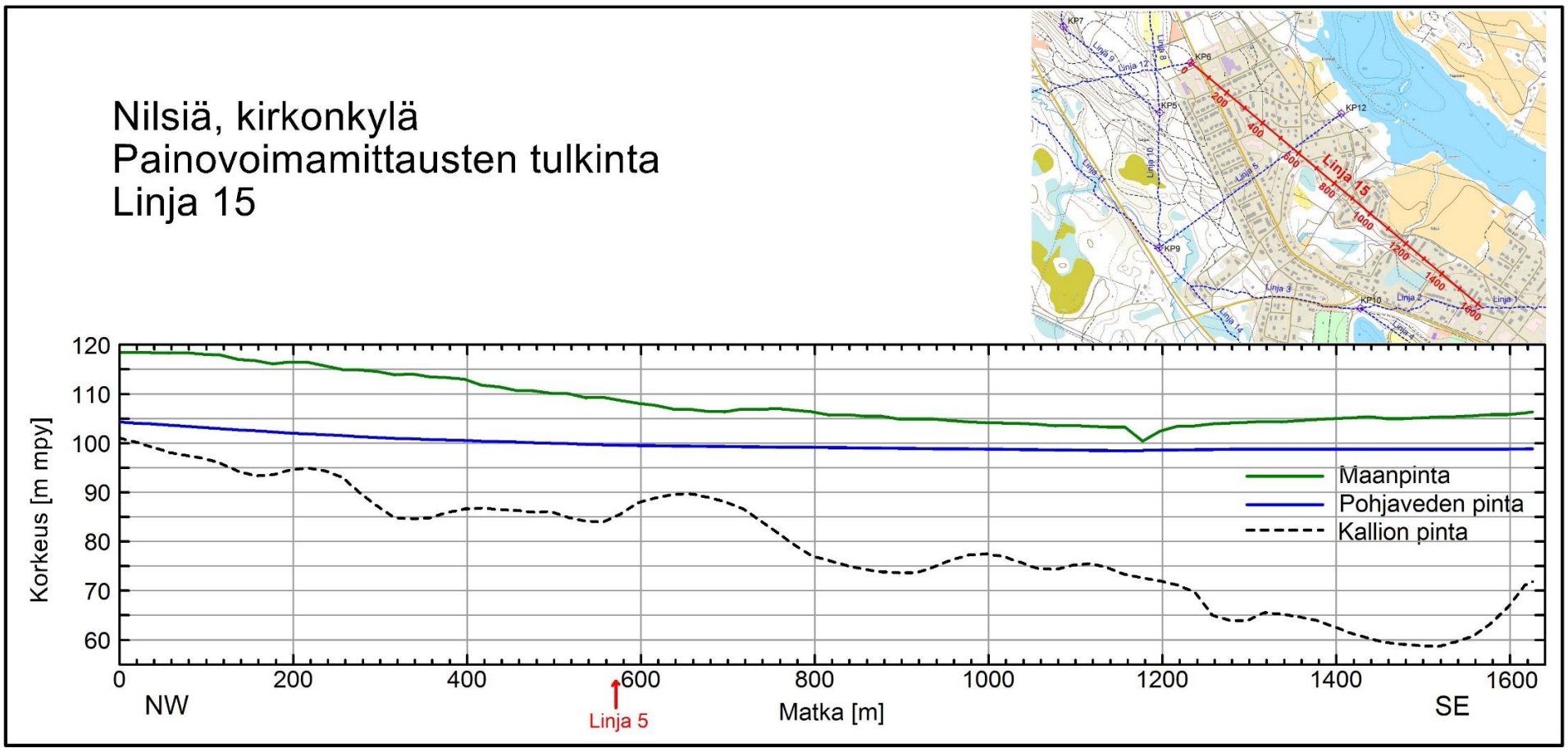

Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 10
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
S
N
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta
Linja 10
KP1
KP4
KP5
KP6
KP9
Linja 12
Linja 9
Linja 8
Linja 11
Linja 16
Linja 5
Linja 14


Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 11
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
NW
SE
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta
Linja 11
KP4
KP5
KP6
KP9
Linja 13
Linja 12
Linja 9
Linja 8
Linja 10
Linja 15
Linja 5
Linja 14
Linja 3


Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 12
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
W
E
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta
Linja 9
Linja 8
Linja 12
KP3
KP4
KP5
KP6
KP7
Linja 13
Linja 11
Linja 10
Linja 15
Linja 5


Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 13
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
W
E
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta
Linja 13
KP3
KP4
KP5
KP6
KP7


Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 14
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
NW
SE
Linja 3
??
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta
Linja 14
KP9
KP10
KP11


Nilsiä, kirkonkylä
Painovoimamittausten tulkinta
Linja 15
Korkeus [m mpy]
Matka [m]
NW
SE
Linja 5
Maanpinta
Pohjaveden pinta
Kallion pinta
Linja 15
KP5
KP6
KP7
KP9
KP10
KP12

Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk Alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	18.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P31/18 (GTK 1)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7010690,09	Y: 552640,701
Putken yläpää:	+ 110,63
Maanpinta:	+ 109,51
Putken alapää:	+ 101,63
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
18.10.2018	6,20	9,00	+ 104,43	JH
2.11.2018	4,61	8,98	+ 106,02	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 106,02	
		W,min =	+ 104,43	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]		
Jatkoputki	JP	5,0	hHk	0	-	4,5
Suodatin	S	4,0	hkSr	4,5	-	7,4
			Ka	7,4	-	10,6
Kokonaispituus:		9,0				

Putken antoisuus

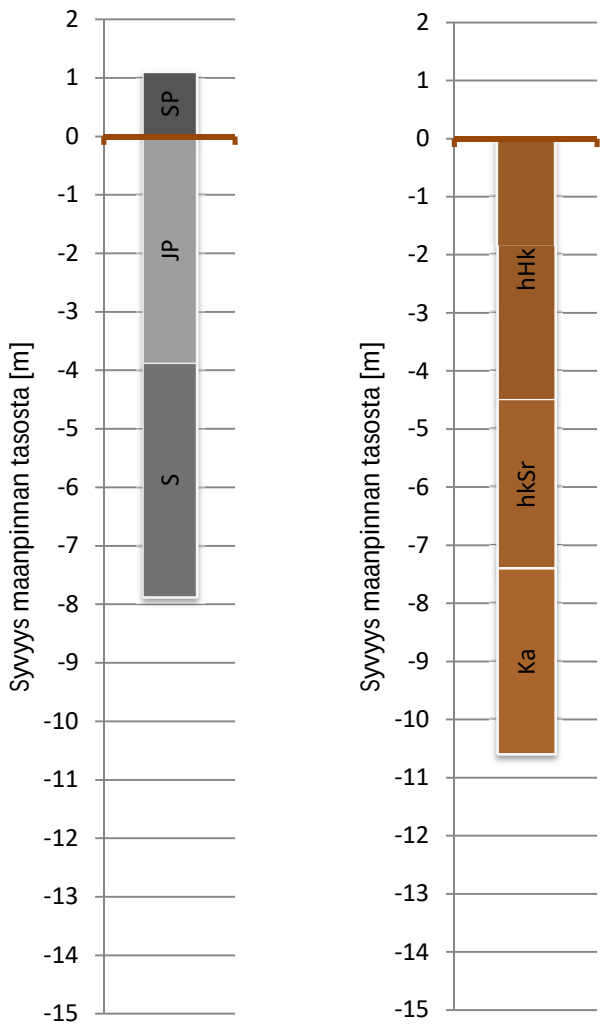
Putken vesitilavuus [l]: 9

Veden väri

Suositeltava näytteenottotapa

MUUT HUOMIOT

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET



Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk Alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	24.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P32/18 (GTK 2)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7008876,946	Y: 555400,551
Putken yläpää:	+ 98,04
Maanpinta:	+ 97,13
Putken alapää:	+ 86,24
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

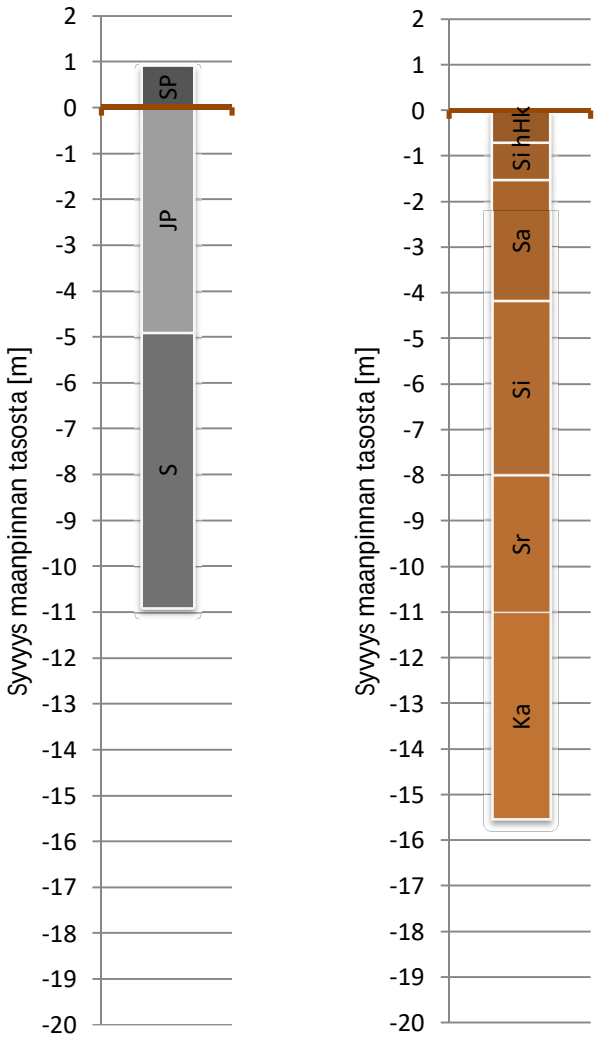
Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
24.10.2018	1,50	11,60	+ 96,54	JH
5.11.2018	1,47	11,44	+ 96,57	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 96,57	
		W,min =	+ 96,54	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]	
Jatkoputki	JP	5,8	hHk	0 -	0,7
Suodatin	S	6,0	Si	0,7 -	1,5
			Sa	1,5	4,2
			Si	4,2	8,0
			Sr	8,0	11,0
			Ka	11,2	15,5
				-	
				-	
				-	
				-	
Kokonaispituus:		11,8		-	

Putken antoisuus
Putken vesitilavuus [l]
22
Veden väri
Suositeltava näytteenottotapa
MUUT HUOMIOT

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET



Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	16.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P33/18 (GTK 3)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7010283,698	Y: 553046,606
Putken yläpää:	+ 118,87
Maanpinta:	+ 117,81
Putken alapää:	+ 97,07
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
16.10.2018	12,35	21,50	+ 106,52	JH
2.11.2018	12,31	21,38	+ 106,56	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 106,56	
		W,min =	+ 106,52	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]	
Jatkoputki	JP	11,8	Hk	0 -	18,2
Suodatin	S	10,0	Mr	18,2 -	19,4
			Ka	19,4 -	22,4
Kokonaispituus:		21,8			

Putken antoisuus

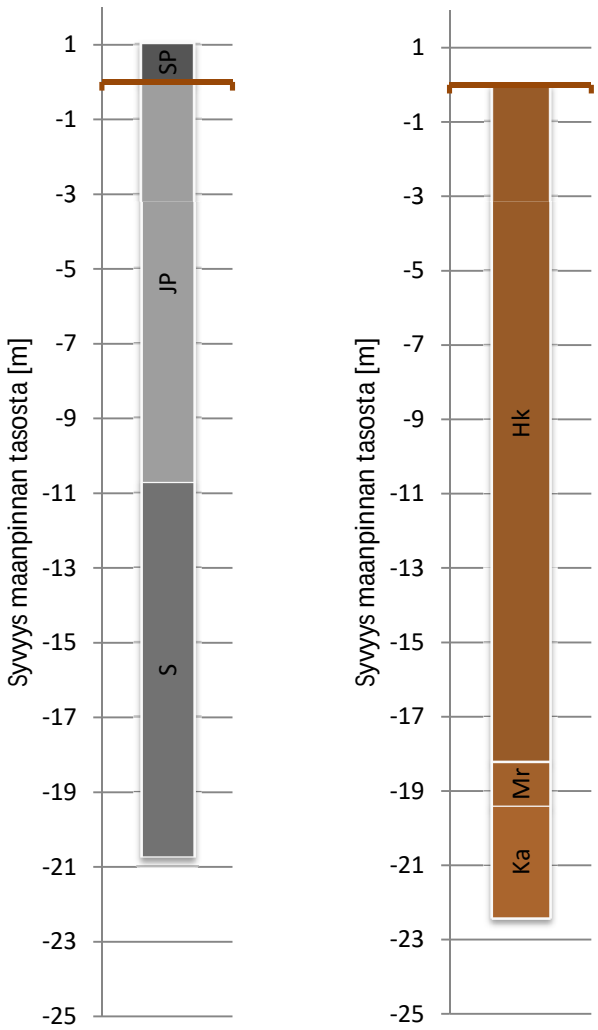
Putken vesitilavuus [l]
20

Veden väri

Suositeltava näytteenottotapa

MUUT HUOMIOT

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET



Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk Alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	17.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P34/18 (GTK 4)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7009782,598	Y: 552487,309
Putken yläpää:	+ 115,39
Maanpinta:	+ 114,44
Putken alapää:	+ 108,69
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
17.10.2018	1,70	6,70	+ 113,69	JH
5.11.2018	1,63	6,66	+ 113,76	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 113,76	
		W,min =	+ 113,69	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]
Jatkoputki	JP	2,7	Hk	0 - 3,0
Suodatin	S	4,0	Sr	3,0 - 4,4
			Ka	4,4 - 7,4
Kokonaispituus:		6,7		

Putken antoisuus

Putken vesitilavuus [l]

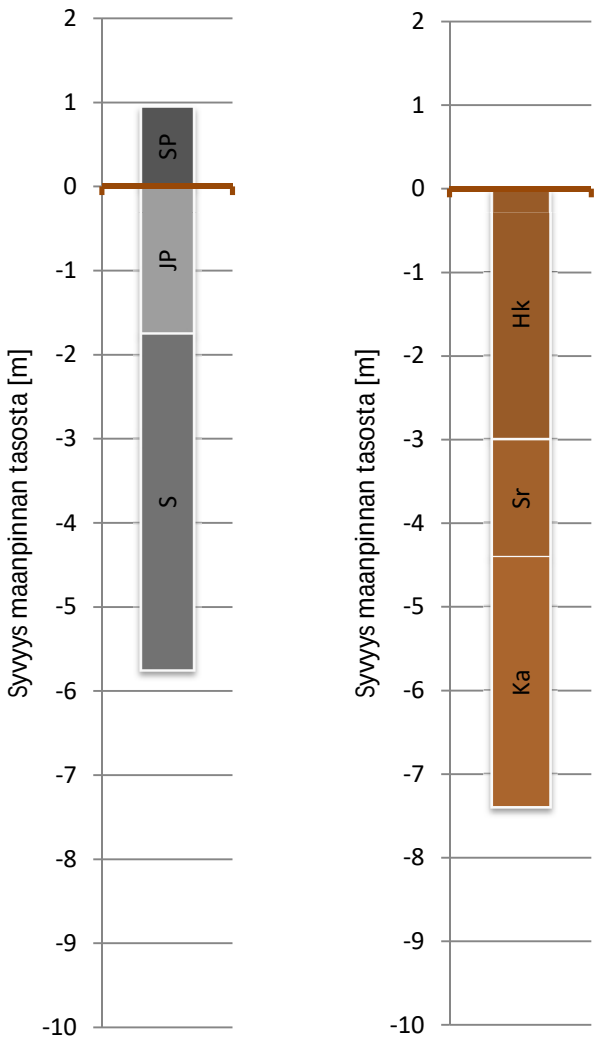
11

Veden väri

Suositeltava näytteenottotapa

MUUT HUOMIOT

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET



Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk Alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	19.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P35/18 (GTK 5)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7009707,74	Y: 553116,658
Putken yläpää:	+ 124,23
Maanpinta:	+ 123,37
Putken alapää:	+ 96,93
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
19.10.2018	20,30	27,30	+ 103,93	JH
5.11.2018	20,36	27,50	+ 103,87	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 103,93	
		W,min =	+ 103,87	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]	
Jatkoputki	JP	17,3	Hk	0 -	12,0
Suodatin	S	8,0	hkSr	12,0 -	19,0
Jatkoputki	JP	2,0	hHk	19,0 -	26,2
			Mr	26,2 -	27,0
			Ka	27,0 -	30,0
Kokonaispituus:		27,3			

Putken antoisuus

Putken vesitilavuus [l]

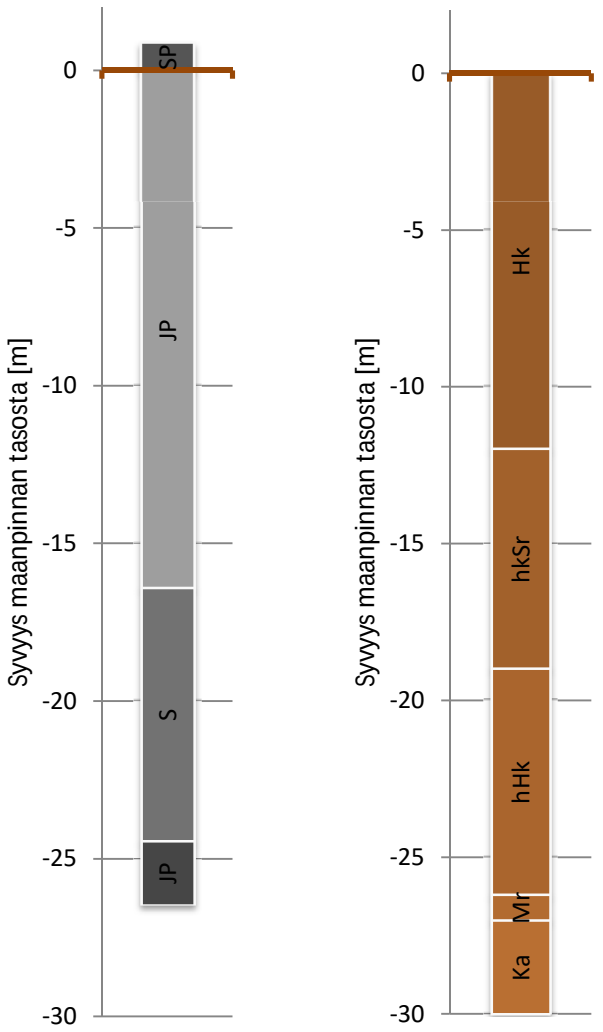
15

Veden väri

Suositeltava näytteenottotapa

MUUT HUOMIOT

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET



Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	16.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P36/18 (GTK 6)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7009921,381	Y: 553248,8
Putken yläpää:	+ 119,18
Maanpinta:	+ 118,29
Putken alapää:	+ 100,68
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
16.10.2018	14,20	18,50	+ 104,98	JH
5.11.2018	14,86	17,30	+ 104,32	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 104,98	
		W,min =	+ 104,32	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]	
Jatkoputki	JP	12,5	Hk	0 -	11,0
Suodatin	S	6,0	hkSr	11,0 -	14,8
			hHk	14,8 -	17,4
			Ka	17,4 -	21,4
Kokonaispituus:		18,5			

Putken antoisuus

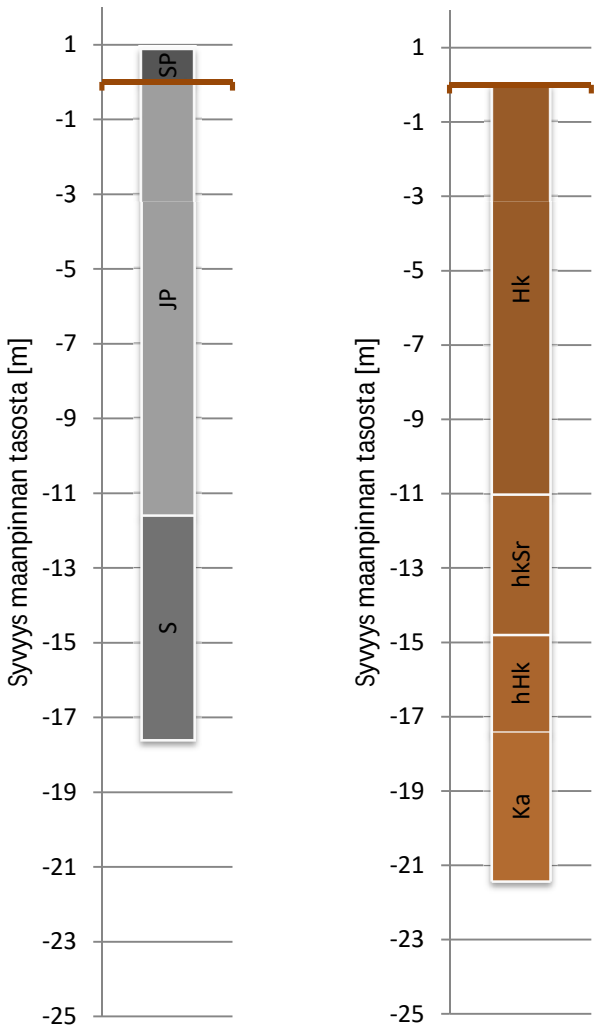
Putken vesitilavuus [l]: 9

Veden väri

Suositeltava näytteenottotapa

MUUT HUOMIOT

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET



Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk Alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	24.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P37/18 (GTK 7)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7010074,589	Y: 552704,589
Putken yläpää:	+ 114,30
Maanpinta:	+ 113,38
Putken alapää:	+ 101,30
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
24.10.2018	8,70	12,80	+ 105,60	JH
5.11.2018	9,68	12,85	+ 104,62	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 105,60	
		W,min =	+ 104,62	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]	
Jatkoputki	JP	7,0	hkSr	0	6,0
Suodatin	S	6,0	Hk	6,0	11,2
			Ka	11,2	15,0
Kokonaispituus:		13,0			

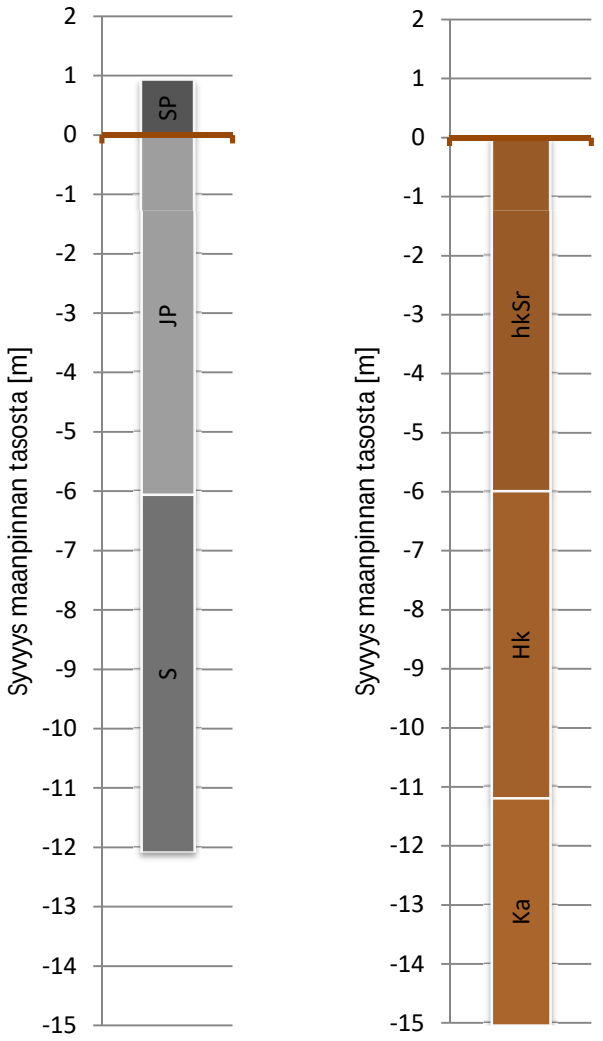
Putken antoisuus

Putken vesitilavuus [l]
9

Veden väri

Suositeltava näytteenottotapa

MUUT HUOMIOT



Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk Alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	23.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P38/18 (GTK 8)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7008092,973	Y: 554932,096
Putken yläpää:	+ 111,72
Maanpinta:	+ 110,83
Putken alapää:	+ 71,27
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
23.10.2018	9,30	40,00	+ 102,42	JH
5.11.2018	9,24	39,82	+ 102,48	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 102,48	
		W,min =	+ 102,42	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]	
Jatkoputki	JP	10,5	Sr	0 -	22,0
Suodatin	S	30,0	kiSr	22,0 -	39,0
			Ka	39,0	42,0
Kokonaispituus:		40,5			

Putken antoisuus

Putken vesitilavuus [l]

66

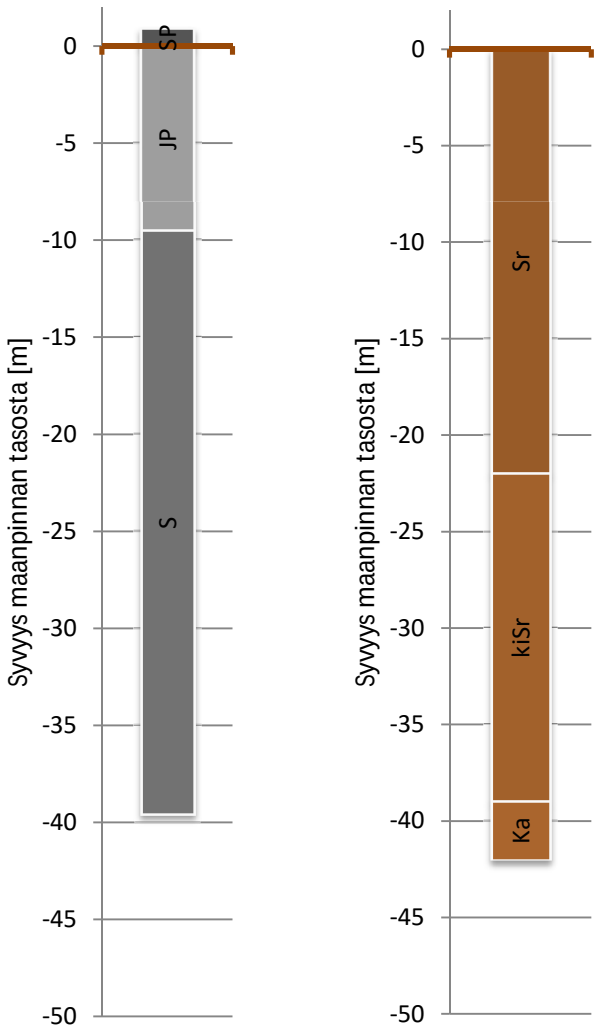
Veden väri

Suositeltava näytteenottotapa

MUUT HUOMIOT

Kallio ruhjeista

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET



Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk Alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	17.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P39/18 (GTK 9)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7009130,202	Y: 553112,092
Putken yläpää:	+ 111,62
Maanpinta:	+ 110,61
Putken alapää:	+ 106,62
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
17.10.2018		5,00		JH
5.11.2018	4,33	6,00	+ 107,29	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 107,29	
		W,min =	+ 107,29	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]		
Jatkoputki	JP	2,0	Hk	0	-	3,2
Suodatin	S	3,0	SrMr	3,2	-	4,4
			Ka	4,4	-	7,5
Kokonaispituus:		5,0				

Putken antoisuus

Putken vesitilavuus [l]

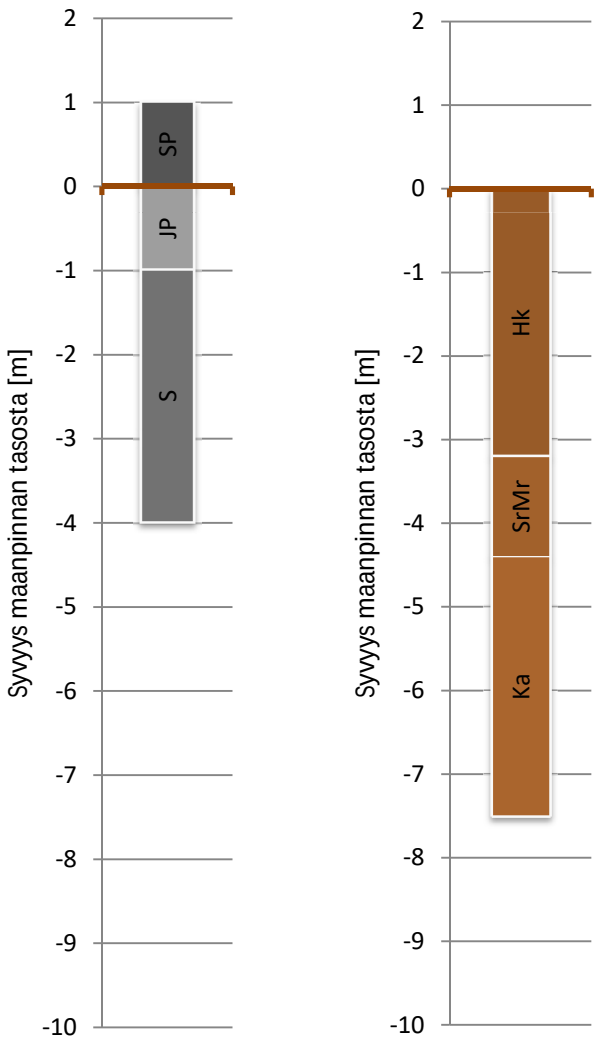
1

Veden väri

Suositeltava näytteenottotapa

MUUT HUOMIOT

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET



Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk Alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	18.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P40/18 (GTK 10)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7008873,572	Y: 553972,199
Putken yläpää:	+ 112,57
Maanpinta:	+ 111,56
Putken alapää:	+ 81,32
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
18.10.2018	10,30	31,00	+ 102,27	JH
31.10.2018	10,18	31,30	+ 102,39	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 102,39	
		W,min =	+ 102,27	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]		
Jatkoputki	JP	9,3	Hk	0	-	4,0
Suodatin	S	22,0	Sr	4,0	-	7,0
			Hk	7,0	-	8,2
			Sr	8,2	-	12,0
			Hk	12,0	-	16,2
			Sr	16,2	-	19,5
			Hk	19,5	-	21,0
			Sr	21,0	-	31,0
			Ka	31,0	-	34,4
					-	
Kokonaispituus:		31,3			-	

Putken antoisuus

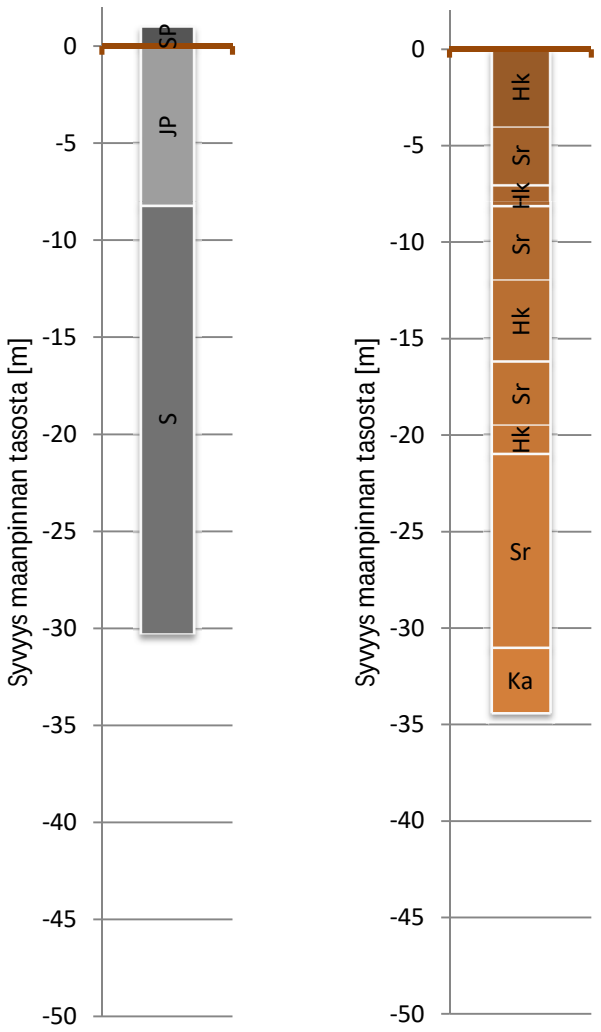
Putken vesitilavuus [l]

45

Veden väri

Suositeltava näytteenottotapa

MUUT HUOMIOT



Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	15.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P41/18 (GTK 11)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7008465,259	Y: 553711,188
Putken yläpää:	+ 112,34
Maanpinta:	+ 111,48
Putken alapää:	+ 99,94
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
15.10.2018	3,20	12,20	+ 109,14	JH
31.10.2018	2,81	11,40	+ 109,53	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 109,53	
		W,min =	+ 109,14	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET

Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]		
Jatkoputki	JP	2,4	Hk	0	-	11,4
Suodatin	S	10,0	Ka	11,4	-	16,0
Kokonaispituus:		12,4				

Putken antoisuus

Putken vesitilavuus [l]

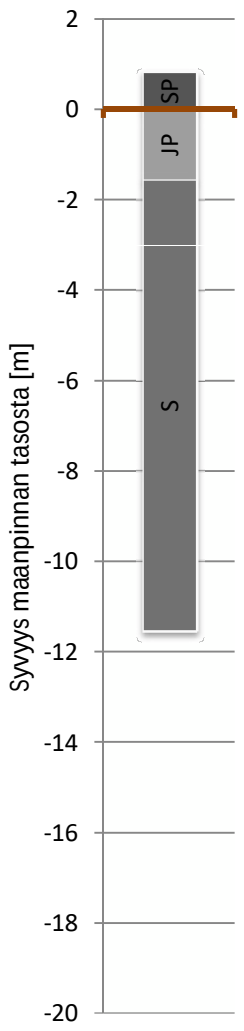
20

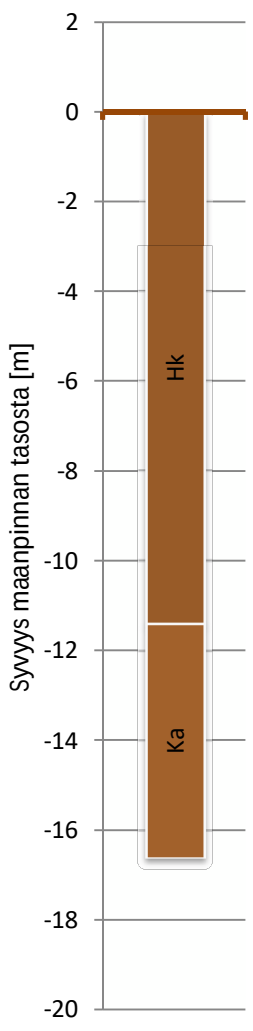
Veden väri

Suositeltava näytteenottotapa

MUUT HUOMIOT

Porattu kallioon pidemmälle ruhjeen takia.





Pohjavesiputkikortti

Tilaaja:	GTK
Kohde:	Nilsiän kk Alue
Kunta:	Kuopio
Asennus pvm:	25.10.2018
Asentaja:	Juhani Hiltunen
Puhelin nro:	044 7272566
Asennuskone:	GM-150
Putken tunnus:	P42/18 (GTK 12)
Koordinaattijärjestelmä:	ETRS-TM35
Korkeusjärjestelmä:	N2000
X: 7009703,608	Y: 553890,93
Putken yläpää:	+ 99,66
Maanpinta:	+ 98,67
Putken alapää:	+ 83,66
Suojap. materiaali (SP):	Fe 89
Putkimateriaali:	PEH Ø: 60 mm
	(sisä) Ø: 52 mm
Suodatinmalli:	0,3mm rako

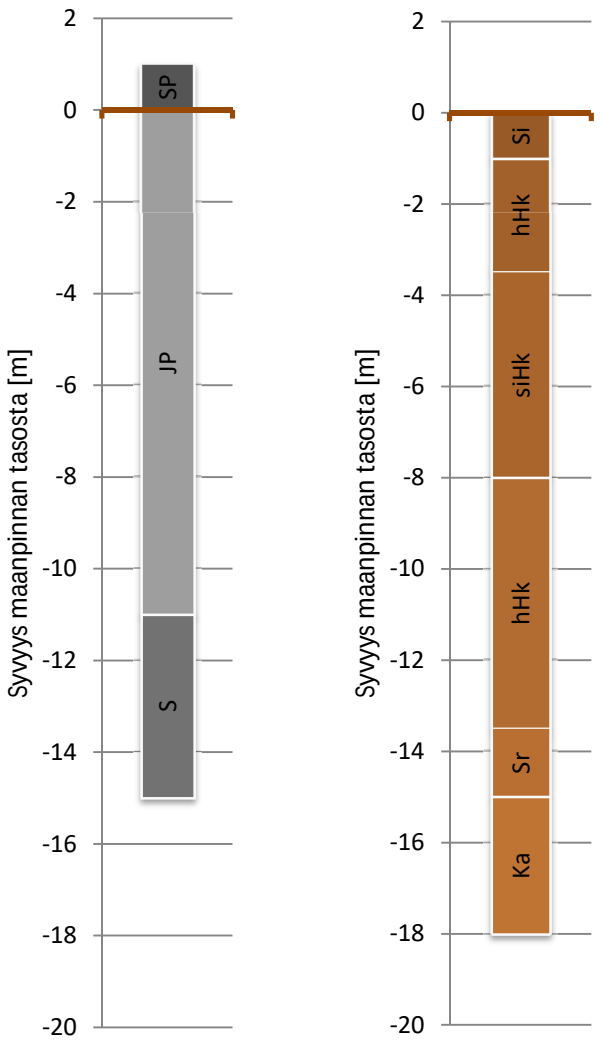
HAVAINNOT

Pvm.	Putken yläpäästä [m] Vesipinta	Putken yläpäästä [m] Pohja	Vesipinta [W]	Mittaaja
25.10.2018	0,90	15,80	+ 98,76	JH
5.11.2018	0,78	15,77	+ 98,88	MH
Lukitus	Ei	W,max =	+ 98,88	
		W,min =	+ 98,76	

PUTKEN KUVA/SIJAINTI

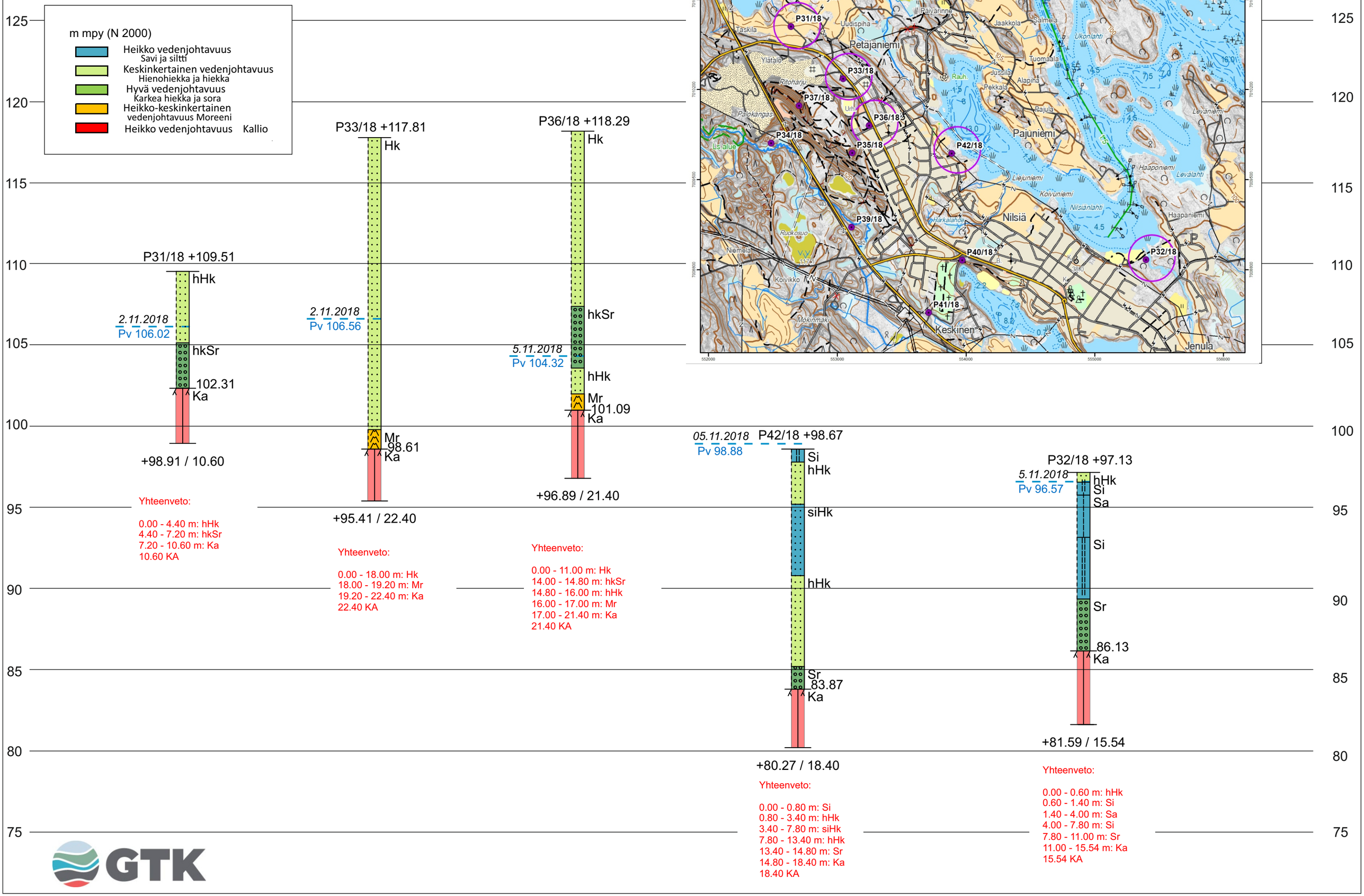
Putken osa/koodi		[m]	Maalaji	Syvyys [m]	
Jatkoputki	JP	12,0	Si	0 -	1,0
Suodatin	S	4,0	hHk	1,0 -	3,5
			siHk	3,5	8,0
			hHk	8,0	13,5
			Sr	13,5	15,0
			Ka	15,0	18,0
				-	
				-	
				-	
				-	
Kokonaispituus:		16,0		-	
Putken antoisuus				-	
				-	
Putken vesitilavuus [l]				-	
32				-	
Veden väri				-	
				-	
Suositeltava näytteenottotapa				-	
				-	
				-	
MUUT HUOMIOT				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	

PUTKEN RAKENNE JA MAALAJIKERROKSET



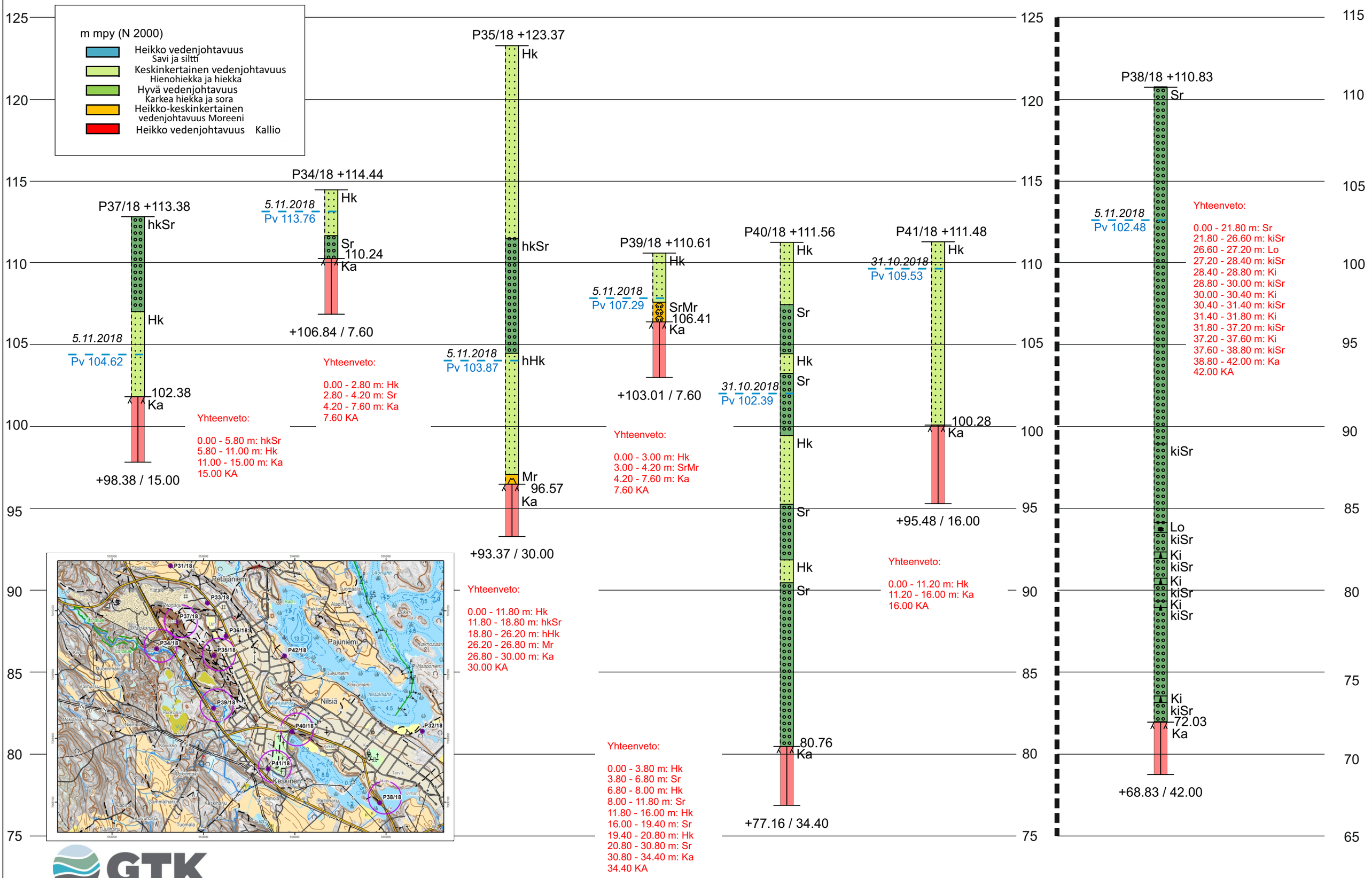
LIITE 10.1

YHTEENVETO POHJAVESIPUTKIASENNUSTEN MAALAJIHAVAINNOISTA (HUOM! EI PITUUSLEIKKAUS)



GTK

YHTEENVETO POHJAVESIPUTKIASENNUSTEN MAALAJIHAVAINNOISTA (HUOM! EI PITUUSLEIKKAUS)



GTK

Kp 1
0 - 13,1 Hk
13,1 - 14,2 Mr
14,2 Ka

Kp 2
0 – 10,1 Hk
10,1 Ka

Kp 3
0 – 13,5 Hk
13,5 – 15,4 SrHk
15,4 Ka

Kp 4
0 – 1,0 Hk
1,0 – 15,3 Hk, Ht/hHt raitoja
15,3 – 19,4 SrHk
19,4 Ka

Kp 5
0 – 1,0 Hk
1,0 – 3,3 Hk, Ht kerroksia
3,3 Ka, useita yrityksiä

Kp 6
0 – 3,6 Hk
3,6 – 7,0 SrHk
7,0 - 9.7 HkSr
9,7 Ka

Kp 7
0 – 18,8 Hk
18,8 Ka/Lo

Kp 8
0 – 2,0 Hk
2,0 – 20,3 HHk
20,3 Ka/Lo

Kp 9
0 – 5,2 Hk
5,2 Ka/Lo

Kp 10
0 – 17,5 Hk
17,5 – 18,8 HHt
18,8 EPS

Kp 11
0 – 2,0 Hk
2,0 – 24,5 HHk
24,5 Ka/Lo

Kp 12
0 – 2,0 HHt, Ht ja hHk raitoja
2,0 – 13,1 HHk
13,1 – 13,3 Mr
13,3 Ka/Lo

Kp 13
0 – 15,9 Ht/hHt, pvp noin 2,5 m
15,9 – 16,3 Mr
16,3 Ka/Lo

Kp 14
0 – 11,7 HHk, pvp noin 2,5 m
11,7 Ka/Lo

Kp 15
0 – 27,0 HHk
27,0 – 28,9 HHt
28,9 Ka/Lo

Kp 16
0 – 0,7 Täyttömaa
0,7 – 2,0 Hk
2,0 – 5,1 HHt, pvp noin 3,0 m
5,1 – 8,2 KiHk
8,2 Ka/Lo

Kp 17
0 – 7,5 HHk
7,5 Ka/Lo

Kp 18
0 – 7,4 Ht/hHk, pvp noin 3,5 m
7,4 Ka/Lo

Kp 19
0 – 1,0 Täyttömaa
1,0 – 11,0 HHt, pvp noin 3,0 m
11,0 – 12,0 Mr
12,0 Ka

Kp 20
0 – 4,6 Hk
4,6 Ka/Lo

Kp 21
0 – 10,5 Ht, HHt kerroksia
10,5 – 11,6 Mr
11,6 Ka

Kp 22
0 – 20,5 Hk, pvp noin 3,0 m
20,5 – 21,8 Ki, Sr
21,8 Ka/Lo

Nilsiä kk Profiilimittaukset (YSI)

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P31/18	2,1	56.2	37	12.23	5.82	200.4
P31/18	4,4	101.9	66	6.23	6.27	-62.4
P31/18	0,5	103.3	67	11.09	6.22	124.8

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P32/18	2,0	353.8	230	1.77	6.21	-357.2
P32/18	4,1	380.8	248	0.46	6.25	-479.8
P32/18	6,0	381.7	248	0.33	6.25	-479.3
P32/18	8,1	387.3	252	0.29	6.30	-509.8
P32/18	9,9	302.7	197	0.23	6.63	-576.8
P32/18	0,4	363.4	236	0.30	6.35	-365.0

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P33/18	2,1	43.1	28	13.46	6.48	250.0
P33/18	4,5	44.1	29	13.42	6.30	261.0
P33/18	6,3	46.7	30	13.16	6.26	264.9
P33/18	8,2	82.4	54	9.57	6.24	229.8
P33/18	9,2	94.6	61	8.31	6.44	100.0
P33/18	0,5	44.9	29	13.25	6.27	208.5

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P34/18	2,0	51.3	33	4.95	6.30	214.9
P34/18	4,1	111.6	73	1.86	6.23	-32.3
P34/18	5,1	119.6	78	0.51	6.52	-277.4
P34/18	0,4	52.3	34	5.38	6.25	204.0

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P35/18	2,1	53.5		11.56	5.96	
P35/18	4,1	74.2		8.14	6.15	
P35/18	6,5	79.7		6.74	6.31	
P35/18	6,7	87.3		3.32	6.68	
P35/18		**556**		**13.44**	**7.32**	

Arvoja puuttuu purkuohjelman ongelmien takia

Nilsiä kk Profiilimittaukset (YSI)

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P36/18		451		10.7	6.45	
P36/18		94		2.05	6.64	

Arvoja puuttuu purkuohjelman ongelmien takia

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P37/18	2	24.7	16	13.92	6.68	275.4
P37/18	4	24.9	16	13.87	6.56	275.2
P37/18		26.8		13.60	6.51	
P37/18		24.6		13.51	6.32	

Arvoja puuttuu purkuohjelman ongelmien takia

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P38/18	2.1	203,4		3.36	7.23	
P38/18	4.1	203,1		3.11	7.00	
P38/18	6.2	202.9	132	4.64	6.82	-254.6
P38/18	8.1	203		5.10	6.73	
P38/18	10.3	202		5.39	6.63	
P38/18	12.0	202		5.48	6.54	
P38/18	14.4	203.1		5.48	6.47	
P38/18	16.0	203.4		5.40	6.41	
P38/18	18.1	203.1		5.36	6.38	
P38/18	20.0	203.5		4.95	6.35	
P38/18	22.1	203.4	132	4.66	6.32	-113.3
P38/18	24.1	205.4	133	4.40	6.30	
P38/18	25.9	204.8	133	4.23	6.29	
P38/18	28.0	204.8	133	4.41	6.29	-192.4
P38/18	29.9	203.5	132	4.47	6.28	-159.6
P38/18	30.5	203.5	132	4.47	6.27	-159.6

Arvoja puuttuu purkuohjelman ongelmien takia.

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P39/18	1,3			0,81	7.41	

Arvoja puuttuu purkuohjelman ongelmien takia.

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P40/18	1.9	79.5		6.85	7.05	
P40/18	6.0	77.8		7.33	6.95	
P40/18	7.9	77.6		7.53	6.92	
P40/18	10.1	81.2		7.36	6.88	
P40/18	12.1	86.0		7.14	6.83	
P40/18	14.1	84.9		7.13	6.82	
P40/18	16.3	88.8		7.11	6.77	
P40/18	17.9	86.4		7.08	6.76	
P40/18	19.9	87.8		7.09	6.73	
P40/18	20.8	111.4		5.91	6.70	

Arvoja puuttuu purkuohjelman ongelmien takia.

HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P41/18	2,0	38.8		7.86	5.81	
P41/18	4,0	38		7.36	5.59	
P41/18	6,2	38.1	25	7.04	5.50	311.4
P41/18	8,0	38.1		6.94	5.47	
P41/18	8,5	39.2		6.93	5.46	

Arvoja puuttuu purkuohjelman ongelmien takia

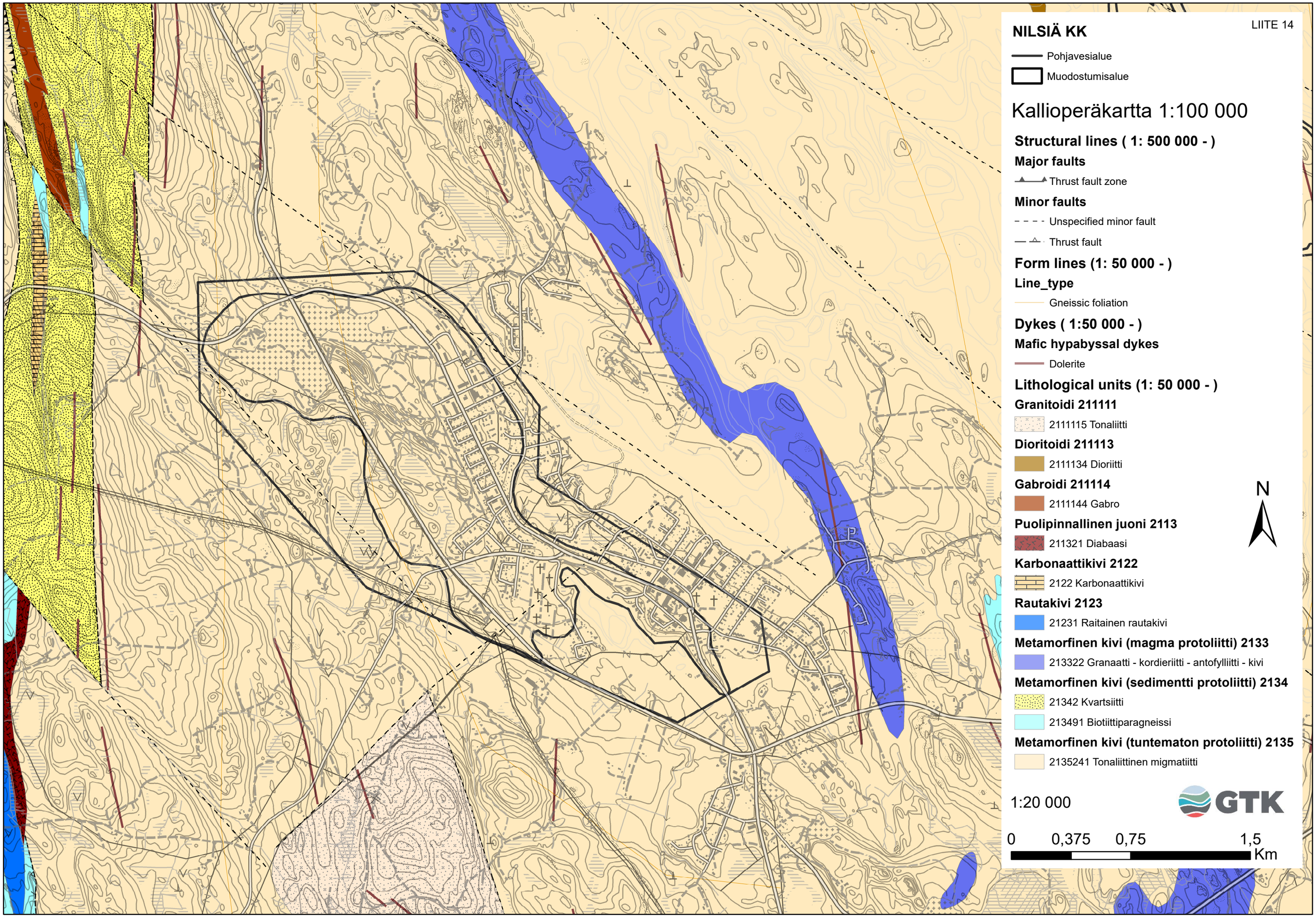
HAVAINTO-PUTKI	SYVYYS pvp:sta	Sähkönjoht. (µS/cm)	TDS (mg/L)	ODO (mg/L)	pH	ORP (mV)
P42/18	**2**	**93.8**		**13.4**	**7.00**	
P42/18	**4**	**93.5**		**13.48**	**6.8**	
P42/18	6	88.9		**16.98**	6.5	
P42/18	8	86.8		**19.0**	6.4	
P42/18	10	86.7		**19.8**	6.33	
P42/18	12	97.4		**16.03**	6.20	
P42/18	14	105.9		**14.80**	6.09	
P42/18	15	114.8		**13.58**	6.05	

Arvoja puuttuu purkuohjelman ongelmien takia

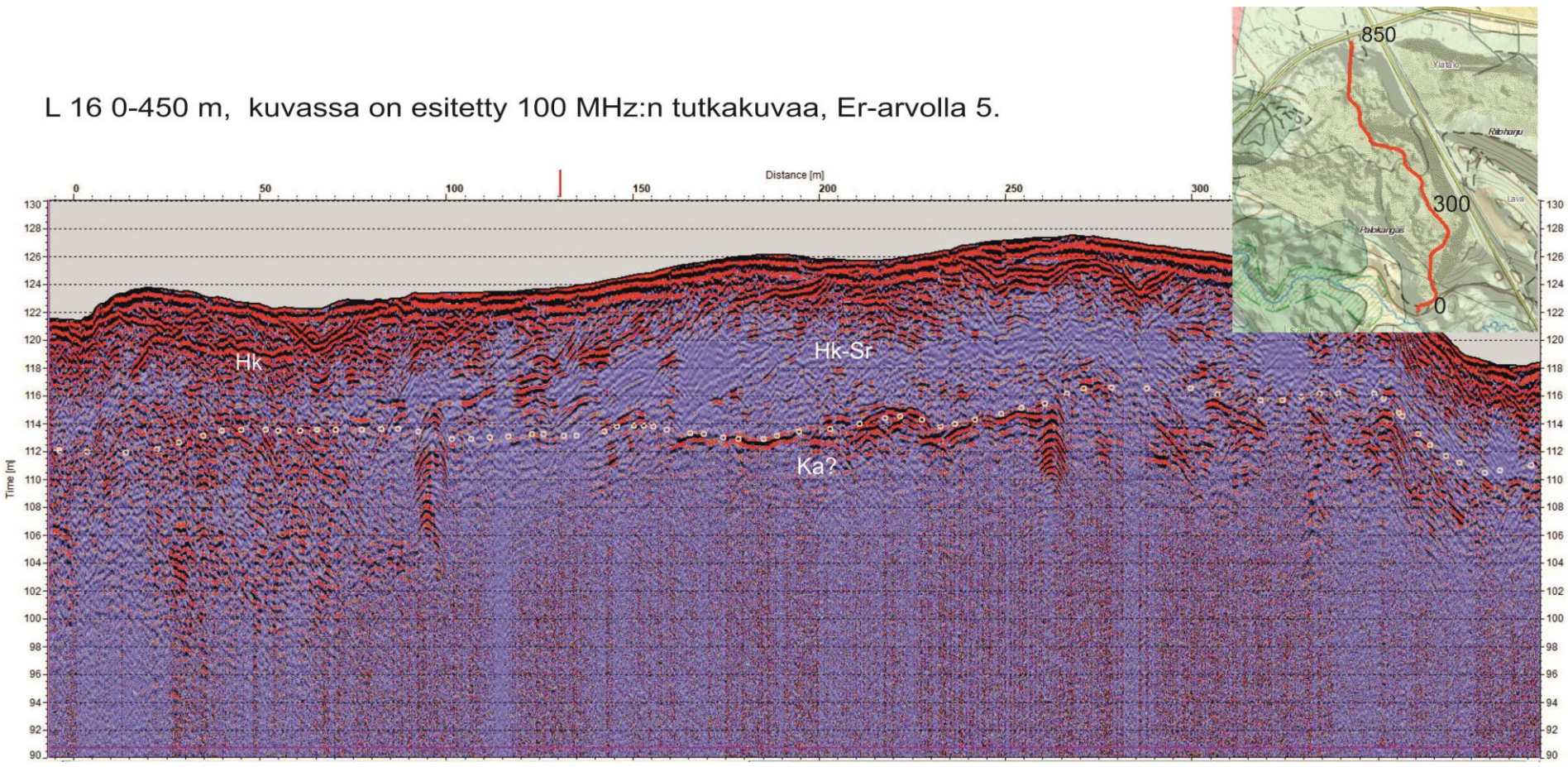
Parametri		Ag *	Al *	As *	B *	Ba *	Be *	Bi *	Cd *	Co *	Cr *	Cu *	I	Li *	Mn *	Mo *	Ni *	P *	Pb *
Määritysraja		0.01	1	0.05	5	0.05	0.05	0.5	0.02	0.02	0.2	0.1	2	0.1	0.02	0.02	0.05	20	0.05
Asiakkaan näytetunnus	**HAVAINTOPUTKI JA SYVYYS**	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
VE_AKI$-2018-28.1	**P31/18 -2 m**	<0.01	3,8	0,11	10,2	34,5	<0.05	<0.5	<0.02	1,46	<0.2	2,18	<2	2,02	27,8	0,71	1,88	<20	<0.05
VE_AKI$-2018-29.1	**P32/18 - 5 m**	<0.01	4,93	23,7	11,2	349	<0.05	2,46	<0.02	0,37	1,03	1,24	3,6	9,54	2190	0,37	1,03	66,2	<0.05
VE_AKI$-2018-30.1	**P33/18 - 4 m**	<0.01	4,33	0,14	<5	21,8	<0.05	0,56	<0.02	0,14	0,23	2,34	<2	0,5	5,76	0,09	1,01	<20	<0.05
VE_AKI$-2018-31.1	**P34/18 - 2 m**	<0.01	10,6	0,07	<5	18,7	<0.05	<0.5	<0.02	0,47	0,25	8,92	<2	0,43	39,9	0,11	1,72	<20	<0.05
VE_AKI$-2018-32.1	**P35/18 - 2 m**	<0.01	77,1	0,17	<5	9,44	<0.05	<0.5	<0.02	0,24	1,13	17,3	<2	1,32	14,9	2,98	1,45	<20	0,09
VE_AKI$-2018-34.1	**P37/18 - 1,5 m**	<0.01	3,67	<0.05	<5	18,6	<0.05	<0.5	<0.02	0,07	<0.2	2,43	<2	<0.1	4,05	0,63	0,5	<20	<0.05
VE_AKI$-2018-35.1	**P38/18 - 5 m**	<0.01	4,13	0,22	14,3	51,5	<0.05	2,84	<0.02	1,82	<0.2	1,33	<2	4,07	188	4,86	4,96	<20	<0.05
VE_AKI$-2018-35.2	**P38/18 - 15 m**	<0.01	4,12	0,15	13,9	50,3	<0.05	2,1	0,02	1,55	0,27	1,29	<2	3,86	160	3,94	5,06	<20	<0.05
VE_AKI$-2018-37.1	**P40/18 - 1 m**	<0.01	5,22	0,16	5,86	33,1	<0.05	0,58	<0.02	0,68	0,4	3,97	<2	0,91	153	6,42	2,24	<20	<0.05
VE_AKI$-2018-37.2	**P40/18 - 15 m**	<0.01	9,11	0,23	13,1	42,2	<0.05	<0.5	<0.02	1,31	<0.2	8,52	<2	1,4	501	12,2	3,47	<20	<0.05
VE_AKI$-2018-38.1	**P41/18 - 2 m**	<0.01	17,6	<0.05	<5	26,1	<0.05	0,81	<0.02	0,16	<0.2	5,11	<2	<0.1	4,93	0,69	1,14	<20	<0.05
VE_AKI$-2018-39.1	**P42/18 - 11 m**	<0.01	2,34	<0.05	25,5	84,4	<0.05	<0.5	0,04	1,9	<0.2	3,14	<2	2,71	467	0,23	10,1	<20	<0.05

Parametri		Rb *	Sb *	Se *	Sr *	Th *	Tl *	U *	V *	Zn *	Ca *	Fe *	K *	Mg *	Na *	S *	Si *	DOC	TOC *	Br *
Määritysraja		0.01	2	0.5	0.1	2	0.01	0.01	0.05	0.2	0.1	0.03	0.01	0.05	0.2	1	0.1	0.2	0.2	0.1
Asiakkaan näytetunnus	**HAVAINTOPUTKI JA SYVYYS**	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
VE_AKI$-2018-28.1	**P31/18 -2 m**	0,91	<2	<0.5	44,6	<2	<0.01	0,03	0,32	1	7,36	<0.03	3,17	3,55	3,1	1,7	6,57	0,33	0,7	<0.1
VE_AKI$-2018-29.1	**P32/18 - 5 m**	4,74	<2	<0.5	149	<2	<0.01	0,36	0,87	2,27	26	20,4	7,04	10,4	10,9	10,8	18	2,2	2,7	<0.1
VE_AKI$-2018-30.1	**P33/18 - 4 m**	0,39	<2	<0.5	41,3	<2	<0.01	<0.01	0,46	1,43	3,7	<0.03	0,76	1,1	1,91	1,47	5,15	0,26	3,1	<0.1
VE_AKI$-2018-31.1	**P34/18 - 2 m**	1,24	<2	<0.5	22,7	<2	<0.01	0,03	0,71	3,86	4,61	<0.03	1,41	1,5	1,76	1,46	5,18	0,22	0,57	<0.1
VE_AKI$-2018-32.1	**P35/18 - 2 m**	0,3	<2	<0.5	15,1	<2	<0.01	0,06	1,19	0,52	3,25	0,12	1,88	2,11	2,42	1,18	6,15	<0.2	0,42	<0.1
VE_AKI$-2018-34.1	**P37/18 - 1,5 m**	1,42	<2	<0.5	22	<2	<0.01	<0.01	0,16	0,9	2,21	<0.03	0,56	0,61	0,85	<1	2,79	0,32	0,91	<0.1
VE_AKI$-2018-35.1	**P38/18 - 5 m**	0,95	<2	0,99	87,3	<2	0,01	0,04	0,41	3,33	15,8	0,18	3,43	7,49	8,94	4,8	9,1	0,6	1,2	<0.1
VE_AKI$-2018-35.2	**P38/18 - 15 m**	0,86	<2	<0.5	85,3	<2	0,01	0,03	0,21	4,01	15,4	0,14	3,28	7,21	8,31	4,64	9,1	0,98	1,1	<0.1
VE_AKI$-2018-37.1	**P40/18 - 1 m**	0,51	<2	<0.5	55,7	<2	<0.01	0,02	0,57	1,35	7,01	0,06	1,92	2,73	2,99	2,02	6,32	0,43	0,79	<0.1
VE_AKI$-2018-37.2	**P40/18 - 15 m**	0,69	<2	<0.5	71	<2	<0.01	0,04	0,28	4,39	9,66	0,06	2,73	3,92	4,26	3,44	6,43	0,32	0,73	<0.1
VE_AKI$-2018-38.1	**P41/18 - 2 m**	1,95	<2	<0.5	25,7	<2	0,01	0,02	0,43	1,94	2,7	<0.03	0,76	0,91	1,94	1,09	5,57	0,43	0,9	<0.1
VE_AKI$-2018-39.1	**P42/18 - 11 m**	1,31	<2	0,72	58,9	<2	0,02	0,03	0,29	3,02	10,9	<0.03	4,92	6,57	5,46	8,13	9,07	0,24	0,69	<0.1

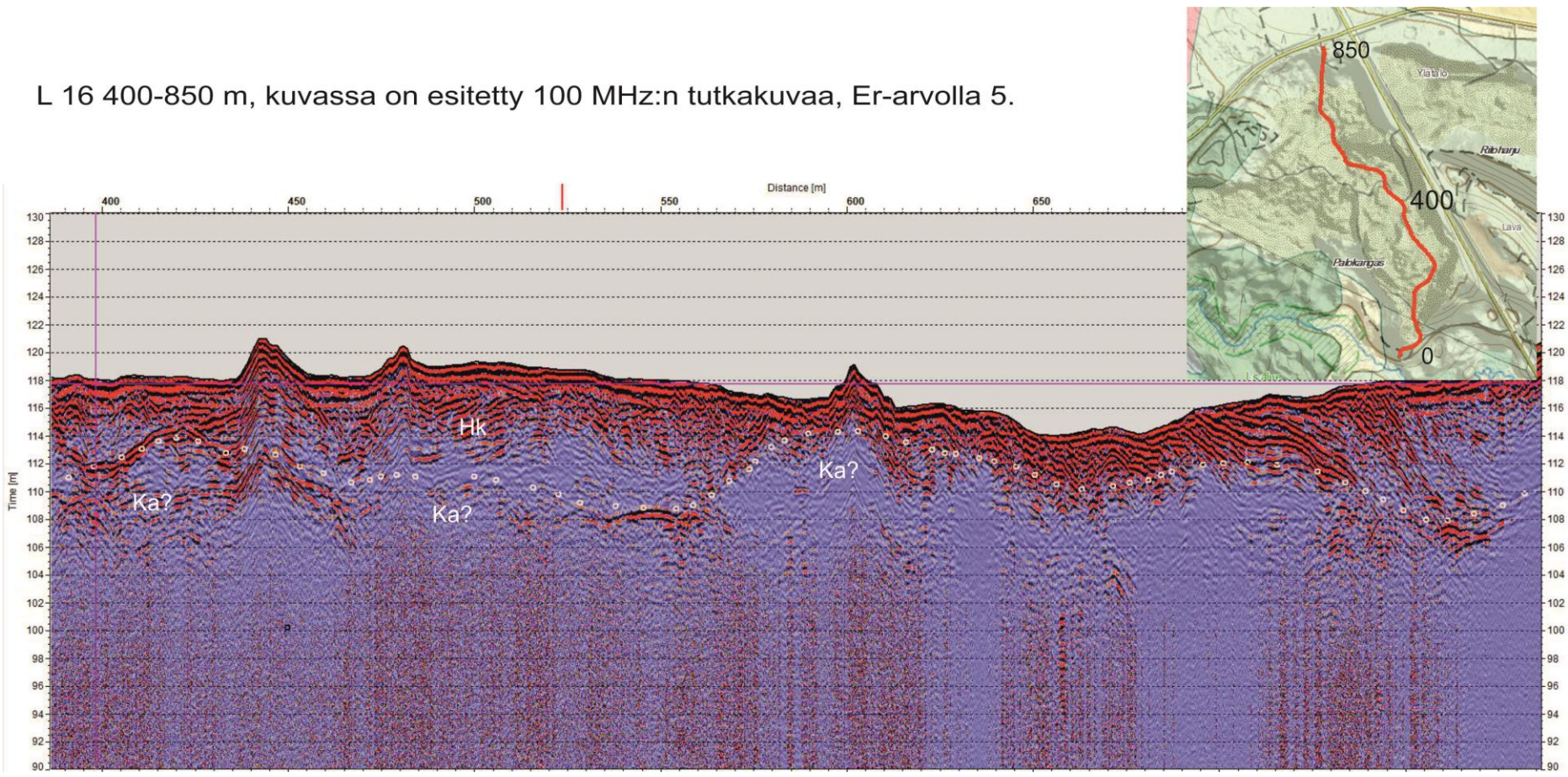
Parametri		Cl *	F *	NO3 *	SO4 *	Alkali-teetti	NH4-N	PO4	Johto-kyky *	KMnO4-luku	Tot-N	NO2-N	Väri-luku	pH *
Määritysraja		0.2	0.1	0.2	0.1	0.1		0.03		2				
Asiakkaan näytetunnus	**HAVAINTOPUTKI JA SYVYYS**	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mmol/l	mg/l	mg/l	mS/m 25°C	mg/l	mg/l	mg/l	mg Pt/l	pH
VE_AKI$-2018-28.1	**P31/18 -2 m**	2,7	<0.1	17	5	0,49	0,01	<0.03	10	3,2	3,8	0,007	<2	6,7
VE_AKI$-2018-29.1	**P32/18 - 5 m**	5,5	0,43	<0.2	33	2,3	0,17	<0.03	30	14	0,34	<0.002	5,3	6,5
VE_AKI$-2018-30.1	**P33/18 - 4 m**	1,3	<0.1	0,22	4,3	0,39	0,009	<0.03	5	5,8	<0.1	0,002	<2	6,9
VE_AKI$-2018-31.1	**P34/18 - 2 m**	0,74	<0.1	0,36	4,2	0,42	<0.008	<0.03	5	6,3	0,13	<0.002	<2	6,6
VE_AKI$-2018-32.1	**P35/18 - 2 m**	0,77	<0.1	0,45	3,5	0,48	<0.008	0,03	5	5,8	0,14	<0.002	<2	7,3
VE_AKI$-2018-34.1	**P37/18 - 1,5 m**	0,22	<0.1	0,26	2,7	0,207	<0.008	<0.03	2	6	0,1	<0.002	<2	6,6
VE_AKI$-2018-35.1	**P38/18 - 5 m**	11	<0.1	6,9	14	1,3	0,04	<0.03	20	<2	2,1	0,049	2,8	6,7
VE_AKI$-2018-35.2	**P38/18 - 15 m**	11	<0.1	6,8	14	1,3	0,033	<0.03	20	2,2	2,3	0,034	<2	6,7
VE_AKI$-2018-37.1	**P40/18 - 1 m**	2,1	<0.1	0,77	5,9	0,64	<0.008	<0.03	9	<2	0,31	0,006	<2	6,8
VE_AKI$-2018-37.2	**P40/18 - 15 m**	2,6	<0.1	2,4	10	0,82	0,039	<0.03	10	<2	0,67	0,039	<2	6,9
VE_AKI$-2018-38.1	**P41/18 - 2 m**	2,8	<0.1	0,31	3,2	0,225	<0.008	<0.03	4	5,8	0,12	<0.002	<2	6
VE_AKI$-2018-39.1	**P42/18 - 11 m**	5,3	<0.1	7,6	24	0,78	<0.008	<0.03	20	<2	1,9	0,008	<2	6,6


LIITE 14
NILSIÄ KK
Pohjavesialue
Muodostumisalue
Kallioperäkartta 1:100 000
Structural lines (1: 500 000 -)
Major faults
Thrust fault zone
Minor faults
Unspecified minor fault
Thrust fault
Form lines (1: 50 000 -)
Line_type
Gneissic foliation
Dykes (1:50 000 -)
Mafic hypabyssal dykes
Dolerite
Lithological units (1: 50 000 -)
Granitoidi 211111
2111115 Tonaliitti
Dioritoidi 211113
2111134 Dioriitti
Gabroidi 211114
2111144 Gabro
Puolipinnallinen juoni 2113
211321 Diabaasi
Karbonaattikivi 2122
2122 Karbonaattikivi
Rautakivi 2123
21231 Raitainen rautakivi
Metamorfinen kivi (magma protoliitti) 2133
213322 Granaatti - kordieriitti - antofylliitti - kivi
Metamorfinen kivi (sedimentti protoliitti) 2134
21342 Kvartsiitti
213491 Biotiittiparagneissi
Metamorfinen kivi (tuntematon protoliitti) 2135
2135241 Tonaliittinen migmatiitti
N
1:20 000
GTK
0
0,375
0,75
1,5
Km

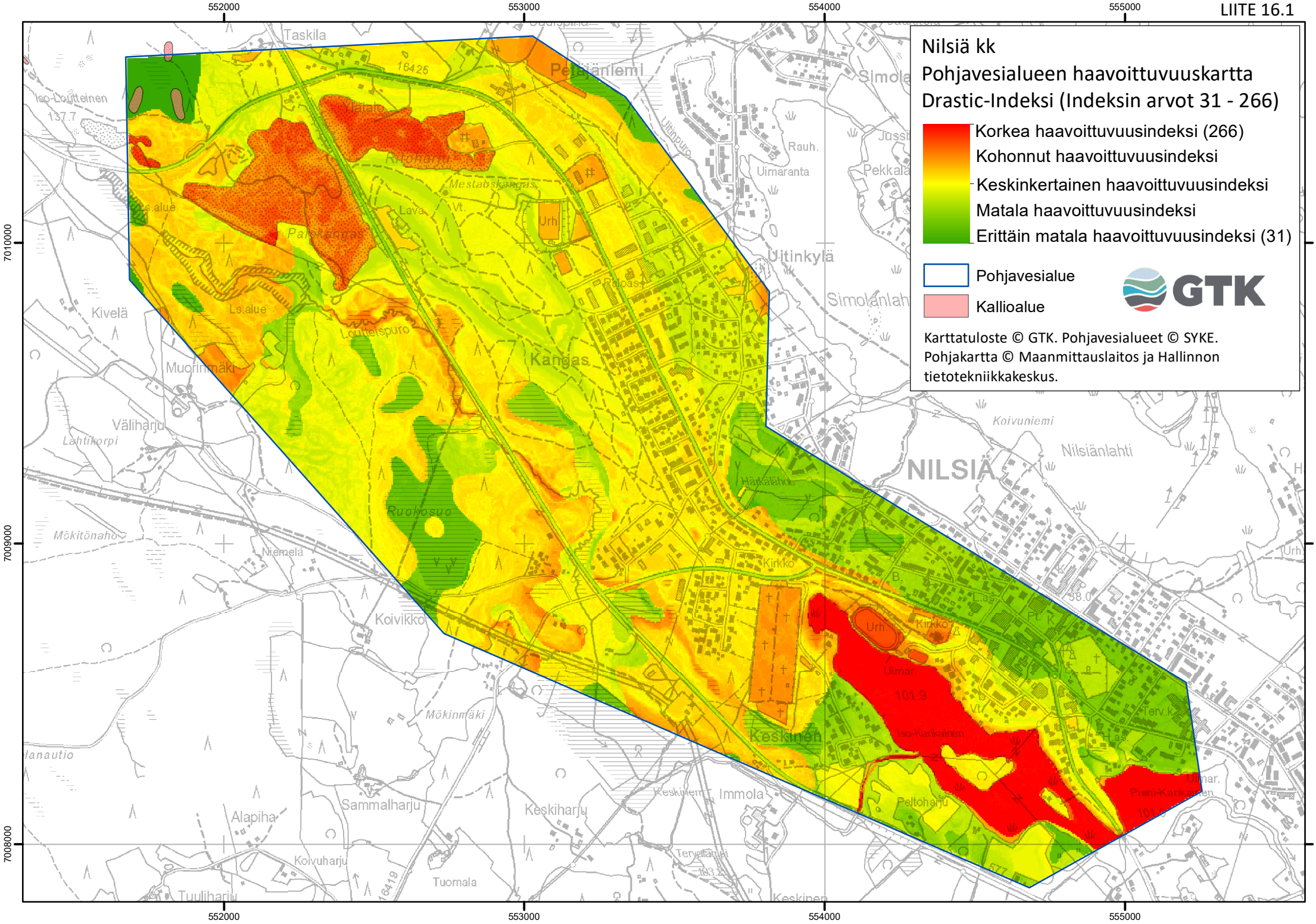
L 16 0-450 m, kuvassa on esitetty 100 MHz:n tutkakuvaa, Er-arvolla 5.



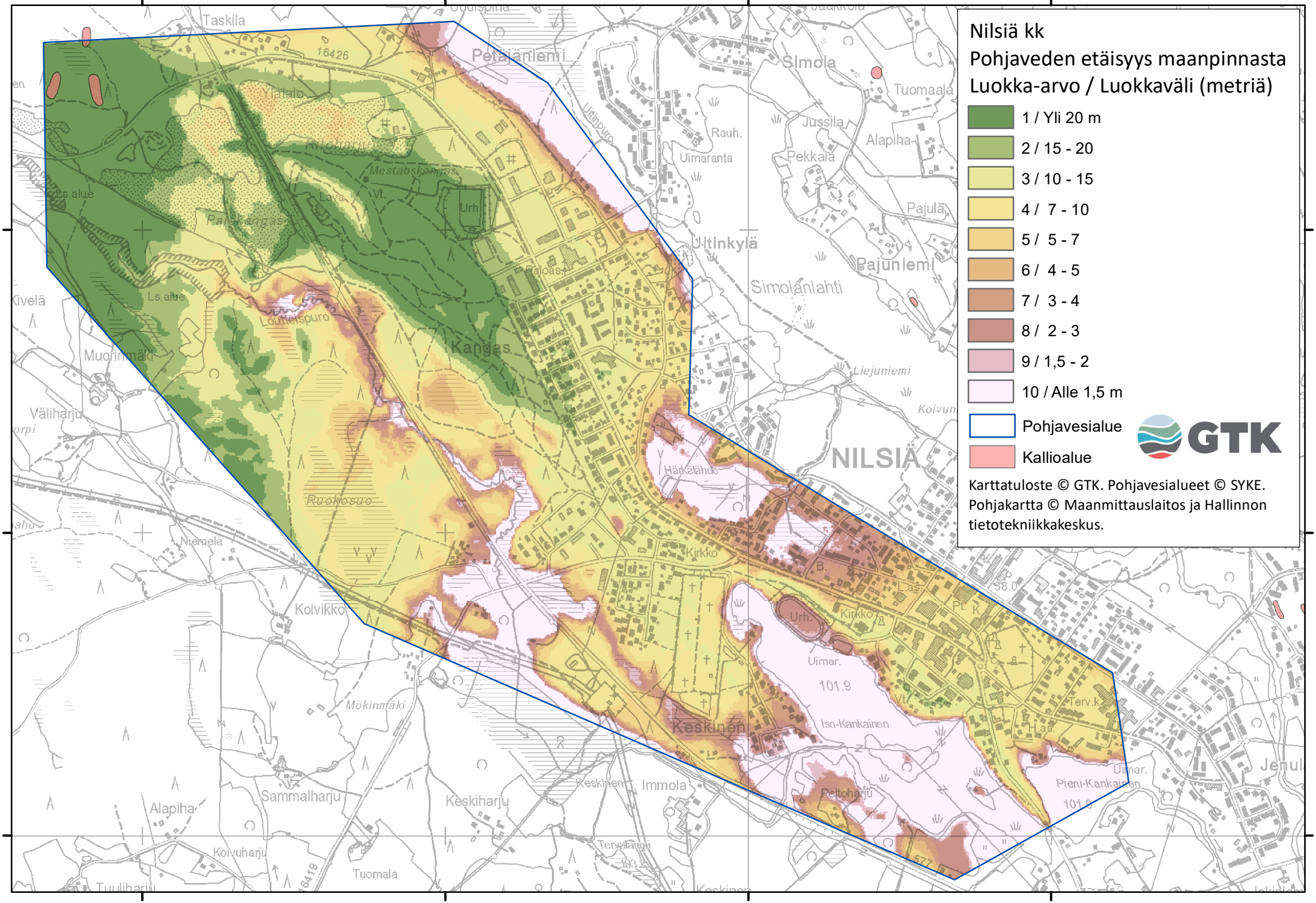
L 16 400-850 m, kuvassa on esitetty 100 MHz:n tutkakuvaa, Er-arvolla 5.



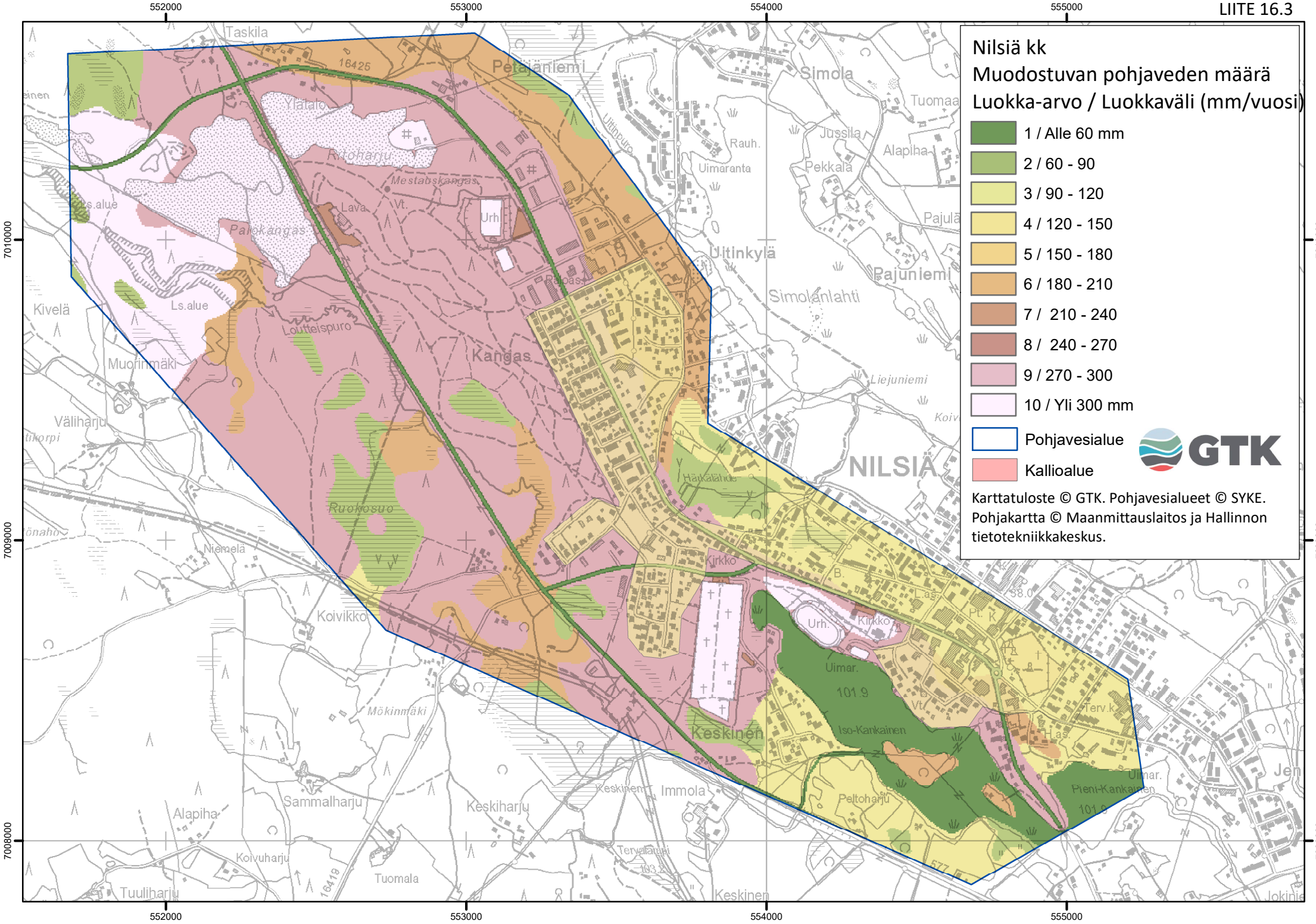
LIITE 16.1


Nilsiä kk
Pohjavesialueen haavoittuvuuskartta
Drastic-Indeksi (Indeksin arvot 31 - 266)
Korkea haavoittuvuusindeksi (266)
Kohonnut haavoittuvuusindeksi
Keskinkertainen haavoittuvuusindeksi
Matala haavoittuvuusindeksi
Erittäin matala haavoittuvuusindeksi (31)
Pohjavesialue
Kallioalue
GTK
Karttatuloste © GTK. Pohjavesialueet © SYKE.
Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.
552000
553000
554000
555000
7010000
7009000
7008000
Taskila
Peltoniemi
Iso-Loutteinen
Kivelä
Muorinmäki
Väliharju
Lahtikorpi
Mökitönaho
Niemelä
Koivikko
Mökinmäki
Sammalharju
Alapiha
Koivuharju
Tuomala
Tuuliharju
Keskiharju
Immola
Keskinen
Kangas
Loutteisspuro
Ruokosuo
Palokangas
Mestaöskangas
Kitoharju
Lava
Urh
Uitinkylä
Simolanlah
Uimaranta
Rauh.
Pekkala
Jussi
Koivuniemi
Nilsiänlahti
NILSIÄ
Härkälahti
Kirkko
Uimar.
101.9
Iso-Kankainen
Pieni-Kankainen
Peltoharju
Terv.k
Pt. K
Las.
Ls.alue
Tervatähti
Keskinen

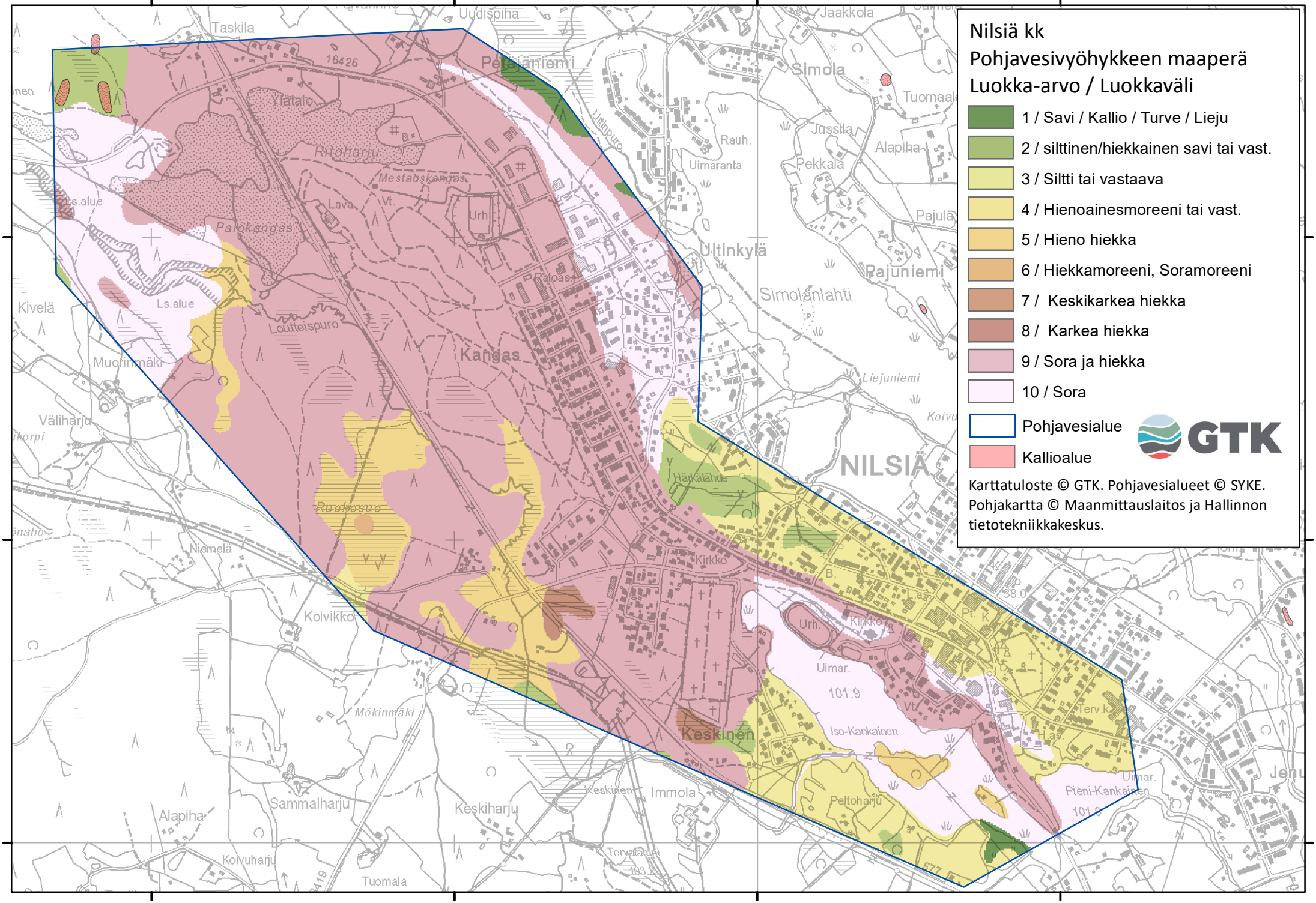
LIITE 16.2


Nilsiä kk
Pohjaveden etäisyys maanpinnasta
Luokka-arvo / Luokkaväli (metriä)
1 / Yli 20 m
2 / 15 - 20
3 / 10 - 15
4 / 7 - 10
5 / 5 - 7
6 / 4 - 5
7 / 3 - 4
8 / 2 - 3
9 / 1,5 - 2
10 / Alle 1,5 m
Pohjavesialue
Kallioalue
GTK
Karttatuloste © GTK. Pohjavesialueet © SYKE. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.
552000
553000
554000
555000
7010000
7009000
7008000
Taskila
Petäjäniemi
Simola
Tuomaala
Jussila
Alapiha
Pekkala
Rauh.
Uimaranta
Pajula
Ultinkylä
Pajuniemi
Simolanlahti
Liejuniemi
NILSIÄ
Kangas
Ylätalo
Mestatiskangas
Pallokangas
Ls.alue
Loutteispuro
Ruokosuo
Muotinmäki
Väliharju
Niemelä
Koivikko
Mökinmäki
Keskinen
Immola
Sammalharju
Keskiharju
Alapiha
Koivuharju
Tuomala
Tuuliharju
Kivelä
Häkälähde
Kirkko
Uimar.
101.9
Iso-Kankainen
Pieni-Kankainen
Peltoharju
Terv.k
Jenul
Urh.
Vt.
Lava
Ultinpuro

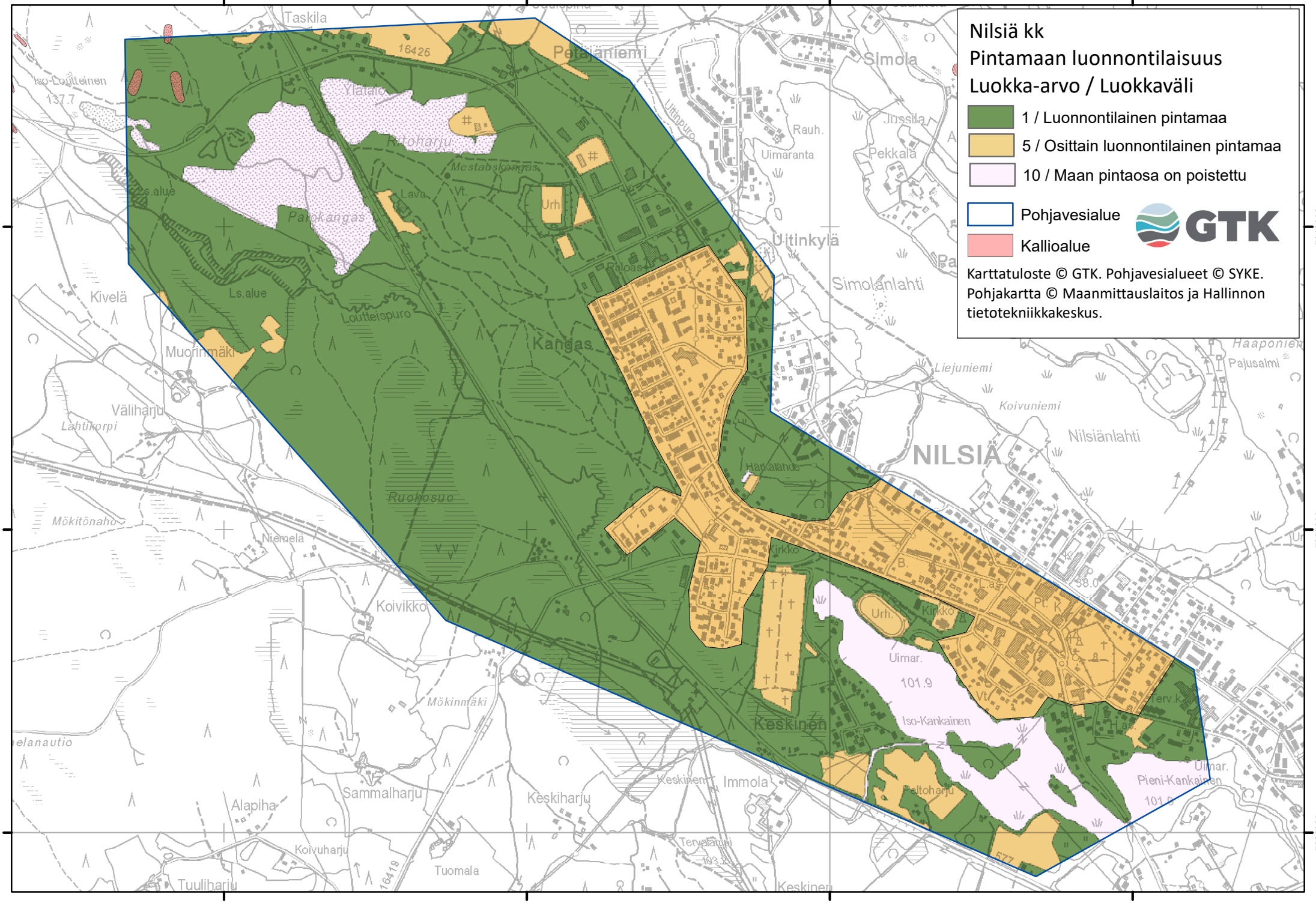
LIITE 16.3


Nilsiä kk
Muodostuvan pohjaveden määrä
Luokka-arvo / Luokkaväli (mm/vuosi)
1 / Alle 60 mm
2 / 60 - 90
3 / 90 - 120
4 / 120 - 150
5 / 150 - 180
6 / 180 - 210
7 / 210 - 240
8 / 240 - 270
9 / 270 - 300
10 / Yli 300 mm
Pohjavesialue
Kallioalue
GTK
Karttatuloste © GTK. Pohjavesialueet © SYKE. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.
552000
553000
554000
555000
7010000
7009000
7008000
Taskila
Petäjäniemi
Simola
Tuomaa
Jussila
Alapiha
Pekkala
Rauh.
Uimaranta
Uitinpuro
Uitinkylä
Pajuniemi
Simolanlahti
Liejuniemi
Ylätalo
Riitoharju
Mestaksankgas
Lava
Urh
Palokangas
Ls.alue
Kivelä
Loutteispuro
Kangas
Muorinmäki
Väliharju
Ruokosuo
Niemelä
Koivikko
Mökinmäki
Keskinen
Immola
Keskiharju
Sammalharju
Alapiha
Koivuharju
Tuomala
Tuuliharju
Kirkko
NILSIÄ
Häkkälähde
Uimar.
101.9
Iso-Kankainen
Peltoharju
Pieni-Kankainen
Terv.k
H.as
Pt. K
B.
L.as
Vt.
Pajulä
Jokinie

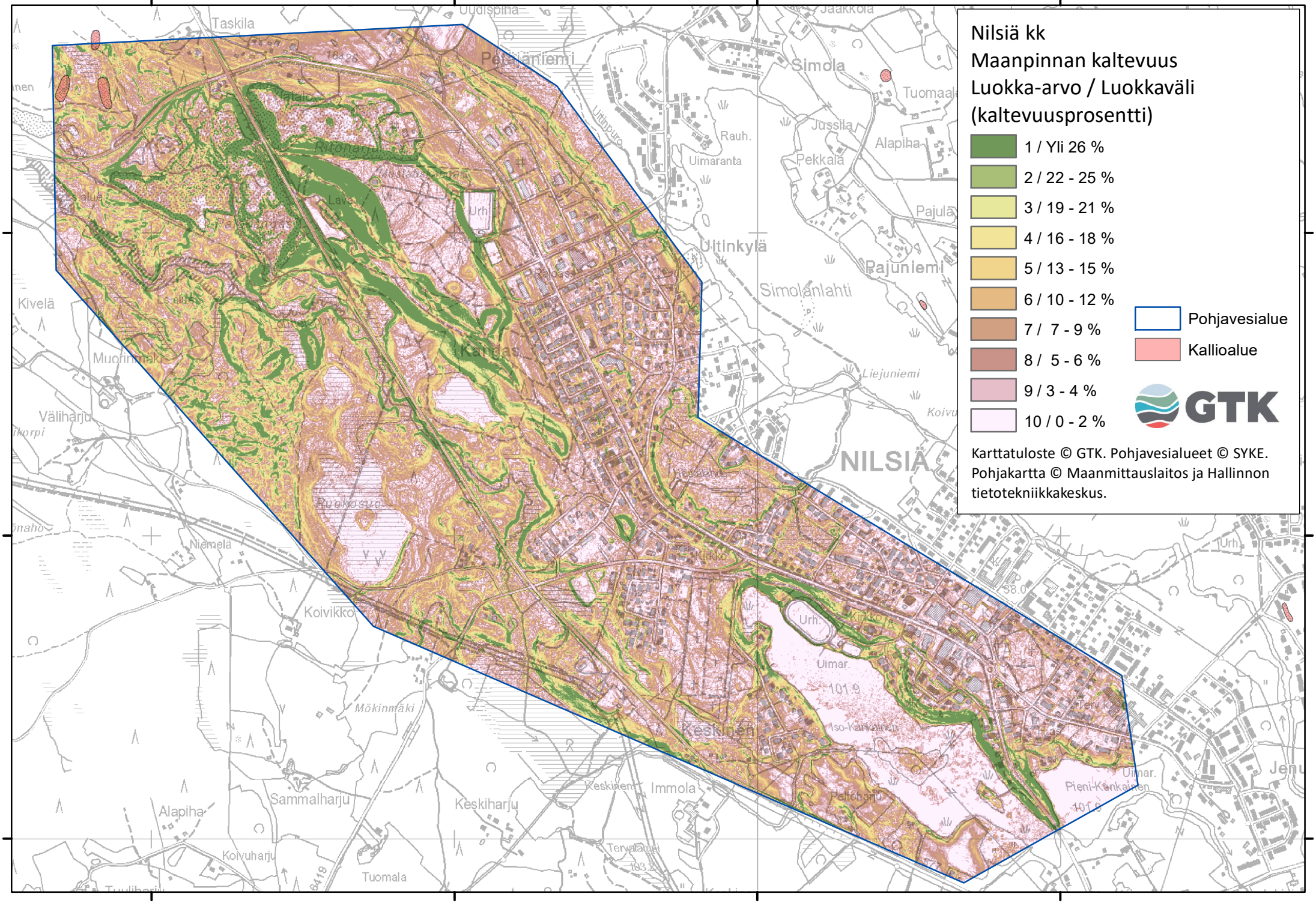
LIITE 16.4


Nilsiä kk
Pohjavesivyöhykkeen maaperä
Luokka-arvo / Luokkaväli
1 / Savi / Kallio / Turve / Lieju
2 / silttinen/hiekkainen savi tai vast.
3 / Siltti tai vastaava
4 / Hienoainesmoreeni tai vast.
5 / Hieno hiekka
6 / Hiekkamoreeni, Soramoreeni
7 / Keskikarkea hiekka
8 / Karkea hiekka
9 / Sora ja hiekka
10 / Sora
Pohjavesialue
Kallioalue
GTK
Karttatuloste © GTK. Pohjavesialueet © SYKE. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.
552000
553000
554000
555000
7010000
7009000
7008000
NILSIÄ
Kangas
Keskinen
Uitinkylä
Pajuniemi
Simola
Taskila
Petäjäniemi
Ylätalo
Ritoharju
Mestaiskangas
Palokangas
Lava
Urh.
Paloas.
Loutteispuro
Ruokosuo
Kivelä
Muotinmäki
Väliharju
Niemelä
Koivikko
Mökinmäki
Sammalharju
Alapiha
Koivuharju
Tuomala
Keskiharju
Immola
Kirkko
Härkälähde
Uimar.
101.9
Iso-Kankainen
Pieni-Kankainen
Peltoharju
Terv.k.
Tervalaun
Jussila
Pekkala
Pajulä
Simolanlahti
Liejuniemi
Uimaranta
Rauh.
Jaakkola
Tuomaa
Uutispiha
Ls.alue
16426

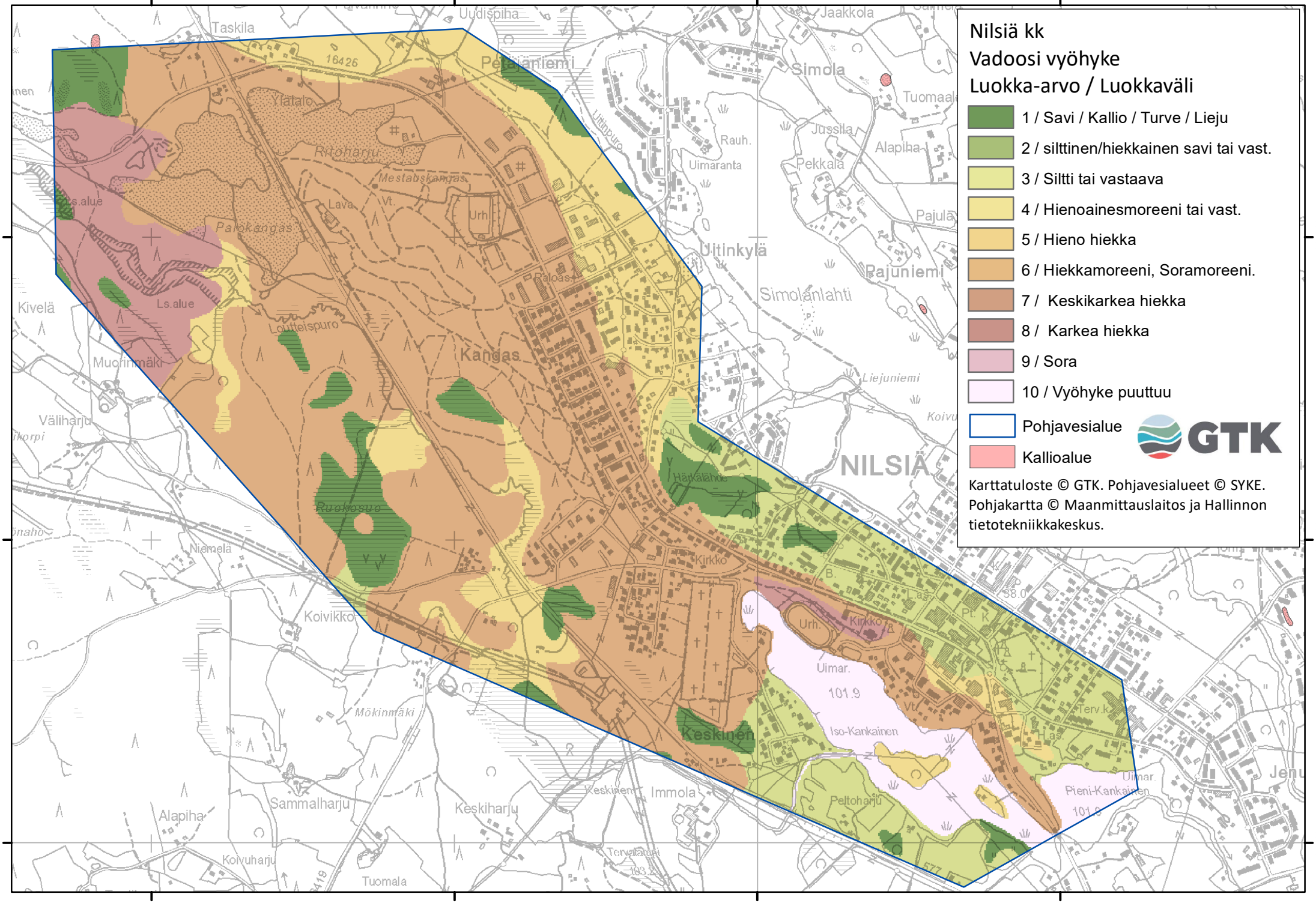
LIITE 16.5

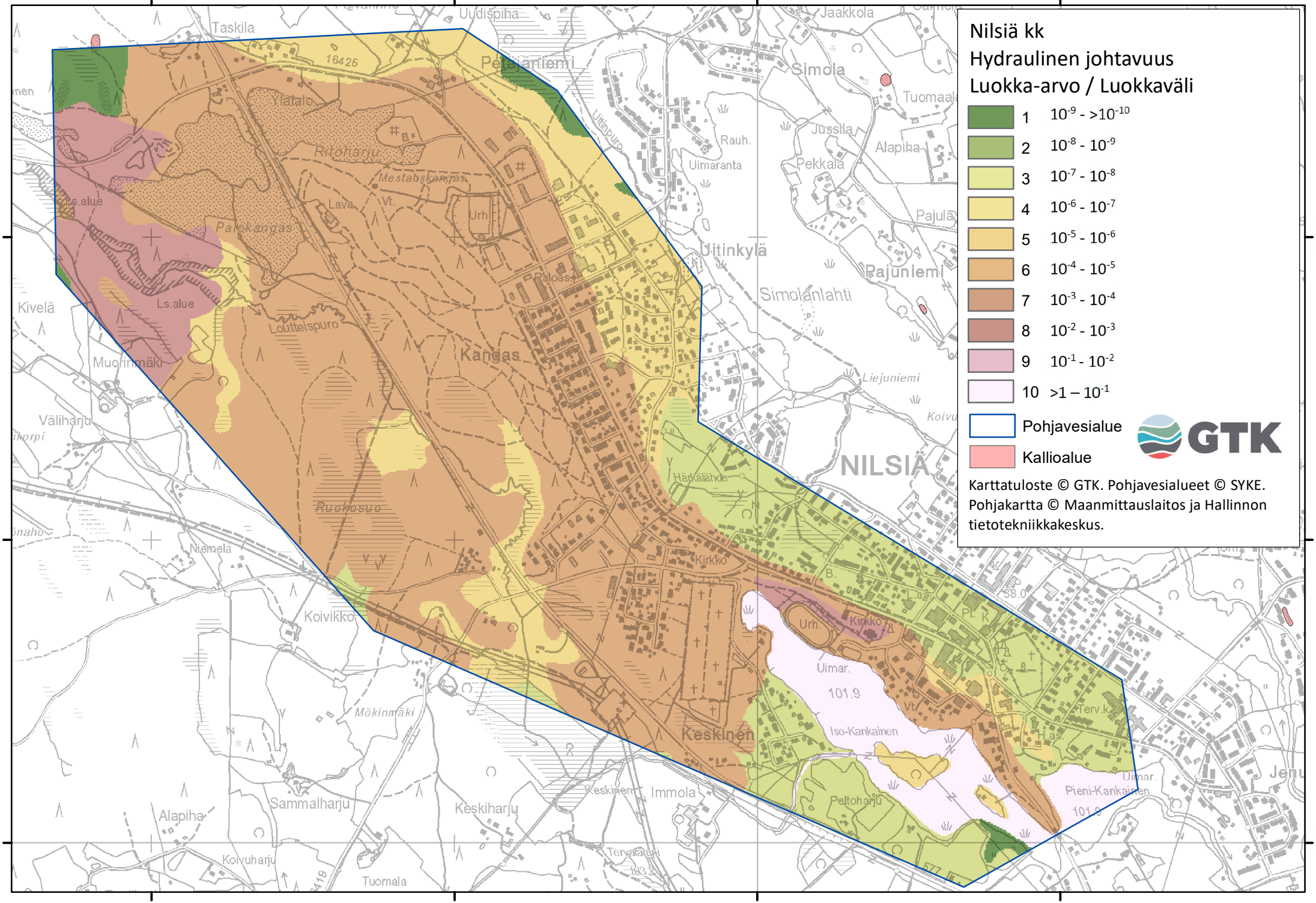

Nilsiä kk
Pintamaan luonnontilaisuus
Luokka-arvo / Luokkaväli
1 / Luonnontilainen pintamaa
5 / Osittain luonnontilainen pintamaa
10 / Maan pintaosa on poistettu
Pohjavesialue
Kallioalue
GTK
Karttatuloste © GTK. Pohjavesialueet © SYKE. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.
552000
553000
554000
555000
7010000
7009000
7008000
Taskila
Petäjäniemi
Simola
Iso-Loutteinen
Ylätalo
Kitoharju
Mestabskangas
Lava
Urh
Palokangas
Ls.alue
Uitinkylä
Simolanlahti
Kivelä
Loutteispuro
Kangas
Muorinmäki
Liejuniemi
Koivuniemi
Nilsiänlahti
NILSIÄ
Pajusalmi
Haaponiemi
Väliharju
Lahtikorpi
Härkälähde
Ruokosuo
Mökitönaho
Niemelä
Kirkko
Koivikko
Urh.
Uimar.
101.9
Iso-Kankainen
Mökinmäki
Keskinen
Immola
Sammalharju
Keskiharju
Alapiha
Koivuharju
Tuomala
Tuuliharju
Pieni-Kankainen
Peltoharju
Tervalaue
Erv.k.

LIITE 16.6


Nilsiä kk
Maanpinnan kaltevuus
Luokka-arvo / Luokkaväli
(kaltevuusprosentti)
1 / Yli 26 %
2 / 22 - 25 %
3 / 19 - 21 %
4 / 16 - 18 %
5 / 13 - 15 %
6 / 10 - 12 %
7 / 7 - 9 %
8 / 5 - 6 %
9 / 3 - 4 %
10 / 0 - 2 %
Pohjavesialue
Kallioalue
GTK
Karttatuloste © GTK. Pohjavesialueet © SYKE.
Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.
552000
553000
554000
555000
7010000
7009000
7008000
NILSIÄ
Kirkko
Keskinen
Immola
Simola
Ultinkylä
Pajuniemi
Simolanlahti
Petäjäniemi
Taskila
Kivelä
Muorinmäki
Väliharju
Niemelä
Koivikko
Mökinmäki
Sammalharju
Alapiha
Keskiharju
Koivuharju
Tuomala
Tuomaala
Jussila
Pekkala
Pajulä
Rauh.
Uimaranta
Uitinpuro
Liejuniemi
Uimar.
Iso-Kankainen
Pieni-Kankainen
Pelloharju
Urh.
Jenu

LIITE 16.7


552000
553000
554000
555000
7010000
7009000
7008000
Nilsiä kk
Vadoosi vyöhyke
Luokka-arvo / Luokkaväli
1 / Savi / Kallio / Turve / Lieju
2 / silttinen/hiekkainen savi tai vast.
3 / Siltti tai vastaava
4 / Hienoainesmoreeni tai vast.
5 / Hieno hiekka
6 / Hiekkamoreeni, Soramoreeni.
7 / Keskikarkea hiekka
8 / Karkea hiekka
9 / Sora
10 / Vyöhyke puuttuu
Pohjavesialue
Kallioalue
GTK
Karttatuloste © GTK. Pohjavesialueet © SYKE. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.
Taskila
Uudispiha
Petäjäniemi
Simola
Jaakkola
Tuomaala
Ylätalo
Ritoharju
Mestaiskangas
Palokangas
Lava
Urh.
Uitinpuro
Rauh.
Uimaranta
Jussila
Pekkala
Alapiha
Pajulä
Uitinkylä
Pajuniemi
Simolanlahti
Liejuniemi
Kivelä
Ls.alue
Loutteispuro
Kangas
Muotinmäki
Väliharju
Häkälähde
NILSIÄ
Ruokosuo
Niemelä
Kirkko
Koivikko
Mökinmäki
Keskinen
Uimar.
101.9
Iso-Kankainen
Pieni-Kankainen
Peltoharju
Immola
Sammalharju
Keskiharju
Alapiha
Koivuharju
Tuomala
Terv.k.
Pt. K
Jenu


552000
553000
554000
555000
7010000
7009000
7008000
Nilsiä kk
Hydraulinen johtavuus
Luokka-arvo / Luokkaväli
1 10-9 - >10-10
2 10-8 - 10-9
3 10-7 - 10-8
4 10-6 - 10-7
5 10-5 - 10-6
6 10-4 - 10-5
7 10-3 - 10-4
8 10-2 - 10-3
9 10-1 - 10-2
10 >1 – 10-1
Pohjavesialue
Kallioalue
GTK
Karttatuloste © GTK. Pohjavesialueet © SYKE.
Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.
Taskila
Uudispiha
Petäjäniemi
Simola
Jaakkola
Tuomaala
Ylätalo
Ritoharju
Mestaiskangas
Lava
Urh.
Palokangas
Ls.alue
Kivelä
Muotinmäki
Loutteispuro
Kangas
Uitinkylä
Pajuniemi
Simolanlahti
Liejuniemi
Jussila
Alapiha
Pekkala
Pajulä
Rauh.
Uimaranta
Uitinpuro
NILSIÄ
Häkälähde
Ruokosuo
Niemelä
Koivikko
Kirkko
Uimar.
101.9
Iso-Kankainen
Pieni-Kankainen
Keskinen
Mökinmäki
Sammalharju
Alapiha
Keskiharju
Immola
Peltoharju
Koivuharju
Tuomala
Terv.k.
Pt. K
Jenu