

Geologisen rakenteen jatkoselvitys Nummelanharjun ja Isolähteen pohjavesialueilla Vihdin kunnassa



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

14.12.2018 / GTK/222/03.01/2018

Tekijät Olli Sallasmaa, Tuire Valjus		Raportin laji Tilaustutkimus	
		Toimeksiantaja Uudenmaan ELY-keskus ja Vihdin Vesi	
Raportin nimi Geologisen rakenteen jatkoselvitys Nummelanharjun ja Isolähteen pohjavesialueilla Vihdin kunnassa			
Tiivistelmä GTK on tehnyt geologisen rakenneselvityksen Isolähteen (0192704) ja Nummelanharjun (0192755) pohjavesialueelle. Tutkimuksessa selvitettiin kallionpinnan korkokuvaa, pohjavedenpinnan tasoa ja virtaussuuntia sekä harjumuodostuman syntyvaiheita. Tutkimuksina käytettiin kairauksia, painovoimamittauksia ja seismisiä- sekä vastusluotauksia. Kallionpinta on kullakin tutkimuskohteella korkeimmillaan yli 100 m mpy. ja alavilla paikoilla jopa alle merenpinnan tason. Kalliomäet reunustavat painanteita, joissa maapeitteen paksuus Maaniitunlahdella ja Pajuniitty-Huhdanmäen alueella paikoin yli 50 m ja Isolähteellä 20 - 40 m. Maaniitunlahdessa ja Isolähteessä hienoaineskerroksen alla on paksu paineellinen pohjavesivyöhyke. Maaniitunlahdessa pohjavedenvirtaus on Salpauseliltä poispäin pohjoiseen. Vedenottamon länsipuolella Isolähteellä vedenotto kääntää pohjaveden virtauksen kulkemaan golfkentältä ja laskettelurinteeltä itään kohti vedenottamoa, ilman vedenottoa virtaus on länteen. Pajuniitty-Huhdanmäen alueella hienoaineskerroksen alla on vettä heikosti johtavaa siltistä/hienoa hiekkaa, eikä selkeää virtaussuntaa ole. Pohjavettä suojaavan irtomaakerroksen paksuus on Isolähteellä ja Pajuniitty-Huhdanmäen alueella noin 1 m ja Maaniitunlahdella 1– 5 m.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Pohjavesialue, geologinen rakenneselvitys, Nummelanharju, Isolähde, painovoimaluotaus, seisminen luotaus, vastusluotaus			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Uudenmaan lääni, Vihdin kunta, Nummelanharjun pohjavesialue (0192755) ja Isolähteen pohjavesialue (0192704)			
Karttalehdet L4123E, L4123G, 204105, 204108			
Muut tiedot -			
Arkistosarjan nimi Arkistoraportti		Arkistotunnus 77/2018	
Kokonaissivumäärä 25 s., 58 liites.	Kieli suomi	Hinta -	Julkisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue GTK PVI		Hanketunnus Projektinumero	
Allekirjoitus/nimen selvennys Jussi Ahonen yksikön päällikkö		Allekirjoitus/nimen selvennys projektipäällikkö Olli Sallasmaa	

Sisällysluettelo

Kuvailulehti

1	Johdanto	1
1.1	Yleistä	1
1.2	Aikaisemmat tutkimukset	2
2	Tutkimusalueen kuvaus	3
2.1	Reunamuodostumien syntymekanismeista	3
2.2	Nummelanharju ja Isolähteen pohjavesialue	4
3	Tutkimusmenetelmät	7
3.1	Maastokartoitus	7
3.2	Maaperäkairaukset ja havaintoputkiasennukset	7
3.3	Painovoimamittaus	8
3.4	Seisminen luotaus	8
3.5	Vastusluotaus	9
3.6	Hydrogeologiset selvitykset	9
4	Tehdyt tutkimukset	10
4.1	Maastokartoitus	10
4.2	Maaperäkairaukset ja havaintoputkiasennukset	10
4.3	Painovoimamittaus	11
4.4	Seisminen luotaus	11
4.5	Vastusluotaus	13
5	Mallinnukset ja visualisointi	17
6	Tutkimustulokset	18
6.1	Kallioperän koostumus, rakenne ja korkokuva	18
6.2	Maaperän koostumus	22
6.3	Pohjaveden muodostuminen, varastoituminen ja virtaus	23
7	Johtopäätökset ja yhteenveto	24
8	Kirjallisuusluettelo	25

LIITTEET

Liite 1 Mittauslinjat ja kairauspisteet 1:12 500

Liite 2 Maaperäkartta 1:30 000

Liite 3 Kallionpinnan taso 1: 12 500

Liite 4 Pohjavedenpinnan taso 1: 12 500

Liite 5 Pohjavesivyöhykkeen paksuus 1: 12 500

Liite 6 Pohjaveden yläpuolisen maakerroksen paksuus 1: 12 500

Liite 7 Maaperän kokonaispaksuus 1: 12 500

Liite 8 Painovoimamittausten tulkintaprofiilit

Liite 9 Havaintoputkikortit

Liite 10 Tulkittu kairautieto

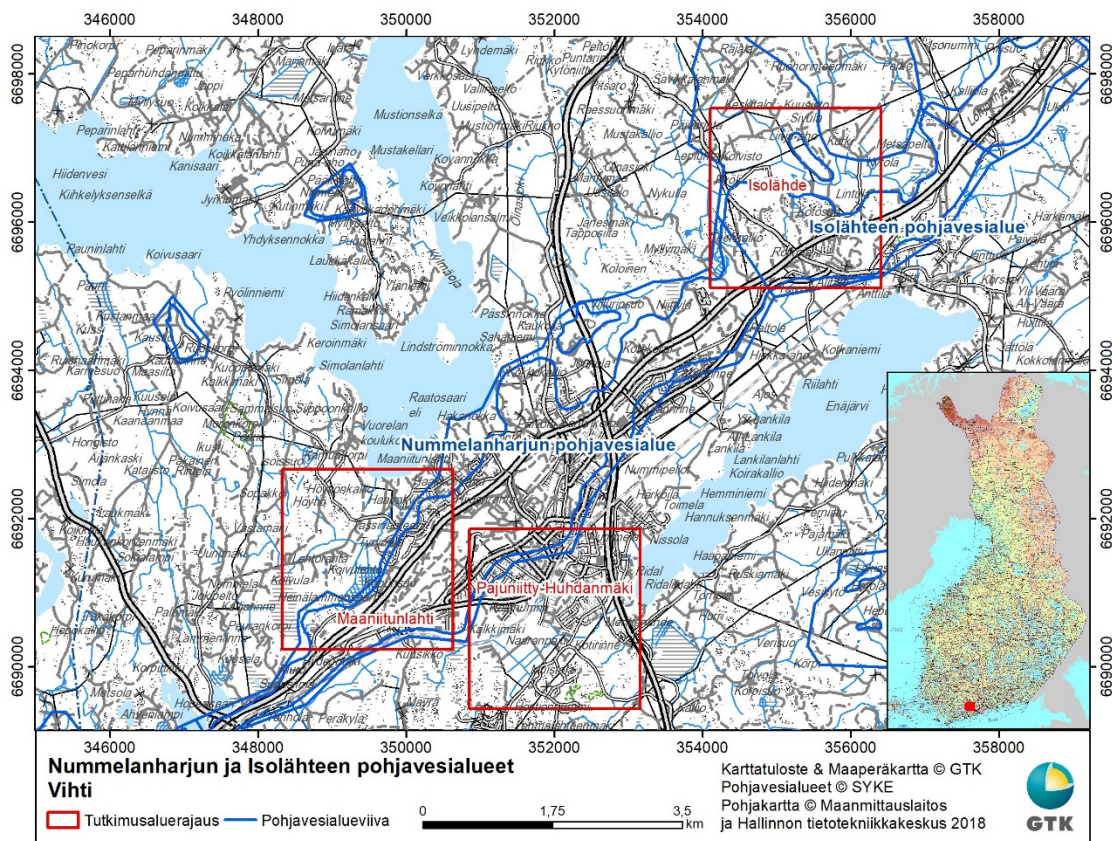
Liite 11 Raekokoanalyysit

14.12.2018

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on tehnyt geologisen rakenneselvityksen tärkeille Nummelanharjun (0192755) ja Isolähteen (0192704) pohjavesialueille. Varsinaisia tutkimusalueita olivat Maanitunlahden, Isolähteen sekä Pajuniitty–Huhdanmäen alueet, jotka sijaitsevat pääosin varsinaisten pohjavesialueiden ulkopuolella. Tämä tutkimus täydentää GTK:n vuosina 1997 ja 2001 tekemiä rakenneselvityksiä Nummelanharjun pohjavesialueelta. Tutkimusalue sijaitsee Vihdin kunnassa (kuva 1). Projektin ovat rahoittaneet Uudenmaan ELY-keskus, Vihdin Vesi ja GTK.



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti.

14.12.2018

GTK:ssa tutkimuksen organisoinnista ja toteutuksesta ovat vastanneet geologi Olli Sallasmaa ja Pohjavesiyksikön päällikkö Jussi Ahonen. Pohjavesialueen rakenteen mallinnuksista, niiden tulkinnoista ja tutkimuksen raportoinnista on vastannut geologi Olli Sallasmaa. Painovoimamittauksista sekä niiden tulkinnasta on vastannut geofyysikko Tuire Valjus. Seismisistä luotauksista ja niiden tulkinnasta on vastannut geofyysikko Juha Mursu. Vastusluotauksista ja niiden tulkinnasta on vastannut geofyysikko Taija Huotari. Maaperäkairauksien valvonnasta ja maaperänäytteiden seulonnasta on vastannut tutkimusassistentti Janne Tranberg.

1.2 Aikaisemmat tutkimukset

- **Ahonen, I. 1997** Painovoimamittaukset ja kallio- ja pohjavesipinnan mallinnus Nummelan Luontolan pohjavesialueella
- **Ahonen, I. 1997** Täydentävät painovoimamittaukset ja kallio- ja pohjavesipinnan mallinnus Nummelan Luontolan pohjavesialueella
- **Ahonen, I. 2001** Salpausselän geologisen rakenteen selvitys ja vaikutus pohjavesiolosuhteisiin Nummenkylän ja Katinhännän välisellä alueella Vihdissä

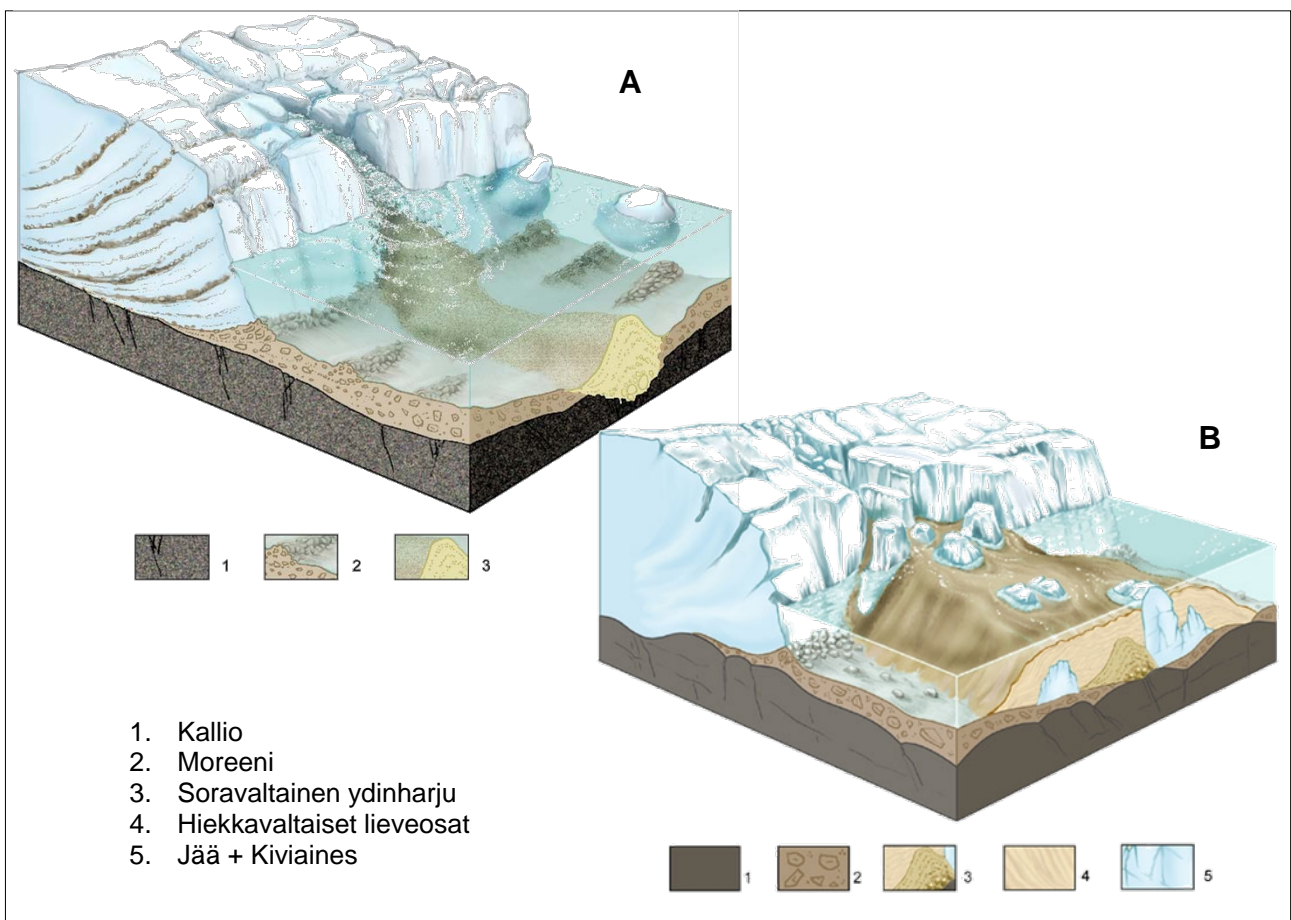
Kallioperäkarttojen (1:100 000), maaperäkarttojen (1:100 000 ja 1:20 000) ja maastokartan (1:20 000) lisäksi käytettävissä oli pohjavesipintahavaintoja tutkimusalueella sijaitsevista pohjaveden tarkkailuputkista (Suomen Ympäristökeskus 2018).

14.12.2018

2 TUTKIMUSALUEEN KUVAUS

2.1 Reunamuodostumien 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 % (Mälkki 1999). Kuvassa 2 esitetään mannerjäätikön kuljettaman kiviaineksen kerrostumista harjumuodostumaksi.



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. Piirroksen tekijä: Harri Kutvonen/GTK.

14.12.2018

Tutkimusalue on osa Ensimmäinen Salpausselkä-reunamuodostumaa. Reunamuodostuma syntyi vetäytyvän mannerjäätikön reunan ollessa pidemmän aikaa samassa kohdassa. Mannerjäätikön sulamisvedet kulkeutuivat jäätikön sisällä ja pohjalla, missä ne virtasivat kohti jäätikön reunaa purkautuen lopulta sen edustalle. Sulamisvesien mukana kulkeutui mineraaliainesta, joka kerrostui jään reuna eteen deltoiksi. Salpausselän reunamuodostuma koostuu vierekkäisistä, peräkkäisistä ja päällekkäisistä eri sulamisvesien kerrostamista deltoista. Sen kiviaines koostuu vaihtelevasti erillisistä sora-, hiekka- ja hienoaineskerrostumista.

Myöhemmissä vaiheissa 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 lievehiekojen ulkopuolella esiintyy puolestaan lähinnä moreenia sekä syvän veden silttejä, jotka ovat kerrostuneet (lähes) seisovaan veteen jäätikön reunan vetäytyttyä kauemmas. Viimeisessä vaiheessa syntyneitä ovat kaikkia edellisiä kerrostumia peittävät hiekkavaltaiset ranta- ja tuulikerrostumat sekä turpeet.

2.2 Nummelanharju ja Isolähteen pohjavesialue

Nummelanharju on osa Hangosta Hyvinkäälle jatkuvaa lounaan-koillisen suuntaista Ensimmäinen Salpausselkä –reunamuodostumaa. Kuvassa 3 näkyvät mannerjäätikön sulamisvaiheen aikaiset jäätikkökielekkeet, ja niiden reunoilla kerrostuneet reunamuodostumien sijainnit. Nummelanharju ei siis nimestään huolimatta ole harju, vaan reunamuodostuma. Jään reuna on lyhytaikaisesti välillä edennyt, jolloin se on työntänyt ja sekoittanut jo kerrostuneita sedimenttejä puskuun moreeniksi. Maa-ainekset ovat kerrostuneet mannerjäätikön sulamisvesien kuljettamasta mineraaliaineksista epäsäännölliseksi kerrostumakudelmaksi, jossa hyvin vettä johtavat kivi-, sora- ja hiekkakerrokset voivat katketa vettä pidättäviin hienoaineskerroksiin. Pidättävät savi- ja silttikerrokset sekä kallionpinnan vaihtelu rajoittavat ja ohjaavat pohjaveden kulkeutumista. Ympäristöstään selkeänä kohomuotona erottuvan reunamuodostuman kaakon puolelle kerrostui hienoainessedimenttejä jään reunan edustalla olevan sen aikaisen Itämeren eli Baltian jääjärven pohjalle. Jään reunan vetäytyttyä kauemmas luoteeseen reunamuodostuman liepeille kerrostui Yoldiameren aikaisia hienoaineskerroksia.

14.12.2018



Kuva 3. Jäätikkövirrat viimeisimmän jäätikön sulamisvaiheen aikana Johansson et al. 2011 mukaan.

14.12.2018

Nummelanharju on antiklininen, purkava pohjavesialue ja se on luokiteltu vedenhankintaa varten tärkeäksi pohjavesialueeksi. Pohjavesialueen kokonaispinta-ala on 12,98 km², josta muodostumisalueen pinta-ala on 9,5 km². Pohjavesialueella sijaitsee kolme käytössä olevaa vedenottamo: Luontola, Niittylä ja Rataskorpi. (Suomen ympäristökeskus 2018) Pohjavesialueen pitkäsuunnassa kulkee kantatie 25 ja alueenlounaispään poikki kulkee kantatie 110. Alueella on lisäksi kaupunkiasutusta, teollisuutta, lentokenttä, teitä ja rautatie. Tällä hetkellä ei ole aktiivista maa-ainestenottoa.

Isolähteen pohjavesialue on antiklininen, purkava pohjavesialue ja se on luokiteltu vedenhankintaa varten tärkeäksi pohjavesialueeksi. Pohjavesialueen kokonaispinta-ala on 7,84 km², josta muodostumisalueen pinta-ala on 3,5 km². Pohjavesialueella sijaitsee yksi vedenottamo. Pohjavesialueella on arvioitu muodostuvan pohjavettä 2500 m³/vrk. Vedenottamolla on lupa ottaa 1300 m³/vrk kuukausikeskiarvona, mutta 600–700 m³/vrk voidaan ottaa aiheuttamatta haitallista vedenpinnan laskua yksityiskaivoissa (Suomen ympäristökeskus 2018). Isolähteen vedenottamo on ollut pois tuotantokäytöstä huhtikuusta 2016 veden laatuongelmien takia. Isolähteen pohjavesialueella sijaitsee osittain golf-kenttä ja laskettelurinne.

14.12.2018

3 TUTKIMUSMENETELMÄT

3.1 Maastokartoitus

Tutkimusalueella tehdyllä maastokartoituksella muodostettiin yleiskäsitys tutkimusalueen geologisista ja hydrogeologisista olosuhteista. Maastokartoituksessa tehtiin geomorfologiset pintahavainnot tutkimusalueen keskeisiltä osilta. Myös pohjavesialueella sijaitsevista mahdollisista kalliopaljastumista ja niiden laajuudesta tehtiin havaintoja. Maastokartoituksen yhteydessä määritettiin myös geofysikaalisten mittauslinjojen ja kairauspisteiden sijainnit.

3.2 Maaperäkairaukset ja havaintoputkiasennukset



Porakonekairaus on erittäin käyttökelpoinen kairausmenetelmä, kun tutkimuskohteen maakerros-paksuudet 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 (3 m) tehdään vielä tankoporauksella. Porakonekairausten yhteydessä voidaan ottaa myös (häiriintyneitä) maanäytteitä tyhjentämällä kairauksissa käytettyä suojaputkea ilmahuuhtelulla. Häiriintymättömiä näytteitä voidaan ottaa erityisillä putkiottimilla. (Rantamäki et al. 1990)

Kuva 4. Porakonekairaus ja havaintoputkiasennus. Kuva A. Eskelinen, GTK.

14.12.2018

3.3 Painovoimamittaus

Painovoimamittausten avulla voidaan tutkia tiheydeltään ympäristöstä poikkeavien muodostumien paksuutta ja tilavuutta. Koska maaperän tiheys on huomattavasti kallioperän tiheyttä pienempi (tiheys noin $1\ 000\ \text{kg/m}^3$), 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 maatulkuutus) voidaan kuitenkin hyödyntää painovoimamittausten tulkinnessa.

Maapeitteen paksuutta määritettäessä painovoimaprofiilit sijoitetaan maastoon siten, että niiden alku- ja loppupäät ovat kallion paljastumilla tai pisteissä, joissa kalliopinnan 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 kalliion tiheydestä riippuva alueellinen painovoimataso että irtomaapeitteen tiheys voivat vaihdella mittauslinjalla ja siten vaikuttaa tulkintatulokseen. Tulos kuvaa yleensä hyvin kalliopinnan tason vaihtelua, vaikka maapeitteen tulkitussa paksuudessa saattaa paikoitellen olla epätarkkuutta.

3.4 Seisminen luotaus

Seismisessä luotauksessa mitataan keinotekoisesti synnytetyn täryaallon kulku-aikaa räjäytys- tai lyöntipisteeltä maahan kiinnitetyille, täryaallon rekisteröiville geofoneille. Seismisten aaltojen etenemisnopeus maaperässä riippuu maalajista, sekä maalajin tiiveydestä ja kosteuspitoisuudesta. Kalliossa täryaallon nopeuden määrää ensisijaisesti sen rikkonaisuus. Seismisellä luotauksella saadaan tietoa maaperän laadusta, kalliion- ja pohjavedenpinnan syvyydestä/tasosta sekä kallioperän rikkonaisuudesta. Vasaraseisminen refraktioluotaus soveltuu parhaiten muiden geofysikaalisten mittausmenetelmien (esim. painovoimamittausten) referenssitiedon tuottamiseen.

Merkittävimmät virheet seismisten luotausten tulkinnessa aiheuttavat yleensä välikerrokset, jotka ovat liian ohuita erottuakseen tulkinnessa (ns. piilokerros tai hidas välikerros). Tyypillinen piilokerros lajittuneissa maaperämuodostumissa on pohjavesikerros, jonka paksuuden on erottuakseen oltava vähintään puolet irtomaapeitteen kokonaispaksuudesta.

14.12.2018

3.5 Vastusluotaus

Vastusluotausmenetelmän periaate perustuu maankamaran sähkönjohtavuuden/ominaisvastuserojen mittaamiseen. Mittaus tapahtuu syöttämällä maahan virtaa virtaelektrodien kautta ja mittaamalla maahan syntyneitä potentiaalieroita potentiaalelektrodeiden avulla. Eri kivilajien sähkönjohtavuuteen vaikuttavat mm. niiden vesipitoisuus, vedessä olevien kemiallisten epäpuhtauksien määrä, tekstuuri ja rakenne. Maalajien sähkönjohtavuuteen vaikuttaa mm. vesipitoisuus, maalajien raekoko ja kemiallisten epäpuhtauksien määrä vedessä. Maalajien ja kivilajien sähkönjohtavuuteen vaikuttaa siis myös se ovatko ne vedenpinnan ala- vai yläpuolella. Kuiva maalaji johtaa sähköä huonommin kuin veden kyllästämä.

Käytetyn mittauksen syvyysulottuvuudesta riippuen, tuloksista voidaan arvioida myös kalliopinnan syvyyttä. On huomattavaa, että menetelmän erotuskyky heikkenee syvyyden kasvaessa. Lähellä pintaa voidaan sähkönjohtavuusjakauma määrittää hyvinkin tarkasta, mutta syvemältä voidaan erottaa vain riittävän paksut kerroksen. Tuloksia voidaan tarkentaa referenssiaineistoa hyödyntämällä.

3.6 Hydrogeologiset selvitykset

Pohjaveden pinnan mittaus havaintoputkista voidaan tehdä putkeen laskettavaa sähköistä mittaluotia käyttäen. Tällöin mittalaite antaa ääni ja/tai valosignaalin saavutettuaan pohjavedenpinnan. (Arjas, J. 2005). Mittalaite näkyy kuvan 5 vasemmassa alakulmassa.

14.12.2018

4 TEHDYT TUTKIMUKSET

4.1 Maastokartoitus

Maastokartoitus suoritettiin 10.4. ja 16.8.2018. Kartoituksen yhteydessä havainnoitiin alueen pohjaveden havaintoputkien kuntoa ja mitattiin pohjaveden pinnat putkista, joista mittaus oli mahdollista tehdä. Kaikkien uusien havaintoputkien sijainti- ja korkeustiedot mitattiin ja kirjattiin havaintoputkikortteihin (Liite 9). Pohjavedenpinnan korkeus mitattiin sekä uusista että monesta vanhasta havaintoputkesta. Osasta alueella sijainneesta havaintoputkesta ei saatu lukkoa auki, eikä pohjavesipintaa mitattu.

4.2 Maaperäkairaukset ja havaintoputkiasennukset

Tutkimusalueelle asennettiin viisi havaintoputkea kesäkuussa 2018. Asennuskohteet tarkastettiin maastossa ennen kairausten aloitusta. Kairausurakoitsijana toimi Taratest oy. Havaintoputkien kohdalla kallionpinna syvyydet vaihtelivat noin 26 - 60 m. Kullakin kohdalla kairattiin vielä 3 m kalliovarmistusta ja kairauspisteellä GTK41-18 kalliovarmistusta 5 m. Toteutunut kairausmäärä oli yhteensä 196,7 m maaperäkairausta ja 17 m kalliovarmistusta. Kaikissa havaintoputkissa oli pohjavettä.



Putket varustettiin suositusten mukaisesti (Kinnunen et al. 2005) lukittavilla suojaputkilla. Kuvassa 5 näkyy asennettu pohjavesiputki ja sen juurella pohjaveden-pinnan mittalaite. Halkaisijaltaan 52/60 mm:n kokoinen pohjavesiputki on materiaaliltaan korkeatiheyksistä polyeteeniä (PEH). Pohjavesiputkiin asennettiin siiviläputket pohjavesivyöhykkeeseen. Kairauksen yhteydessä havainnoitiin maaperän vallitseva kerrosjärjestys ja otettiin maanäytteitä. Osa maanäytteistä seulottiin ja raekokokäyrät on esitetty liitteessä 11. Havaintoputkikortit ovat liitteenä 9 ja yhteenveto pohjavesiputkiasennusten maalajihavainnoista on liitteenä 10. Maalajimäärityksissä on käytetty GEO-luokitusta (Korhonen et al. 1974).

Kuva 5. Asennettu havaintoputki ja pohjaveden pinnan mittauksessa käytetty mittalaite. Kuva O. Sallasmaa, GTK.

14.12.2018

4.3 Painovoimamittaus

Painovoimamittaukset suoritti GTK:n geofysiikan kenttämittausryhmä huhtikuussa 2018. Painovoimalinjojen sijainti on esitetty liitekartassa 1. Mitattujen 27 linjan yhteispituus oli 16 km ja pistevälinä oli 20 m. Mittalaitteena oli Scintrex Autograv-CG5 gravimetri ja pisteiden korkeusaseman määrittämisessä käytettiin osin letkuvaakaa ja osin VRS-GPS laitteistoa. Linjojen päissä maan pinnan tasot määritettiin VRS-GPS laitteistolla. Mittaustuloksista laskettiin Bouguer -anomaliat keskitiheydellä 2670 kg/m^3 . Topografiaeroista johtuva tulosten vääristymä korjattiin käyttämällä Geosoftin Oasis Montaj ohjelmiston 3D-topografiakorjausta, jossa käytettiin referenssiaineistona Maanmittauslaitoksen 10 x 10 m korkeusmallia. Tulkinnassa käytettiin Tensor Reseachin ModelVision tulkintaohjelmaa, jolla etsittiin annetun mallin parametreja muuttamalla mitattua painovoimakäyrää parhaiten vastaava laskennallinen käyrä. Paikallisesta painovoima-anomalian vaihtelusta tulkittiin kalliopinnan taso. Mitatuista maanpinnan ja tulkituista kalliopinnan tasojen erotuksesta voitiin laskea maapeitteen paksuus. Painovoimamittauksen tulkintaa on havainnollistettu liitekuvassa 8 A.

Mittauslinjat päättyvät kalliopaljastumaan tai kallioon asti kairattuihin pisteisiin, joista useimmista on tiedossa myös pohjaveden pinnan taso. Myös refraktioseismisten mittausten tuloksia käytettiin tulkinnan apuna. Kairaustiedoista saatua pohjaveden pintaa on käytetty hyväksi arvioitaessa kuivan ja kostean maa-aineksen rajapintaa tulkinnoissa, mutta se ei välttämättä kuvasta todellista pohjaveden pintaa. Kuivalle maa-ainekselle on tulkinnoissa käytetty tiheyttä 1600 kg/m^3 ja veden kyllästämälle maa-ainekselle 1900 kg/m^3 . Tulkinnassa käytetty vedenpinnan taso esitetään leikkauskuvissa liitteessä 8A maaperämallia jakavana vaakaviivana. Syvyysleikkausmallien mittakaava vaihtelee mittauslinjan pituudesta riippuen. Leikkauskuvien koordinaatisto on ETRS89/TM35Fin ja korkeusjärjestelmä on N2000.

4.4 Seisminen luotaus

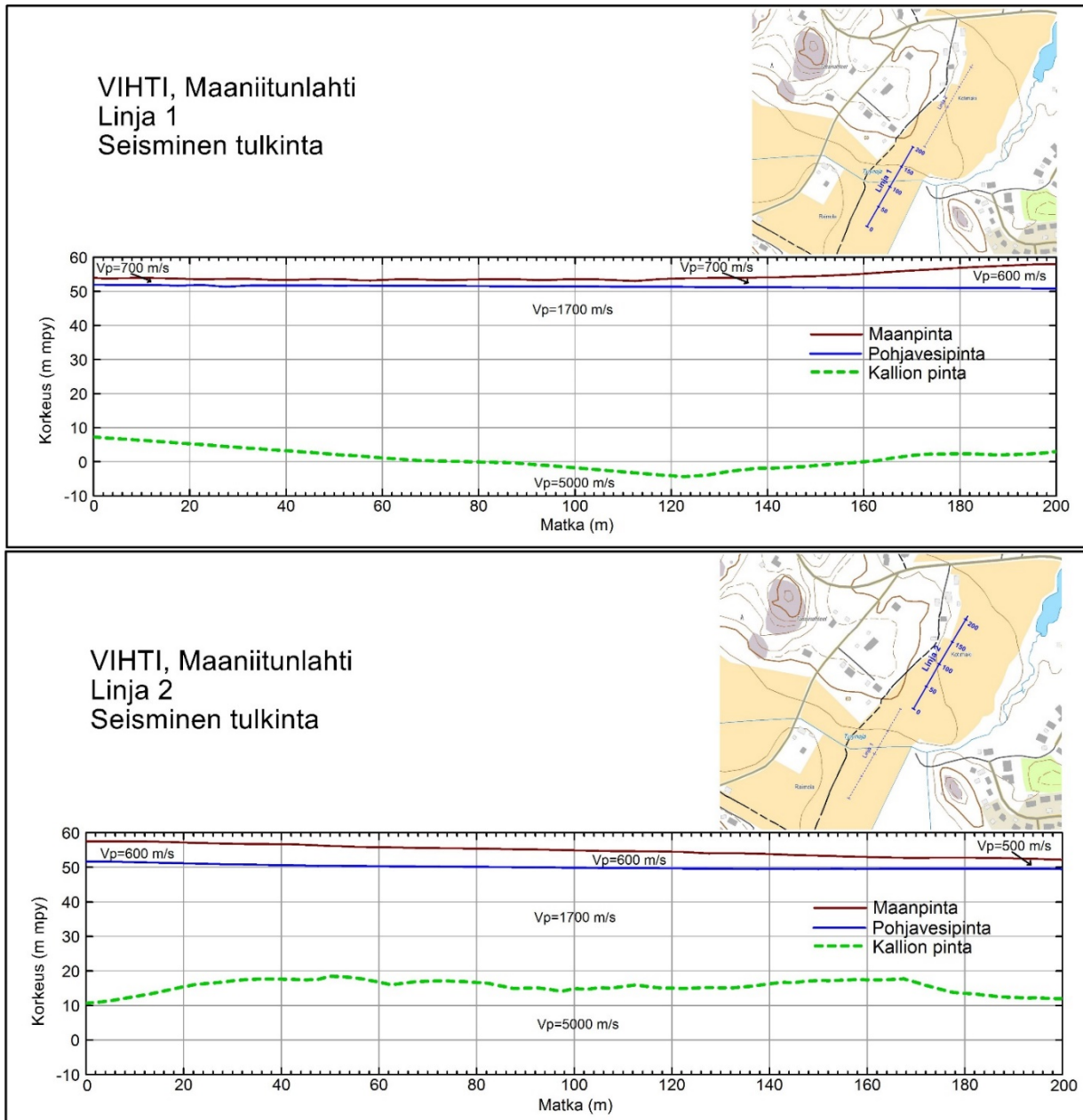
Maastotyön toteutus

Seismiset refraktioluotaukset tehtiin Vihdin Maaniitunlahden alueella 9.8.2018 kahdella 200 metrin mittaisella linjalla. Mittaus tehtiin digitaalisella 24-kanavaisella Geometrics StrataVisor NZXP –seismografilla 100 metrin vastakkaisluotauksina. Geofoniväli oli 5 m muualla paitsi geofonilinjan alussa ja lopussa sekä keskellä, joissa oli lyhennetyt 2,5 m geofonivälit ylimmän irtomaakerroksen nopeuden määrittämiseksi. Seismissen aallon lähteenä käytettiin 80-120 gramman dynamiittipanoksia. Lähipanokset (2 kpl) räjäytettiin geofonilinjan päissä, keskpanos geofonilinjan keskellä ja kaukopanokset (2 kpl) geofonilinjan jatkeilla 100 metrin etäisyydellä geofonilinjan alku- ja loppupäästä. Mittauslinjat paikannettiin gps –laitteella.

14.12.2018

Tuloskäsittely ja tulkinta

Rekisteröintiaineistosta luettiin ensisaapujien tuloajat Rimrock Geophysics'n Sipik-ohjelmalla. Maanmittauslaitoksen Lidar-aineistosta poimittiin korkeustieto geofoni- ja räjäytyspisteille. Linjojen peräkkäiset vastakkaisluotaukset yhdistettiin ja luotausaineisto tulkittiin SeisImager-ohjelmistolla käyttäen säteenseurantatekniikkaa. Tulkintatulokset on esitetty kuvassa 6 sekä liitteessä 1.



Kuva 6. Seismissen luotauksen mittauslinjat S1 ja S2.

14.12.2018

4.5 Vastusluotaus

Mittauksista ja tulosten tulkinnasta

Monielektrodivastusluotausmittaukset (ERT=Electrical Resistivity Tomography) tehtiin 12-kanavaisella ABEM Terrameter LS2 -laitteistolla monigradientti elektrodijärjestelmällä toukokuussa 2018. Monigradienttielektrodijärjestelmä on eräänlainen yhdistelmä perinteisistä Wenner-Schlumberger- ja pooli-dipolijärjestelmistä. Mittauksessa virtaa syötetään maahan kahden virtaelektrodin avulla ja maahan syntynyttä potentiaalieroa mitataan maksimissaan 12:lla potentiaalelektrodiparilla samanaikaisesti. Mittauksissa käytetty minimielektrodiväli oli 2,5 m molemmilla kohteilla. Kun yhdessä kaapelileivityksessä on käytettävissä 81 elektodia, tulee linjan pituudeksi 200 m. Kyseisellä levityksellä menetelmän teoreettinen maksimisyvyysulottuvuus on 30-35 m. Mittauslinjojen alku- ja loppupäähän tulee mittaustuloksissa mittausteknisistä syistä katve, joten jos linja halutaan kattaa maksimisyvyyteen asti koko linjan matkalta, pitää linjaa pidentää sekä alku- että loppupäästä.

Mittauslinjojen päät paikannettiin tarkkuus-GPS:llä ja topografia otettiin maanmittauslaitoksen LiDAR-aineistosta. Maaniitunlahden ERT-linja sijaitsee samassa kohtaa eteläisemmän refraktioseismisen linjan kanssa. Isolähteen kohteessa ERT-linja leikkaa painovoimalinjaa L24 aivan ERT-linjan eteläpäässä. Linjojen sijainti näkyy kuvassa 7.

Tulosten tulkinta perustuu eri maalajien ja kallion tyypillisiin sähköjohtavuuksiin. Tyypillisesti voidaan erottaa toisistaan karkeat ja hienot lajitteet ja kallio. Referenssiaineistoa hyödyntämällä tulkinta voidaan tehdä tarkemmin.

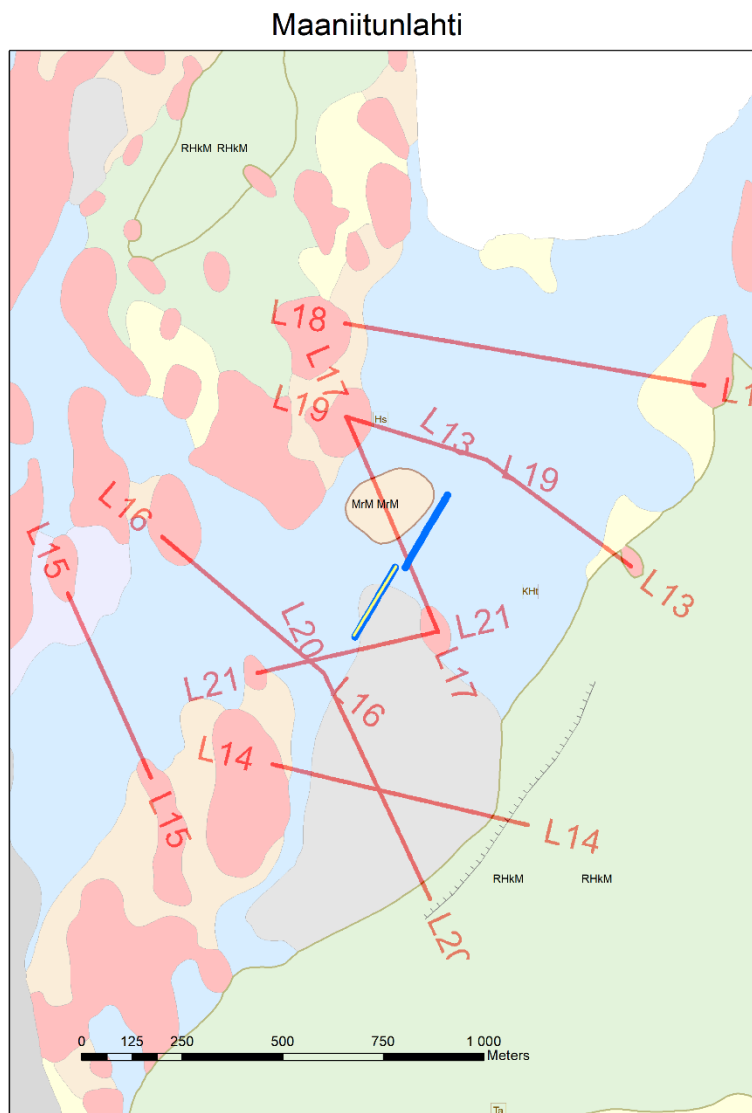
Mittaustulokset tulkittiin Res2DInv-ohjelmalla. Tulkinnassa otettiin huomioon myös maanpinnan topografia. Tulosten tulkinta (2D-inversio), eli maankamaran sähköjohtavuusjakauman laskeminen perustuu geologisen rakenteen 2D-oletukseen. 2D-oletuksessa mittaustuloksilla tavatut rakenteet jatkuvat kohtisuorissa leikkauksissa mittaustuloksia vastaan. Inversiotulkinnan jälkeen tulokset on visualisoitu syvyysleikkauskuviksi Geosoft Oasis montaj -ohjelmistolla ja tulokset on tulkittu tyypillisiä johtavuus-/ominaisvastusarvoja sekä referenssiaineistoa (painovoima ja seismisten mittausten tulkintaa) hyödyntämällä.

Maaniitunlahti

Maaniitunlahden mittaustulosten sijainti on esitetty kartalla kuvassa 7 ja liitteessä 1. Linja sijoittui samaan kohtaan kuin alueella mitattu eteläisempi refraktioseisminen linja (S1). Linjan päät ovat lähellä painovoimalinjoja L17 ja L21.

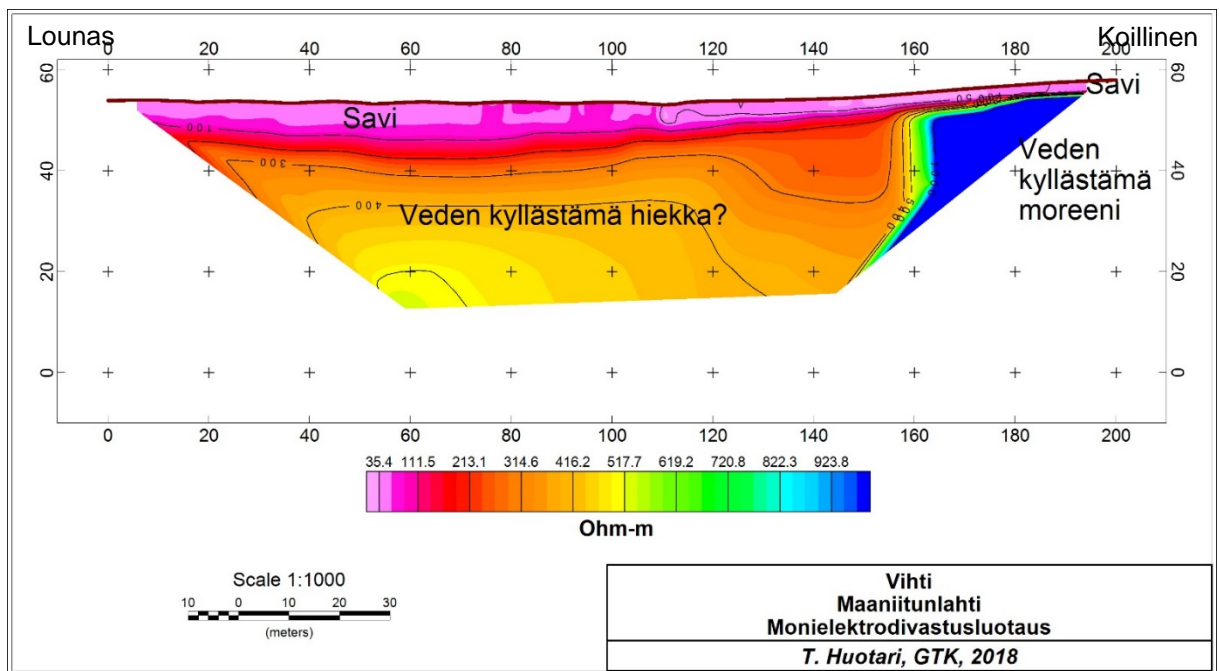
Vastusluotausmittauksista saatu tulkinta on esitetty kuvassa 8. Seismisten ja painovoimamittausten tulkintojen perusteella tiedetään, että maapeite on kohteessa hyvin paksu, useita kymmeniä metrejä. Käytetyllä monielektrodiluotausmittausjärjestelyllä ei saavutettu kalliopintaa, mutta saatiin esiin noin 10 m paksu savikerros sekä saven alapuoliset maapeitekerrokset, joista maaperäkartan perusteella voidaan arvioida, että linjan koillispuolella on veden kyllästävä moreenia noin 5 metriä paksun saven alapuolella. Linjan lounaispuolella ominaisvastusarvot viittaavat veden kyllästävästä hiekkaan.

14.12.2018



Kuva 7. Maaniitunlahden ERT-linja (keltainen), seismiset linjat (sininen) ja painovoimalinjat (punainen) maaperäkartalla. Karttakuva T. Huotari, GTK.

14.12.2018



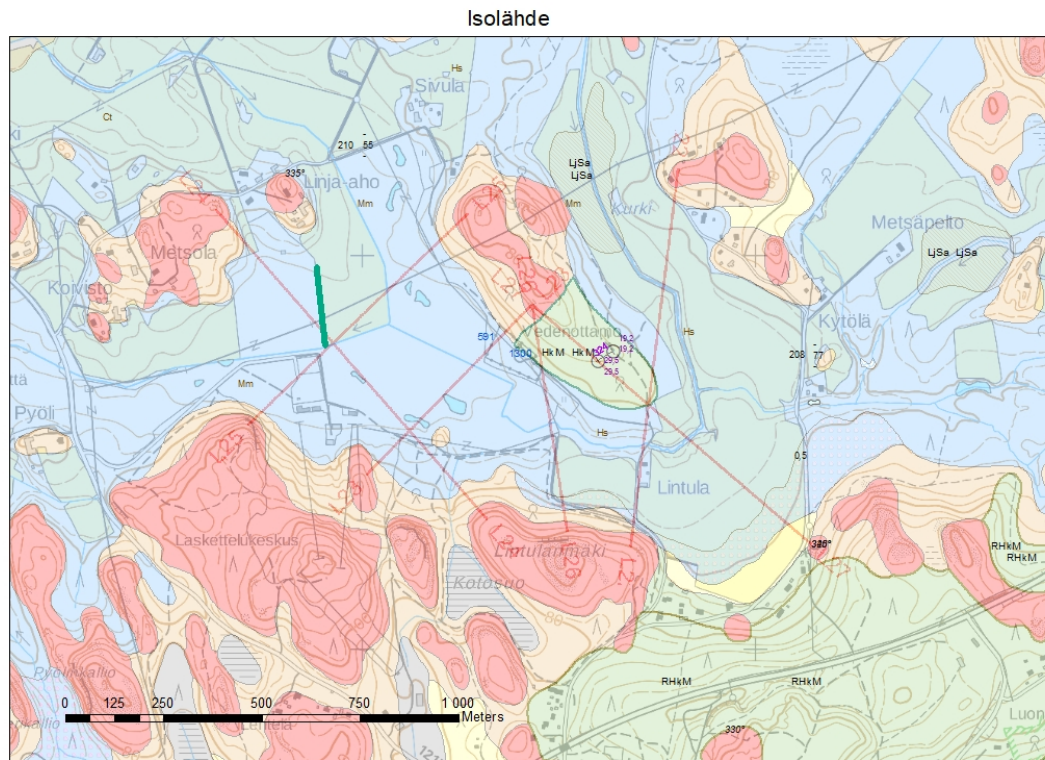
Kuva 8. Maaniitunlahden ERT-linjan tulkinta. Kuva T. Huotari, GTK.

Isolähde

Isolähteellä mitatun ERT-linjan sijainti on esitetty kartalla kuvassa 9. Linjan eteläpää risteää painovoimalinjan L24 kanssa ja lähellä eteläpäättä on myös painovoimalinjojen L24 ja L25 leikkauskohta.

Vastusluotauslinjan sijainti on esitetty kuvassa 9 ja liitteessä 1. Vastusluotausmittauksien tulkinta on esitetty kuvassa 10. Painovoimamittausten tulkintojen perusteella kalliopinta sijaitsee noin tasolla 23 m mpy., joten noin 20 m paksun savien alapuolella olisi sen perusteella, ominaisvastusarvoista huolimatta, kalliopinta ainakin ERT-linjan pohjoispäässä. Linjan eteläpäässä on ominaisvastusarvojen perusteella mahdollisesti vedellä kyllästynyttä hiekkaa, mutta mikäli kohta osuu esimerkiksi kallion heikkousvyöhykkeeseen, on se myös mahdollista. Lisäksi on mahdollista, että eteläpään syvemmällä oleva johtavuusanomalia olisikin lähtöisin kyseisessä kohdassa olevasta voimalinjasta, mutta yleensä voimalinjojen ei pitäisi häiritä tasavirtamittauksia. On myös mahdollista, että pintaosan savikon ollessa erittäin paksu, antaa vastusluotausmenetelmä todellisuutta johtavampia arvoja savien alapuoliselle maankamaralle virran kulkiessa pääosin pintaosan savessa. Linjan pohjoispäässä pinnan savikko on ohuempi kuin linjan eteläpäässä. On mahdollista, että savien alapuolella ennen kalliopintaa on myös moreenikerros, joka ainakin maaperäkartalla on pinnassa hieman linjalta pohjoiseen.

14.12.2018



Kuva 9. ERT-linja (vihreä) ja painovoimalinjat (punainen) maaperäkartalla. (Pohjakartta © MLL 2018)



Kuva 10. Isolähteen alueen ERT-linjan tulkinta. Tulkintakuva T. Huotari, GTK.

14.12.2018

5 MALLINNUKSET JA VISUALISOINTI

Kairauksista, painovoimamittauksista seismisistä luotauksista 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 syvyudet antavat ainoastaan yleiskuvan kallionpinnan korkeustasosta. Mallinnohjelma 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.

Kaikista vanhoista havaintoputkista ei saatu mitattua pohjavedenpintaa. Osassa putkista oli lukko, johon ei ollut sopivaa avainta. Lisäksi käytettiin myös vanhoja, tuhoutuneita putkia, joiden pintatiedot olivat jopa vuosia vanhoja. Eri aikaisista havainnoista käytettiin hyväksi olemassa olevia pintatietojen aikasarjoja. Näistä valittiin edustava pintatieto, joka on samaa vuodenaikaa ja mahdollisesti samankaltaisen sateisuuden ajalta.

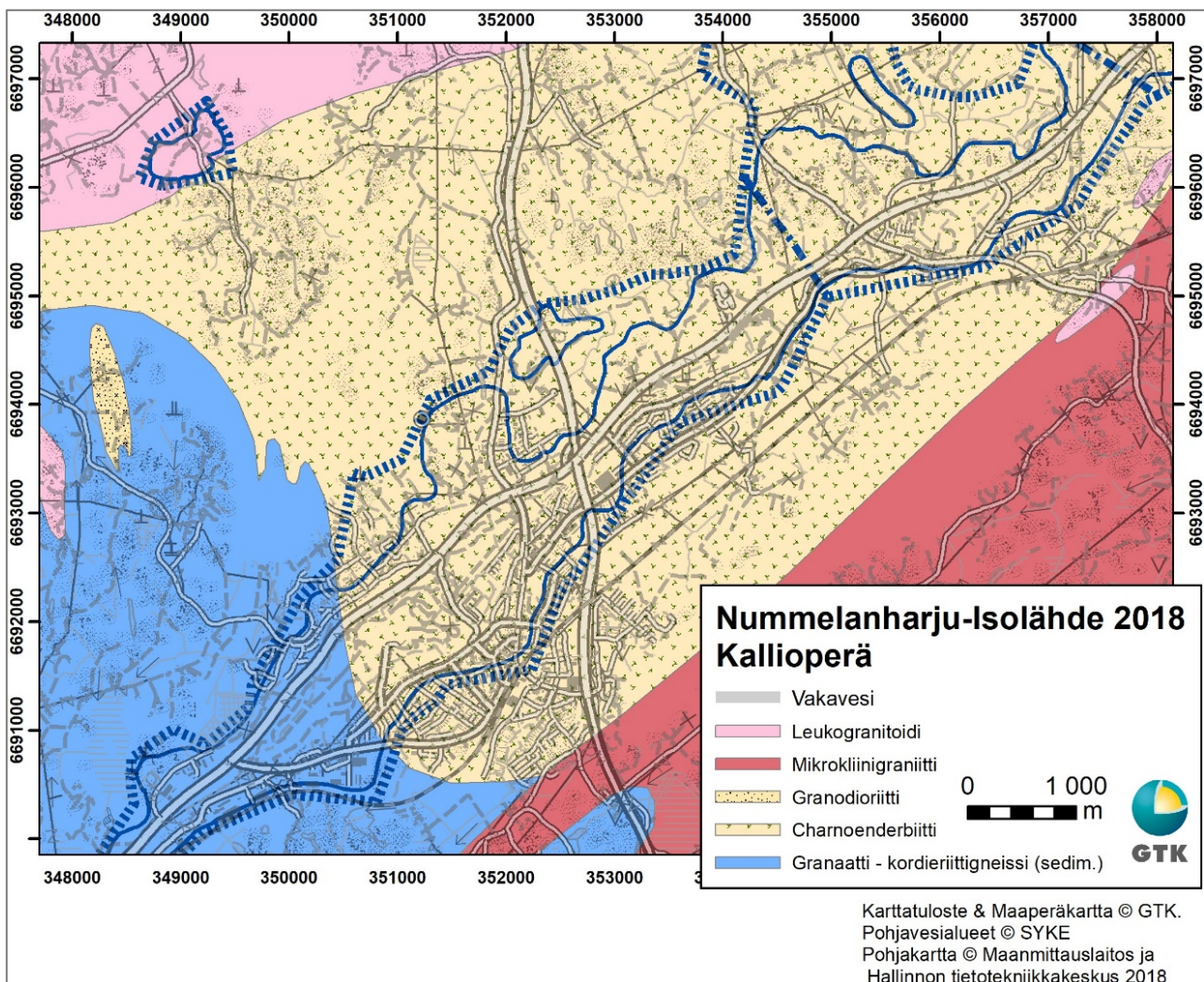
Pohjavedellä kyllästyneen maapeitteen paksuus on laskettu pohjavesi- ja kallionpintamallien erotuksena. Tämän vuoksi visualisointi on voitu tehdä vain alueilta joilta oli käytettävissä sekä kallionpinnan että pohjavedenpinnan mallit. Pohjavedenpinnan yläpuolisen irtomaapeitteen paksuus saatiin tutkimusalueen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

14.12.2018

6 TUTKIMUSTULOKSET

6.1 Kallioperän koostumus, rakenne ja korkokuva

Kuvassa 11 on ote GTK:n kallioperäkartasta Nummelan alueelta. Maaniitunlahti on osa pohjois-etelä suuntaista ruhjevyöhykettä. Vallitseva kivilaji on granaatti-kordieriittigneissiä. Nummelan liikekeskuksen alueella on kolmen kivilajia: granaatti-kordieriittigneissiä, granodioriittia ja mikrokliinigraniittia. Isolähteen alueen kivilaji on granodioriittista.



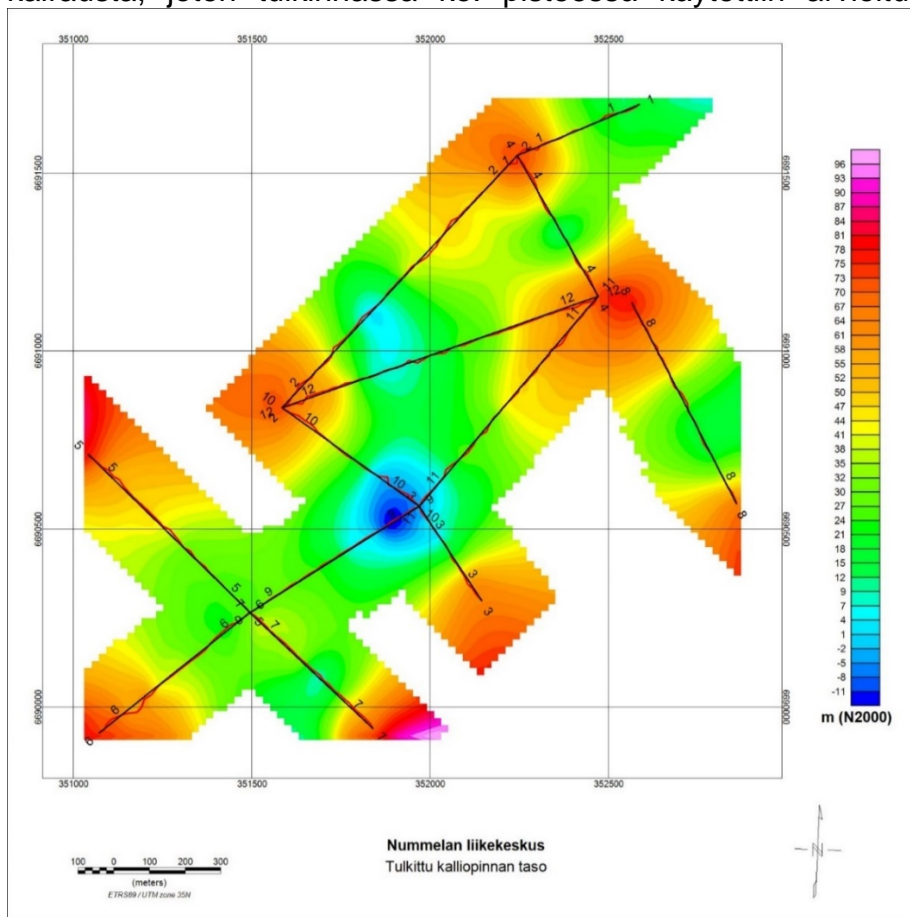
Kuva 11. Tutkimusalueen kallioperä. Suomen kallioperä – DigiKP. Digitaalinen karttatietokanta [Elektroninen aineisto]. Espoo. Geologian tutkimuskeskus [viitattu 24.10.2018]. Versio 2.1. Kuva O. Sallasmaa, GTK.

14.12.2018

Liitteessä 3 on esitetty kallionpinnan korkeustaso tutkimusalueilla. Kallionpinnan korkeustason lähtötietoina on käytetty tämän tutkimuksen aikana mitattuja tietoja ja aiempien tutkimusten tuloksia sekä maanmittauslaitoksen pohjakartta- ja korkeusaineistoa. Maaniitunlahden pohjois-etelä suuntaisella ruhjevyyhykeellä kallionpinta on alimmillaan merenpinnan tasoll, ja viereisillä kalliomäillä korkeus on 100 m mpy. Pajuniitty–Huhdanmäen alueella kallionpinnan vaihtelu on yhtä suurta, ja yhtenäiset kallioainanteet jatkuvat Hiidenveden ja Enäjärven suuntaan. Isolähteen alueella korkeimmat kalliomäet ovat 100 m mpy. ja alimmillaan Golfkentän alueella 10 m mpy.

Pajuniitty–Huhdanmäen alue

Kuvassa 12 näkyy painovoimamittausten perusteella tulkittu kallionpinnan taso Pajuniitty–Huhdanmäen alueella. Kallioalueiden väliin sijoittuu vyöhyke, jossa maapeite on parhaimmillaan noin 60 m paksu. Vaikka maanpinnan tason vaihtelu on pientä lukuun ottamatta avokallioille nousua, on kallion pinnassa joillakin linjoilla jyrkkiä vaihteluita. Pohjaveden kyllästämaa maa-ainesta on kaikkialla runsaasti. Linjan 1 koillispuoleen ei tehty kairausta, joten tulkinnaissa ko. pisteessä käytettiin arvioitua kallionpinnan tasoa 20 m.

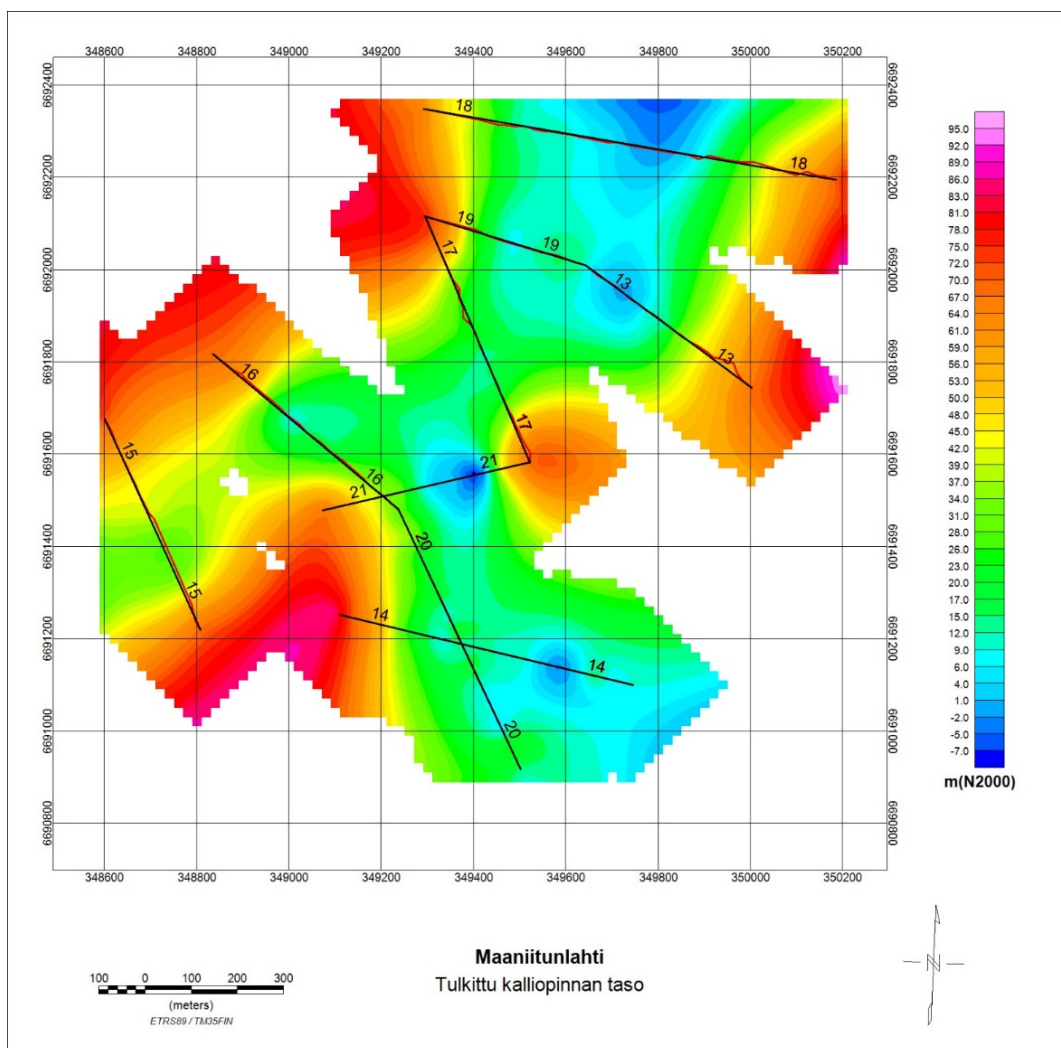


Kuva 12. Painovoimatulkinnosta interpoloimalla laskettu kallionpinnan taso väripintakarttana Pajuniitty–Huhdanmäen alueelta. Mitattu linja on merkitty punaisella ja tulkintalinja mustalla värillä. Kuva T. Valjus, GTK.

14.12.2018

Maaniitunlahti

Kuvassa 13 näkyy painovoimamittausten perusteella tulkittu Maaniitunlahden kalliopinnan taso. Alueella mitattiin painovoimalinjoiden lisäksi kaksi refraktioseismistä linjaa, joiden tuloksia käytettiin tukena lähellä olevien painovoimalinjoiden tulkinnassa. Linjojen 13 ja 19 yhteisessä pääty pisteessä ei ollut kairausta, joten ko. pisteessä kalliopinta määritettiin noin 100 metrin päässä olevan seismisen linjan tulkintatuloksen perusteella noin 10 metrin tasolle. Linjan 14 itäpäässä kalliopinnan taso on otettu 30 metrin päässä olevalta kairauspisteeltä. Tulkintojen perusteella kalliopaljastumien välissä on syviä vyöhykkeitä, joissa maapeitteen paksuus vaihtelee 30 metristä jopa 60 metriin. Pohjavesi on lähes kaikkialla pinnan lähellä, joten veden kyllästävä maa-ainesta on runsaasti.

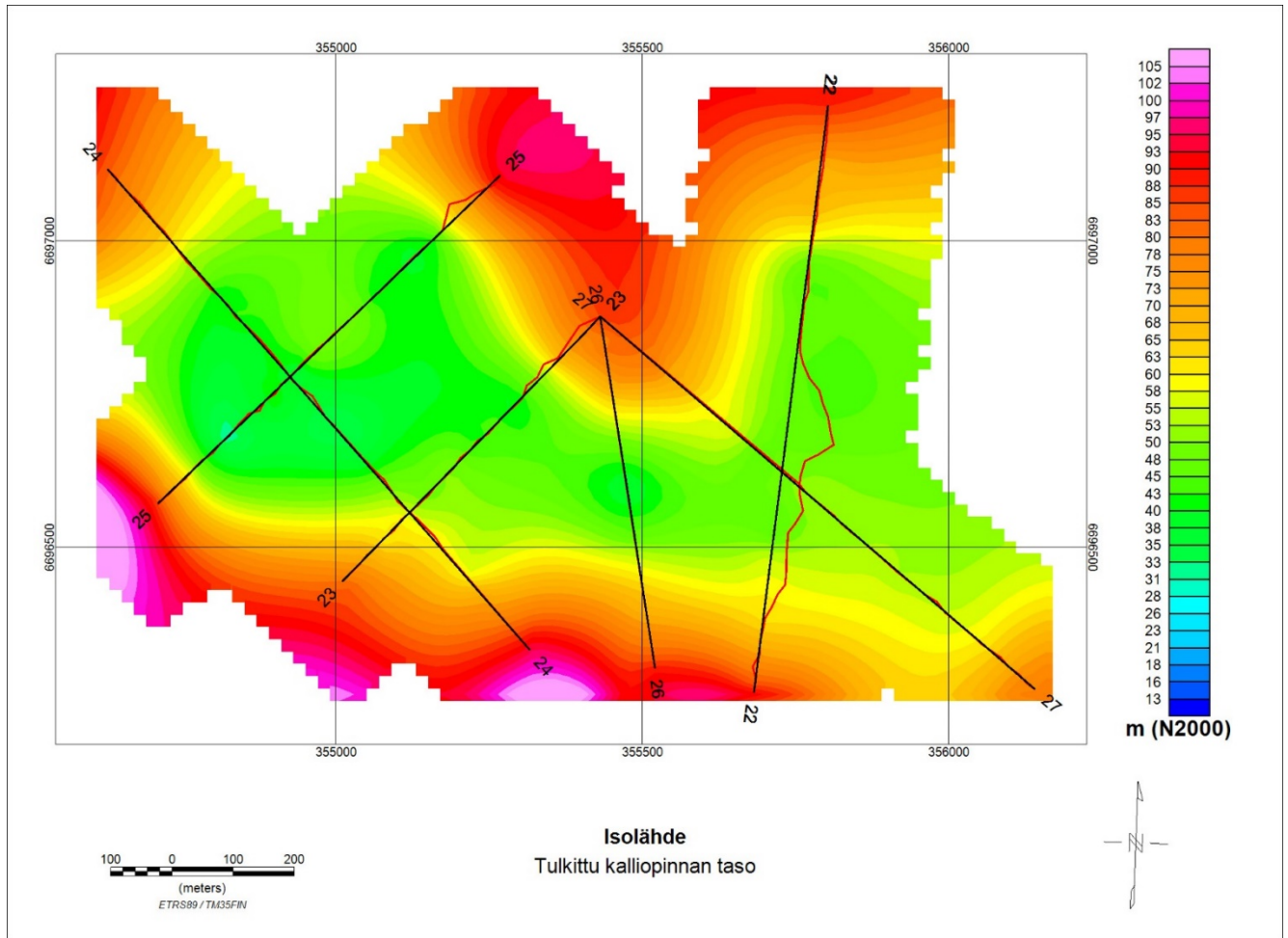


Kuva 13. Painovoimatulkinnosta interpoloimalla laskettu kalliopinnan taso väripintakarttana Maaniitunlahden alueelta. Mitattu linja on merkitty punaisella ja tulkintalinja mustalla värillä. Kuva T. Valjus, GTK.

14.12.2018

Isolähde

Kuvassa 14 näkyy painovoimamittausten perusteella tulkittu kallionpinnan taso Isolähteen alueella. Maapeitteen paksuus vaihtelee syvimmissä kohdissa 20 – 40 metriin. Pohjaveden kyllästämää maa-ainesta on tälläkin alueella runsaasti.



Kuva 14. Painovoimatulkinnosta interpoloimalla laskettu kallionpinnan taso väripintakarttana Isolähteen alueelta. Mitattu linja on merkitty punaisella ja tulkintalinja mustalla värillä. Kuva T. Valjus, GTK.

14.12.2018

6.2 Maaperän koostumus

Tätä tutkimusta varten tehtyjen havaintoputkien asennuksista saadut kairaustiedot esitetään liitteissä 9.1-9.5. Yhteenvedo kairausten maalajihavainnoista esitetään liitteessä 10. Liitteessä 11 on esitetty havaintoputkien asennuksen yhteydessä otettujen maa-ainesnäytteiden raekokoanalyysien tulokset.

Maaniitunlahti

Havaintoputki GTK35-18 asennettiin Salpausselkä-reunamuodostuman luoteispuoleisen rinteeseen juurelle. Reunamuodostuman ylätasanne oli 30 m korkeammalla, mutta havaintoputken kohdalla kallionpinta oli yli 50 metrin syvyydellä. Päällimmäisenä oli hyvin vettä johtavaa soraa ja hieman hiekkaa. Tämän alla oli vielä silttiä 23 m. Havaintoputki GTK38-18 asennettiin 600 m luoteeseen reunamuodostumalta jääkauden aikaisen jäätikön vetäytymissuuntaan päin. Maaniitunlahden pelloilla putken kohdalla oli päällimmäisenä 7 m vettä heikosti johtava savikerros, jonka alla oli 15 m vettä hyvin johtavaa soraa ja hiekkaa. Kallion pinta oli 25,5 m syvyydessä. Pohjaveden pinta on noin metrin syvyydessä ja paineellista. Maaniitunlahti on syvä kalliopainanne, joka on pohjoisesta alkaa Hiidenveden lahtena jatkuen etelään Salpausselkien selänteen alle.

Maaniitunlahden tutkimusalueella pohjavettä suojaava yläpuolinen kuivan maan kerros on parhaimmillankin vain muutamia metrejä. Pohjavesivyöhykkeen paksuus sen sijaan on kymmeniä metrejä.

Pajuniitty–Huhdanmäki

Havaintoputket asennettiin Huhdanmäen asuinalueen luonaisuun ja lounaan puoleiselle pellolle. Havaintoputkella GTK40-18 pellon keskellä oli päällimmäisenä 12 m savea ja sen alla keskinkertaisesti tai heikosti vettä johtavaa silttistä hiekkaa parikymmentä metriä ennen kallion pintaa. Havaintoputkella GTK39-18 päällimmäinen silttikerros oli hieman ohuempi, mutta alla olevaa silttistä hiekkaa oli lähes 60 metrin syvyyteen asti.

Pohjavesi oli vain noin metrin syvyydellä maanpinnasta ja paineellista. Pohjavedellä kyllästyneen maakerroksen kokonaispaksuus oli 30 – 60 m. Painovoimatulkintojen perusteella syvä kalliopainanne jatkuu havaintoputkelta GTK39-18 pohjoisiseen ja sieltä luoteeseen Nummelan keskusta-alueelle.

Isolähde

Havaintoputki GTK41-18 asennettiin Isolähteen vedenottamon kaakkoispuolelle pellon reunalle. Putken kohdalla päällimmäisenä 9 m savea, jonka alla oli 4 m soraa ja 12 m hiekkaa. Tyyppillisesti pohjalla oli vielä parin metrin moreenikerros. Kallion pinta oli lähes 30 m syvyydessä. Isolähteen tutkimusalueella pellolla ja länsipuolen golfkentällä oli pohjaveden

14.12.2018

yläpuolinen maakerros metrin luokkaa ja pohjavesi oli paineellista. Vedellä kyllästyneen maakerroksen paksuus oli 20 – 40 m. Pelto ja golfkentän eteläpuolella on laskettelurinteenä toimiva jyrkkä kalliomäki. Vedenottamon pohjoispuolella on pienempi kalliomäki, joka ohjaa ja rajaa pohjaveden kulkeutumista.

6.3 Pohjaveden muodostuminen, varastoituminen ja virtaus

Pohjaveden pinnankorkeus ja virtaussuunta on esitetty liitteessä 4. Pohjavesikerroksen paksuus on esitetty liitteessä 5 ja pohjaveden yläpuolisen kerroksen paksuus on esitetty liitteessä 6.

Maaniitunlahti

Kairaussuunnitelmien muututtua Maaniitunlahdella oli vain kaksi havaintoputkea, joiden perusteella arvioitiin pohjaveden gradienttia. Pohjaveden virtaus on Nummelanharjulta luoteeseen ja huolimatta havaintojen puutteesta voidaan arvioida, että pohjaveden virtaus on havaintoputkelta GTK38-18 pohjoiseen kohti Hiidenveden Maaniitunlahtea. Peltoalueen länsipuolen kalliomäki ohjaa pohjaveden virtausta, samoin kuin idän puolella matalammat kallioalueet. Paksu savikerros suojaa pohjavettä, mutta kun siihen tehdään reikiä kairaamalla tai kaivamalla, se voi altistaa pohjaveden saastumiselle.

Maaniitun alue on tällä hetkellä pohjavesialueen ulkopuolella, mutta havaintoputken kairaustietojen ja painovoimamittausten tulosten perusteella vettä hyvin johtavat paksut maakerrokset mahdollisesti jatkuvat Nummelanharjulta Hiidenveden Maaniitunlahdelle asti. Pohjaveden virtaussuunta on kuitenkin varsinaiselta pohjavesialueelta pois päin.

Pajuniitty–Huhdanmäki

Pajuniitty–Huhdanmäen alueella uusien ja aiemmin asennettujen havaintoputkien mittaustulosten perusteella pohjavedellä ei ole selkeää virtaussuuntaa. Pohjaveden purkautumispaikoista kuten esim. lähteistä ei ole havaintoa. Havaintoputkien perusteella peltoalueella pohjavesikerros on keskinkertaisesti tai huonosti vettä johtavaa.

Isolähde

Isolähteen alueella pohjavettä muodostuu laskettelurinteen alueella ja alueen keskellä olevalla pienellä kallio/moreenimäellä. Alueella on useita havaintoputkia, joista monesta on mittaustuloksia samalta päivältä, mutta ei kaikista. Golfkentältä alueelta käytettiin POVET-järjestelmässä olevia aiempia mittaustuloksia. Havaintoputkien MV108, MV109 ja MV110 aikasarjoissa pinnan korkeus on vakiona vuosikausia. Näissä on käytetty kyseistä ”vakioarvoa”. Pohjavesi on peltojen ja golfkentän alueella vettä pidättävän hienoaines kerros alla paineellista. Mittaustulosten perusteella pohjaveden gradientti on Salpauseliltä kohti vedenottamo, josta virtaus on kohti länttä golfkentän suuntaan. Laskettelurinne etelässä ja

14.12.2018

pienempi lounaan-kaakon –suuntainen kalliomäki ohjaavat pohjaveden virtausta. Golfkentän ja peltojen alueella pohjavesivyöhykkeen paksuus on kymmeniä metrejä. Tällä alueella pintojen laskennat tehtiin tilanteessa, jossa vedenottamo ei ollut toiminnassa.

Alueelta on tehty tutkimus (Pöyry 2017), jossa Isolähteen vedenottamolta lyhytaikaisesti pumpattiin 300 – 720 m³/d, mikä välittömästi ja selvästi muutti pohjaveden virtausta itään kohti vedenottamoja jo havaintoputkesta PF2 lähtien.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) Pohjavesi–yksikkö on tehnyt geologisen rakenneselvityksen tärkeälle Nummelanharjun ja Isolähteen pohjavesialueelle. Tutkimusmenetelminä käytettiin painovoimamittauksia, seismisiä heijastusluotauksia, vastusluotauksia, kairauksia ja maastokartoituksia.

Painovoimamittausten tulkintojen mukaan Maaniitunlahden tutkimusalueella on kymmeniä metrejä syvä kalliopainanne pohjois-etelä –suunnassa. Kerrostumassa on suuri osa hyvin vettä johtavaa soraa tai hiekkaa. Pohjaveden pinta on maanpinnan tuntumassa. Pohjavesi todennäköisesti virtaa pohjoiseen ja purkautuu Hiidenveteen. Paksu savikerros suojaa pohjavettä, mutta jos siihen tehdään reikiä kairaamalla tai kaivamalla, se voi altistaa pohjaveden saastumiselle.

Pajuniitty–Huhdanmäen alueella pohjavesi on maanpinnan tuntumassa, mutta kymmeniä metrejä paksut sedimenttikerrostumat ovat keskinkertaisesti tai heikosti vettä johtavaa siltistä hiekkaa. Pohjavedellä ei ole selkeää virtaussuuntaa tai purkautumispaikkaa.

Isolähteen pohjavesialueella pohjavesi on maan pinnan tuntumassa ja maakerroksen paksuus on 20 – 40 m. Pinnan savikerroksen alla on hyvin vettä johtavia sora- ja hiekkakerroksia. Tilanteessa, jossa Isolähteen vedenottamo ei ole toiminnassa, pohjaveden virtaussuunta on vedenottamolta länteen, kohti golfkenttää. Myönnettyyn lupaan nähden suhteellisen pienellä pumppausmäärällä pohjaveden virtaus on kääntynyt golfkentältä ja laskettelurinteeltä kohti vedenottamoja.

Maaniitun alue on tällä hetkellä pohjavesialueen ulkopuolella, mutta havaintoputken kairaustietojen ja painovoimamittausten tulosten perusteella vettä hyvin johtavat paksut maakerrokset mahdollisesti jatkuvat Nummelanharjulta Hiidenveden Maaniitunlahdelle asti.

14.12.2018

8 KIRJALLISUUSLUETTELO

Arjas, J. 2005. Pohjaveden havaintoputket. Teoksessa: Pohjavesitutkimusopas, käytännön ohjeita. Suomen vesiyhdistys. 88 – 91 s.

Johansson, P., Lunkka, J. P., Sarala, P. 2011. Glaciation of Finland. In Ehlers, J. & Gibbard, P. L., Hughes, P. D. (Eds), Developments in Quaternary Science vol.15 Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. p. 105 – 116.

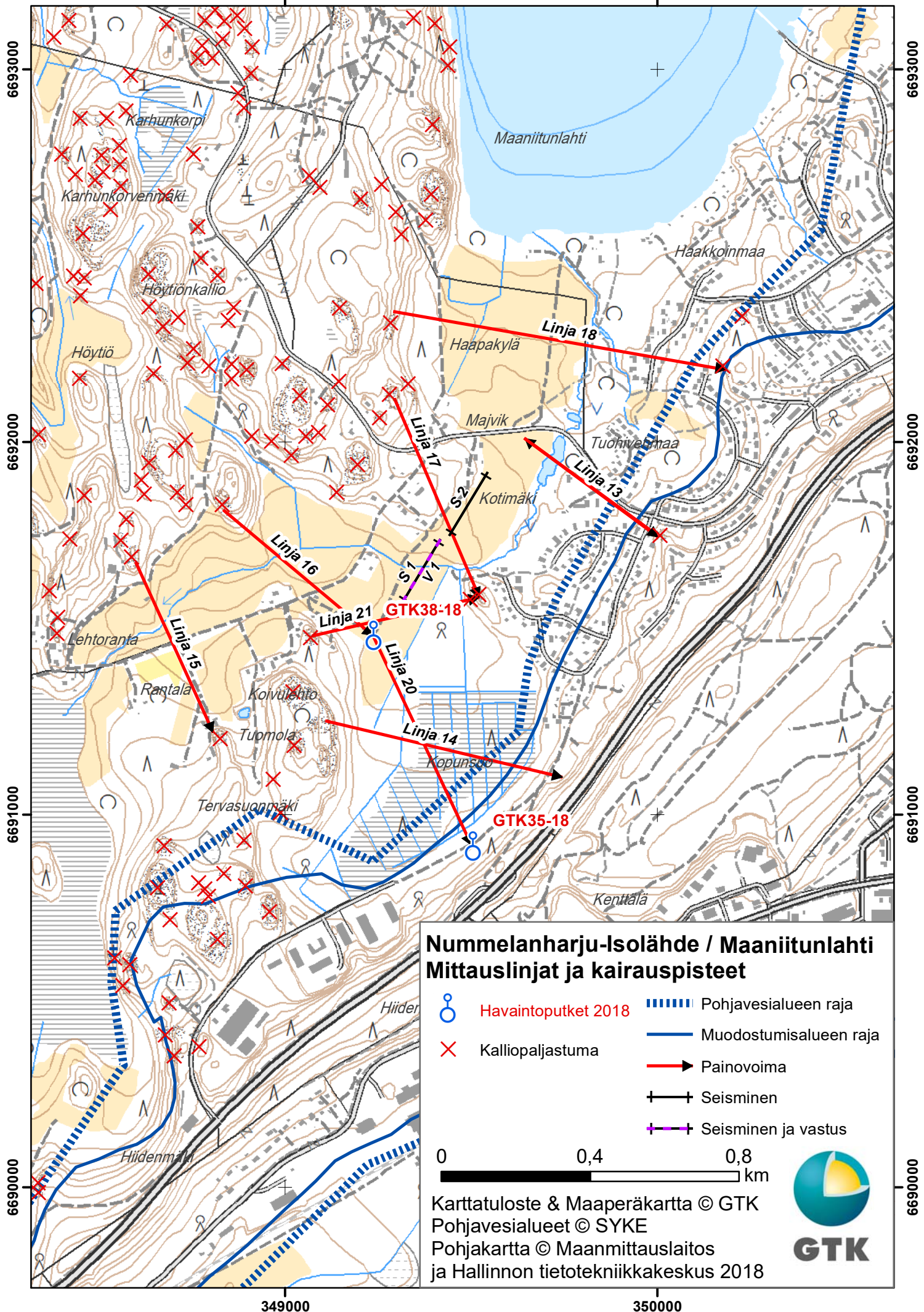
Kinnunen, T., Arjas, J. & Ikäheimo, J. 2005. Putkimittaukset. Teoksessa: Pohjavesitutkimusopas, käytännön ohjeita. Suomen vesiyhdistys. 91 – 92 s.

Korhonen, K.-H., Gardemeister, R. & Tammirinne, M. 1974. Geotekninen maalajiluokitus. VTT, Geotekniikan laboratorio. Tiedonanto 14.

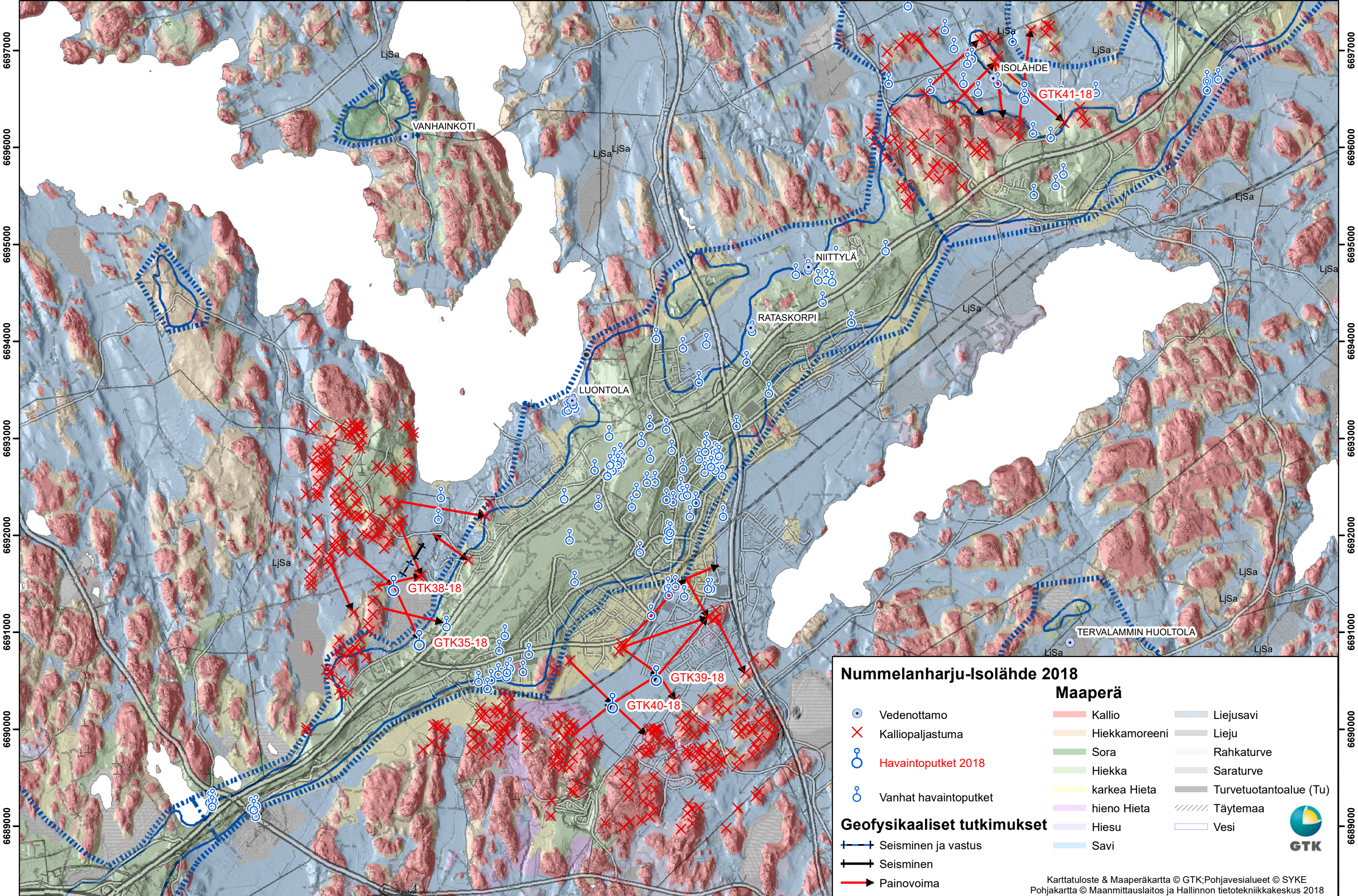
Pöyry Oy. 2017. Isolähteen vedenottamo. Selvitys pohjaveden virtauskuvasta ja maanlajityksen vaikutuksista Isolähteen vedenottamon vedenlaatuun.

Rantamäki, M., Jääskeläinen, R. & Tammirinne, M. 1990: Geotekniikka. Otatieto 464. Espoo. 293 s

Suomen ympäristökeskus. 2017. Hertta-tietojärjestelmä. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.



346000 347000 348000 349000 350000 351000 352000 353000 354000 355000 356000 357000 358000



Nummelanharju-Isolähde 2018

Maaperä

Kallio	Liejusavi
Hiekkamoreeni	Lieju
Sora	Rahkaturve
Hiekka	Saraturve
karkea Hieta	Turvetuotantoalue (Tu)
hieno Hieta	Täytemaa
Hiesu	Vesi
Savi	


Geofysikaaliset tutkimukset

- Seisminen ja vastus
- Seisminen
- Painovoima

Havaintoputket 2018

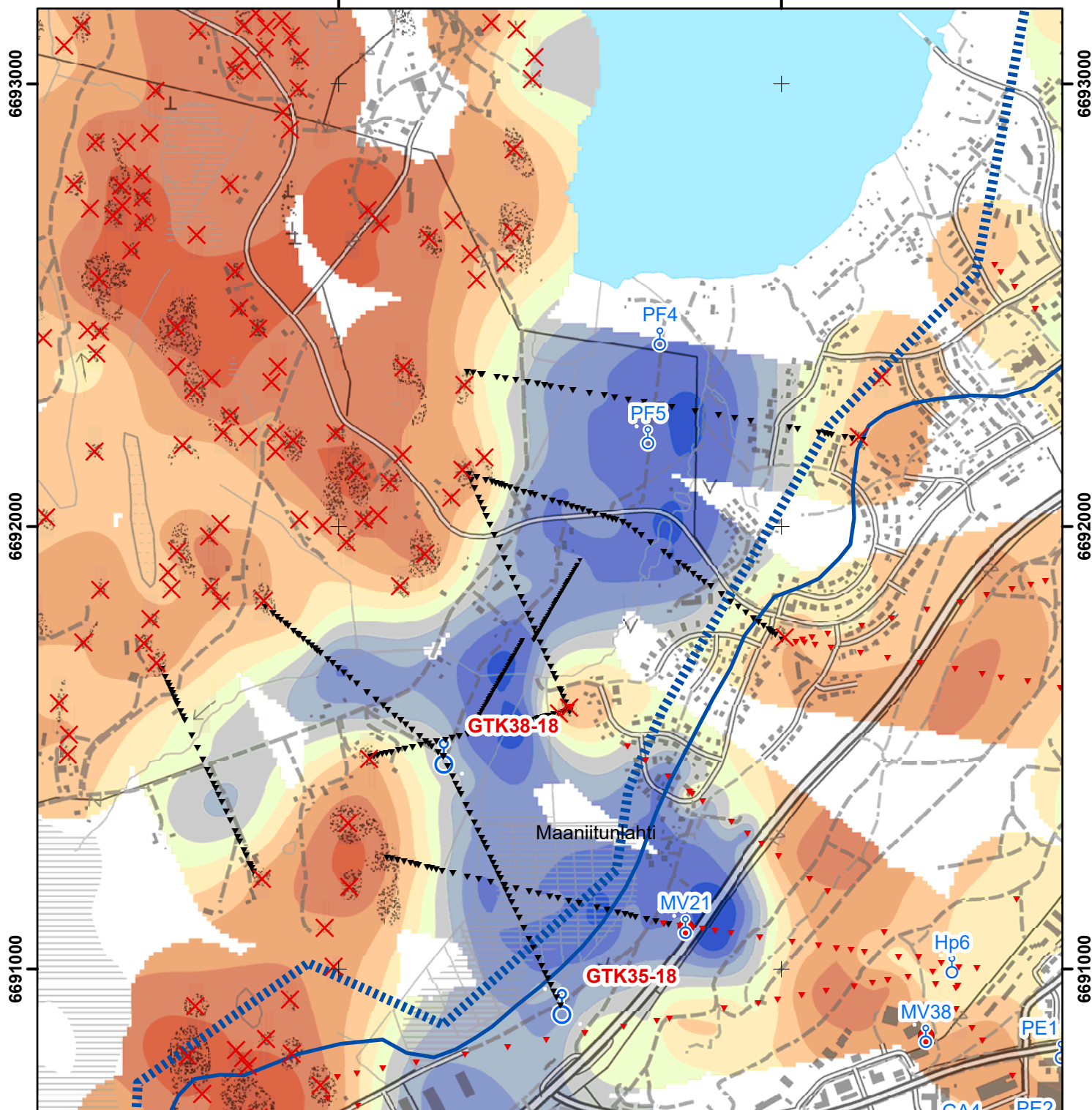
- Vedenottamo
- Kalliopaljastuma
- Havaintoputket 2018
- Vanhat havaintoputket

Karttatuloste & Maaperäkarta © GTK; Pohjavesialueet © SYKE
Pohjakarta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus 2018



6689000 6690000 6691000 6692000 6693000 6694000 6695000 6696000 6697000

6689000 6690000 6691000 6692000 6693000 6694000 6695000 6696000 6697000



Nummelanharju-Isolähde / Maaniitunlahti Kallionpinnan taso m mpy.

alle 0	30 - 40	70 - 80
0 - 10	40 - 50	80 - 90
10 - 20	50 - 60	90 - 100
20 - 30	60 - 70	yli 100



Havaintoputket 2018



Kallionpinta, vanhat painovoimat



Kallionpinta, painovoima 2018



Kallionpinta, seisminen



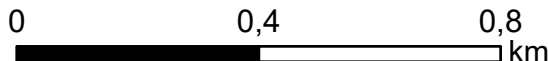
Vanhat havaintoputket

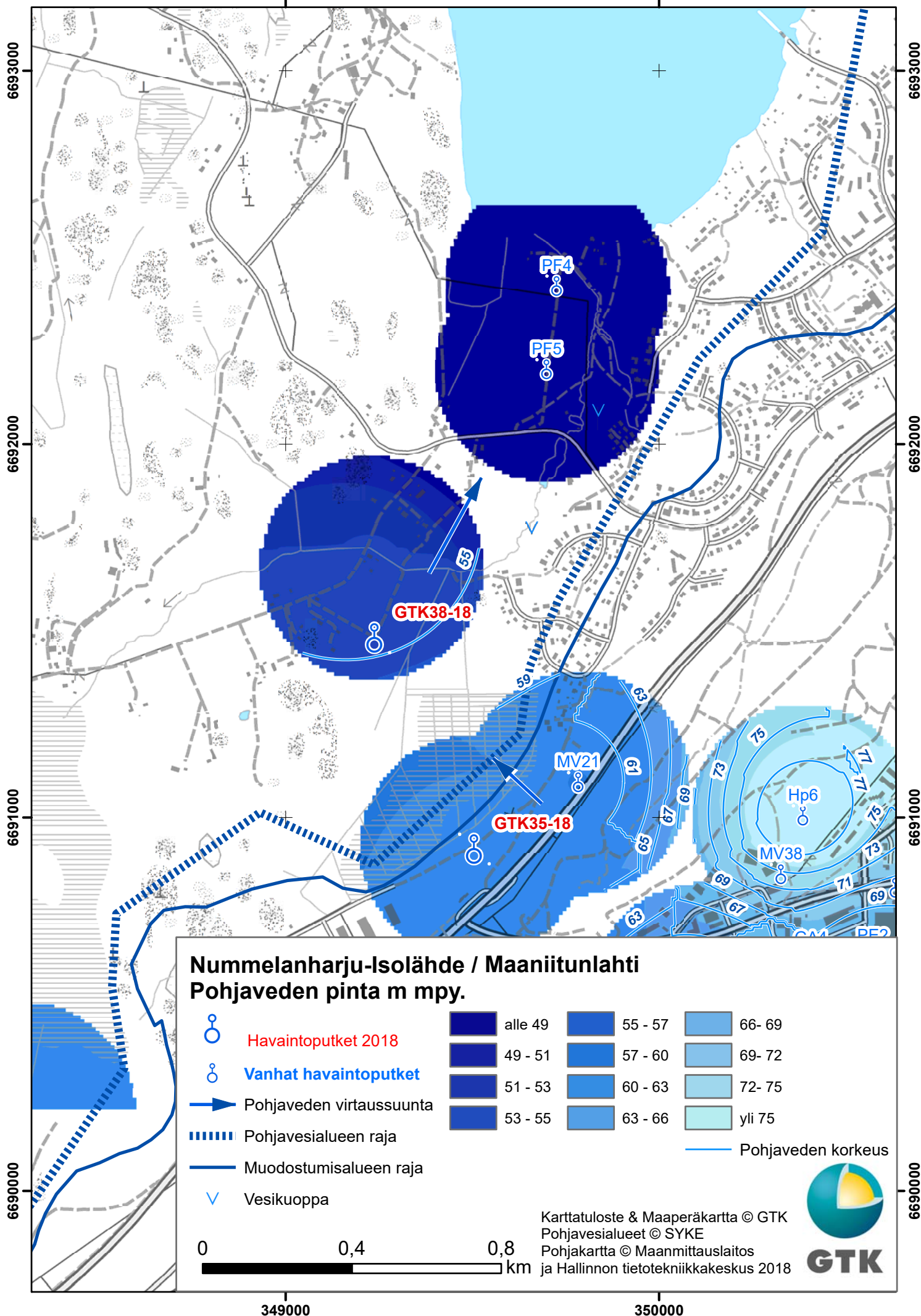


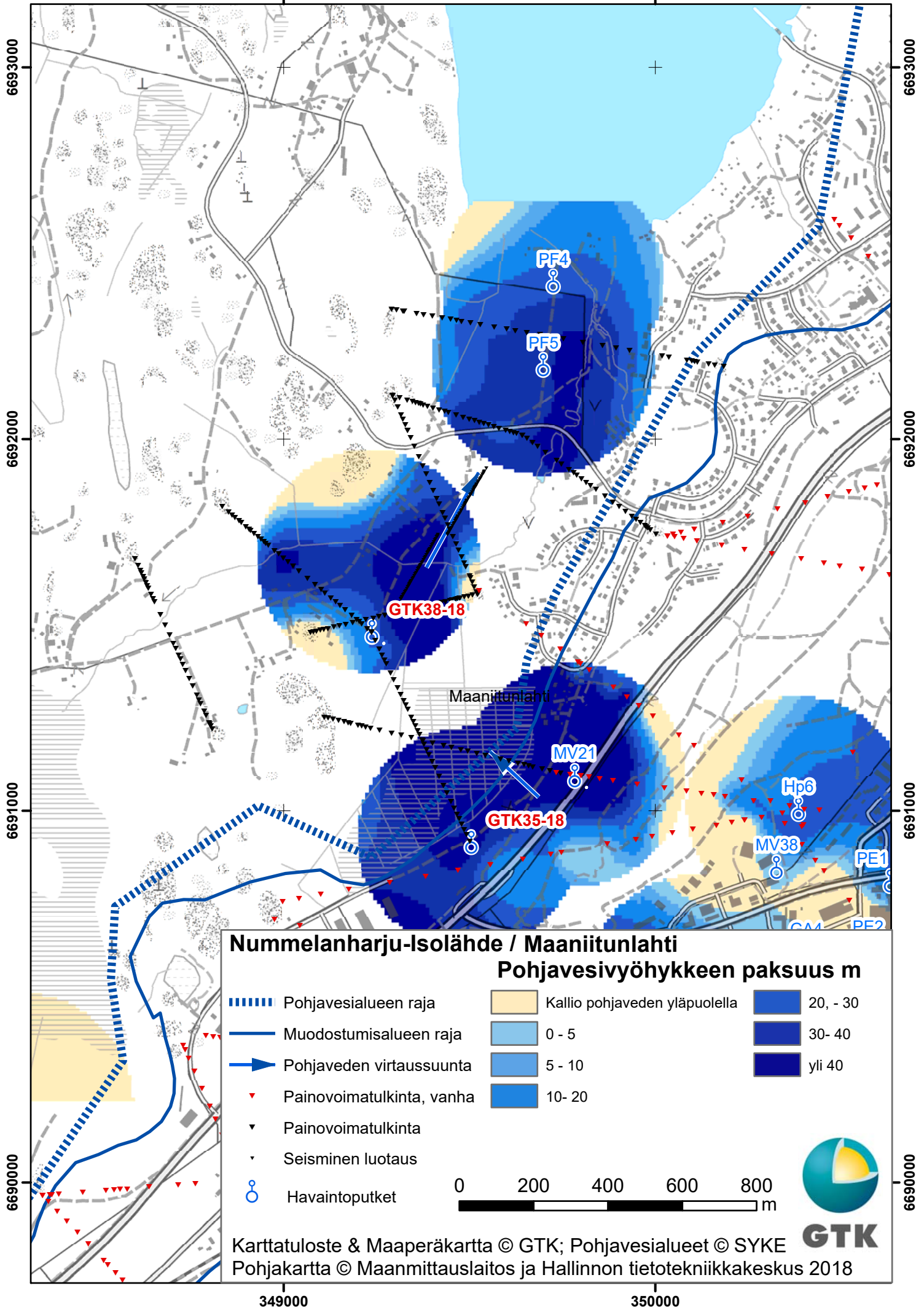
Vanha kairaus kallioon

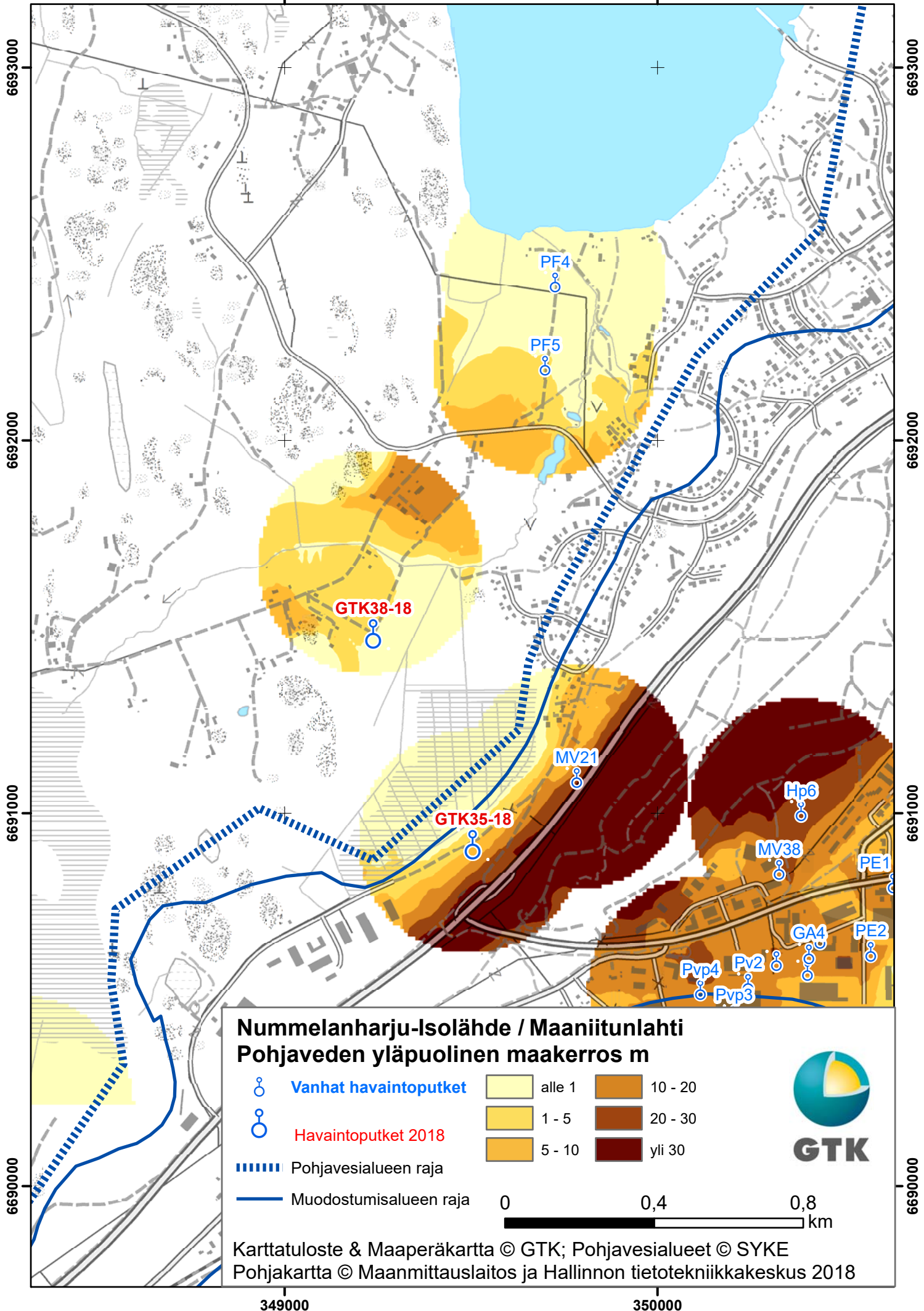


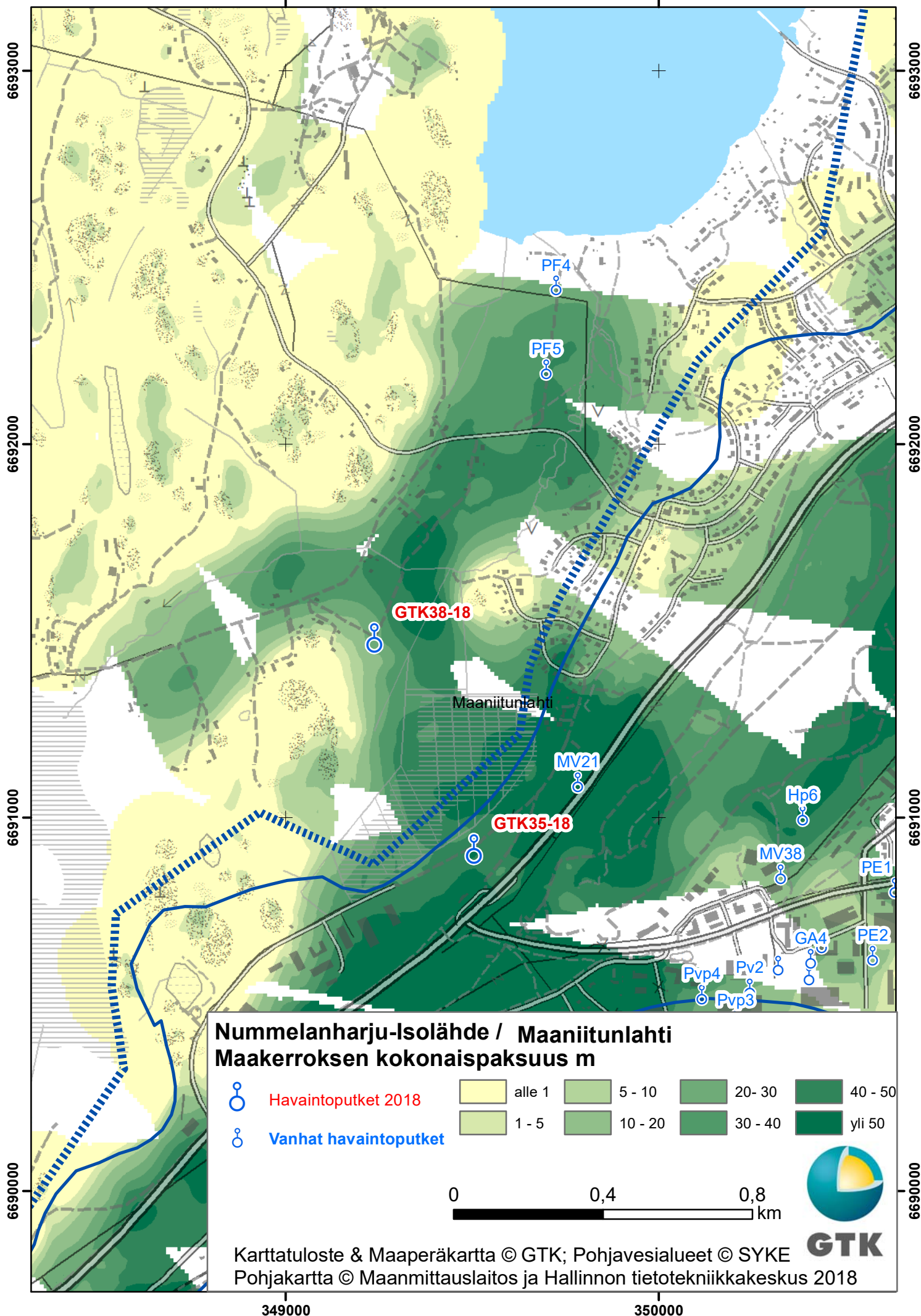
Kalliopaljastuma

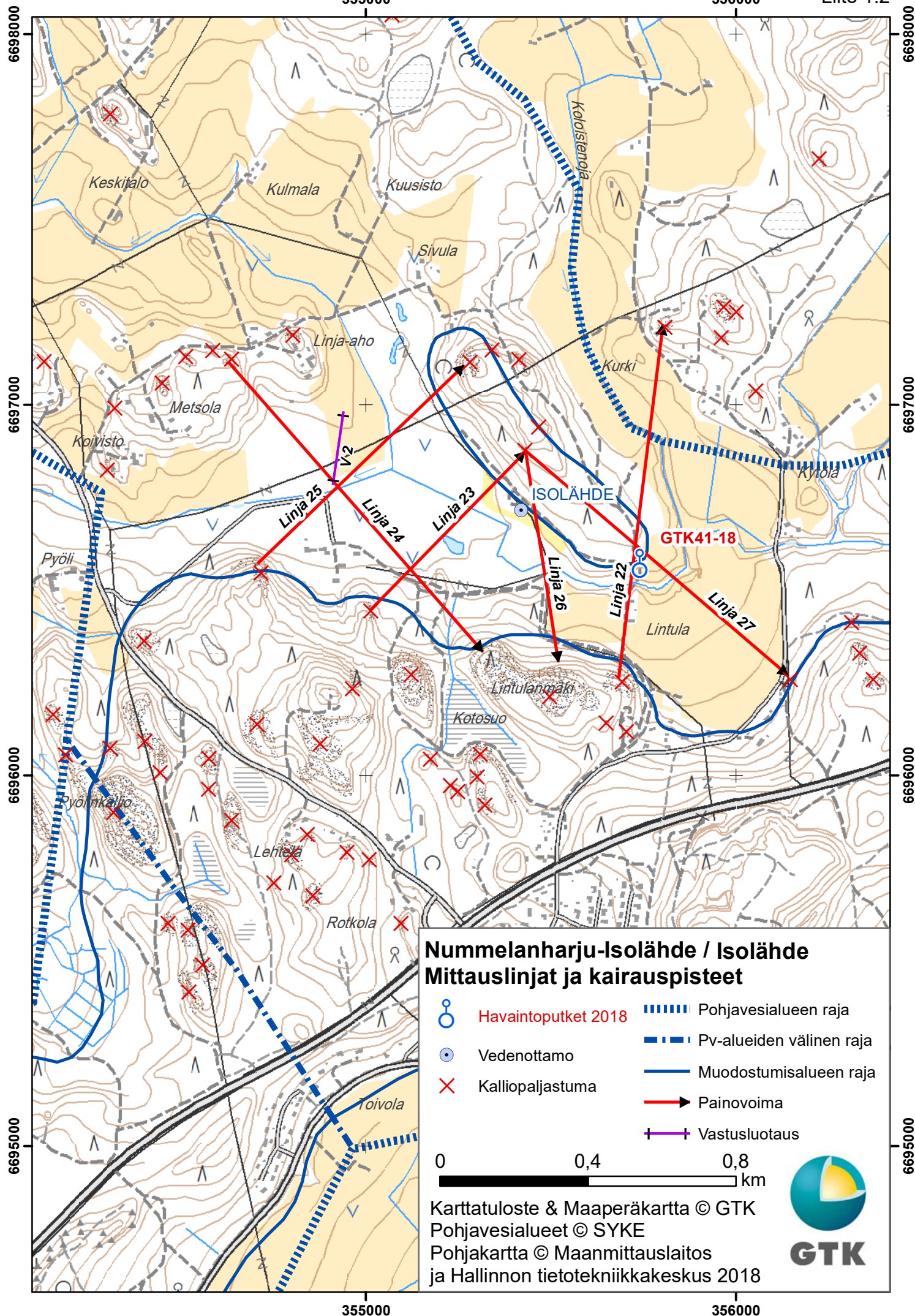


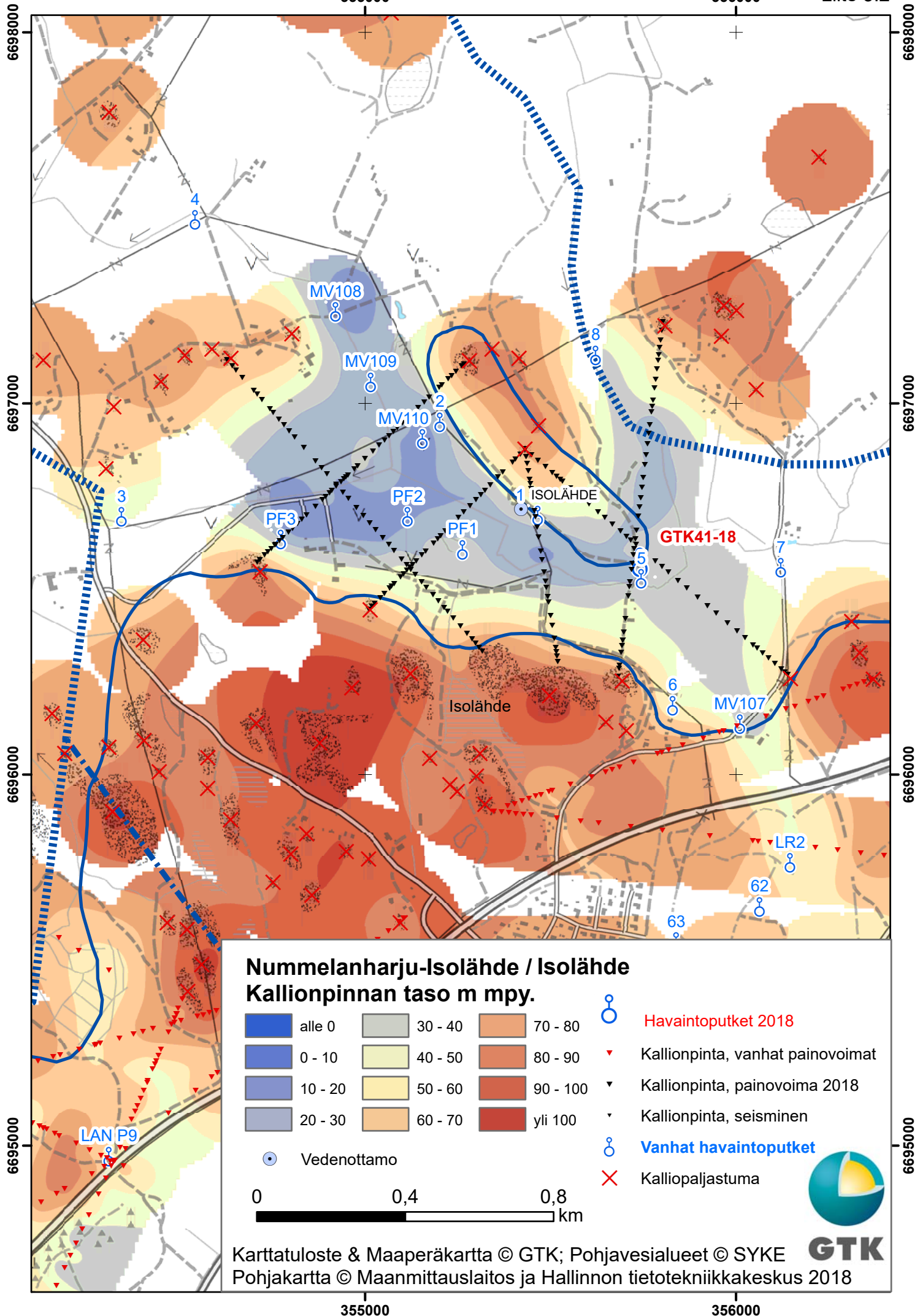


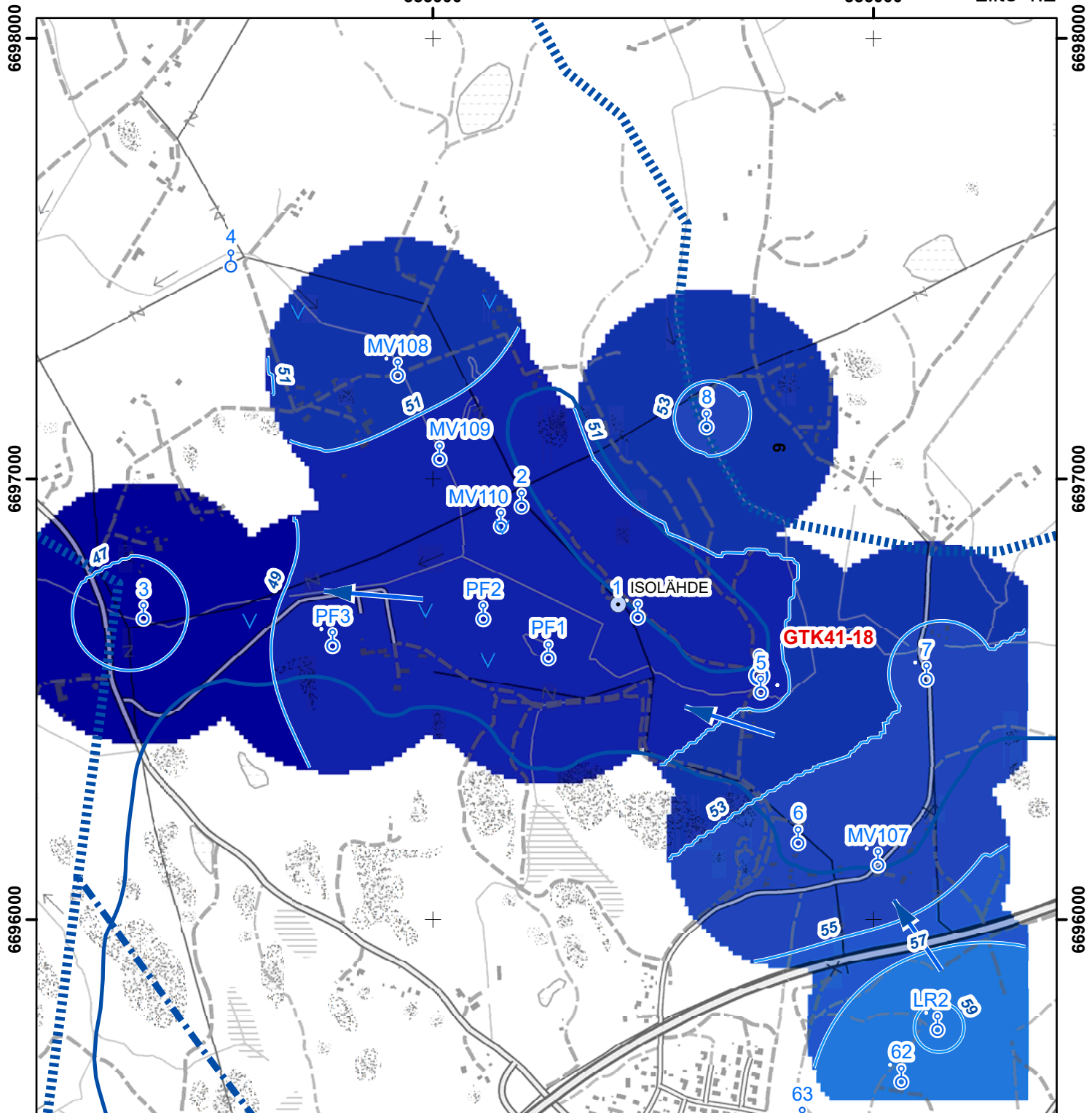






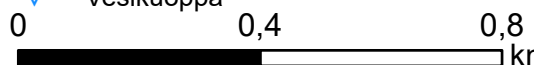
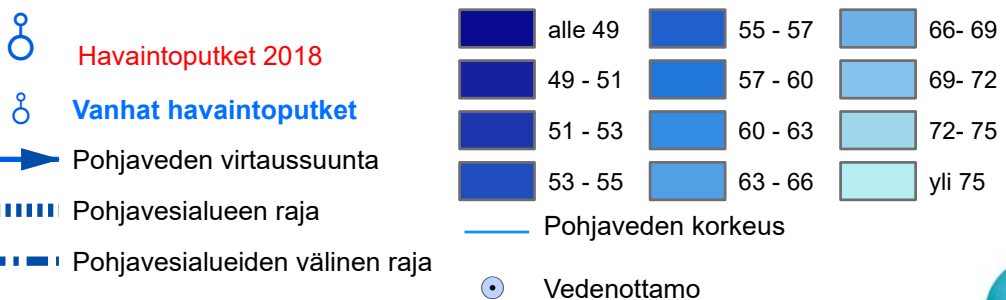






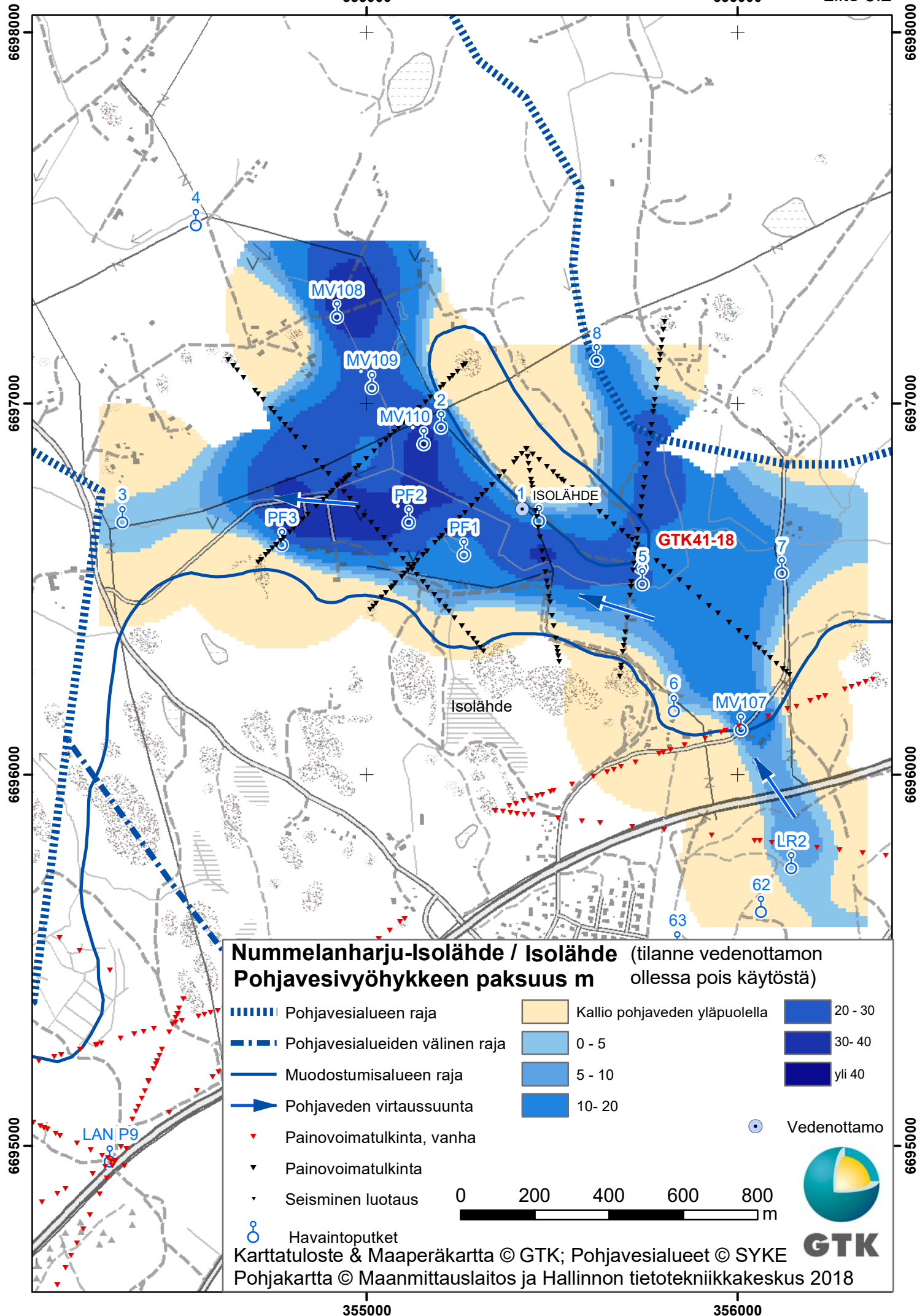
Nummelanharju-Isolähde / Isolähde

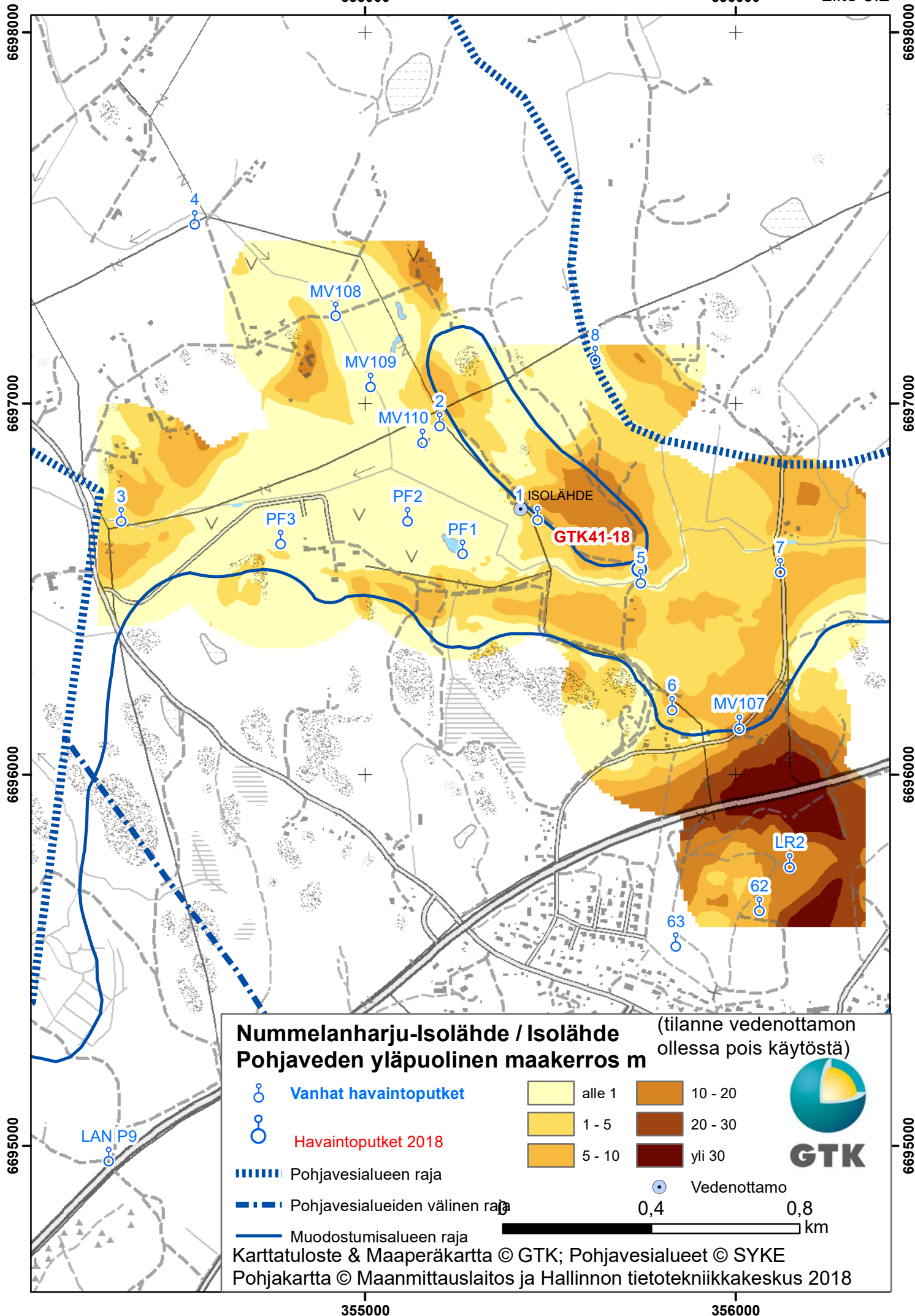
Pohjaveden pinta m mpy. (tilanne vedenottamon ollessa pois käytöstä)

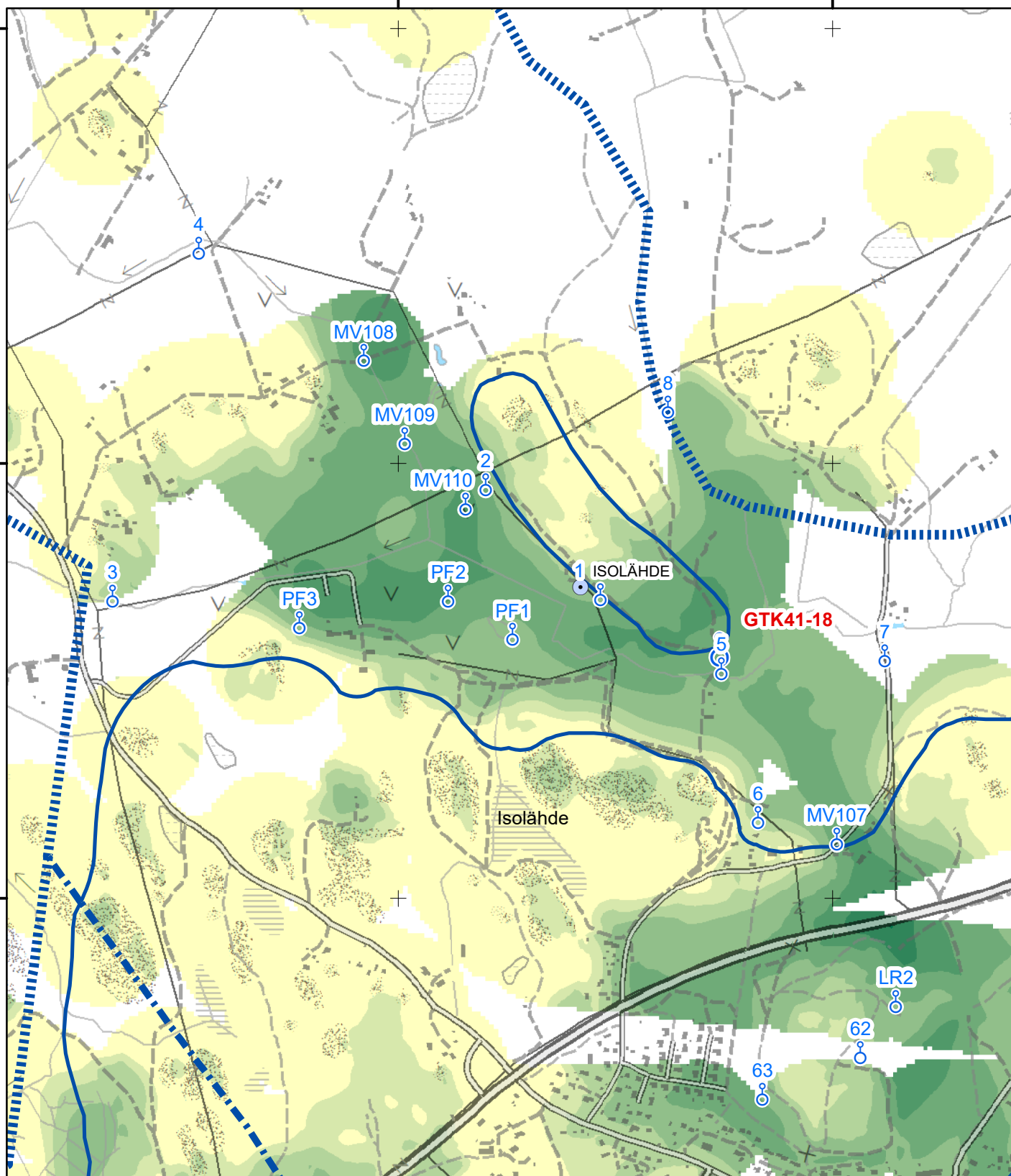


Karttatuloste & Maaperäkarta © GTK
 Pohjavesialueet © SYKE
 Pohjakarta © Maanmittauslaitos
 ja Hallinnon tietotekniikkakeskus 2018









Nummelanharju-Isolähde / Isolähde Maakerroksen kokonaispaksuus m

● Vedenottamo

○ Havaintoputket 2018

○ Vanhat havaintoputket

alle 1

1 - 5

5 - 10

10 - 20

20 - 30

30 - 40

40 - 50

yli 50

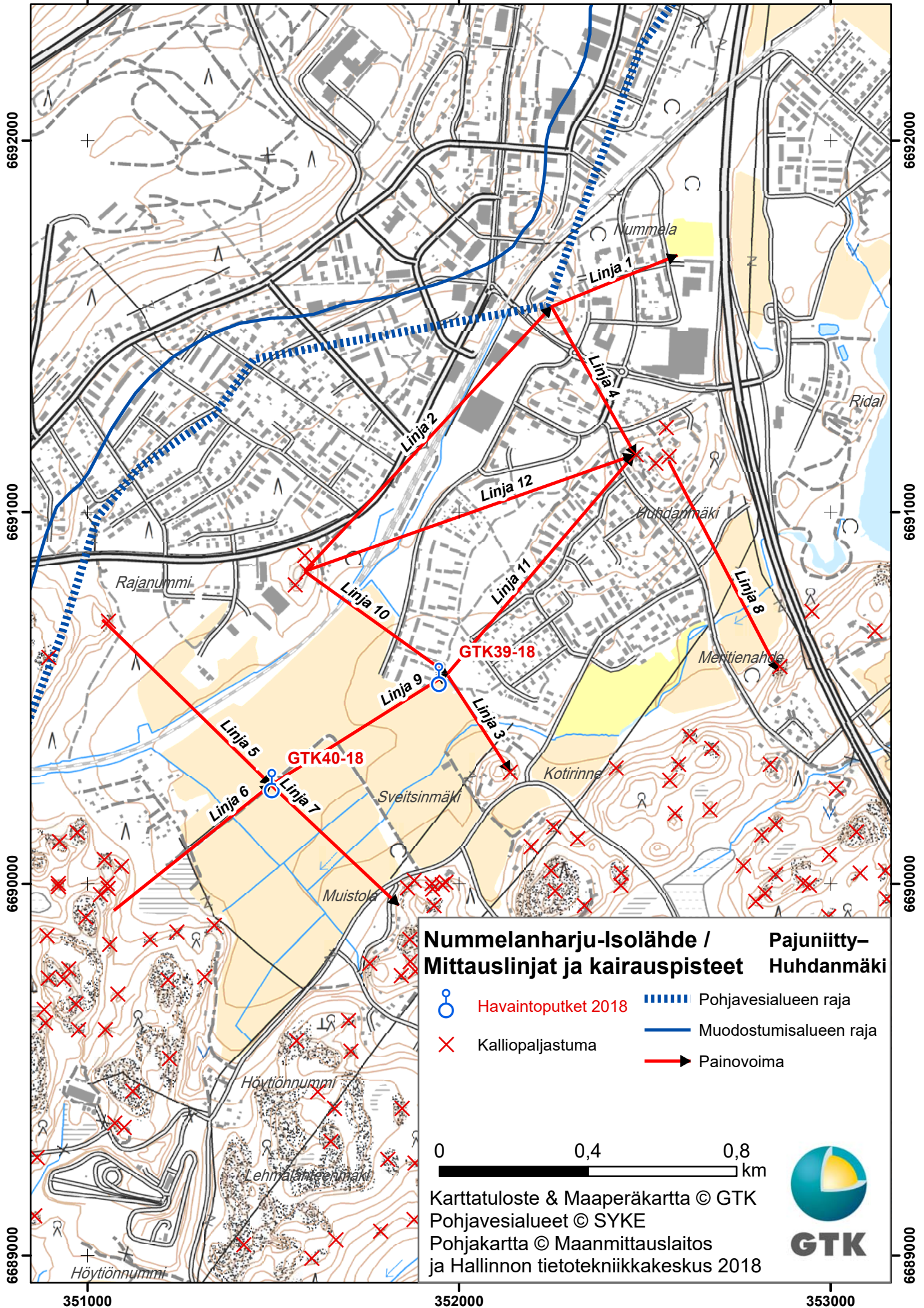
0

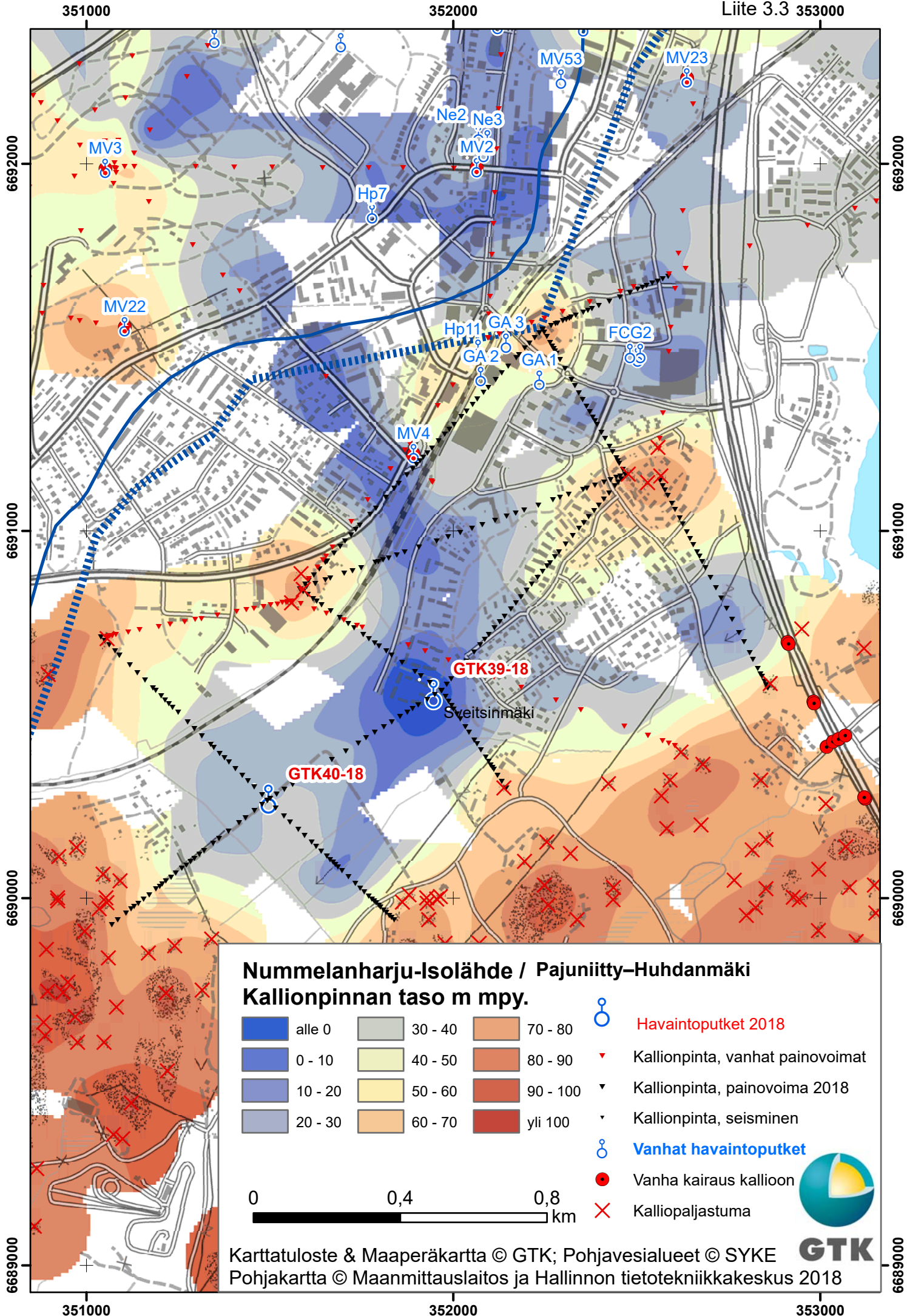
0,4

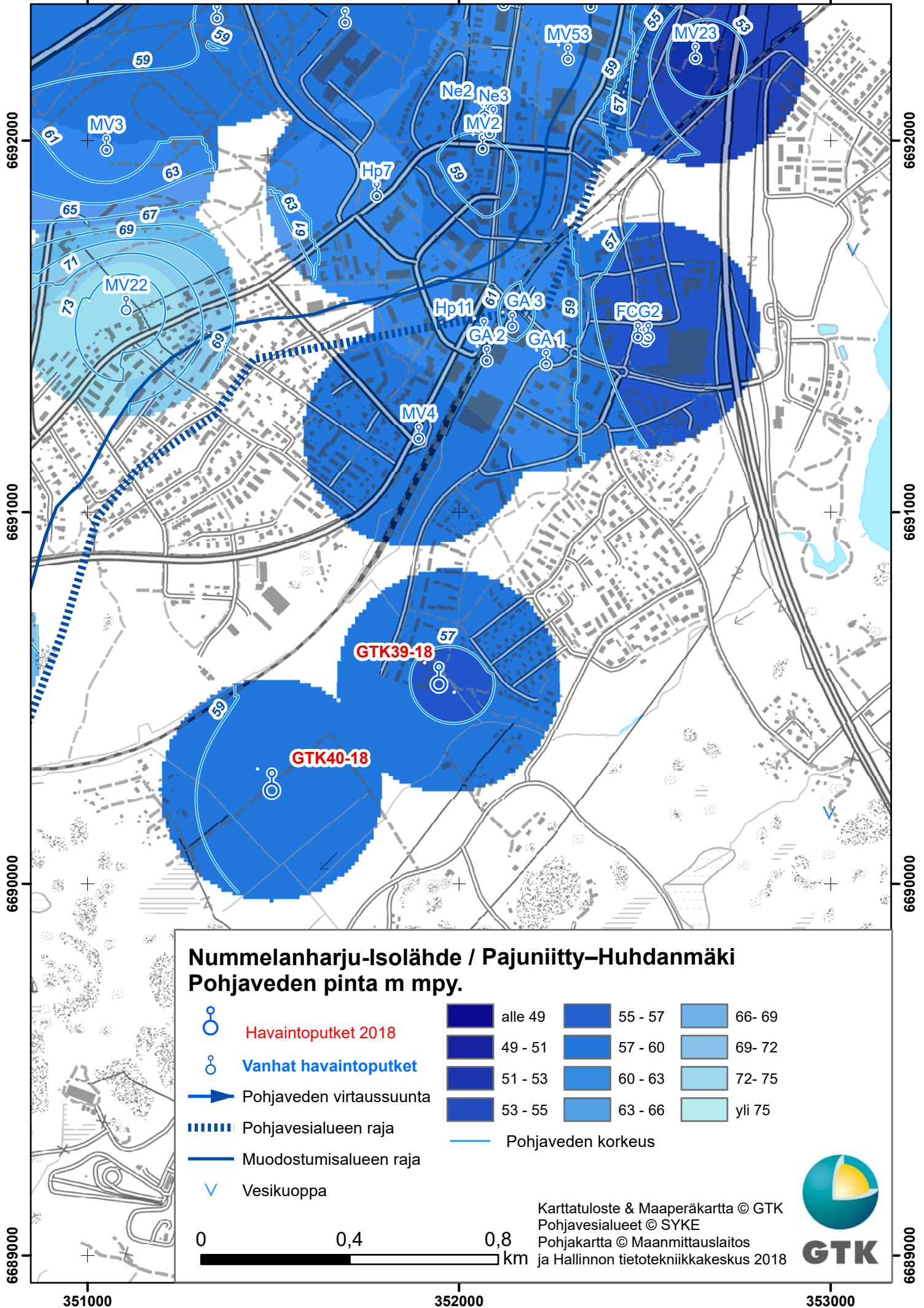
0,8

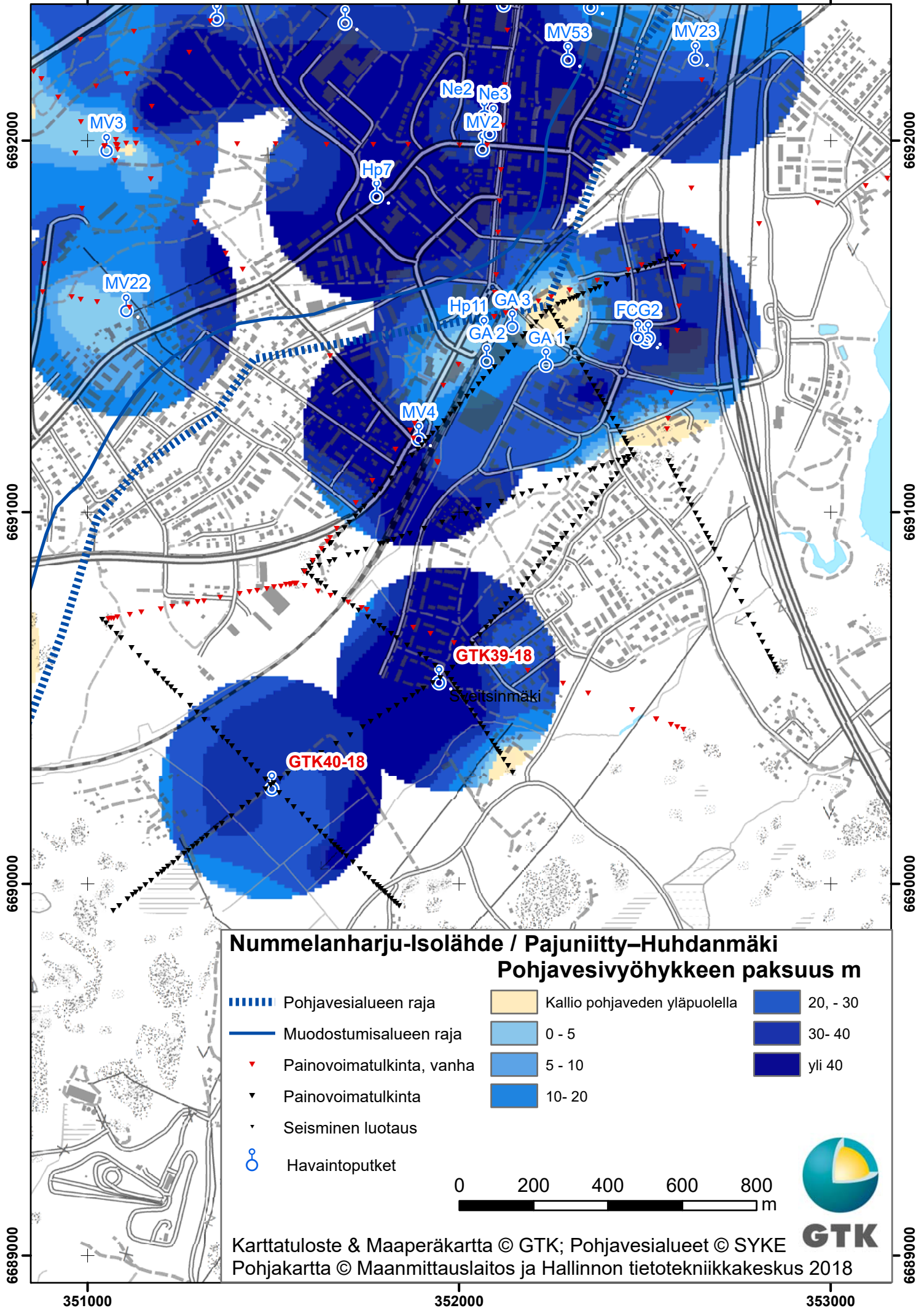
km

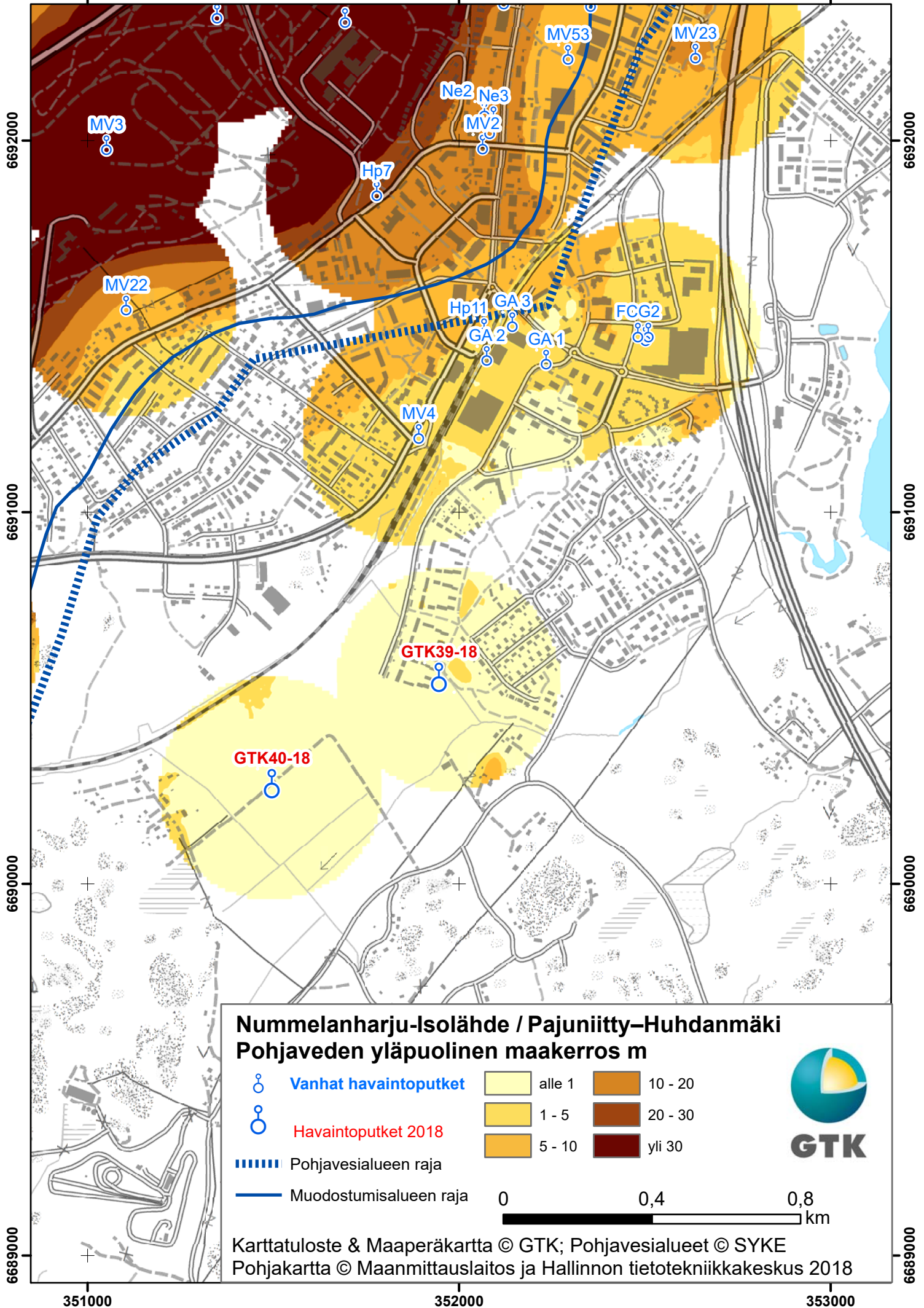












6692000

6692000

6691000

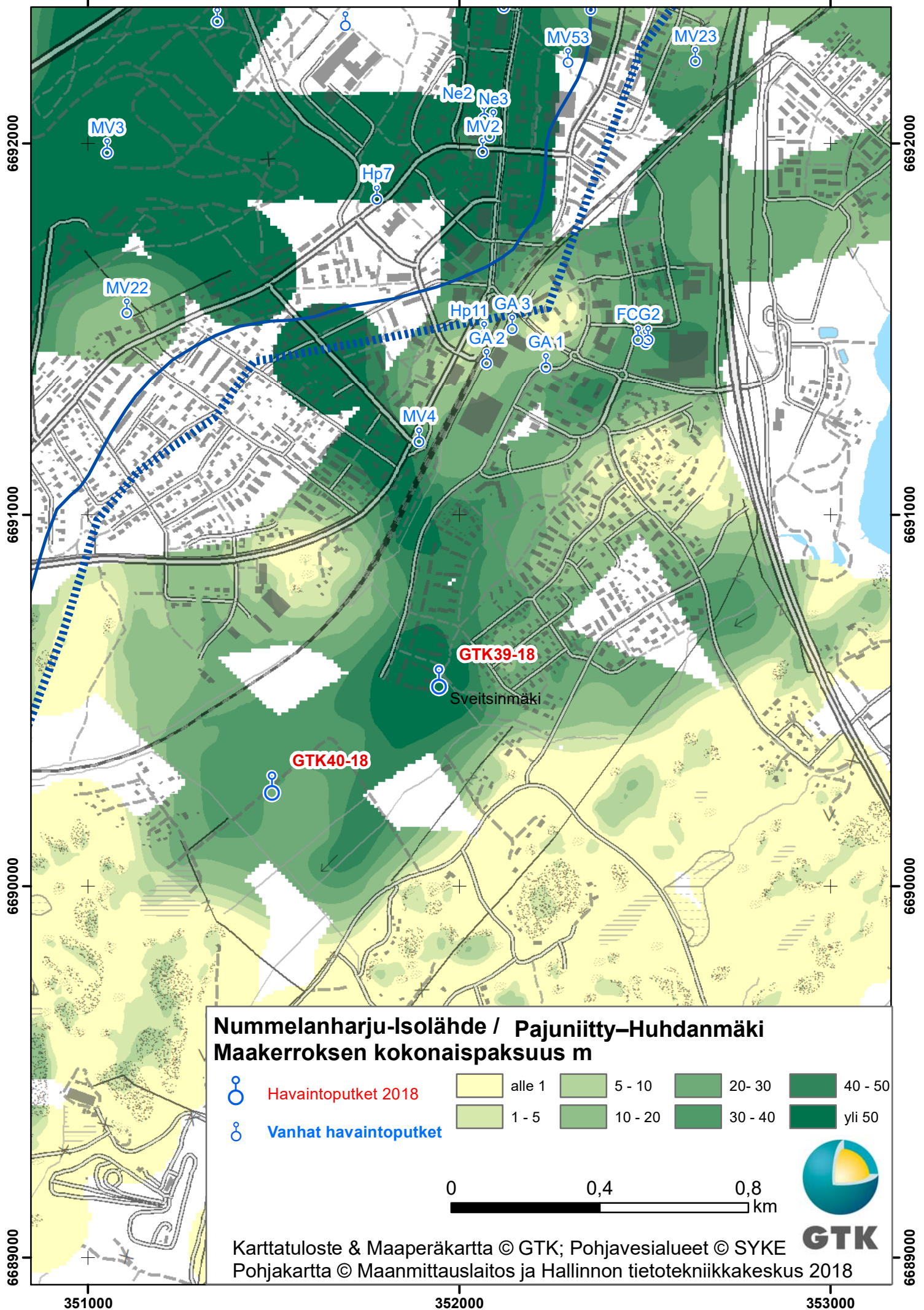
6691000

6690000

6690000

6689000

6689000



6692000

6691000

6690000

6689000

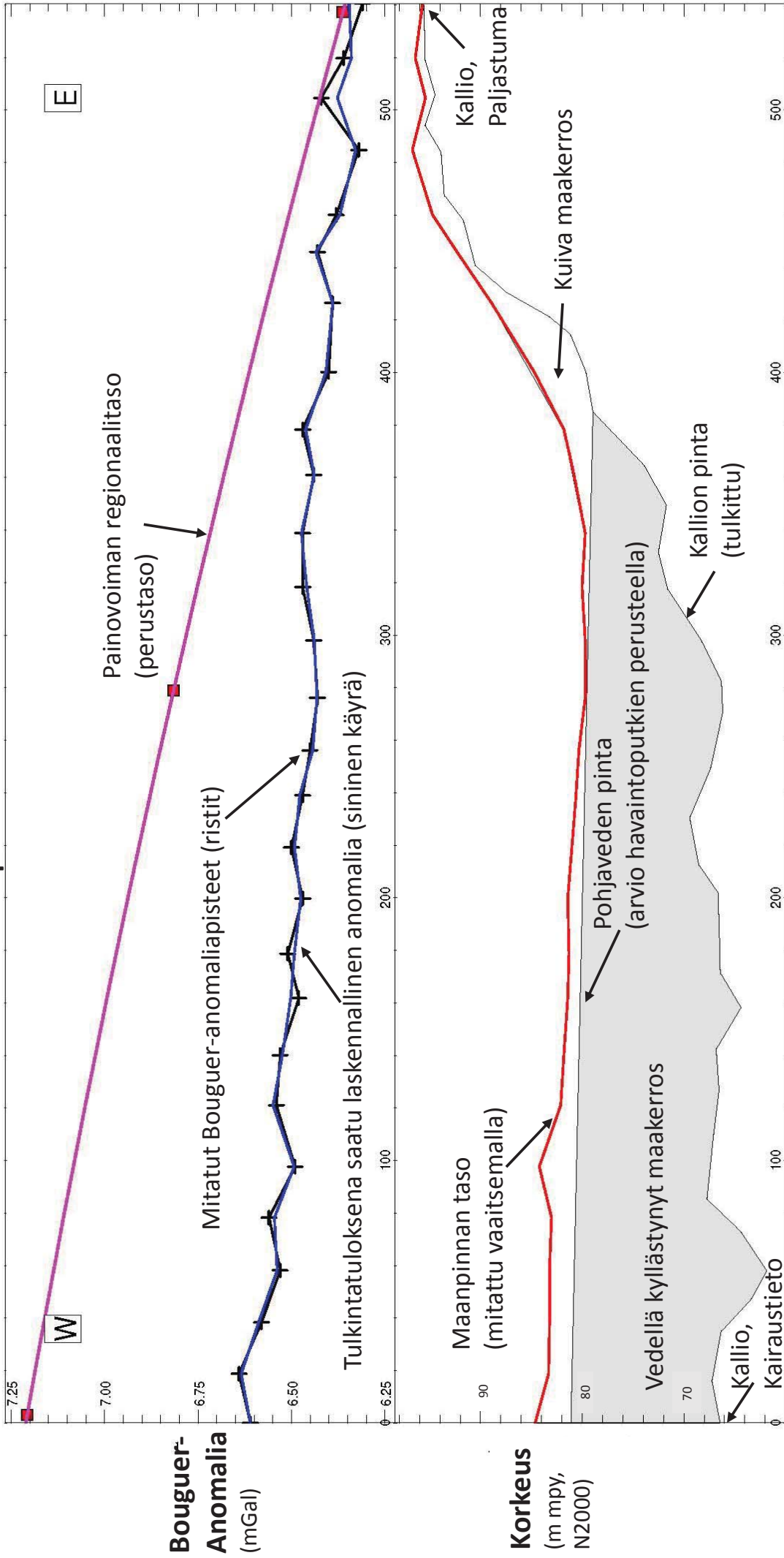
6692000

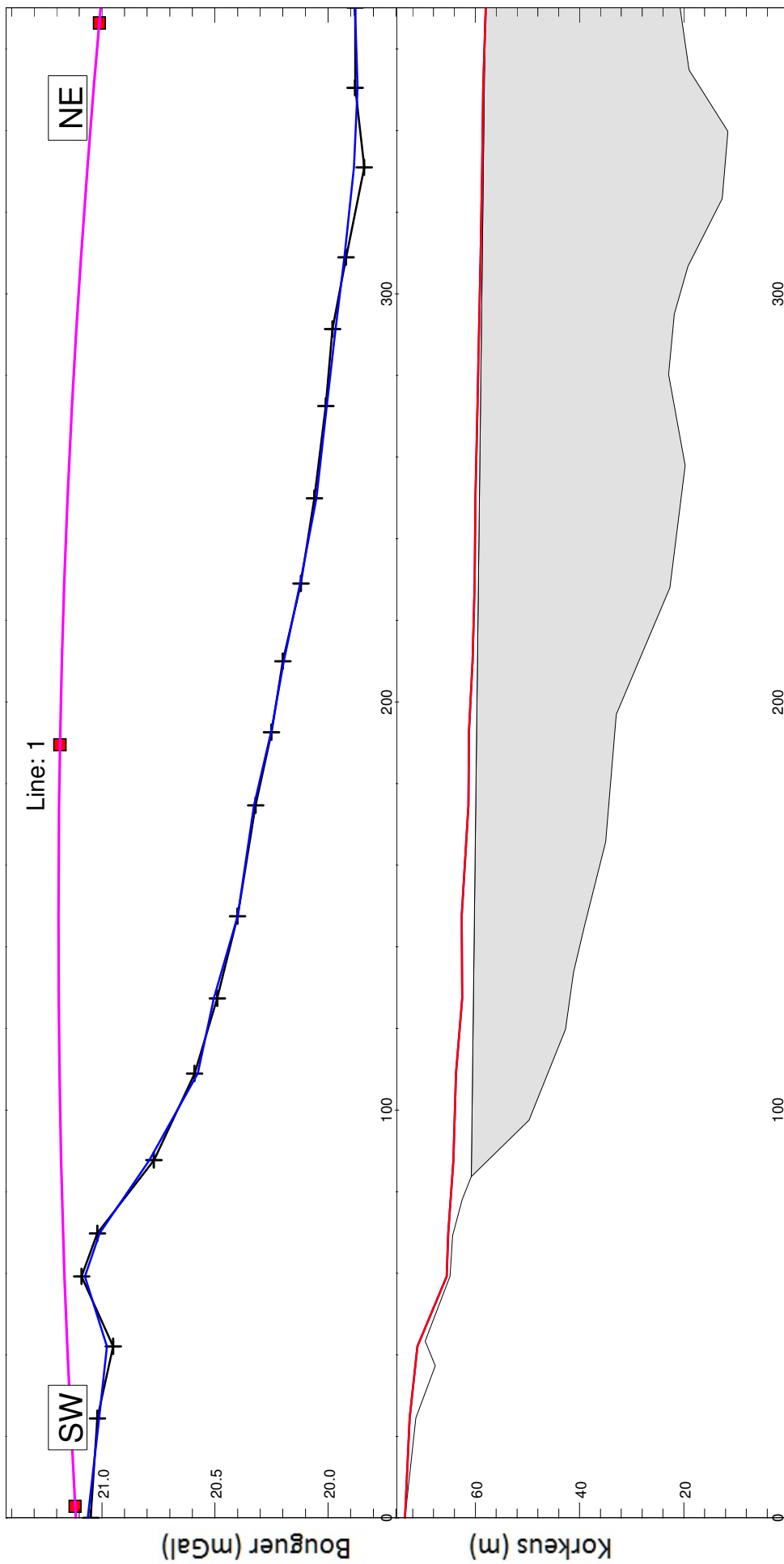
6691000

6690000

6689000

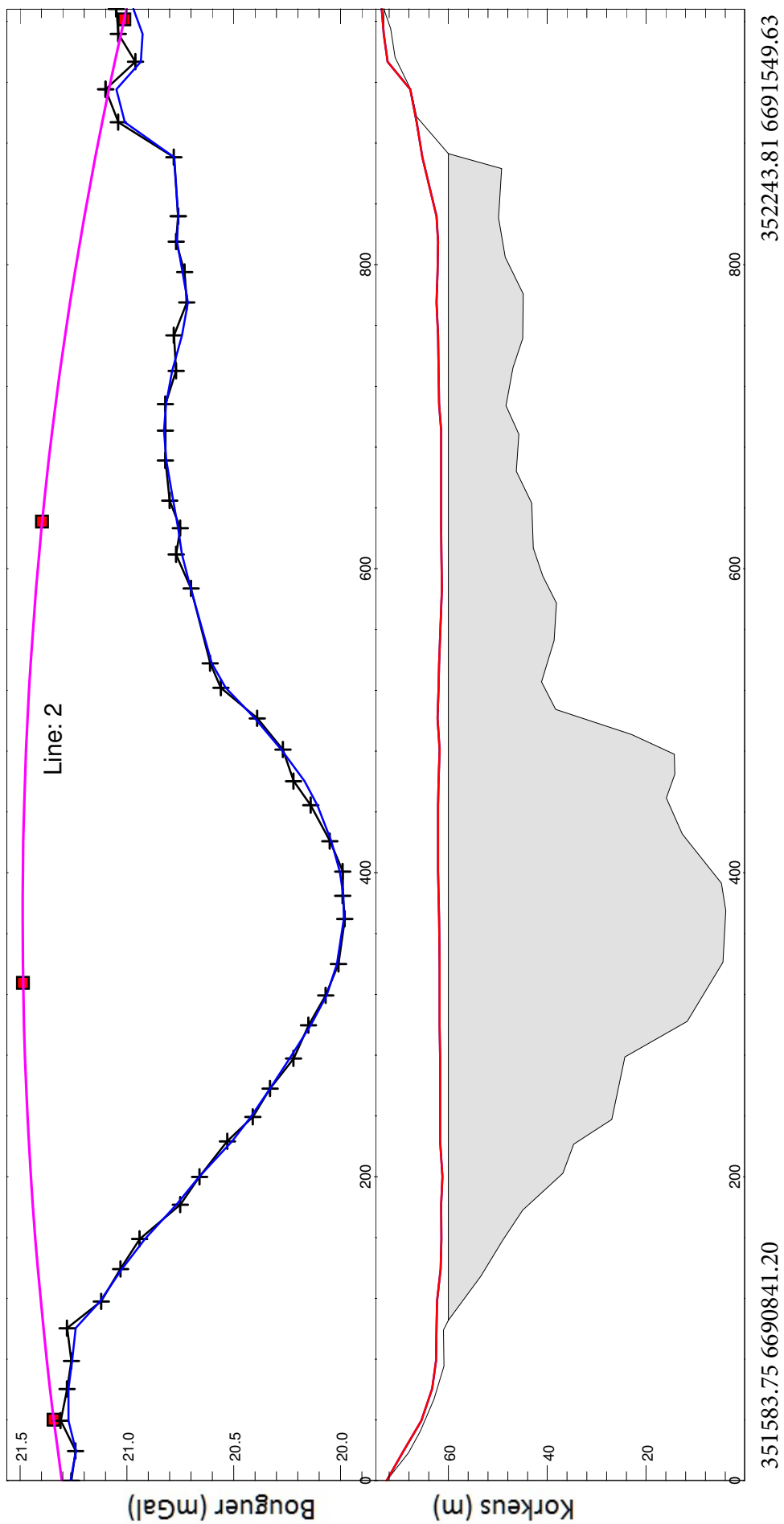
Havainnekuva painovoimamittauksen tulkinnaista

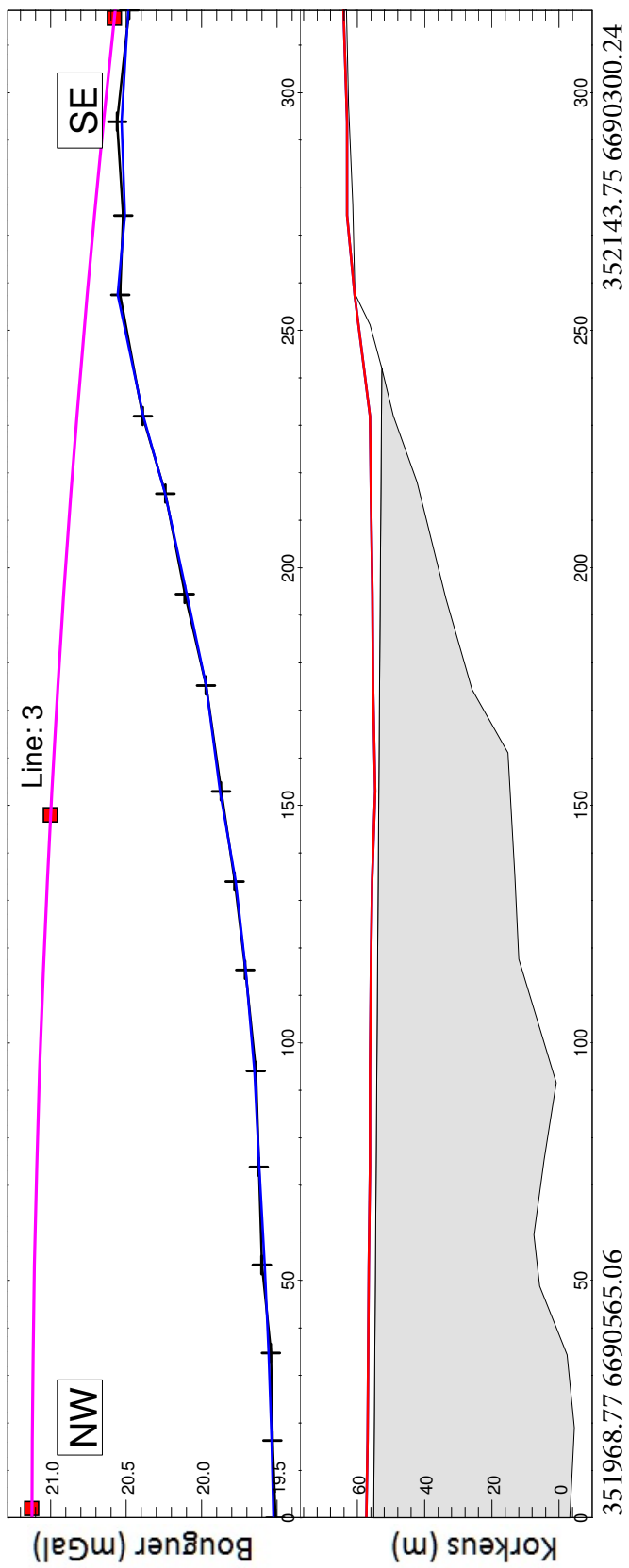


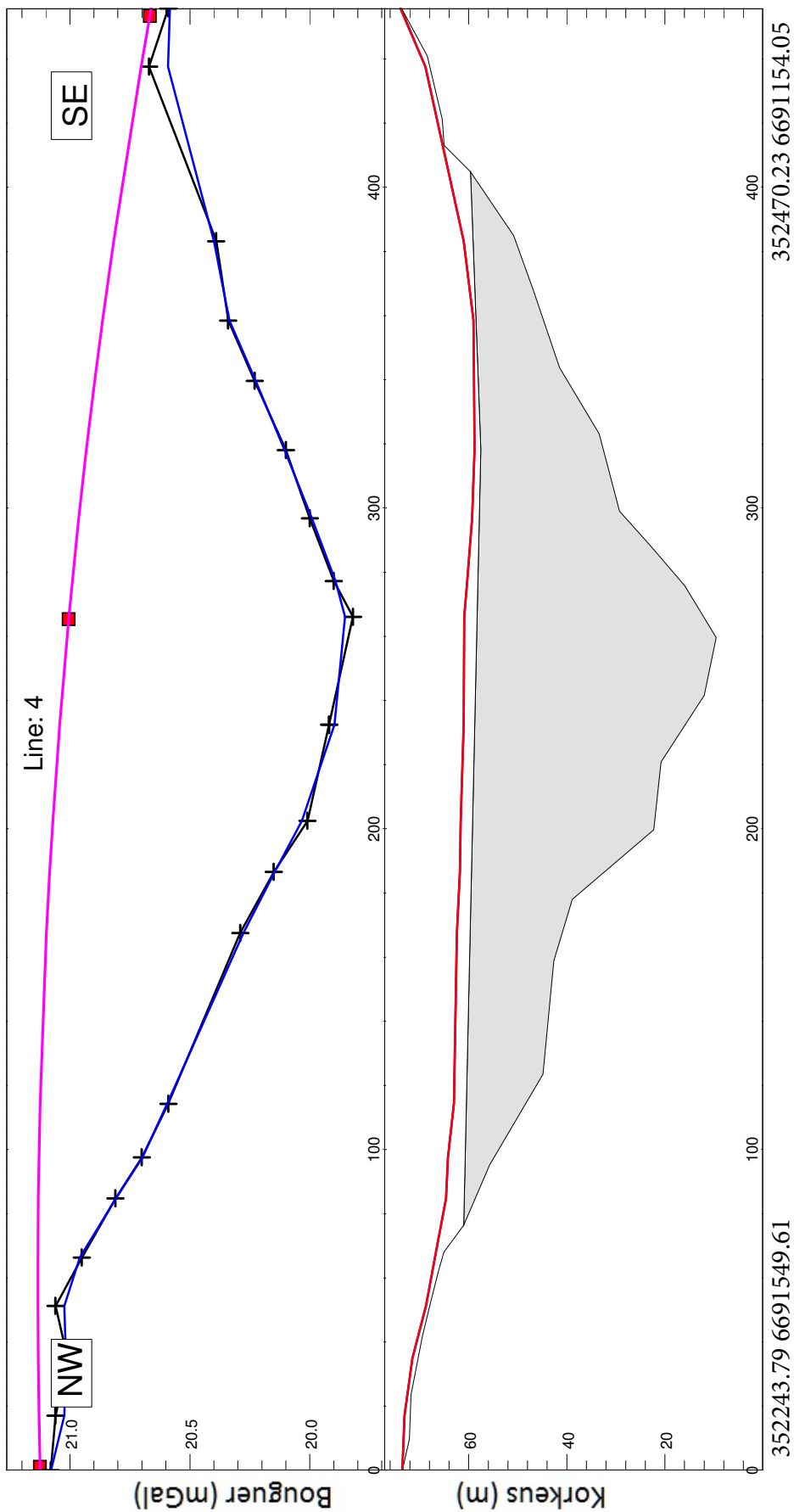


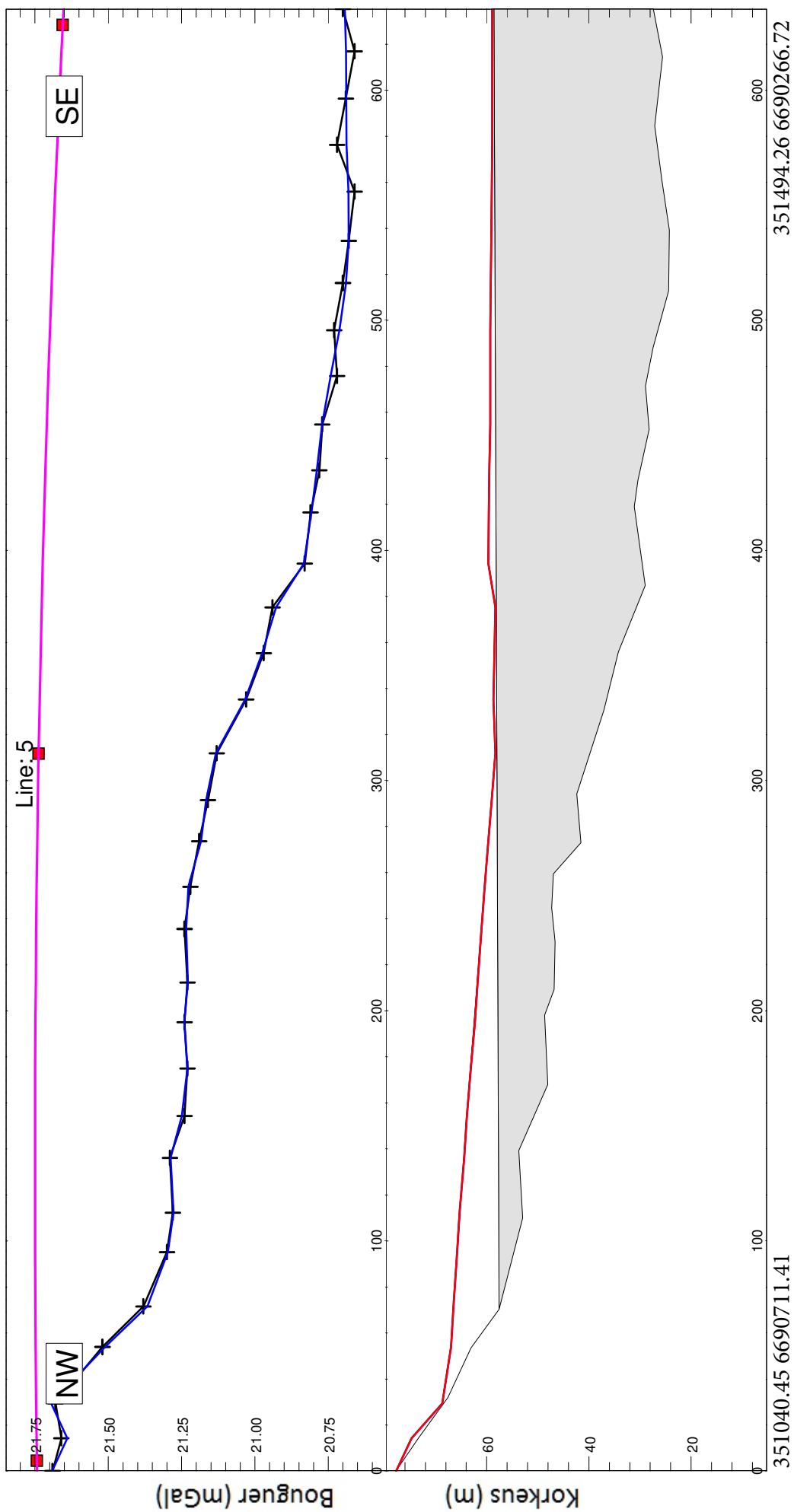
352243.80 6691549.59

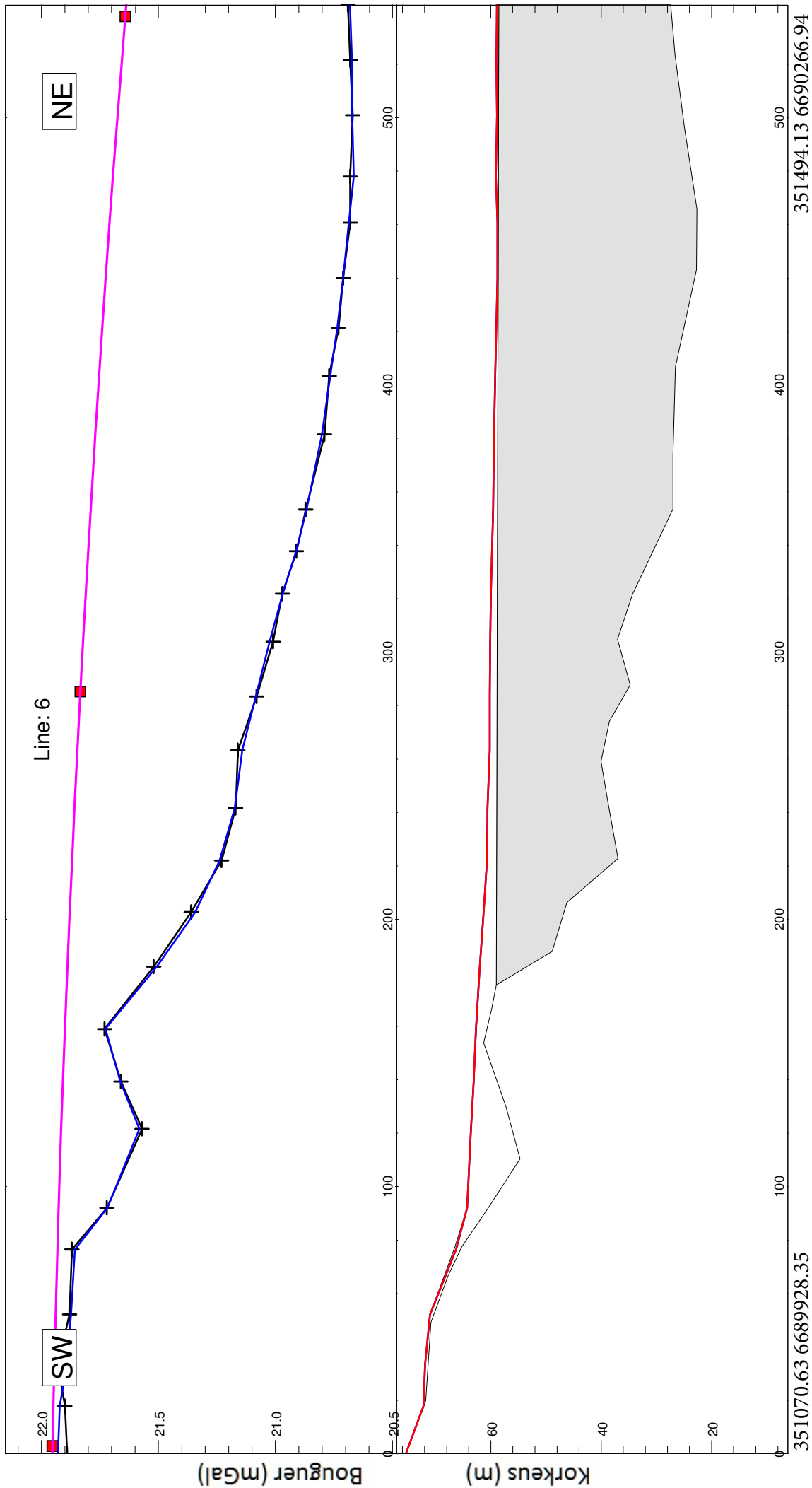
352585.40 6691692.32

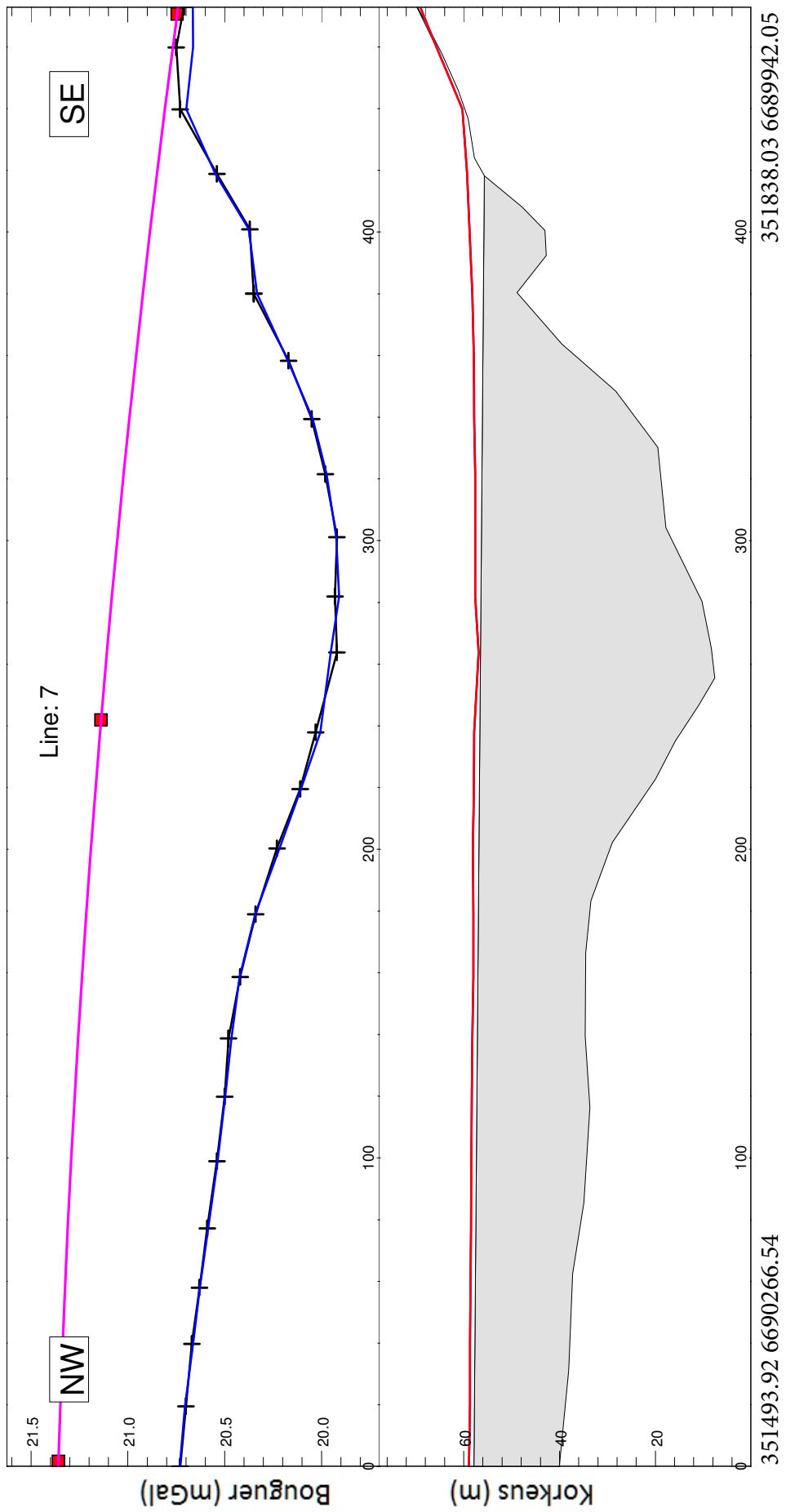


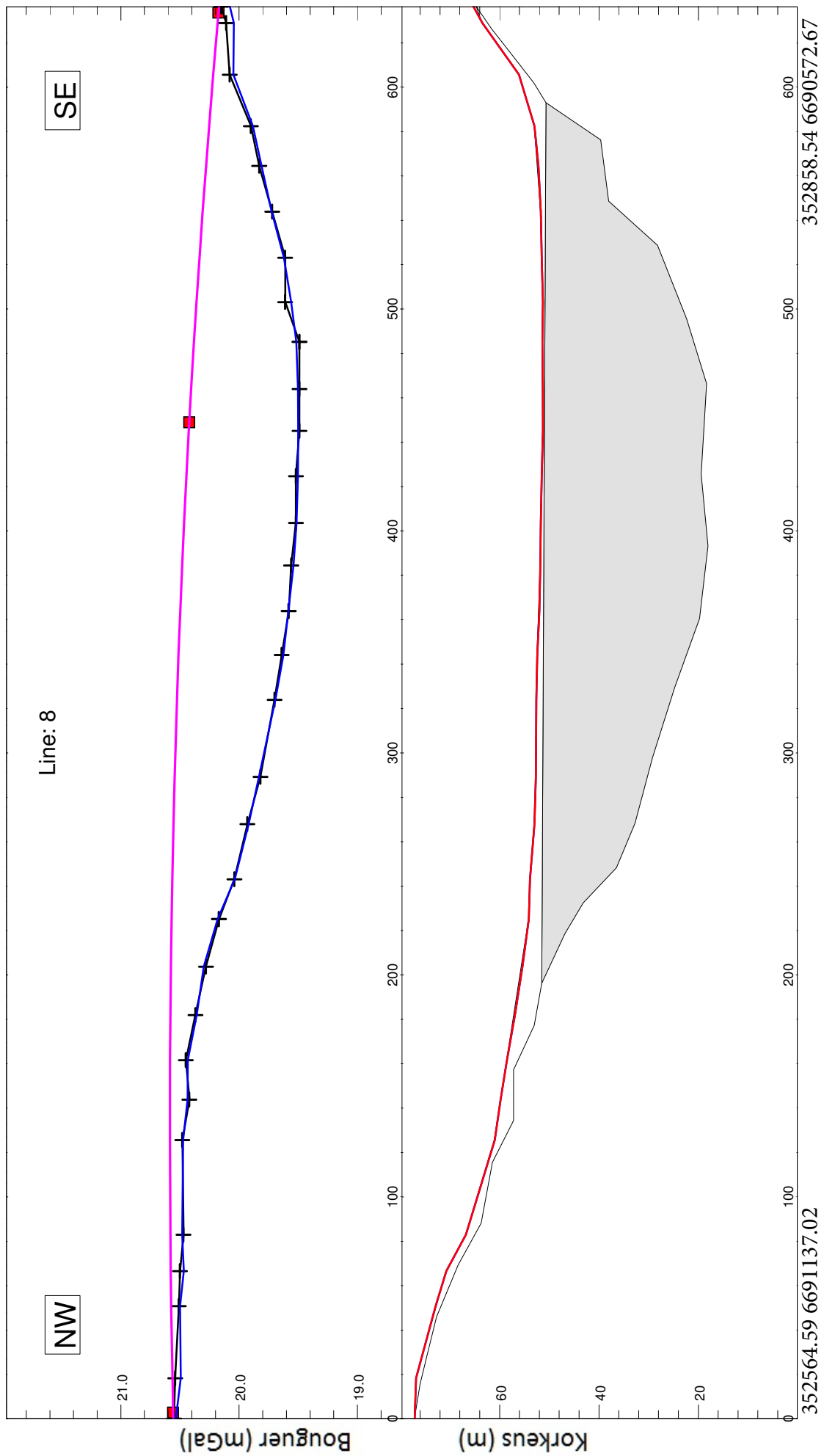


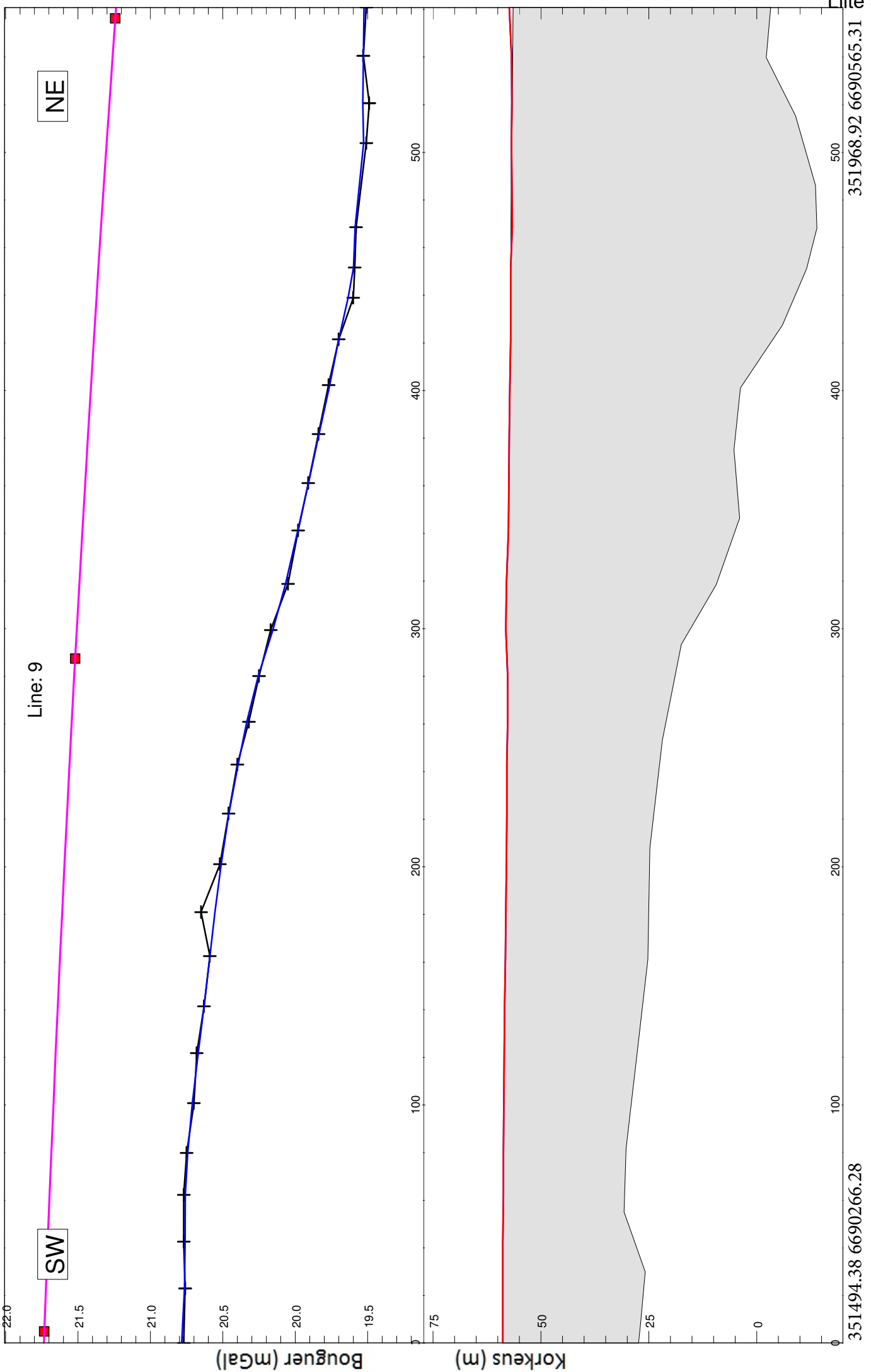












351494.38 6690266.28

351968.92 6690565.31

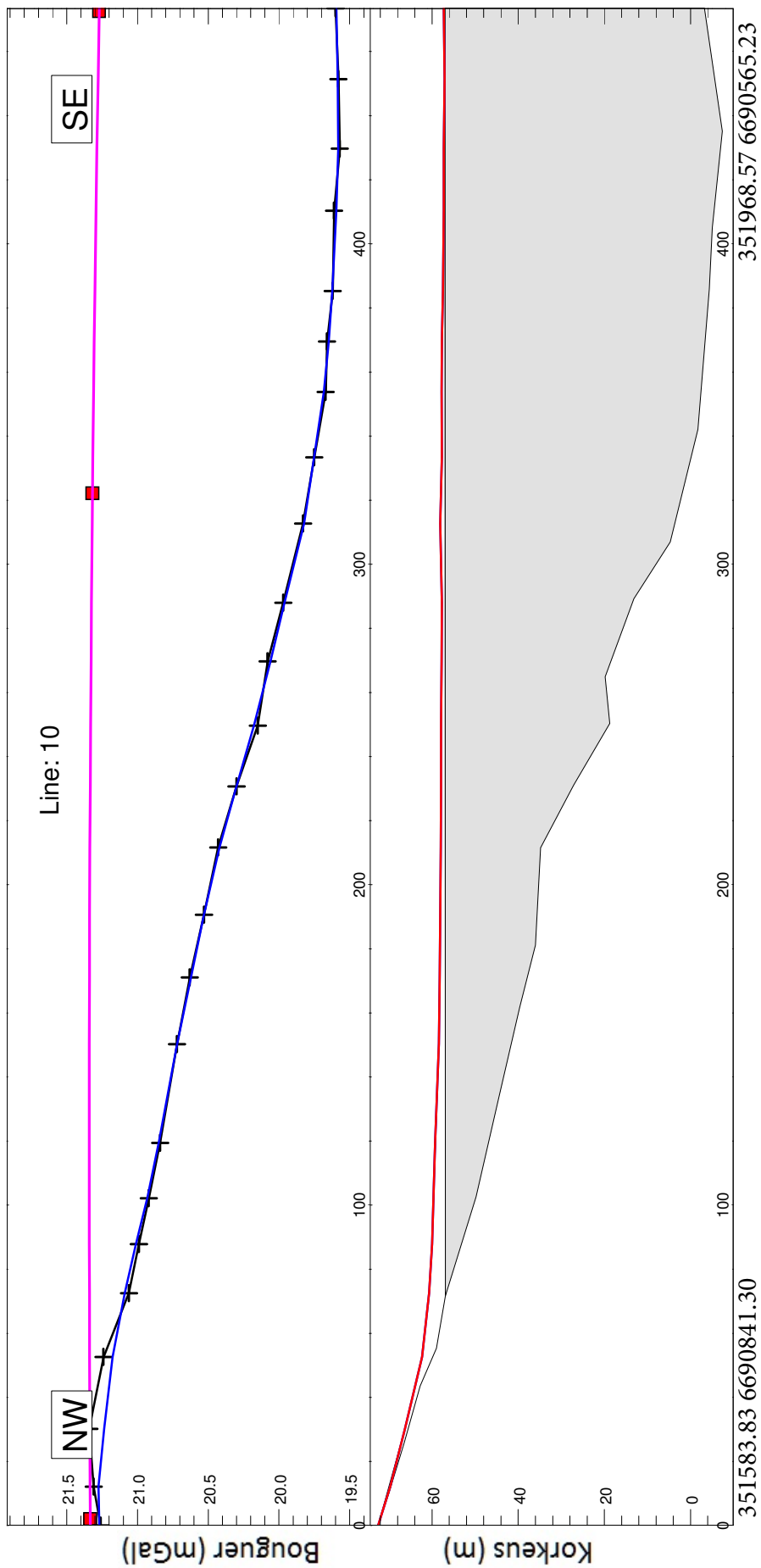
SW

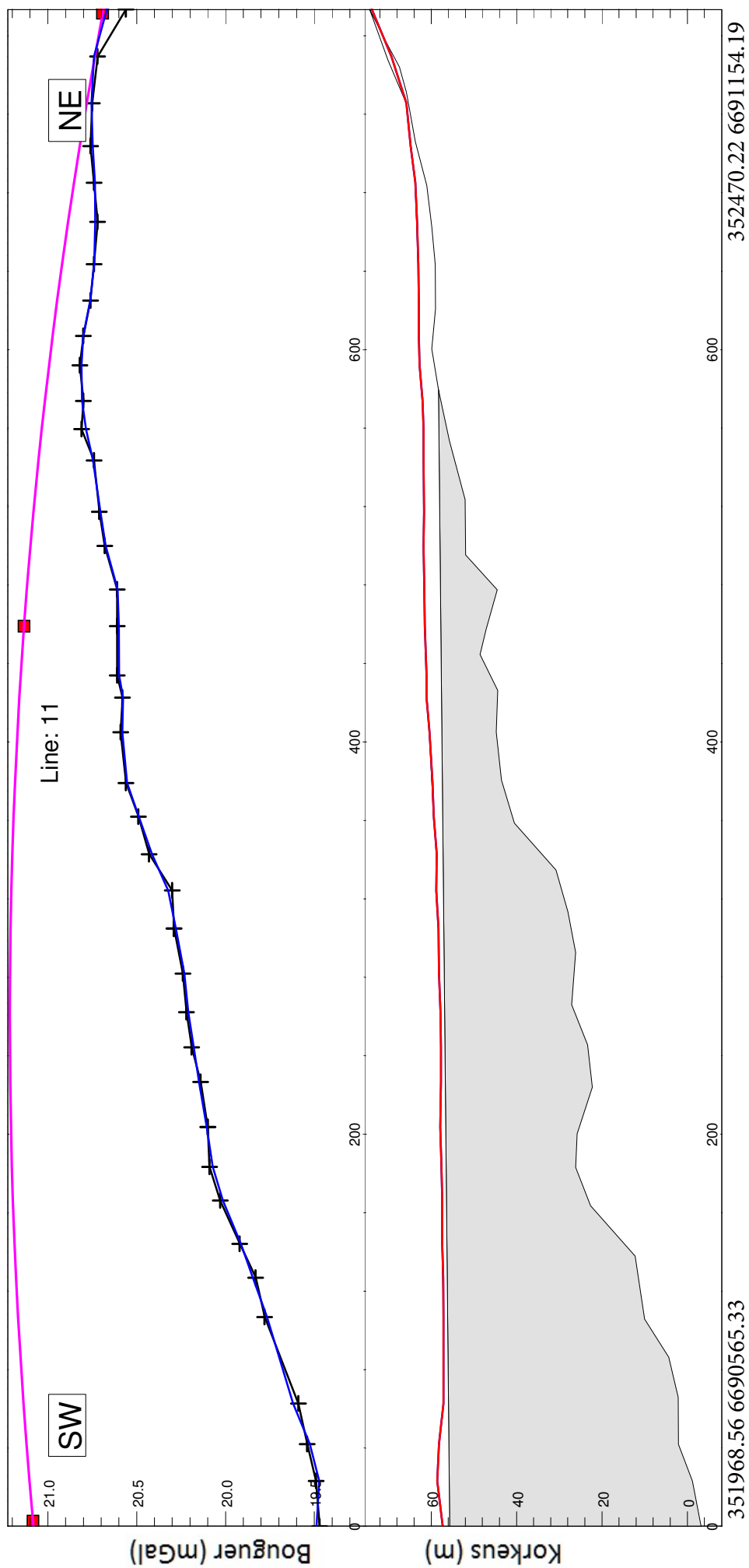
NE

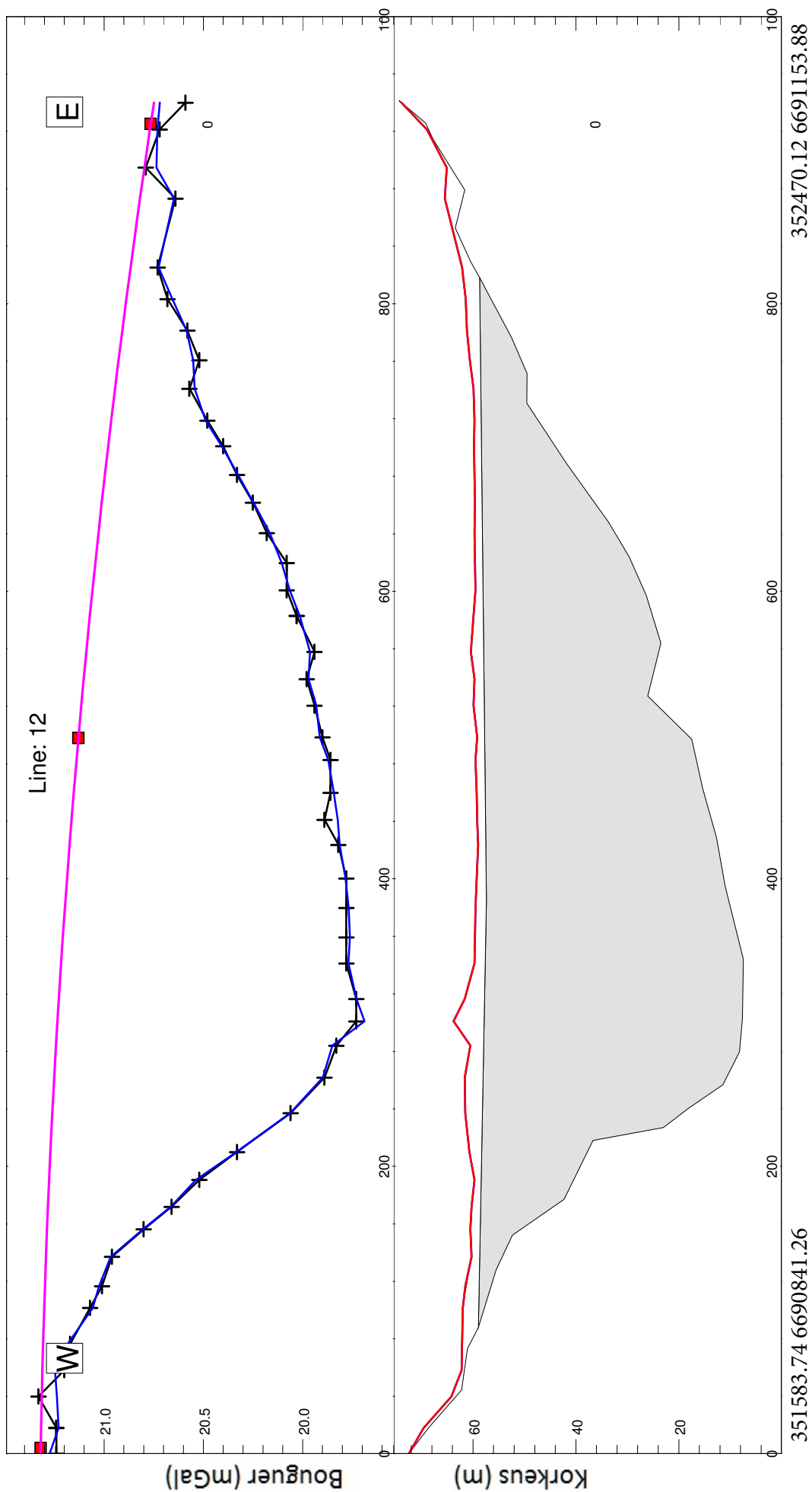
Line: 9

Bouguer (mGal)

Korkeus (m)

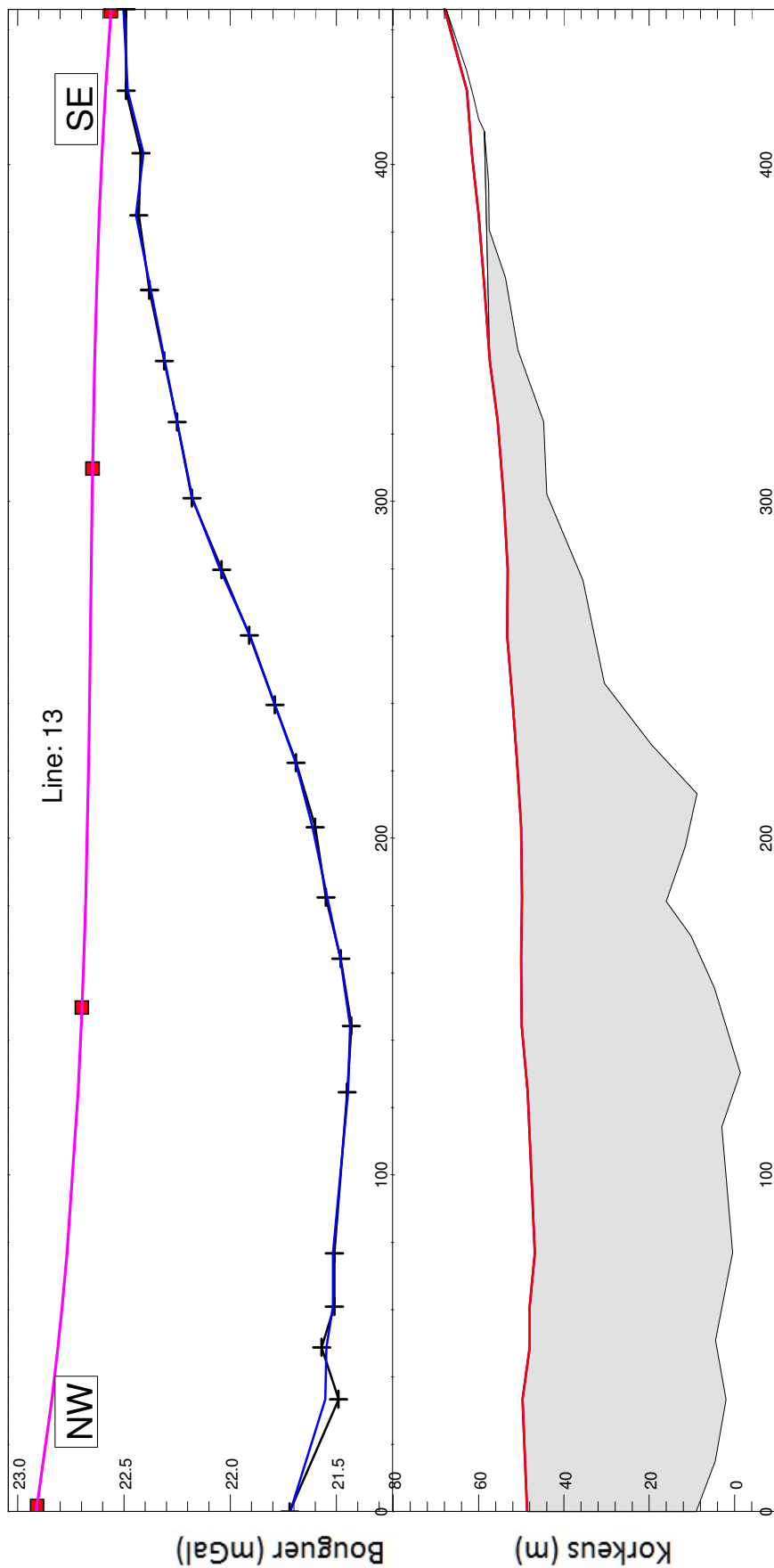






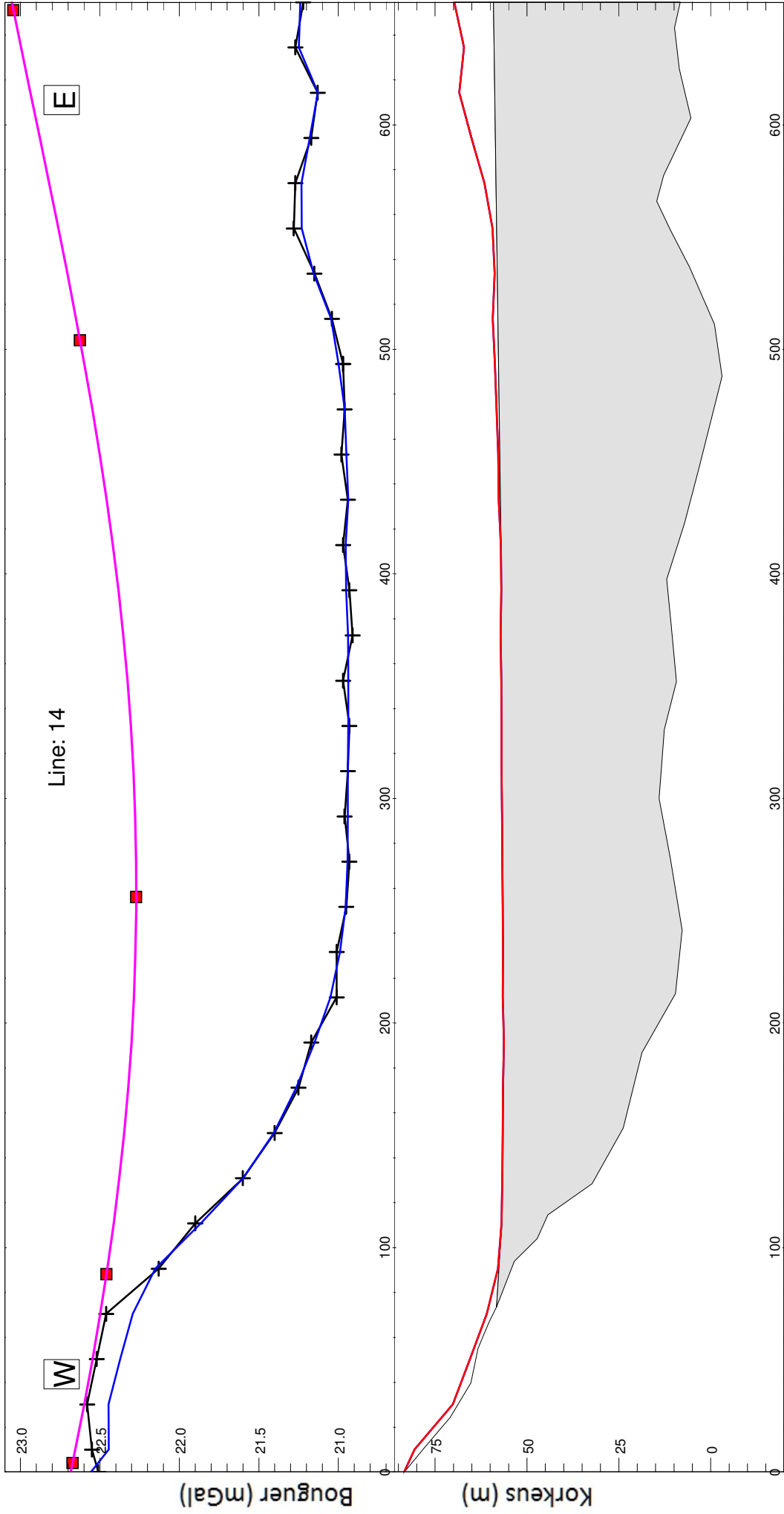
351583.74 6690841.26

352470.12 6691153.88



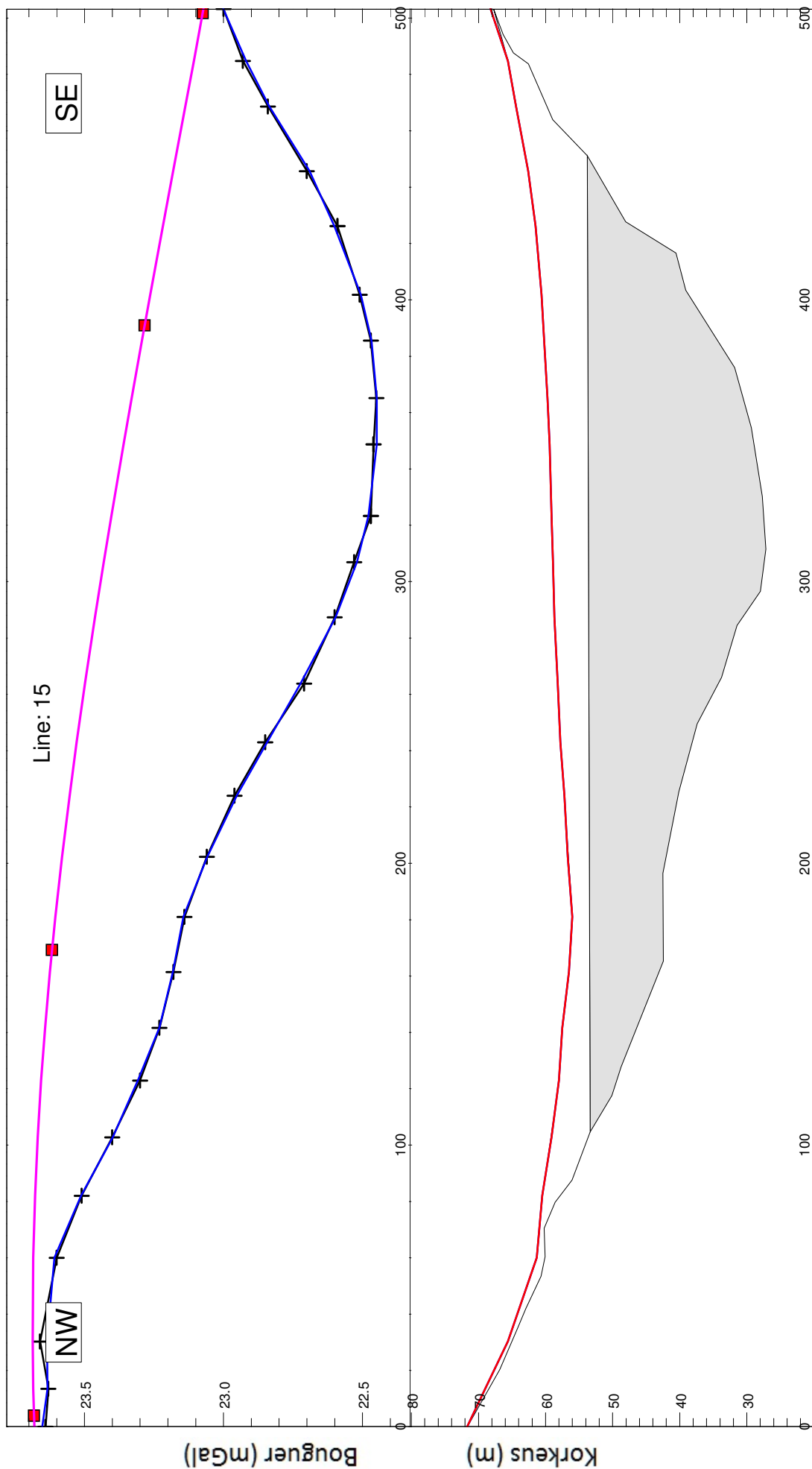
349642.42 6692009.92

350001.62 6691745.19



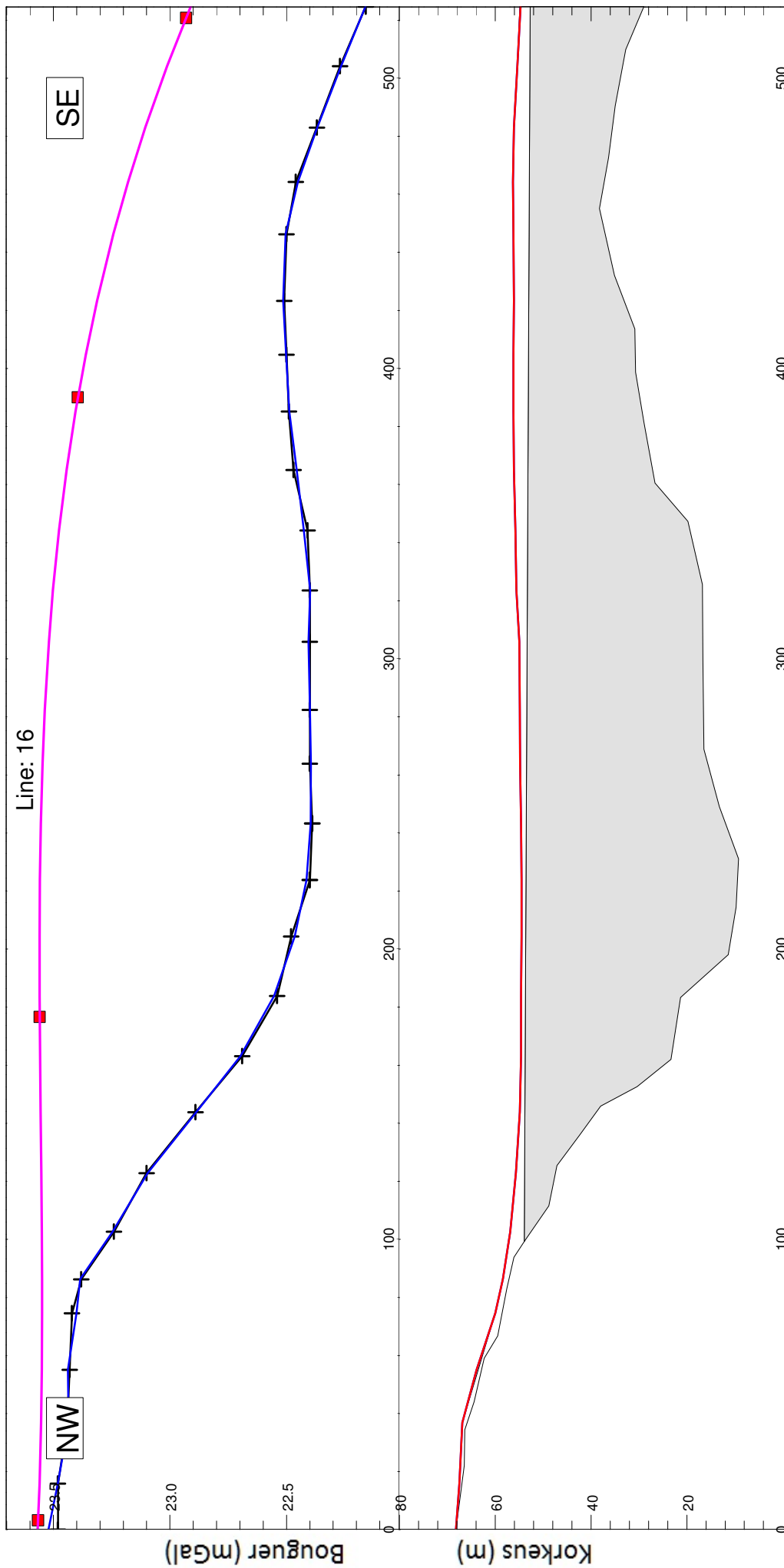
349109.10 6691252.13

349745.84 6691100.20



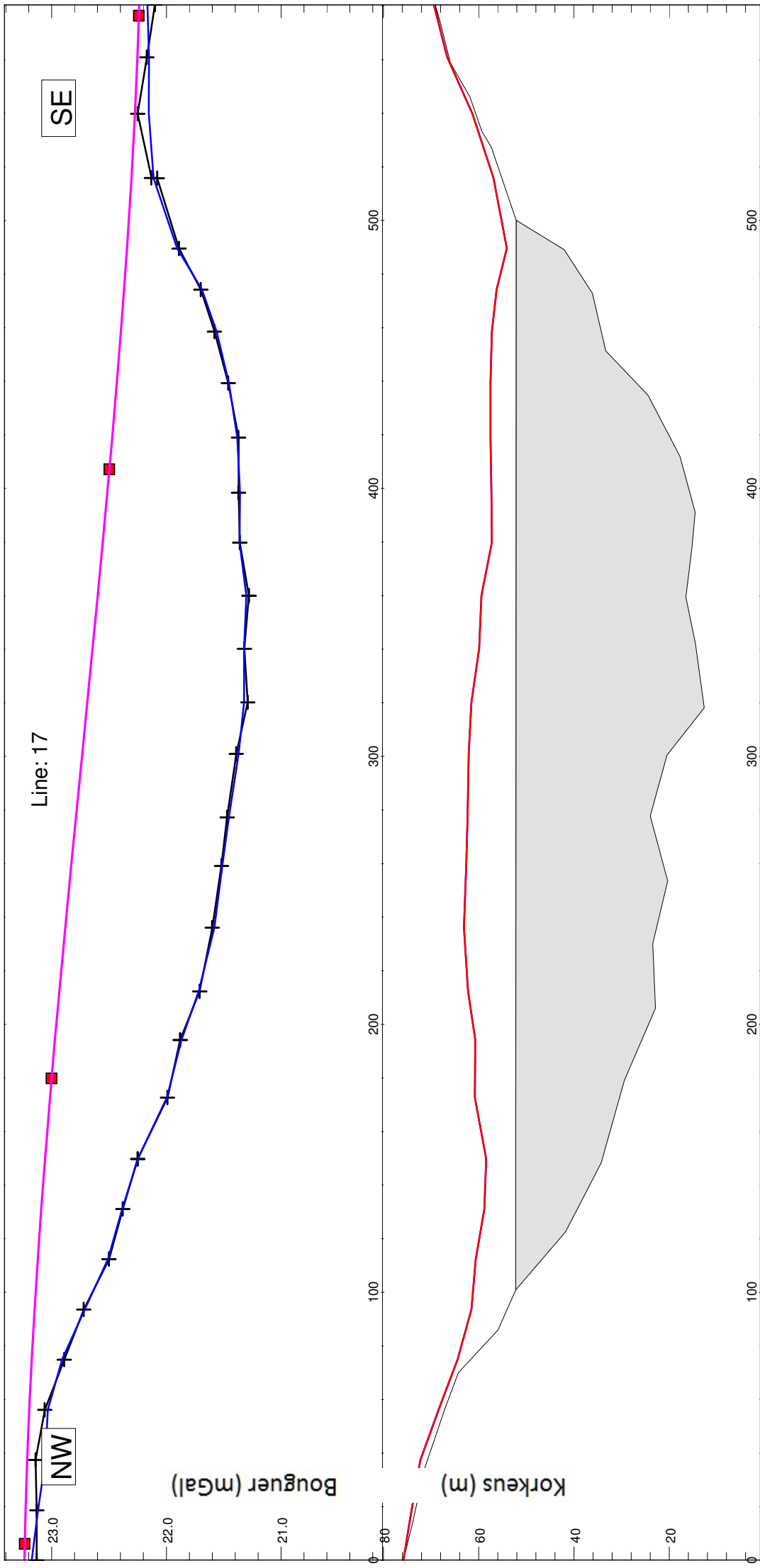
348600.06 6691677.93

348807.93 6691219.58



348835.21 6691817.91

349236.98 6691480.49



SE

Line: 17

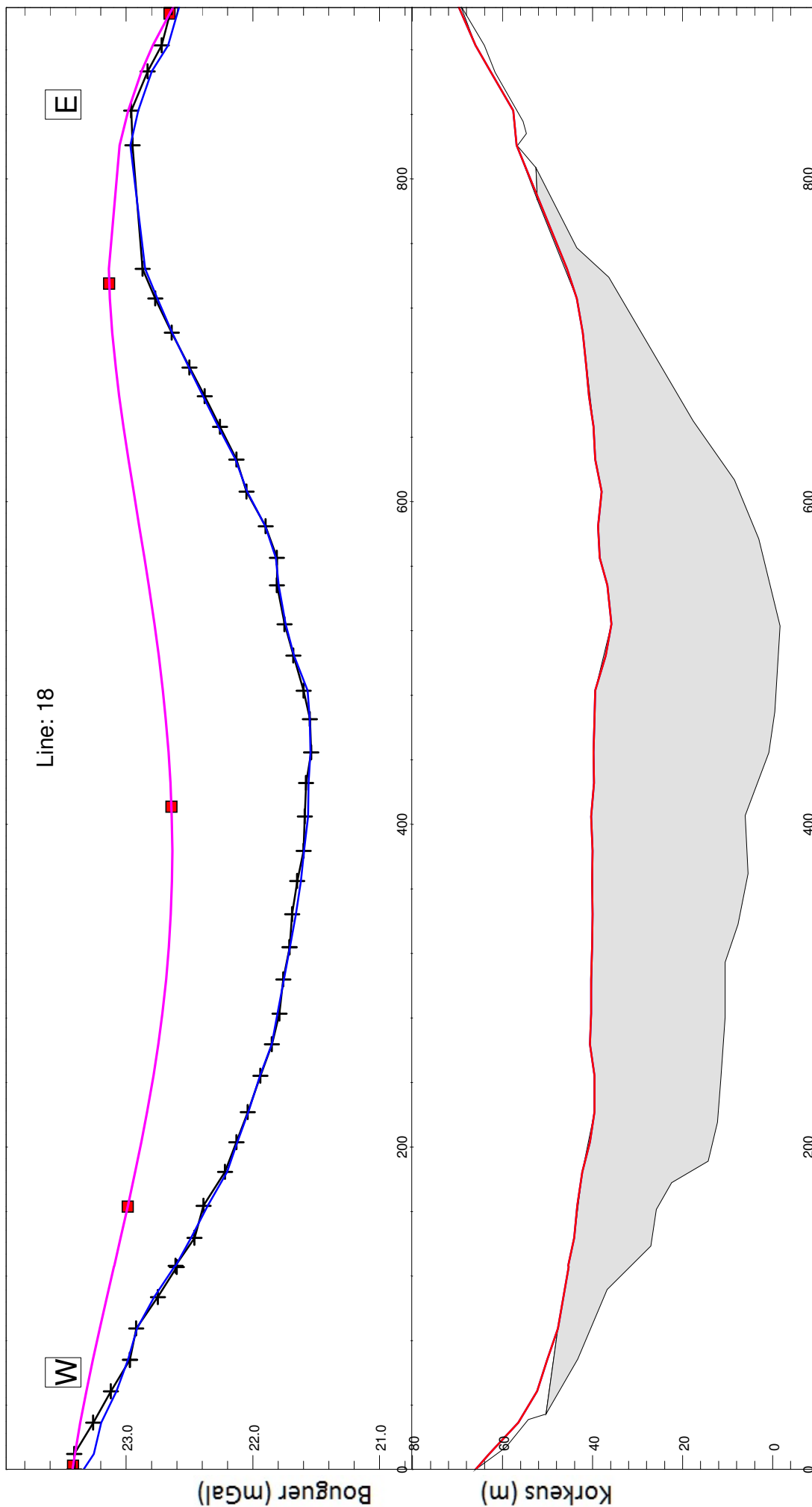
NW

Bouguer (mgal)

Korkeus (m)

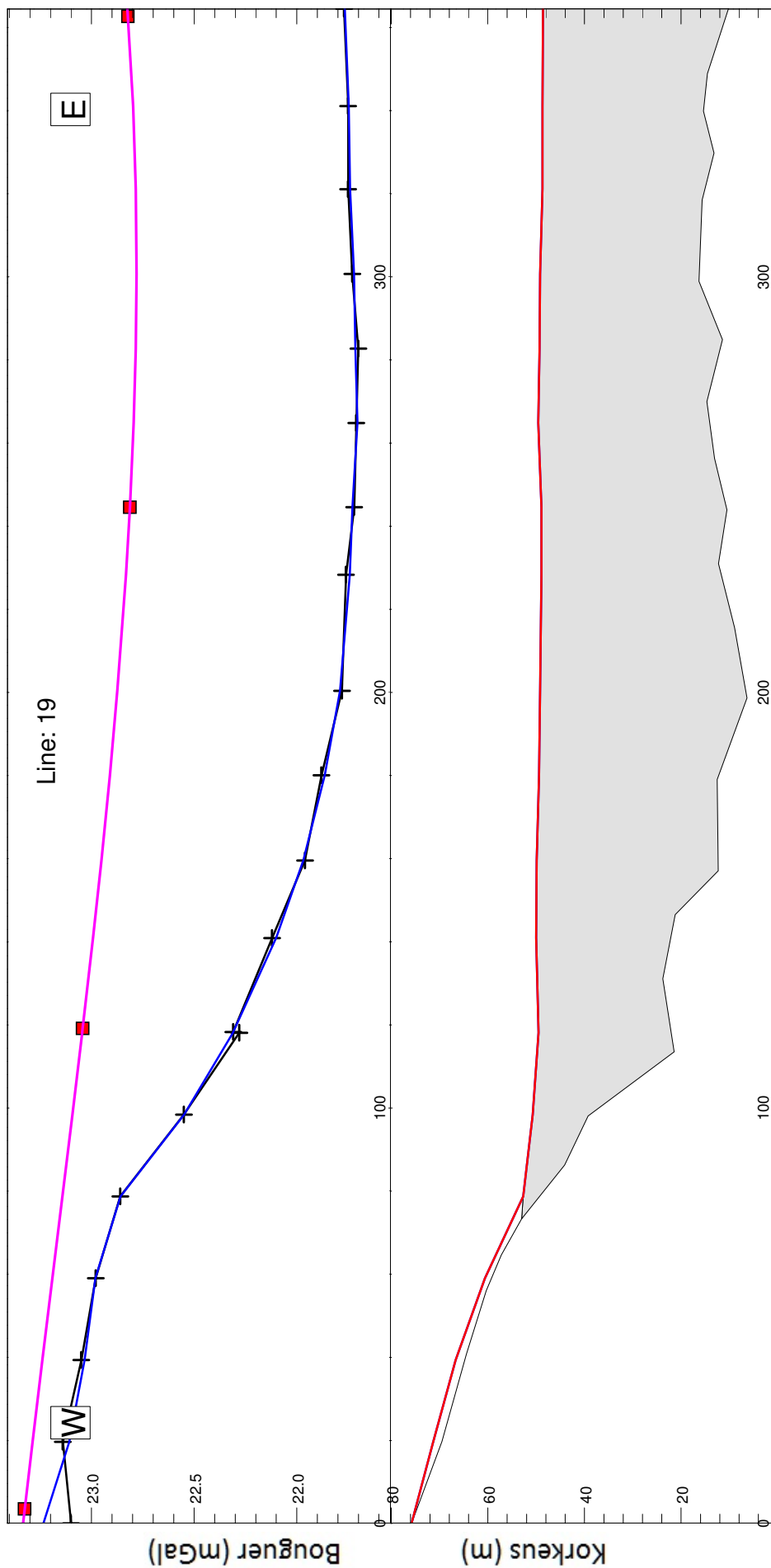
349294.02 6692116.79

349522.22 6691582.92



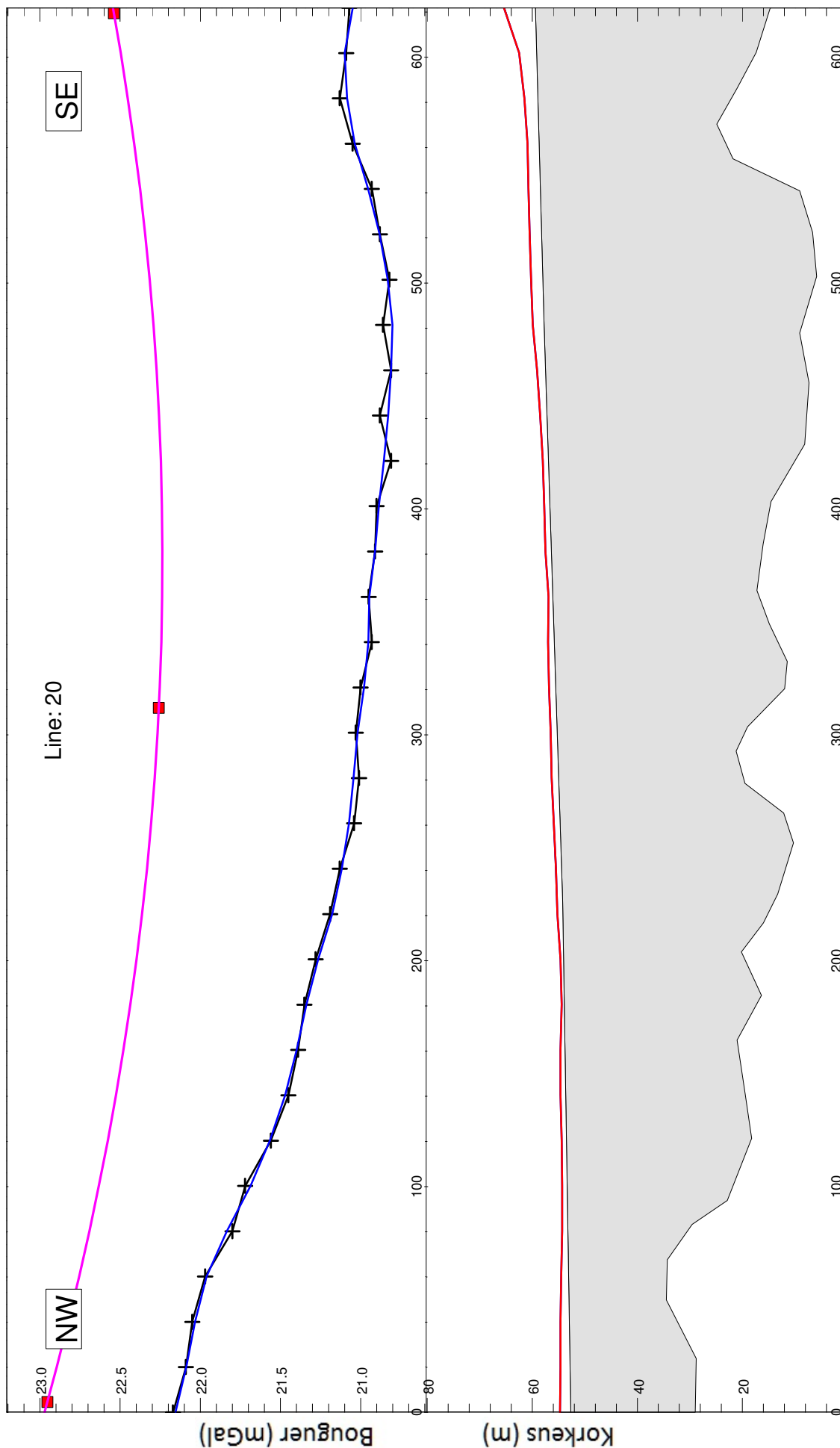
349291.02 6692349.69

350184.14 6692194.89



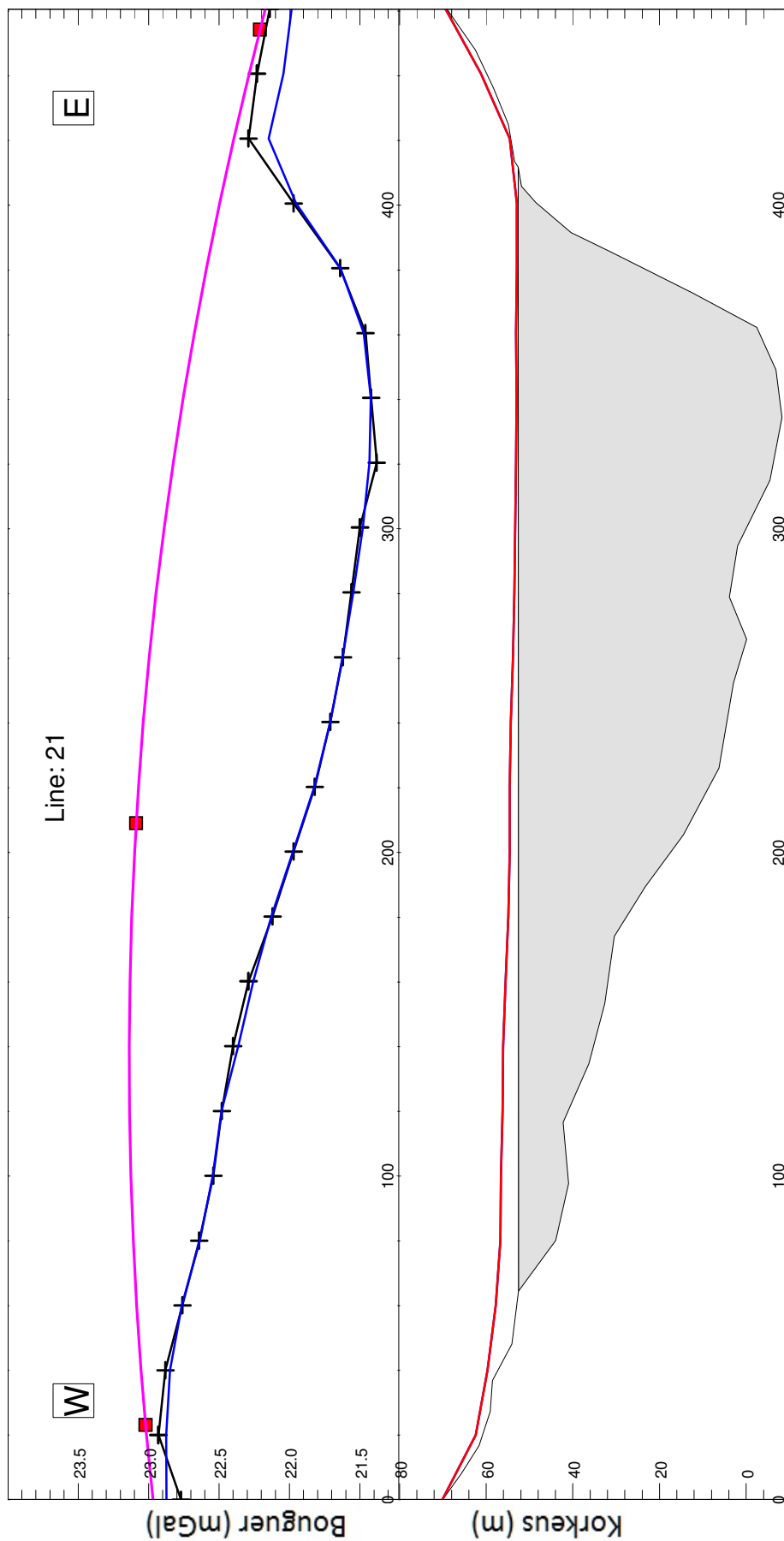
349294.02 6692116.79

349642.55 6692009.99



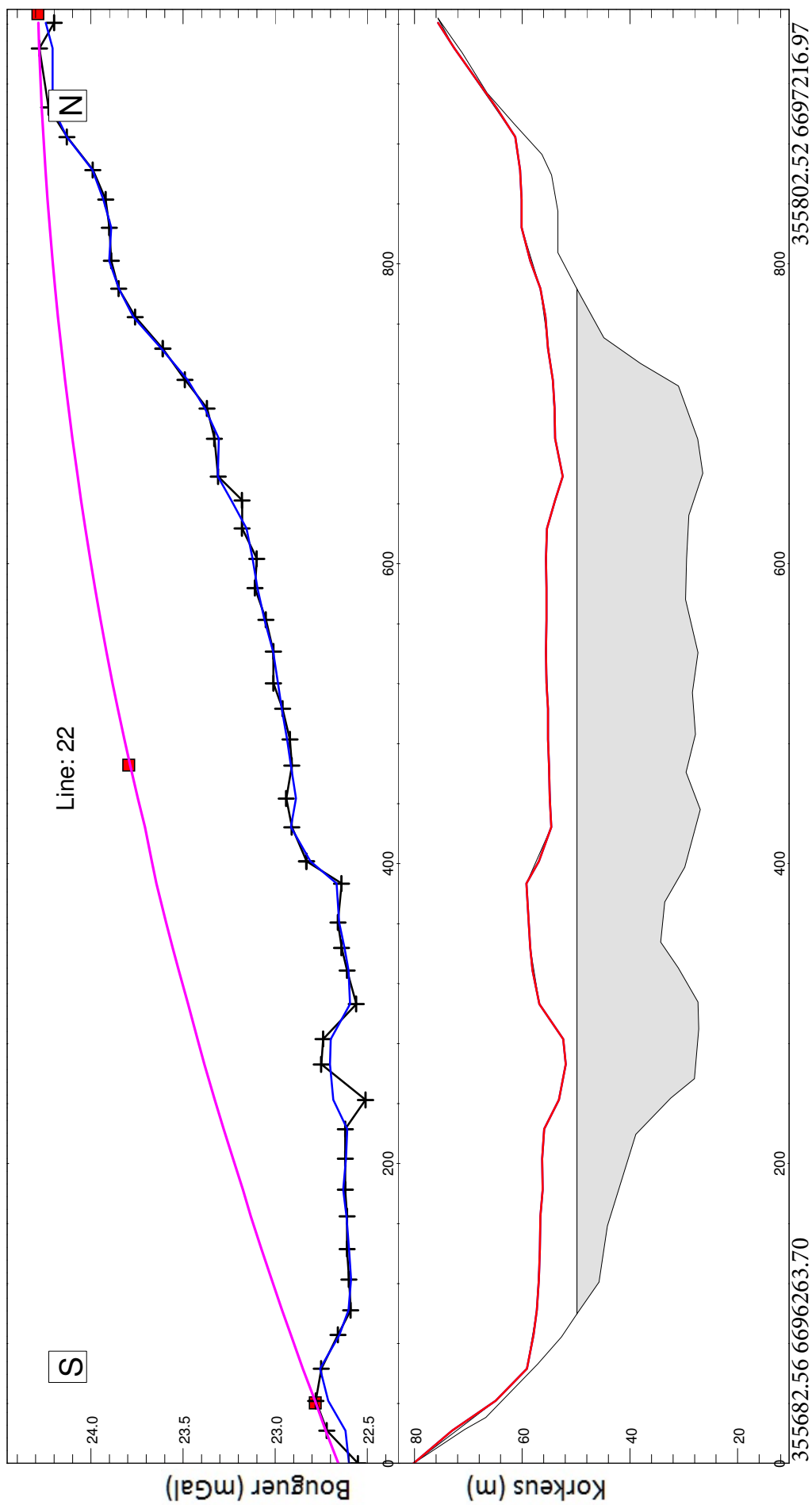
349237.04 6691480.04

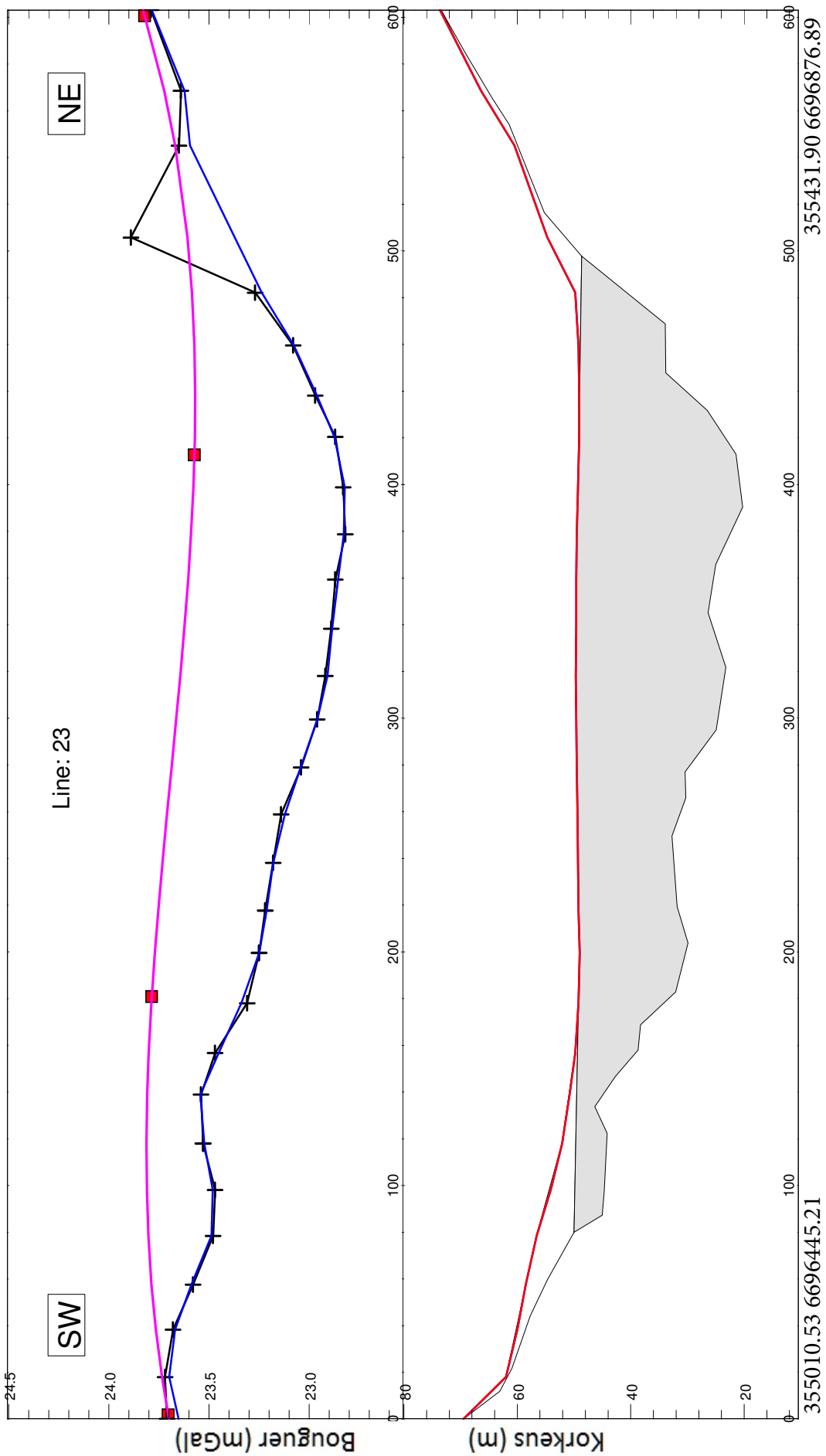
349501.94 6690917.27

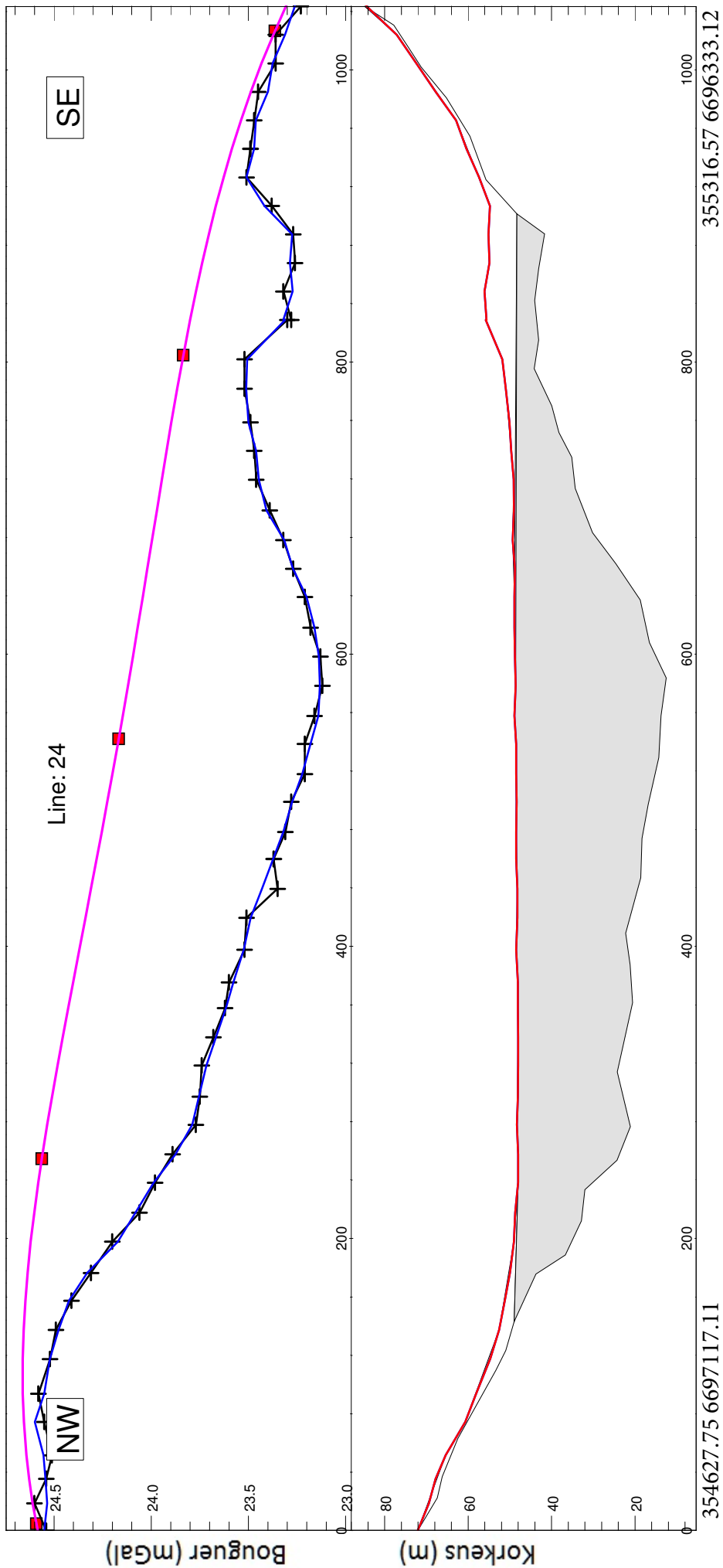


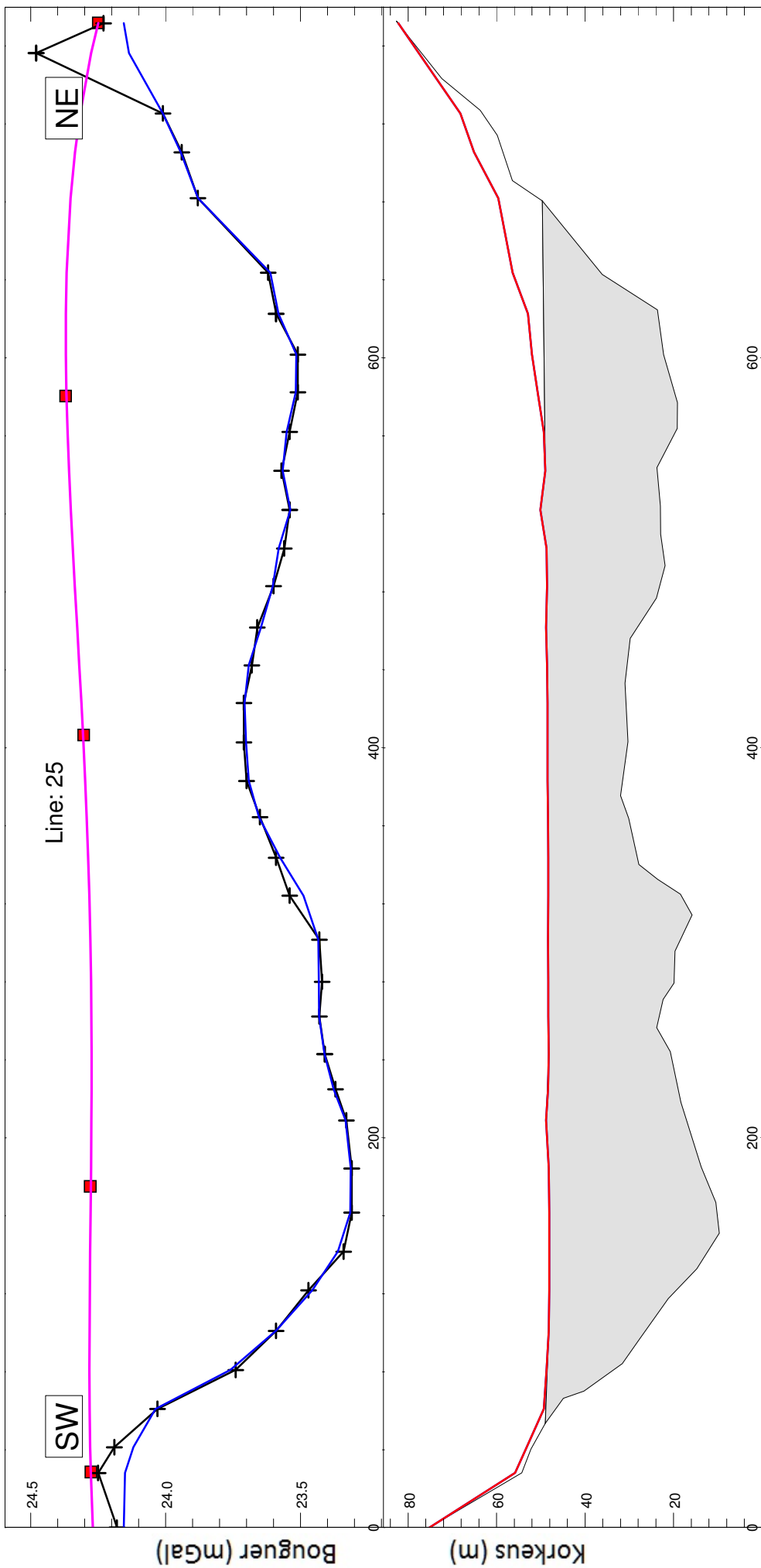
349521.93 6691583.00

349073.11 6691479.04



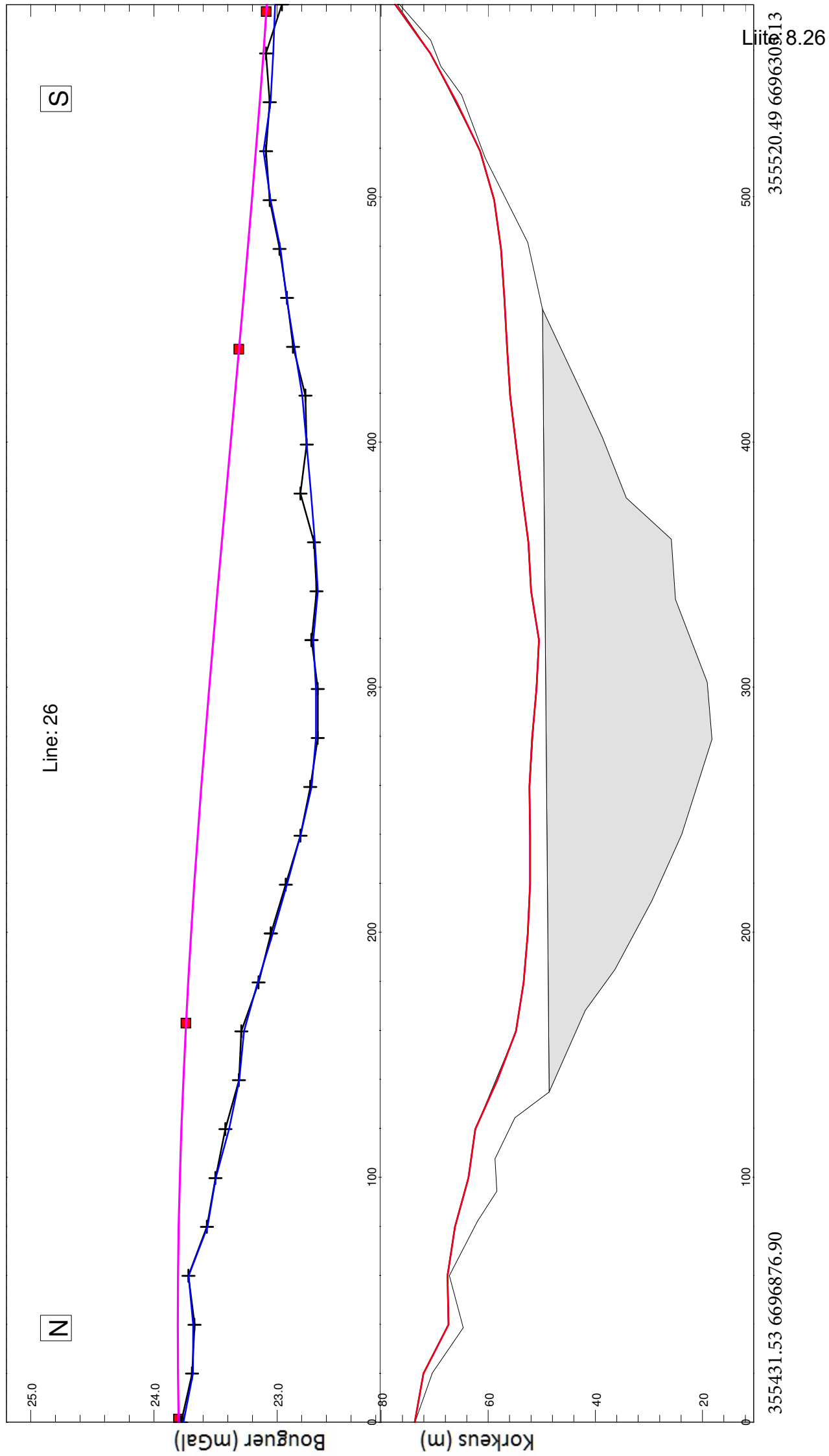


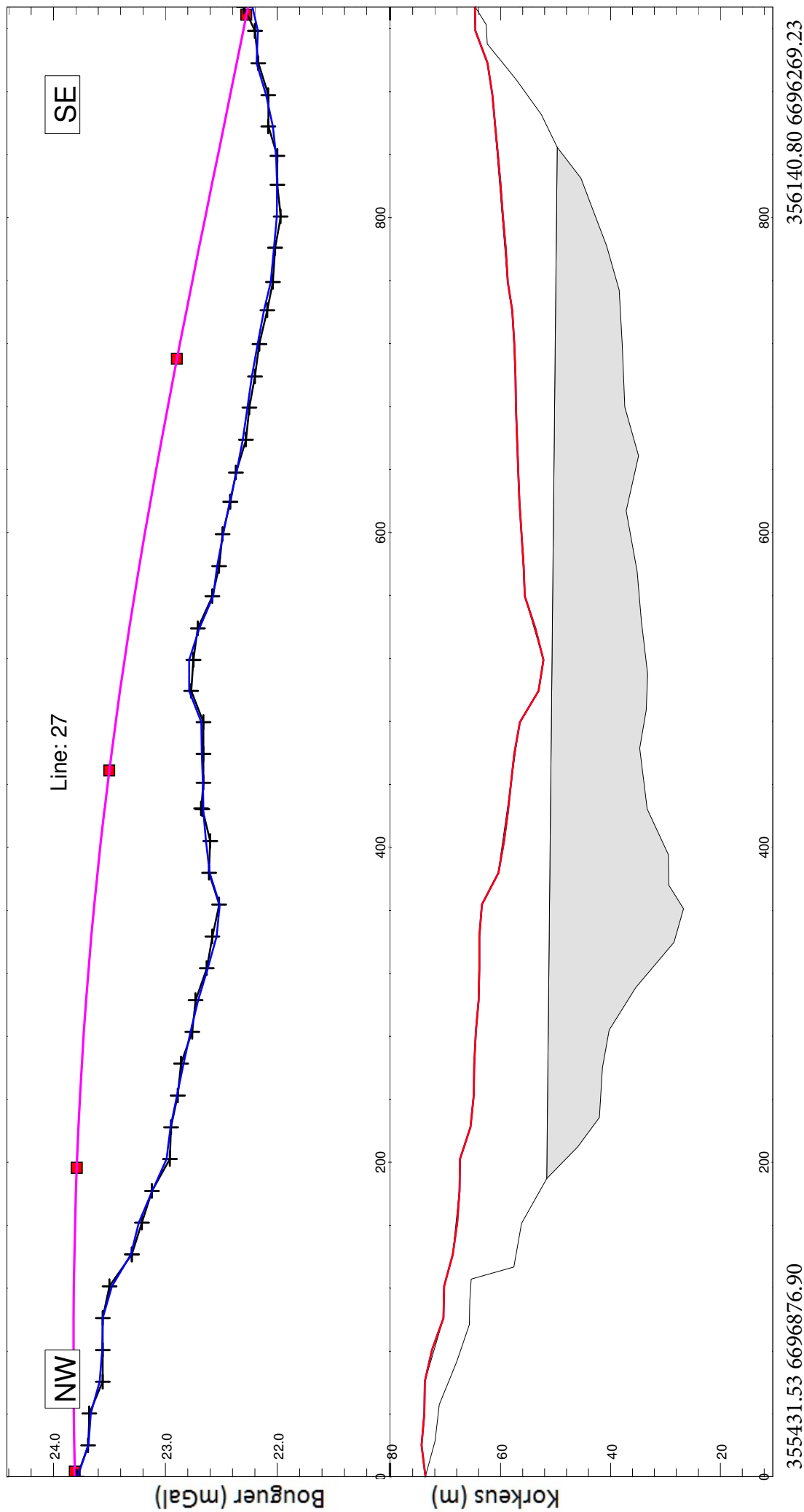




354709.48 6696571.56

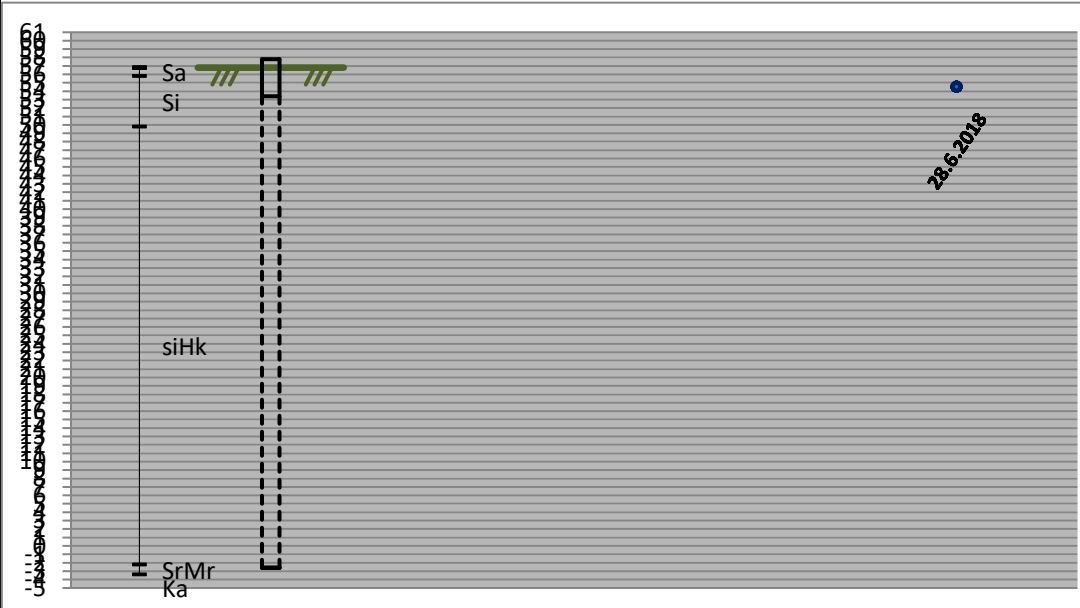
355266.28 6697105.80



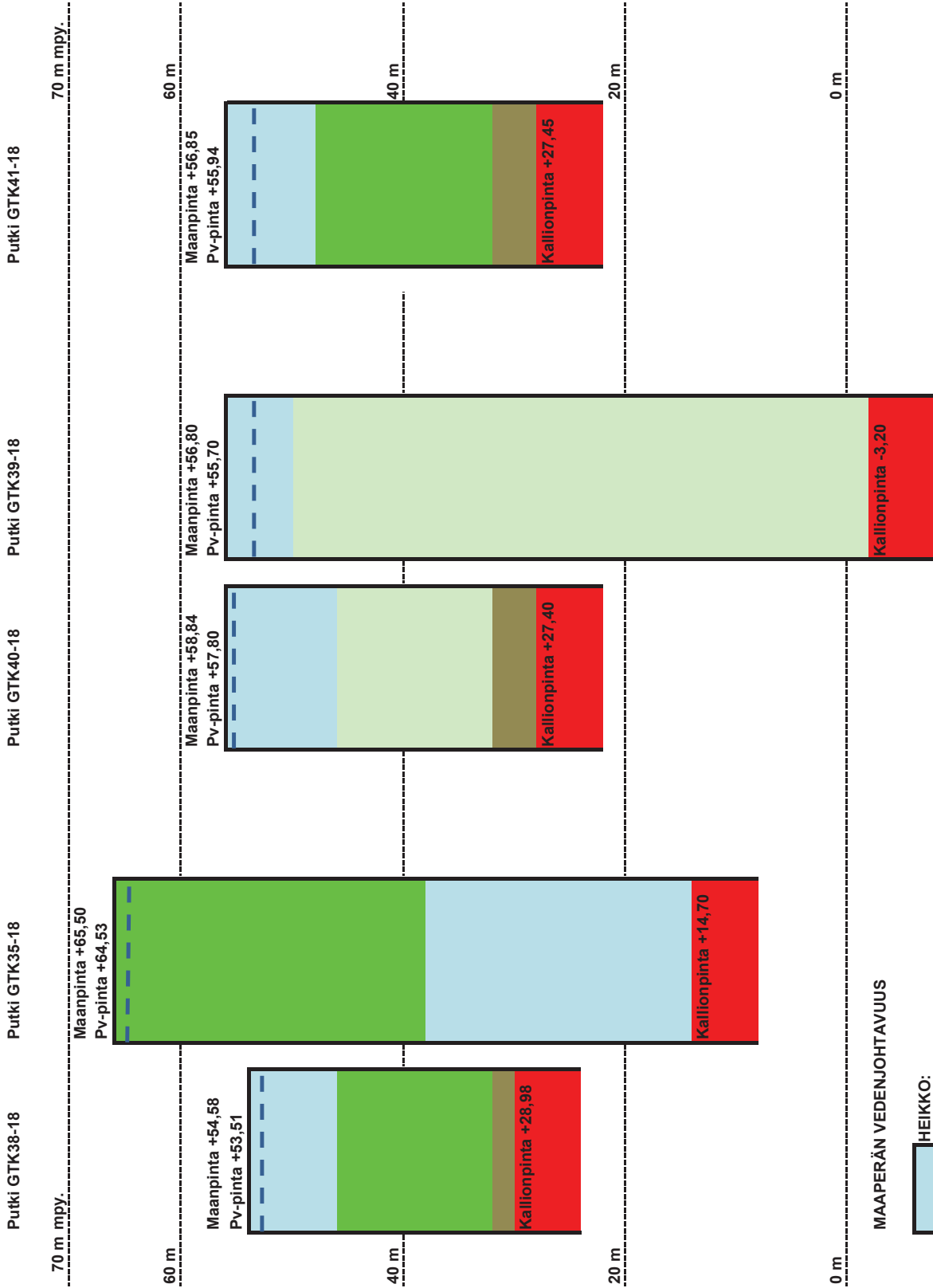


355431.53 6696876.90

356140.80 6696269.23

TYÖ NRO	13449	asiakas		GTK					
		tutkimuspaikka		Vihti					
PUTKEN TIEDOT					PUTKEN MITAT JA SIJAINTI				
putken nimi		39-18			sijainti	N		6690554.500	
asennuspäivä		30.5.2018				E		351969.440	
asentaja		TV				Z maanpinta		+56,80	
kairakone					putken korkeus- asemat	koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä		TM35, N2000	
putkimateriaali		PEH				koko putken yläpää		+57,80	
putkikoko (sisä/ulko mm)		51/63				muut korot erotuksena		-Z putken päästä	korkeus- asema
suodatinmalli		siivilä				koko putken alapää		60,40	-+2,60
yläosan rakenne		suojap	X	putki			suodattimen yläpää	4,4	+53,40
lukitustiedot		kyllä		ei		X	suodattimen alapää	60,4	-+2,60
MAALAJITIEDOT KAIRAUKSESTA						POHJAVESIHAVAINNOT			
tulkinta-	<input checked="" type="checkbox"/>	kairausvastus			päiväys	syvyys	taso	havaintsija	
peruste		silmämäärin näyteputkesta			28.6.2018	3,29	+54,51	TV	
(rasti)									
kerros yläraja		kerros alaraja		maalaji					
syvyys	taso	syvyys	taso						
0	+56,80	1	+55,80	Sa					
1	+55,80	7	+49,80	Si					
7	+49,80	59	-+2,20	siHk					
59	-+2,20	60,2	-+3,40	SrMr					
60,2	-+3,40	63,4	-+6,60	Ka					
TOIMINTATARKASTUS									
päiväys									
mittausaika	syvyys	taso	syvyys	taso					
ennen									
täytetty									
1 min									
5 min									
10 min									
1 tunti									
LISÄTIETOJA									
Siivilä 56m+sukka									
									

YHTEENVETO KAIRAUSTEN MAALAJIHAVAINNOISTA



MAAPERÄN VEDENJOHTAVUUS

- HEIKKO:**
- Savi ja siitti
- KESKINKERTAINEN:**
- Hienohiekka, hiekka
- HYVÄ:**
- Karkea hiekka ja sora
- HEIKKO-KESKINKERTAINEN:**
- Moreeni
- HEIKKO:**
- Kallio
- Vesipinta**

