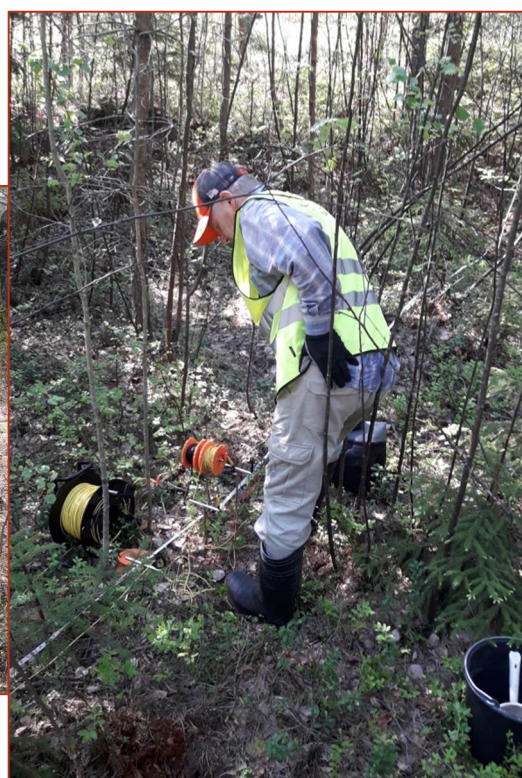


**SIPOON MASSBYN ALUEEN
MAAPERÄN KARTOITUS MAATUTKAUKSELLA**

Asiakas: Pöyry Finland Oy



Kansikuvat: maatutkaus linjalla 10A (vas) ja vastusluotaus VL3 (oik).

Pauli Saksa

Kesäkuu 2019

1. MITTAUKSET

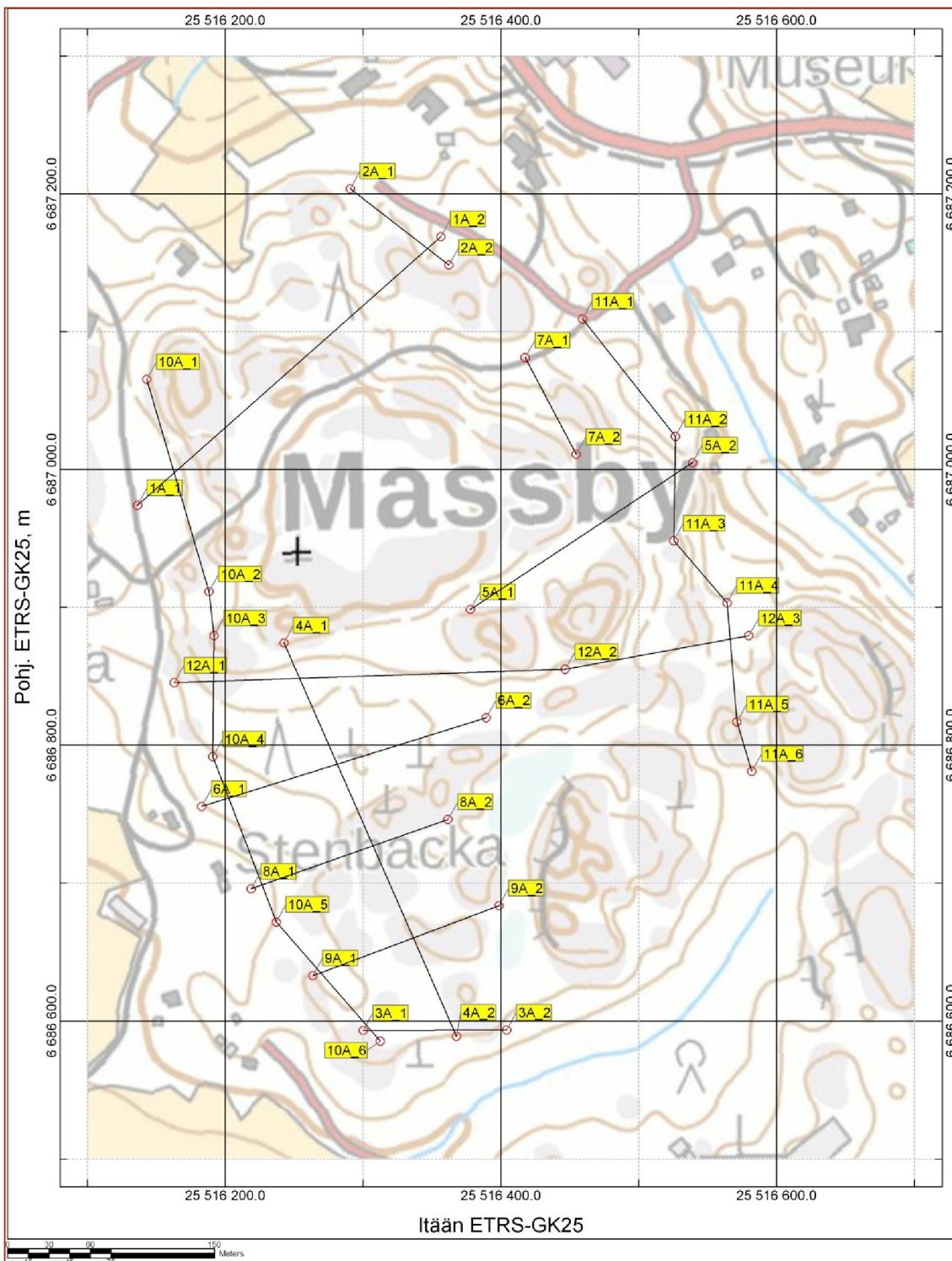
Pöyry Finland Oy:n ostotilaukseen nro 19.12.2018 ja Geosto Oy:n tarjoukseen 10.10.2018 perustuen Geosto Oy suoritti Sipoon Söderkullan Massbyn alueella maatutkausta ja sähköisiä luotauksia. Tilaajan työviite on 10101587-001 Massby. Mittaukset tehtiin ajalla 13.5 – 22.5.2019. Kohdealueen pohjakartta tutkimuslinjoinen on esitetty kuvassa 1. Alueelle, kooltaan noin 500 x 500 m, on suunniteltu uutta asuinalueutta ja maatutkauslinjat mukailevat alustavia tielinjoja ja rakennuspaikkoja. Maatutkauksella kartoitettiin maakerrosten vaihtelua ja paksuutta alueella. Sähköisten luotausten tavoitteena oli antaa arvot mitattujen tutkanopeuksien muuntamiseksi syvyysarvoiksi. Tilaajan yhteyshenkilönä toimi geofyysikko Karla Tiensuu. Hän välitti käyttöön linjapisteistöt ja taustatiedot. Käytetty koordinaatisto on ETRS-GK25 ja korkeusjärjestelmä N2000. Linjojen alkupiste 0 m on järjestyksessä ensimmäisen sidontapisteen kohdalla. Kartta esittää (tilauksen) suunnitelman mukaista pisteistöä.

Alue on pääosin kallioista, kallio on joko hyvin pinnassa tai muutaman metrin syvyydellä pääosin. Kallioiden lakialueilla topografinen vaihtelu on tasaisinta samoin kuin alavimmilla maapeitteisillä kohdilla. Välillä maanpinnan tason vaihtelu on pienipiirteistä, varsinkin pienten kalliopaljastumien ympärillä tai rinteissä. GTK:n Maankamara-palvelun mukaan alue on pääosin kalliota (syvyys alle 1 m), kivilaji mikrokliniigraniittia ja reunoilla alavimmilla alueilla on pintamaalajina savi. Savialueet eivät tosin näyttäisi ulottuvan mittausalueelle.

Geoston mittausryhmän muodostivat geofyysikko Pauli Saksa ja apumies Ville Saksa. Maatutkauksen teki teknisesti Geo-Work Infra Oy alihankintana, mittaajana Terho Mäkinen. Geosto kartoitti linjoilta myös olosuhteet ja maatutkukseen vaikuttavat havainnot kuten ei-kartoilla olevat paljastumat, kosteikot, ryteiköt, kivikot ym.

Maatutkattuja linjoja oli yhteensä 12 kpl ja niiden yhteispituus 2903 m. Maatutka oli GSSI-yhtiön SIR 3000/4000 ja maa-antenni 270 MHz. Mitattu rekisteröinti aika oli 180 ns ja mittauspisteväli 0.02 m. Rekisteröintiäika kattaa syvyysalueen 0 – noin 6 m. Maatutkauslinjojen sidontapisteen, matkat ja linjapituudet on esitetty taulukossa 1 suunnitelman mukaan. Pisteissä on muutamia pieniä siirtoja, mutta linjat kulkevat hyvin tarkasti ennalta määritellyjä reittejä pitkin. Sidontapisteen ja linjan muut välipisteet mitattiin paikalleen RTK-GPS:llä korkeusarvoineen. Maatutkalinjojen lähtöpiste 0 m on merkitty linjatunnuksella linjan alkuun.

Maatutkauksen tulokset on esitetty profiileina aikaskaalassa. Aika on tutka-aallon edestakainen kulkuaika maassa. Alustavasti aika muunnettiin syvyyksiksi (=maakerrospaksuus) käyttäen suhteelliselle dielektriselle permittiivisyydelle (ϵ_r) arvoa 12 (jäljempänä permittiivisyys). Se määrittää tutka-aallon kulkunopeuden. Arvo tarkennettiin vastusluotauksista saatujen maakerrospaksuuksien pohjalta eri osa-alueille. Lopuksi laskettiin tarkennetut todelliset maakerrospaksuudet linjakohtaisia ja eri linjaosuuksien permittiivisyyden arvoja käyttäen. Katettu syvyysalue riippuu permittiivisyyden arvosta ja syvyydulottuvuus maan sähköjohtavuudesta, koska korkeampi sähköjohtavuus vaimentaa tutka-aaltoa maassa voimakkaammin kuin matala. Tässä raportissa käytetään sähköjohtavuuden sijasta arvona ominaisvastusta. Ominaisvastus on sähköjohtavuuden käänteisarvo, yksikkö Ωm .



Kuva 1. Maastutkalinjojen sijainti sidontapisteineen peruskartalla.

Taulukko 1. Suunnitelman mukaiset linjojen sidontapisteet ja pituudet.

MAATUTKAUS	ETRS-GK25	ETRS-GK25		
Linja ja sidontapiste	East X, m	North Y, m	Matkapiste, m	Kokonaispituus, m
1A_1	25516136.2	6686974.0	0.0	
1A_2	25516356.3	6687169.0	294.1	294.1
2A_1	25516290.6	6687203.7	0.0	
2A_2	25516362.2	6687148.4	90.5	90.5
3A_1	25516300.1	6686593.2	0.0	
3A_2	25516404.0	6686593.6	104.0	104.0
4A_1	25516242.5	6686874.2	0.0	
4A_2	25516367.7	6686589.0	311.5	311.5
5A_1	25516377.7	6686898.5	0.0	
5A_2	25516539.0	6687005.0	193.3	193.3
6A_1	25516182.9	6686755.6	0.0	
6A_2	25516389.3	6686819.9	216.3	216.3
7A_1	25516417.6	6687081.2	0.0	
7A_2	25516454.6	6687011.1	79.3	79.3
8A_1	25516218.7	6686695.8	0.0	
8A_2	25516361.5	6686746.1	151.3	151.3
9A_1	25516263.5	6686633.0	0.0	
9A_2	25516398.5	6686683.6	144.2	144.2
10A_1	25516143.0	6687065.5	0.0	
10A_2	25516188.1	6686911.4	160.5	
10A_3	25516191.8	6686879.4	192.7	
10A_4	25516190.9	6686791.7	280.4	
10A_5	25516236.9	6686671.8	408.9	
10A_6	25516312.5	6686585.4	523.6	523.6
11A_1	25516459.1	6687109.3	0.0	
11A_2	25516526.5	6687024.0	108.8	
11A_3	25516525.3	6686948.3	184.5	
11A_4	25516564.0	6686903.2	243.9	
11A_5	25516571.1	6686817.0	330.4	
11A_6	25516581.9	6686781.1	367.9	367.9
12A_1	25516162.9	6686845.3	0.0	
12A_2	25516446.6	6686855.2	283.9	
12A_3	25516579.8	6686879.5	419.3	419.3

, yhteensä 2895 m.

Vastusluotauksia maakerrospaksuuksien sidontaan tehtiin 6 kpl. Lista vastusluotauksista ja sijainneista on taulukkona 2. Vastusluotaukset sijoitettiin paikkoihin, missä yhtenäisempiä maapeitteisiä alueita esiintyi, eri korkeustasoille ja linjojen risteyskohtiin.

Vastusluotausten mittalaitteina oli Geoston vastusluotauskalusto ja keskusyksikkönä Kyoritsu KEW4106 mittari. Sähköiset luotaukset tehtiin geometrisesti puoli-Schlumberger-luotauksina AB/2-väli 0 – maks. 30 m. Puoli-Schlumberger mittausta päädyttiin käyttämään, koska linjoilla maapeitepaksuudet näyttivät vaihtelevan melko pienipiirteisesti. Siten voidaan välttää parhaiten kerrosmallista poikkeavia tilanteita, missä toinen virran syöttö osuisi mittauspisteen tilanteesta selvästi poikkeavaan maaperään tai kalliolle. Virtamaadoitukset AB/2 sijaitsivat etäisyyksillä 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, 10.0, 13.0, 16.0, 20.0, (25.0 ja 30.0) m. Jännitemittauksetäisyydet MN/2 olivat 0.1, 0.2, 0.5, 2.0 (ja 4.0) m. Etämaadoitus sijaitsi kohtisuoraan n. 20 – 30 m linjan sivussa. Rekisteröity lukema-arvo on resistanssi (ohm, Ω). Datan laatua

valvottiin tallennuslomakkeen graafisen kuvaajan avulla sekä toistomittauksin. Luotaukset tehtiin aina mainitun maatutkalinjan suuntaisesti.

Taulukko 2. Vastusluotausten sijainnit ja perusteet.

Luotaus	X itä, m	Y pohj, m	Korkeus- taso Z, m	Peruste ja linjasijainti
VL1	25516160	6686996	31	Linjojen 1A ja 10A risteys, peitteinen alue, linjalla 10A. Linja 1A 36 m, 10A 72 m
VL2	25516497	6687061	25	11A alkuosan alava metsäalue, 11A 58 m
VL3	25516493	6686974	31 - 32	5A itäpuolen nouseva maapeitteinen rinnealue, 5A 138 m
VL4	25516280	6686786	30	4A ja 6A risteys, maapeitteinen alue. Linja 4A 96 m, linja 6A 102 m
VL5	25516322	6686805	32	6A vetinen kosteikkoalue, korkea sijainti, 6A 150 m
VL6	25516278	6686850	33	12A mäenrinteen tasainen maapeitteinen alue, 12A 116 m

2. MAAPERÄN TULOKSET

Maatutkauksen tulos on maakerrosten tai maa-kallio-rajapinnan heijastusten aika-arvot, jotka on muunnettu syvyyksiksi maanpinnalta. Linjan maanpinnan vaihtelun taso seuraa sidonta- ja välipisteiden korkeustason vaihtelua. Massbyn alueelta ei havaittu useita maakerroksia vaan ainoastaan pintamaan-kallion rajapinta sekä yhdessä kohtaa turpeen/siltin pintamaan alue. Pohjaveden pintaa ei ollut havaittavissa esim. alavimmilla linjoilla 10A ja 11A. Tulosdata piirrettiin profiilikuviksi niin, että linjoja katsotaan aina eteläiseltä pallonpuoliskolta pohjoiseen päin. Siten esimerkiksi linjan 10A 0 m piste on sen pohjoispäässä ja profiilikuvan vasemmassa reunassa.

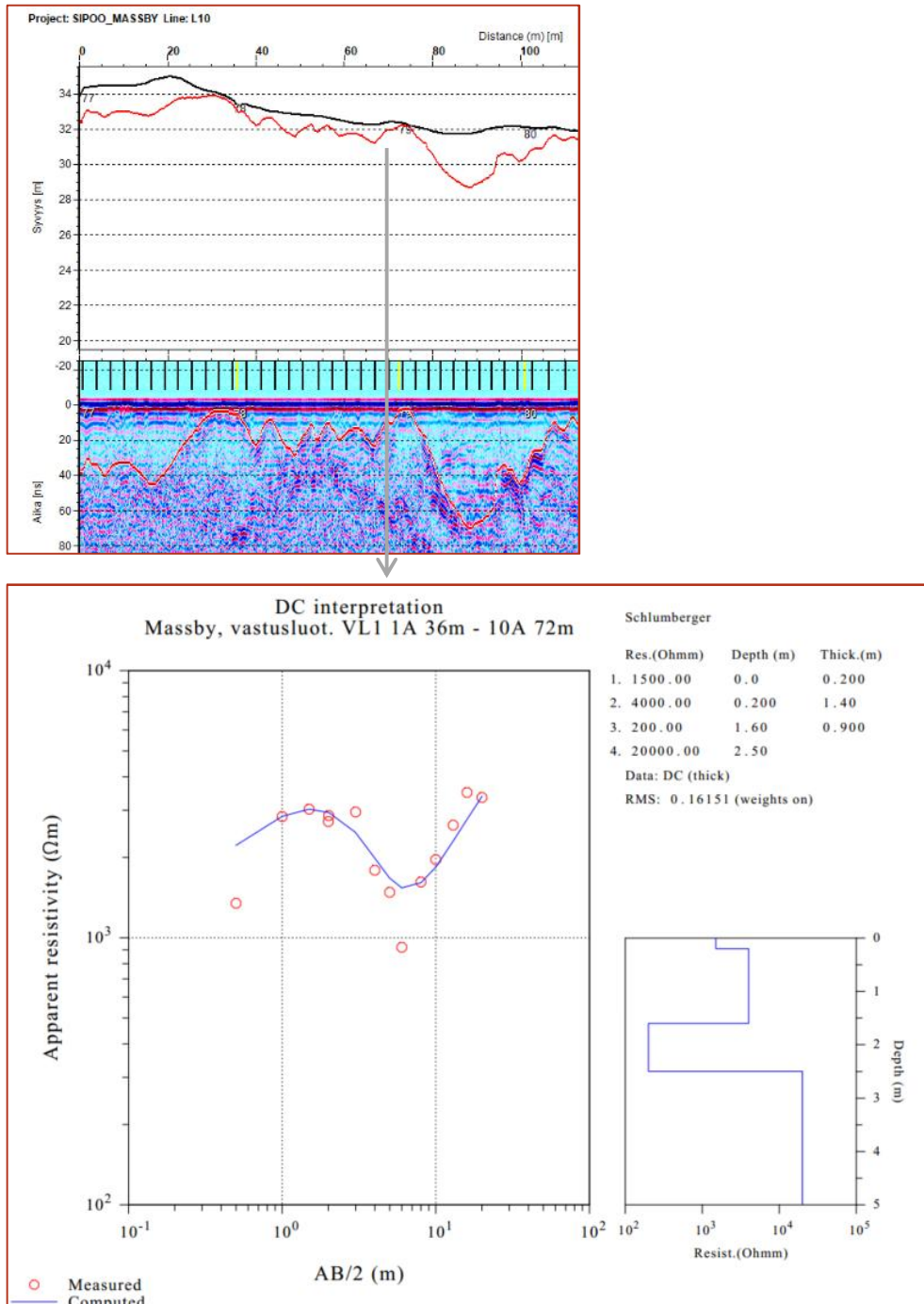
Maatutkan profiilikuvissa ylempi kuva on topografiaan sidottuna esitetty maa-kalliorajapinnan sijainti (punainen viiva) ja paikoin esiintyvä tulkittu turve/silttinen pintakerros (vihreä viiva). Saman kuvan sinitaustaisessa alaosassa on tutkan mitatut heijastusarvot. Maanpinta sijaitsee ajan 0 ns kohdalla ja heijastusarvot on esitetty eri tummuuksina mitatun kulkuajan suhteen. Tummat raidat ovat mitattuja rajapintojen heijastuksia.

Vastusluotausten tuloskuville pystyakseli on mitattu ominaisvastus (apparent resistivity) ja vaaka-akseli käytetty elektrodilevitys metreinä. Elektrodilevitys on suhteessa mittauksen tunkeutumissyvyyteen. Pieni kuva oikeassa reunassa kuvaa tulkittua ominaisvastuksen kerrosmaista vaihtelua syvyyden suhteen.

Maatutkan tulokset tulkittiin kalliopinnan osalta alustavasti permittiivisyyden arvoin 12 pintamaalle ja 36 turve/siltti. Vastusluotaukset tulkittiin kerrosmallein Oulun Yliopiston Jointem-ohjelmalla (Markku Pirttijärvi).

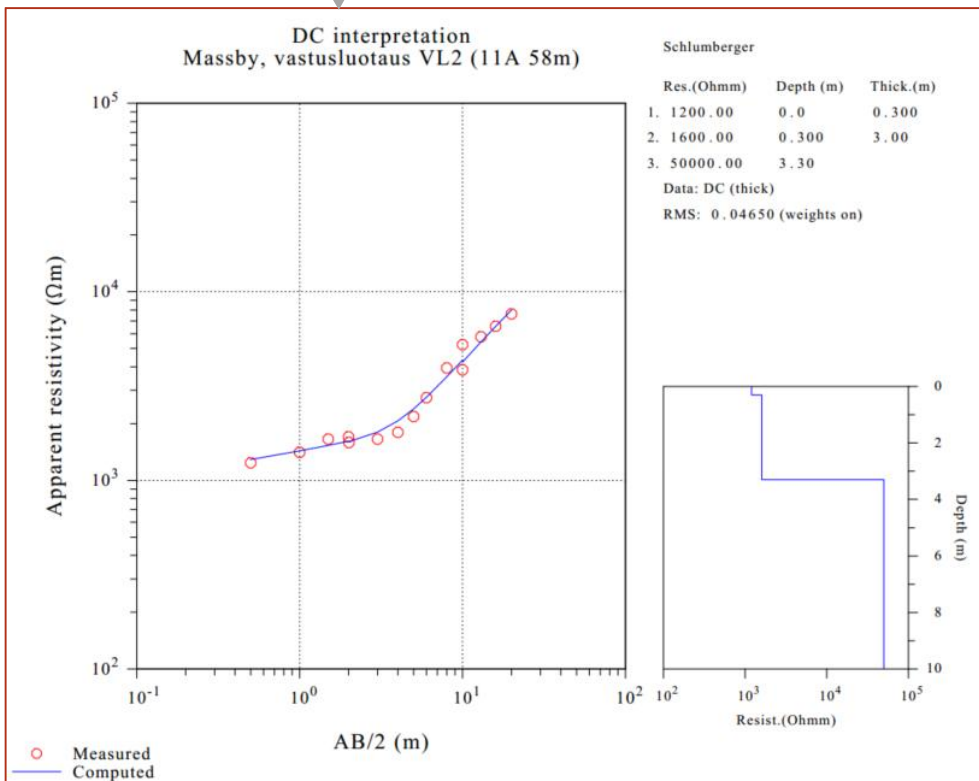
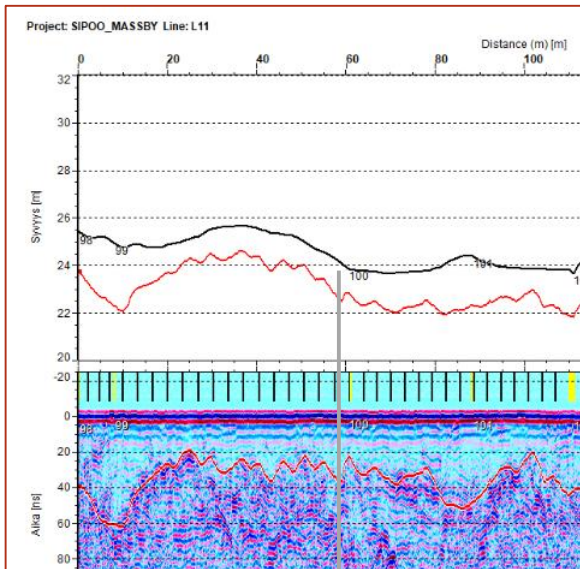
Tulosvertailut osoittivat vastinkohdille seuraavaa (seuraavat sivut):

Kuva 2, maatutkauslinjojen 1A-10A risteys: maatutkasta tulkittu kerrospaksuus 1A linjalla on n. 1m ja linjalla 10A pistessä 79 alle 0.5 m (punainen viiva). Vastusluotaus antaa kallion syvyydeksi noin 2.5 m ja vähintään noin 2.0 m. Johtavalle kerrokselle (pohjavesikerros) on saatu arvoksi noin 200 Ω m. Jos ominaisvastus on tätä pienempi, voi kerros olla ohuempi. Korkeammalla arvolla kerros muuttuu paksummaksi ja kallion sijainti vastaavasti syvemmälle.



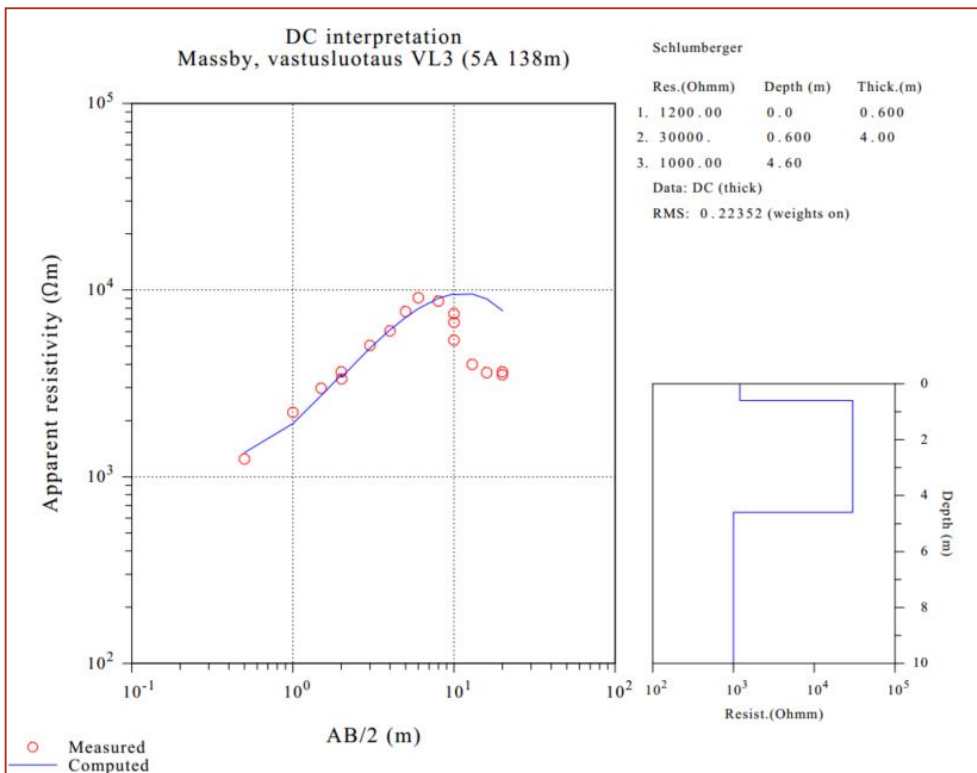
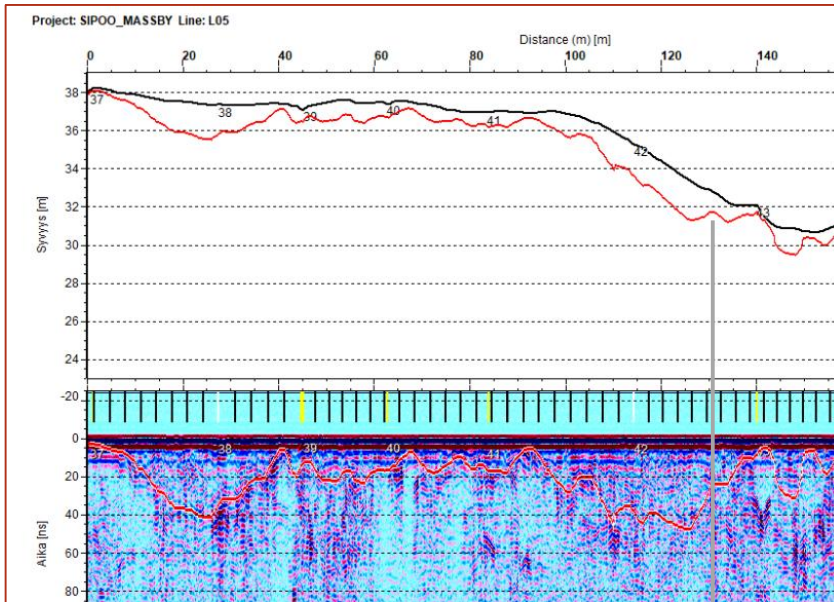
Kuva 2. Alustava maatutkauksen tulkinta (yläkuva) ja vastusluotaus VL1.

Kuva 3, vastusluotaus VL2 sijaitsee tutkalinjan merkillä 100, linja 11A. Tutkatulos antaa maakerrospaksuudeksi 1.0 - 1.5 m ja kerrosvaihtelu on rauhallista. Vastusluotaus antaa maakerrospaksuudeksi noin 3.3 m eikä tuloksessa ei ole monikäsitteisyyden mahdollisuutta, koska korkean ominaisvastuksen kallio alkaa suoraan melko tasaisen pintamaan kerroksen alta.



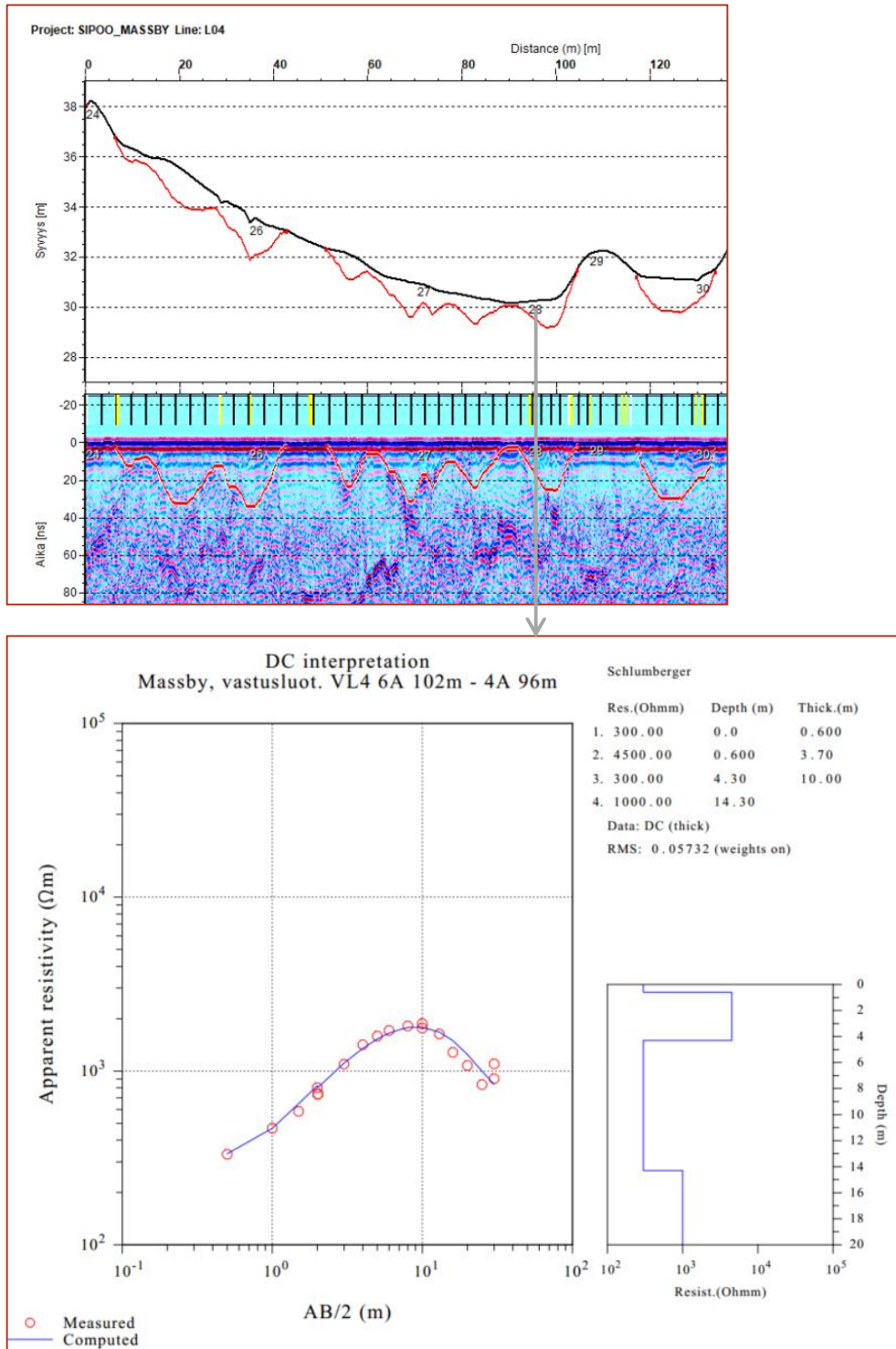
Kuva 3. Alustava maatutkauksen tulkinta ja vastusluotaus VL2.

Kuvassa 4 vastusluotaus VL3 sijaitsee maatulukan linjalla 5A pisteen 43 vieressä (matkapiste 138 m). Tulkittu maatulukan kerrospaksuus on noin 1.0 m ja vastusluotauksen antama 0.6 m. Kerrosmalli ei toimi tien itäpuolella (louherakenne tai tien jyrkkä laskeva penkka vääristää vastusarvoja).



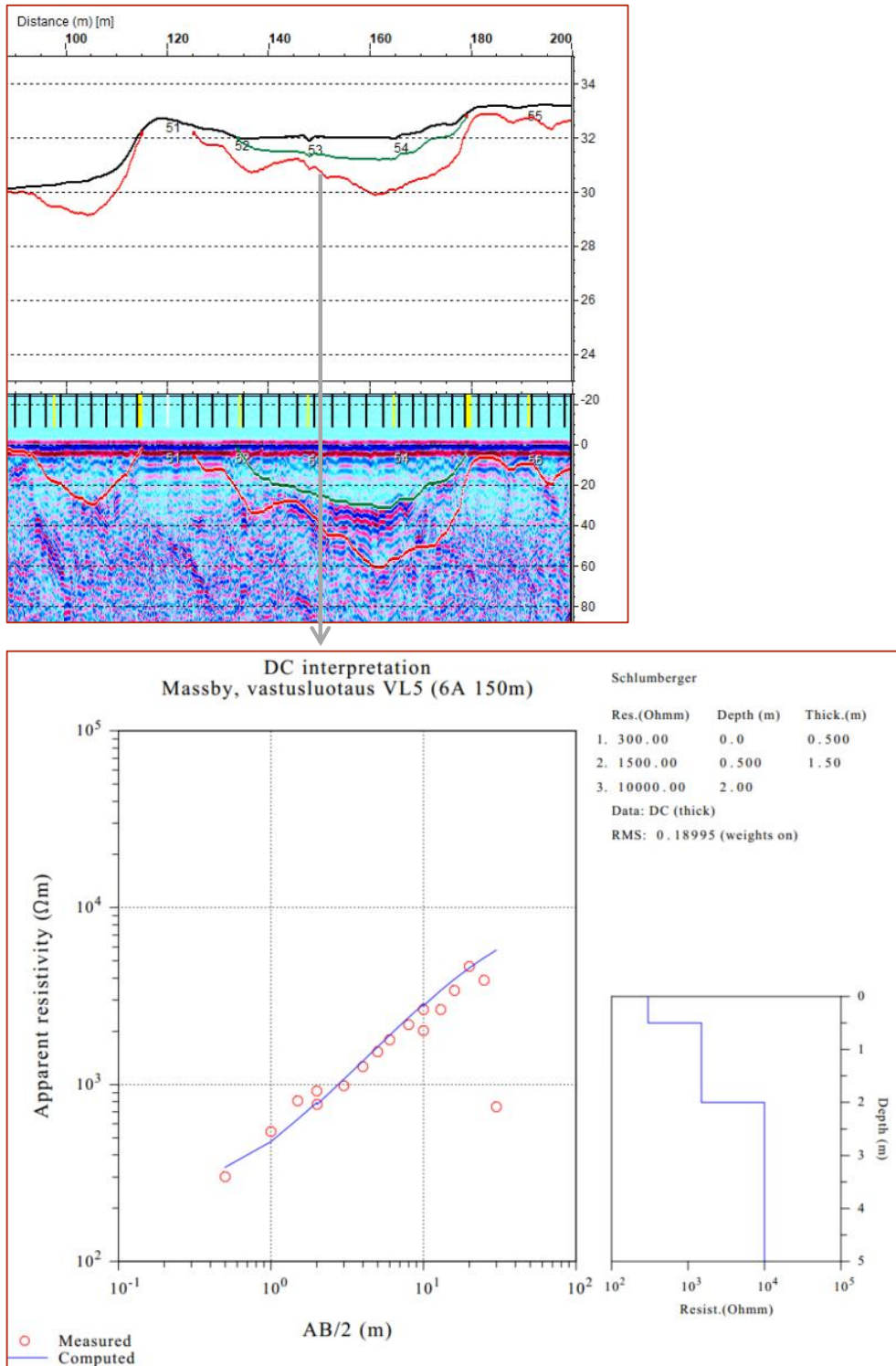
Kuva 4. Alustava maatulkauksen tulkinta ja vastusluotaus VL3.

Kuva 5, vastusluotaus VL4 tehtiin linjojen 4A ja 6A risteyksessä 4A (matkapiste 96 m ja eteläsuuntaan linjaa 4A). Maatutkan kontrollipiste on 28. Tulkinnan mukaan kohdalla on noin 1 m tai alle maakerros. Vastusluotauksen tulkinnan mukaan pisteessä alkaa kallio 0.6 m syvyydeltä, mutta myöhemmin tulee vastaan alle 1000 Ωm kerros 4.3 m syvyydeltä alkaen (hyvin rikkonainen kallio). Toinen vaihtoehto on, ettei 0.6 – 4.3 m välinen kerroskaan ole kalliota vaan jotain muuta karkeaa, mutta vesitäytteistä maalajia (sora, karkea moreeni). Pohjavesi on pisteessä maanpinnassa, koska kohta on soistunut painanne.



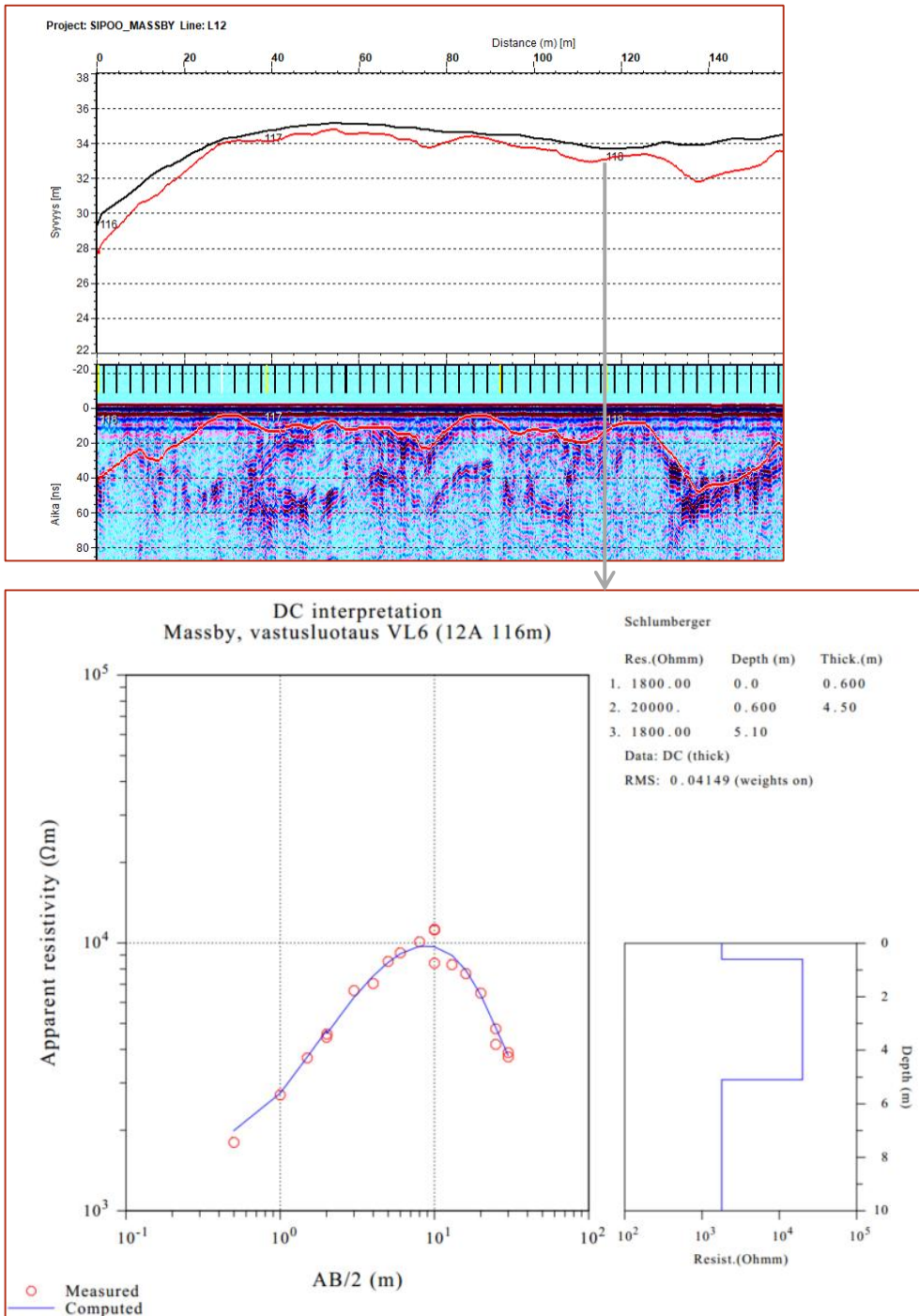
Kuva 5. Alustava maatutkauksen tulkinta ja vastusluotaus VL4.

Kuvassa 6 vastusluotaus VL5 tehtiin kosteikolle tutkalinjalla 6A matkapiste 150 m (tutkan sidontapiste 53). Alustavilla arvoilla pintakerroksen paksuus (turve, vihreä viiva) on 0.7 m ja sen alla maakerros 0.7 – 1.0 m (pun. viiva). Pohjavesi on maan pinnassa (suo, kts. liitteen 4 valokuva). Vastusluotaus antaa pintakerrokselle paksuudeksi 0.5 m ja maakerrokselle sen alla 1.5 m.



Kuva 6. Alustava maatutkauksen tulkinta ja vastusluotaus VL5.

Kuvan 7 vastusluotaus VL6 tehtiin linjalla 12A matkapisteellä 116 m (tutkan sidontapiste 110). Kuivan maakerroksen paksuus on maatulkaan mukaan alle ja noin 0.5 m. Vastusluotaus antaa maakerrospaksuudeksi 0.6 m. Kalliosta tavataan selvästi matalamman ominaisvastuksen kerros alkaen 5.1 m syvyydeltä (rikkonainen kallio?). Havaittu pohjakerros ei ole kuitenkaan pohjavedenpinta.



Kuva 7. Alustava maatulkausten tulkinta ja vastusluotaus VL6.

Maatutkadatan käsittely tehtiin GeoDoctor 2.5/3.0 ohjelmalla. Keskeistä on tunnistaa ja mitata maakerrosrajapinnat. Nämä tallennettiin noin 0.5 – 1 metrin välein kultakin linjalta. Alle 0.2 m paksuiset maakerrokset eivät erotu enää rajapintoina kalliosta eikä niitä merkitty.

Kokonaisuutena tulosten vertailusta havaitaan, että maakerrokset vaihtelevat pienipiirteisesti ja paikallisesti, joten kerroksellisia ja tasaisesti vaihtelevia kohtia on löydettävissä hyvin vähän. Vastusluotauspisteessä VL1 ja VL2 maatutkan alustavaa kerrostulkintaa tuli tarkentaa. Kallio ilmenee aina yli 10000 Ω m arvoina vastusluotauksissa. Kuivassa maakerroksessa pisteissä VL3 ja VL6 vastaavuudet ovat hyviä, maakerroksen permittiivisyys on hieman pienempi kuin alustavasti käytetty arvo 12. Kontrollipisteessä VL4 vertailu on vaikeaa, koska tulkittu maakerroksen profiili vaihtelee kovin maatutkauksessa. Pohjaveden kyllästämän maakerroksen permittiivisyys on luultavasti korkeampi kuin käytetty arvo 12. Tällainen arvo pätee vain linjojen 1A, 3A, 6A, 8A, 9A ja 12A länsipäissä alavimmilla alueilla. Pisteessä VL5 turvekerros voi olla ohuempi kuin tulkittu arvo ja siten permittiivisyys pienempi kuin käytetty arvo 36. Vastaavasti kalliota vasten oleva pohjaveden kyllästämä maakerros on paksumpi kuin tutkauksessa saatu ja siten sen permittiivisyys korkeampi kuin alustava arvo 12.

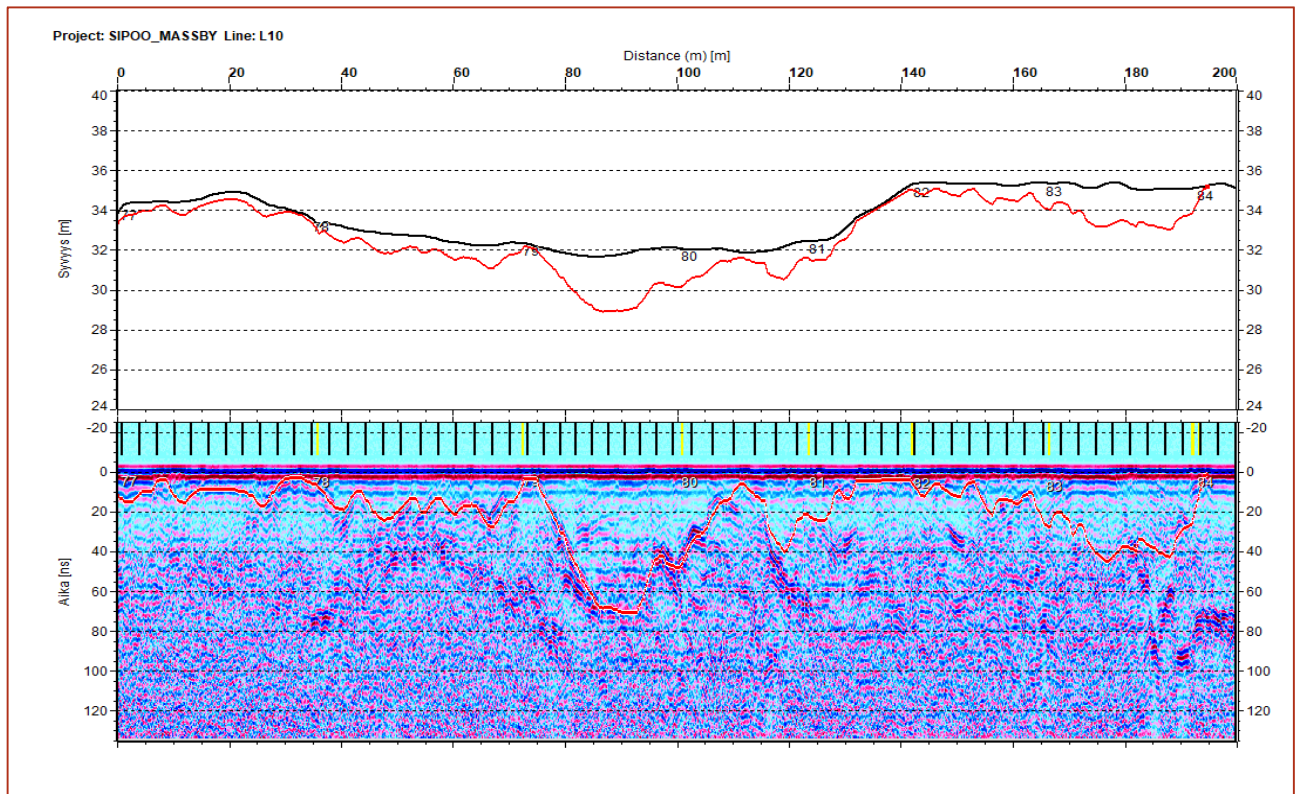
Tarkentavassa tulkinnaassa tehtiin seuraavia säätöjä ja muutoksia. Permittiivisyyden arvot on kaikkialla muutettu lukuun 10 eli osin vedellä kyllästyneet maakerrokset on tulkittu uudestaan paitsi kohdissa:

- permittiivisyyden arvolla 14 on tulkittu alavat linjaosuudet 1A 0 – 40 m, 10A 0 – 132 m, 6A 0 – 115 m, 4A 50 – 115 m, 11A 0 – 138 m ja 210 – 280 m ja 12A 380 – 425 m,
- linjan 10A osuus 490 – 528 m, 6A 125 – 180 m ja 3A 0 – 25 m pohjamaakerros on tulkittu märän maan permittiivisyyden arvolla 20 ja sen päällä oleva ohut turvekerros arvolla 48. Nämä ovat ainoat kosteikkoalueet mittauslinjoilla.
- lisäksi korjattiin rajapinnoissa kallion pintapuhkeamien sijainteja siltä osin kuin maastosta oli täydentäviä havaintoja.

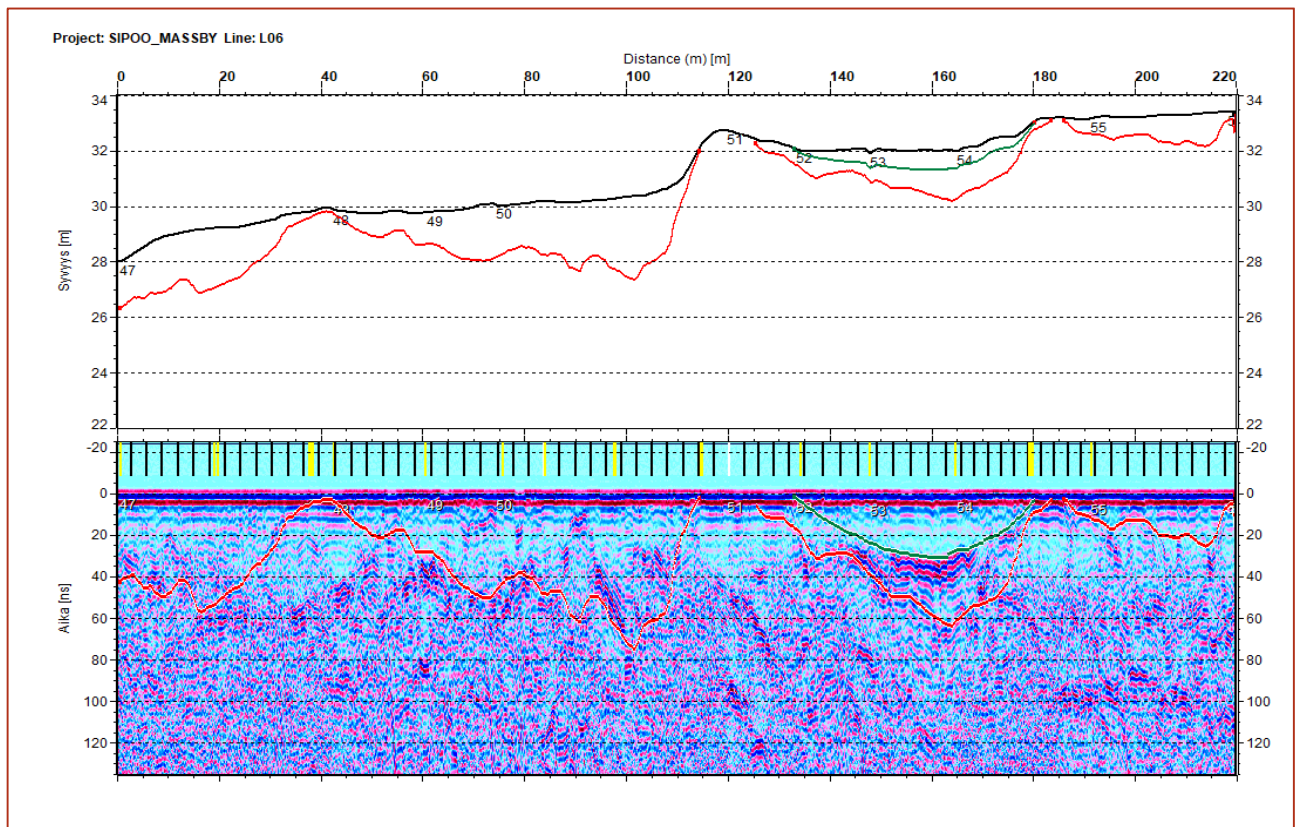
Turvekerros näkyy profiilikuvissa vihreänä rajapinnan viivana ja kalliota vasten olevan pohjamaan rajapinta punaisena viivana.

Maatutkauksen tulosprofiilit on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä 2. Tässä yhteydessä esitetään näytteenomaisesti muutamia tyyppiprofiileja. Linja 10A edustaa alkuosalta peitteistä melko alavaa aluetta, joka nousee kalliolle 130 m kohdalta ja Danielsbackantien ylityksestä eteenpäin etelään, kuva 8. Linja 6A lähtee alavalta alueelta ja kulkee kahden paikallisen kosteikon kautta, kuva 9. Loppupäässä on korkeammalla sijaitseva suo-osuus, jolta havaitaan myös turvemainen pintakerros (vihreä viiva).

Kuvista 8 – 10 havaitaan, ettei alueen ohut maaperäkerros ole savea tai hienoa silttiä. Tällaisissa maalajeissa tutka-aalto ei tunkeutuisi maahan 1 – 2 m syvemmälle eikä mitatun kaltaisia heijastuksia havaittaisi. Linjan 6A alkupää (kuva 9) olisi alavalla sijainnillaan todennäköisimmin juuri hienorakeisessa maalajissa, mutta sielläkin tulosta saadaan normaalisti.

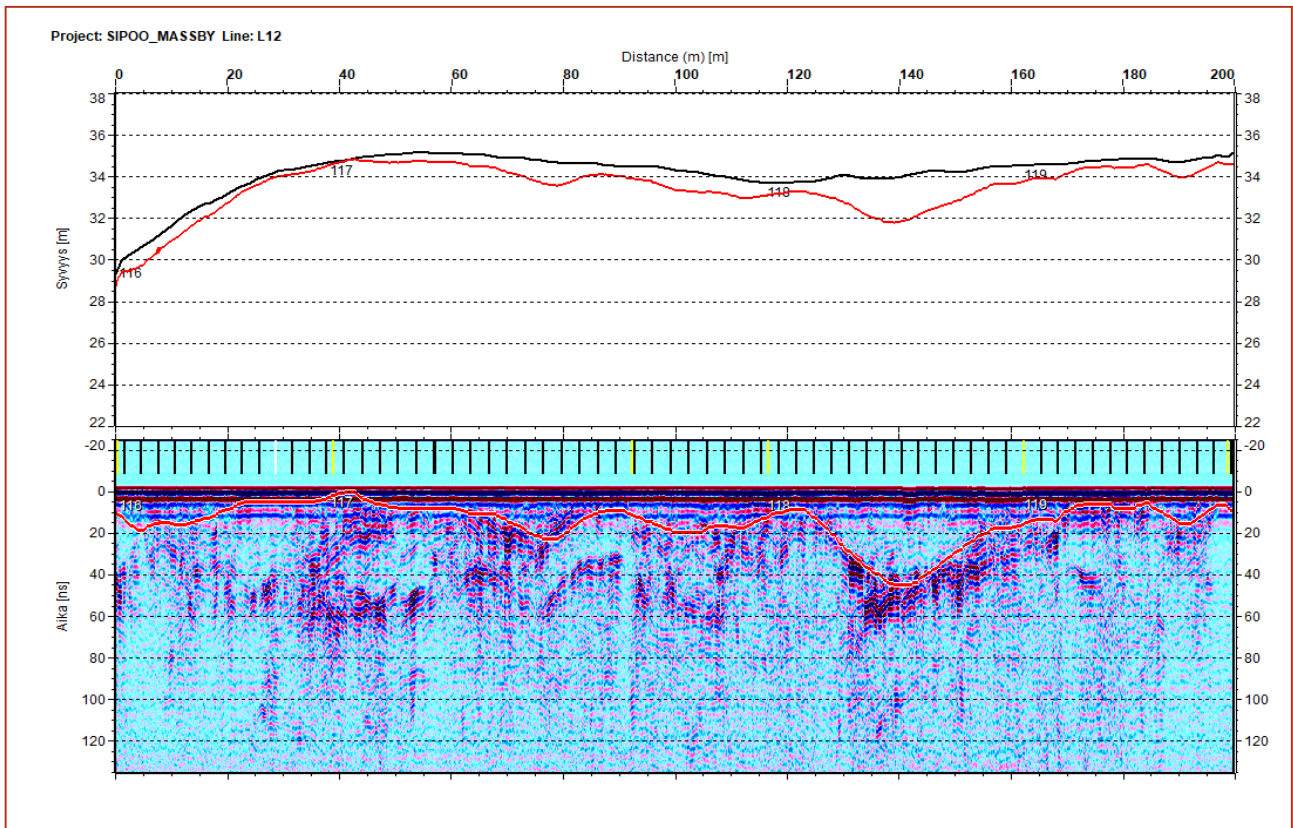


Kuva 8. Maatumkauksen tulosprofiili, linja 10A, osuus 0 - 200 m.



Kuva 9. Maatumkauksen tulosprofiili, linja 6A 0 - 220 m.

Linja 12A edustaa korkeammalla kulkevaa tutkimuslinjaa, jolla ohuet kuivat maapeitteet vallitsevat suurimmaksi osaksi, kuva 10. Voimakkaat maatutkan heijastukset tummina viivoina tutkakuvan keskiosassa (noin 40 – 60 ns aikana) tulevat kallion rakoilusta tai ruhjeista.



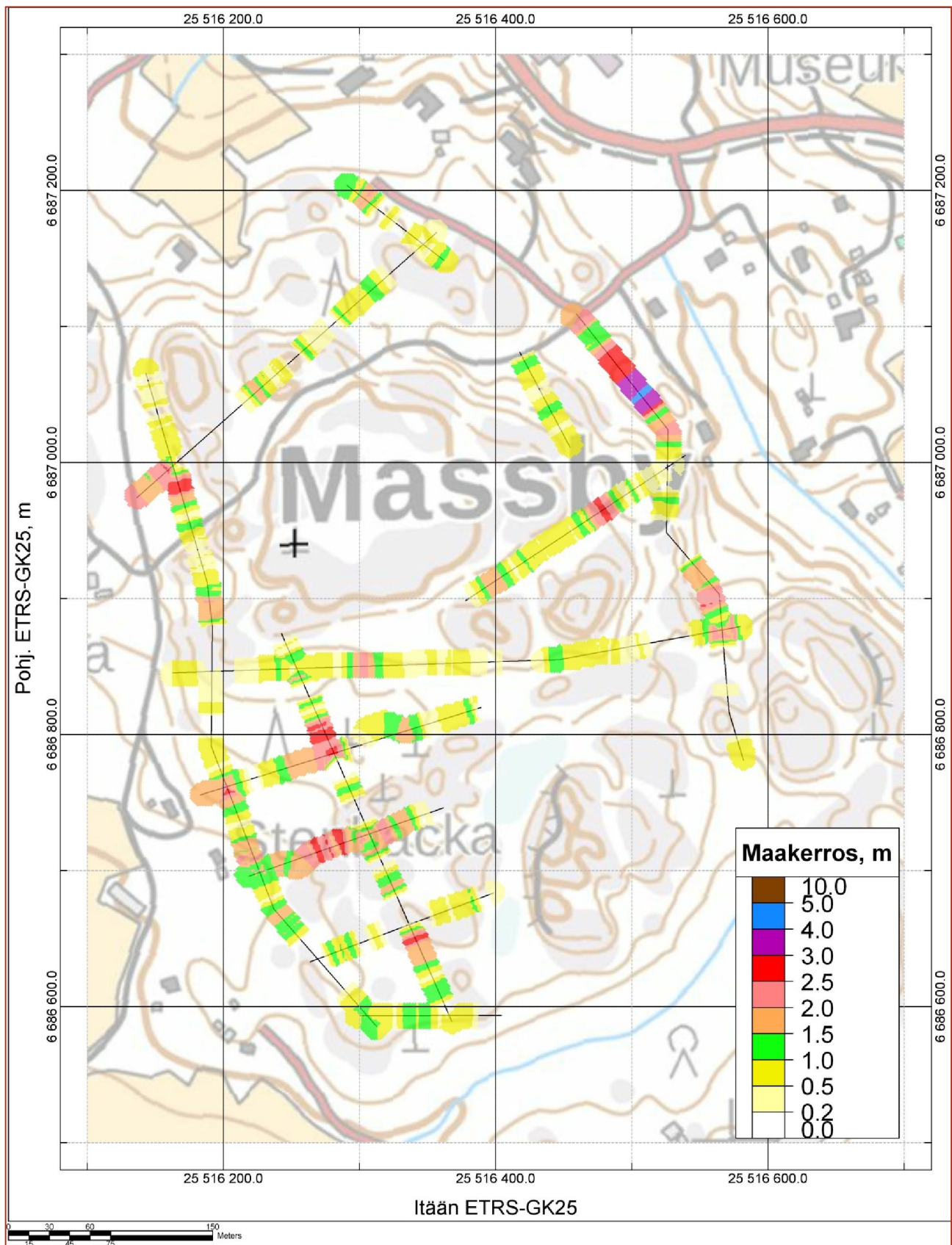
Kuva 10. Maatutkauksen tulosprofiili, linja 12A, osuus 0 – 200 m.

Maakerrospaksuudet koottiin X, Y, Z ja kerrospaksuus -listauksiksi. Jos kerroksia on kaksi, on kerrospaksuus yhteenlaskettu kerrospaksuus turve/siltti + pohjamaa. Toteutuneet linjat sidontapisteineen on esitetty liitteen 1 kartalla. Pisteet noudattavat hyvin tarkasti suunnitelmakarttaa. Pistekoodit linkittyvät liitteen 3 X, Y, Z ja kerrospaksuus koontidataan.

Maakerrosten paksuuksista interpoloitiin väripintakartta, mikä on esitetty kuvassa 11 ilman linjojen lisätietoja, mutta linjojen sijainnit on esitetty viivoina.

Interpolointi tasoittaa hieman todellista pienialaista vaihtelua. Yleishavaintona maakerrokset ovat hyvin ohuet alueella, alle 1.5 m. Paksumpia 2 – 5 m maakerroksia havaitaan lähellä linjojen 1A-10A risteystä, linjan 11A alkuosalla sekä osilla linjoja 4A ja 6A. Hyvin ohuilla maapeitealueilla 0 – 0.2 m on värinä läpikuultava valkoinen, avokallioilta väripintaesitys puuttuu kokonaan, koska mitattua tulosta kerrospaksuudesta ei ole. Muutamat kosteikko-osuudet kasvattavat maakerrosten kokonaispaksuutta alle 0.7 m, joten kosteikkojen turpeen/siltin osuus on ohut.

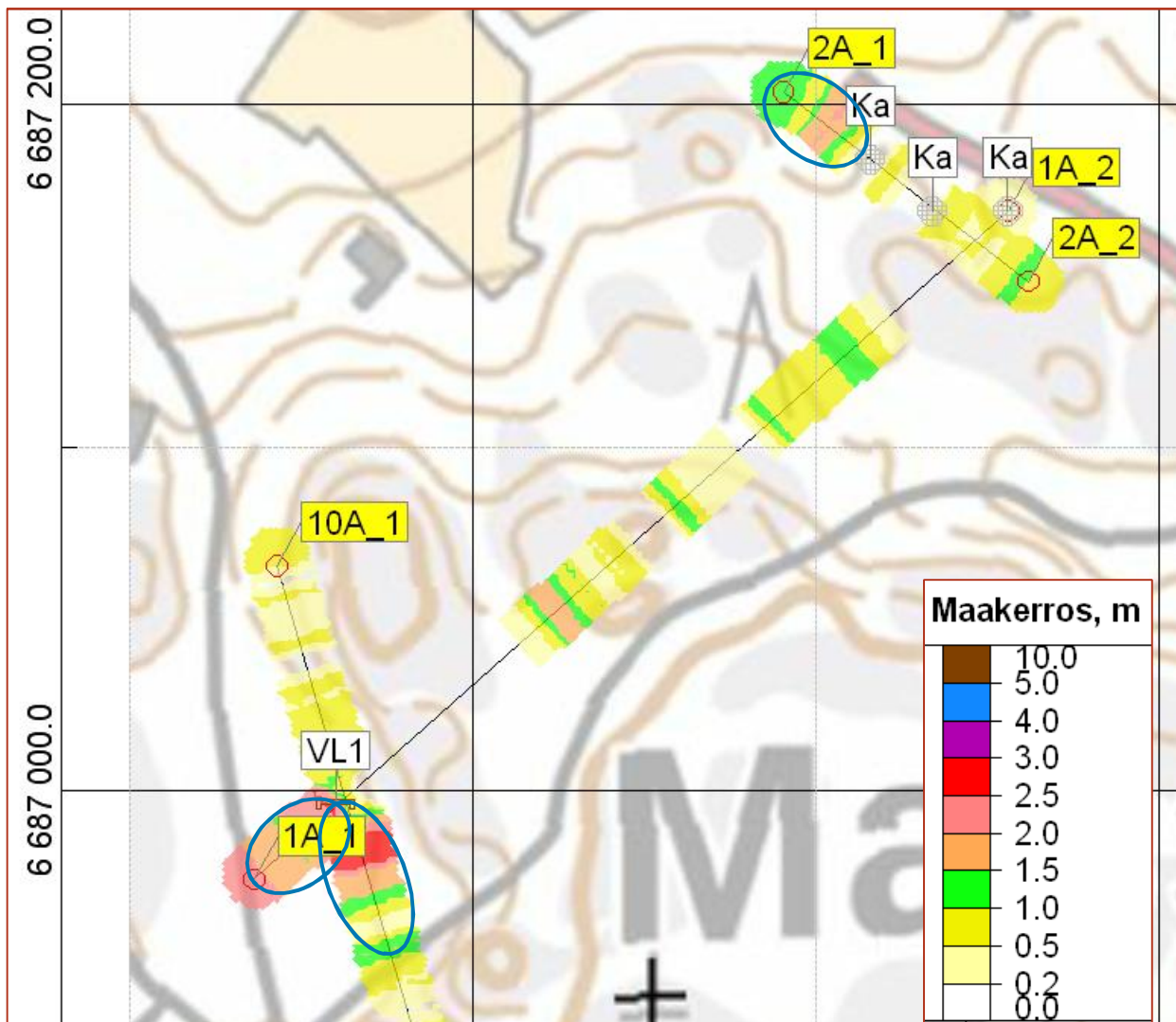
Maaperän paksuusvaihtelu on pienipiirteistä linjoilla 2A, osalla linjaa 8A, 9A ja alkuosalla linjaa 10A (0 - 200m). Näillä osuuksilla mahdollisten kairaustutkimusten antama täydentävä tieto on pistemäistä ja pistetiheyden tulee olla suurempi kuin muualla edustavuuden varmistamiseksi.



Kuva 11. Tulkitut maakerrospaksuudet karttaesityksenä, taustalla linjaviivat.

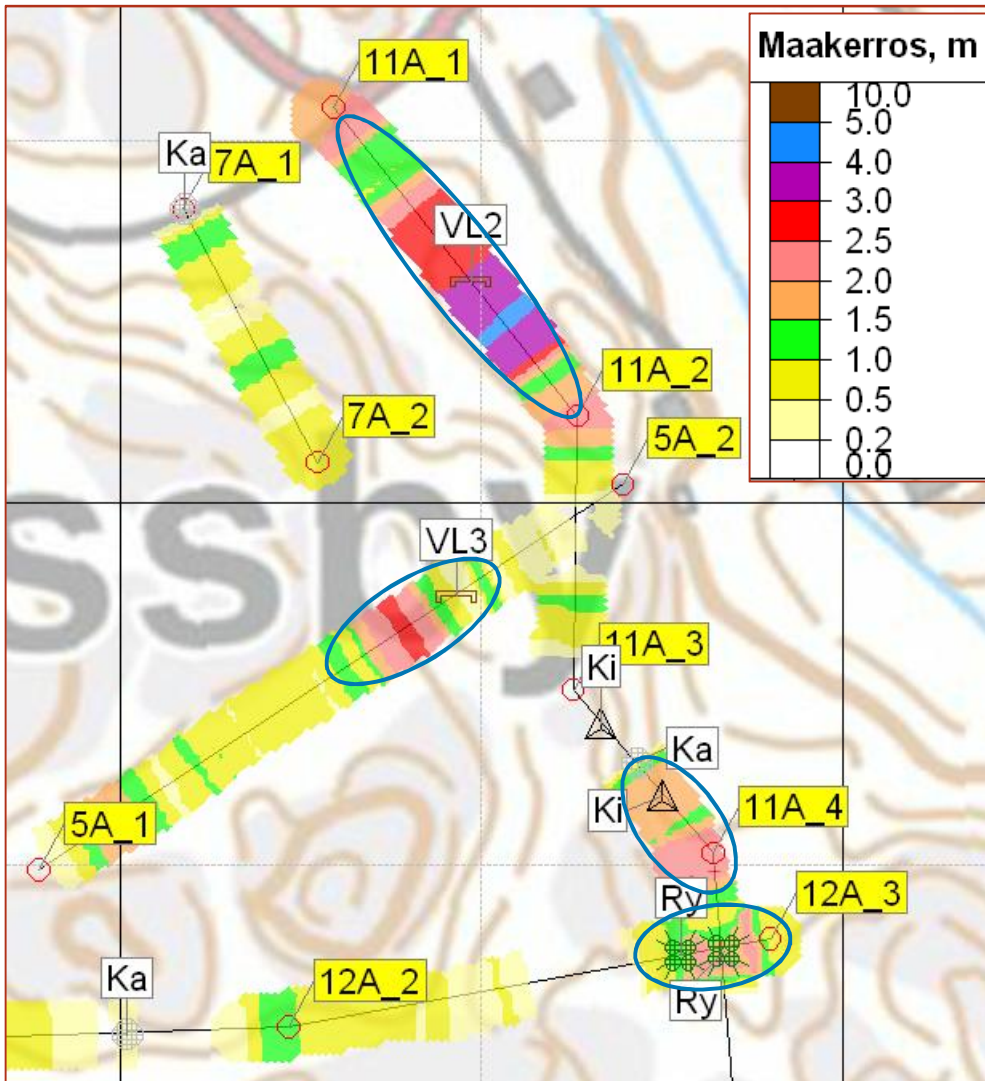
Karttakuvissa 12 – 14 on esitetty osa-alueittaisia tulokartan otteita. Näissä on esitetty myös linjoilta tehtyjä täydentäviä havaintoja ja pistekoodeja. Tällaisia havaintoja ovat peruskarttaan merkitsemättömät, mutta todetut kalliot (Ka), kivikot (Ki), ryteiköt (Ry) ja kosteikot (Suo). Kivikot ja ryteiköt on merkitty siksi, että ne vaikuttavat haitallisesti datan laatuun ja siten niiden vaikutus on tarkistettavissa merkintöjen avulla tulosdatasta. Kosteikot rekisteröitiin, koska niillä voi esiintyä turvetta, liejua tai silttiä. Kuvassa on esitetty myös vastusluotausten VL1 - VL6 sijainnit graafisesti. Kartat piirrettiin Rockworks 17-ohjelmalla.

Kuva 12 on luoteisosasta tutkimusaluetta, siitä havaitaan paksummat maapeitteet 1A-10A risteysalueelta ja vastusluotauksen VL1 sijainti. Kohdat, missä maapeitteet ovat paksummat ja vaihtelevat voimakkaammin on ympyröity sinisellä. Kairaustutkimuksia voi kohdentaa näihin paikkoihin. Vastaavat merkinnät pätevät kuviin 13 ja 14. Luoteisosassa kairaustutkimuksia voi kohdentaa Linjojen 1A ja 10A risteysalueelle sekä linjan 2A alkuun.



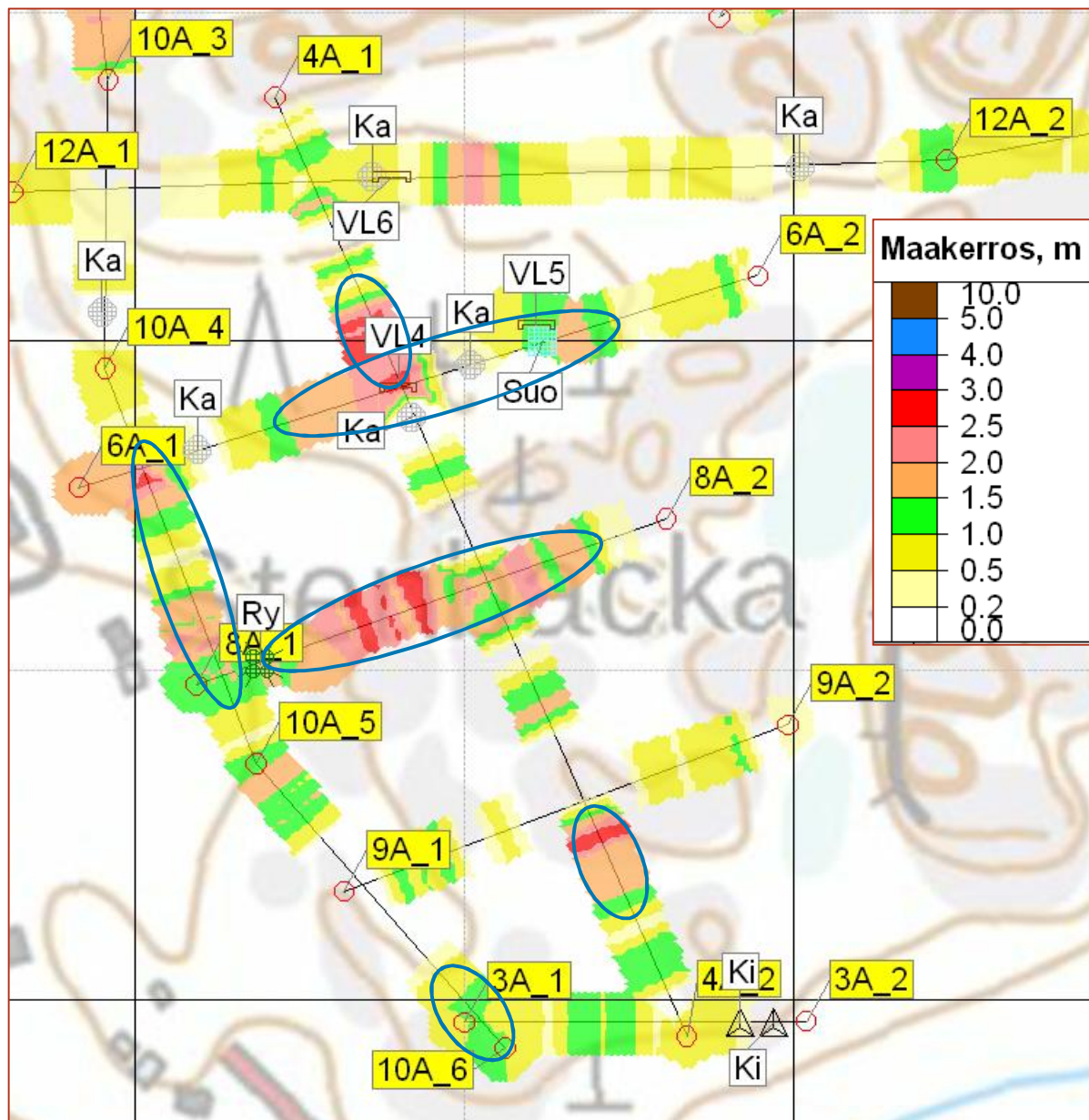
Kuva 12. Tulkitut maakerrospaksuudet karttaesityksenä luoteisosasta tutkimusaluetta, sidontapisteet ja havaitut lisätiedot on merkitty. Kairauskohteita on merkitty sinisin rajauksin.

Kuva 13 on ote itäosasta tutkimusaluetta. Siitä havaitaan linjan 11A paksummat maapeitekohdat, vastusluotaukset VL2 ja VL3 sekä tehdyt muut havainnot. Kairauksia voi kohdentaa linjan 11A pohjoispään alavalle alueelle ja sen keskiosaan sidontapisteen 11A4 ympärille sekä linjojen 11A ja 12A risteysalueelle. Kahdella viimeksi mainitulla on vaikeat kivikkoiset ja ryteikköiset maasto-olosuhteet. Linjalle 5A on merkitty myös yksi paksumpien maakerrosten alue, jonka voinee varmistaa.



Kuva 13. Tulkitut maakerrospaksuudet karttaesityksenä itäosasta tutkimusaluetta, sidontapisteen ja havaitut lisätiedot on merkitty.

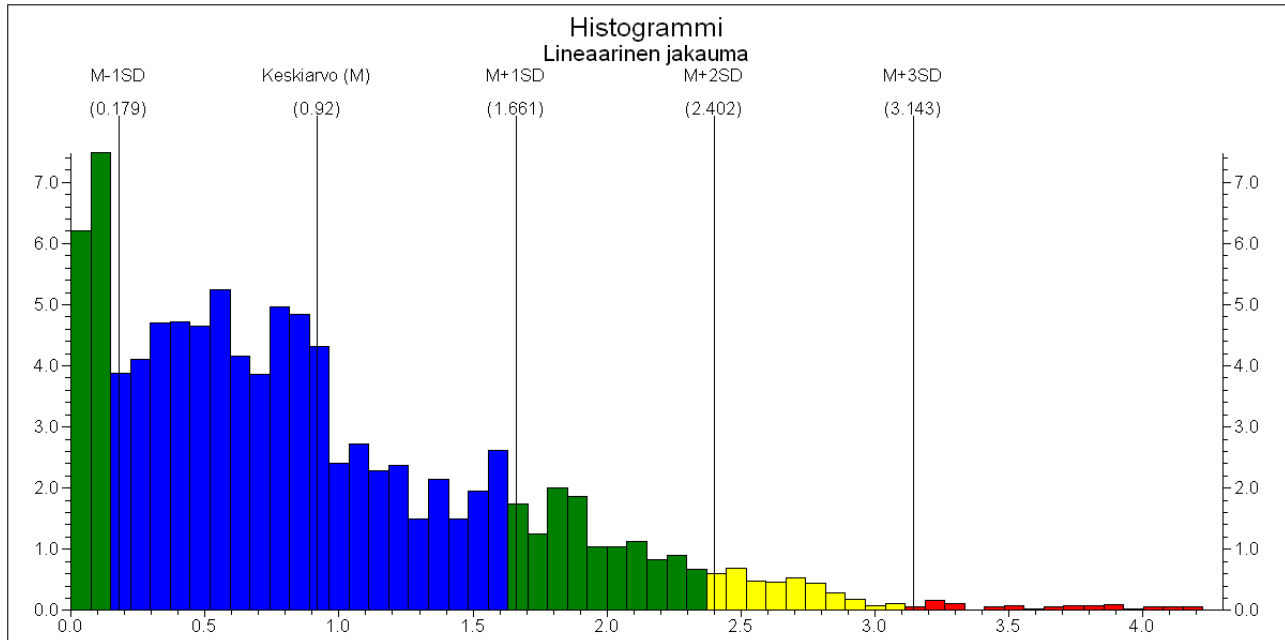
Karttaote kuvassa 14 on eteläosasta aluetta ja siitä havaitaan melko paikalliset maakerroksen paksuuden vaihtelut mitä kallio-osuudet katkovat, kosteikot sekä vastusluotausten VL4 – VL6 sijainnit. Kairauksin tehtäviä varmuksia voi sijoittaa linjojen 4A ja 6A risteysalueelle, pitkin linjaa 6A yleensä kuten myös linjalle 8A. Linjan 6A ja 8A alut sekä näitä yhdistävä linjan 10A4-10A5 osuus voi kuulua myös tarpeellisten kairaustutkimusten piiriin. Linjalla 4A eteläosassa on yksi paksumpien maakerrosten mahdollisesti tarkistettava alue.



Kuva 14. Tulkitut maakerrospaksuudet karttaesityksenä eteläosasta sidontapiste ja lisätiedoin.

Tarkistettaviin kohtiin ei ole merkitty alle 1.0 m paksuisia maakerrosten kohtia, koska niissä tutkimustulos on luotettavin ja kairauksen antaman tarkennuksen hyöty voi olla pieni. Kuten tuloksista ilmenee, on kerrospaksuuksien vaihtelu paikoin hyvin pienipiirteistä. Tällöin kairauksen antaman varmistetun maakerrospaksuuden edustavuus on hyvin paikallista.

Kaiken kaikkiaan maakerrosten paksuuksia esittää kuvan 15 jakauma niille kohdille, joista maakerros oli havaittavissa. Melko suuri osuus linjoista oli nimittäin avokalliota tai alle 0.2 m kerroksia. Tulkitut alle 0.2 m arvot ovat epävarmoja ja käytännössä lähes paljastumia. Maakerrospaksuuksien keskiarvo on 0.92 m ja alle 1.66 m paksuusarvoja on 68.1 % arvoista. Suurempia yli 2.4 m arvoja on vain 4.7 % tulkituista arvoista. Suurin tulkittu paksuusarvo on 4.2 m linjalla 11A.



Kuva 15. Tulkittujen maakerrospaksuuksien arvojen jakauma. Keskiarvo on M-merkillä, SD on keskihajonta.

2.1. LAADUNVARMISTUS

Pisteiden sijainnit mitattiin maastossa ensin RTK-GPS laitteella paikalleen. Samalla tehtiin täydentävät havainnot linjoilta. Maatutkatessa datan laatu paranee, kun reitti nähdään kulkusuuntaan, jolloin antenni saadaan kulkemaan tasaisinta maauraa. Havaintokirjauksin on vaikeakulkuisimmat kohdat mahdollisine vaikutuksineen tarkasteltavissa jälkikäteen. Korkeusmalli otettiin MML:n avoimesta datasta (lehti L4312B).

Tutka-aallon nopeusvaihtelu kalibroitiin vastusluotausten tuloksista saaduista tuloksista. Arvoja sovellettiin eri linjaosuuksille. Havaitut eroavaisuudet korjattiin tarkentavassa profiilitulkinnassa. Tutkauksen tulokset arkistettiin .DZT mittaustiedostoina.

Vastusluotauksissa tehtiin toistomittauksia, mittausarvojen vaihtelut olivat tyypillisesti alle prosentin luokkaa. Puoli-Schlumberger -järjestelmä valittiin, koska maaolosuhteiden vaihtelu todettiin pienipiirteiseksi. Maasto oli kuivaa ja elektrodia piti kastella suolavesitäkkäyksin. Maadoitusvastusta seurattiin ja pidettiin pienenä, jotta se ei vaikuttaisi mittaukseen. Havainnot virta- ja jännite-elektrodien suurista maadoitusvastuksista kirjattiin. Luotaukset tallennettiin jo mittauspaikalla digitaaliselle lomakkeelle laaduntarkkailua varten. Tarvittaessa yksittäisiä mittauksia uusittiin.

Tulkintatuloksiin liittyy suurimpana epävarmuutena se, että maa-kalliorajapintaa ei ole aina selkeästi erotettavissa, varsinkin kuivien maaperäolosuhteiden vallitessa, jolloin poimittu tutka-aallon heijastus voi esittää muuta rajapintaa kuin haluttua. Kuivissa ohuissa maissa dielektrisen permittiivisyyden arvo voi olla myös pienempi (jopa 5) kuin käytetty arvo 10. Silloin tulkittu maanpinta on todellisuudessa syvemmällä

kuin arvioitu syvyys. Vaikutus ei ole kuitenkaan dramaattinen. Jos tulkittu kerrospaksuus on 0.5 m, on se arvolla 5 0.7 m.

Dokumentoivia valokuvia on liitteessä 4.

3. YHTEENVETO

Kokonaisuutena maatutkaus ja sähköiset luotaukset onnistuivat teknisesti hyvin. Kaikki linjat pystyttiin mittamaan haluttuja reittejä pitkin. Data tulkittiin ja tulokset on esitetty profiilikuvien, listauksien ja karttaesityksenä. Kairauksille hyödyllisimmät paikat on eritelty. Tulkintaan liittyvät epävarmuudet on käsitelty.

Raportti on lähetetty luonnoksena asiakkaan kommenteille 30.5.2019. Kommentit on saatu 14.6.-19 ja käsitelty sekä täydennykset sisältöön tehty. Valmiin raportin toimitus asiakkaalle on tehty 19.6.2019.



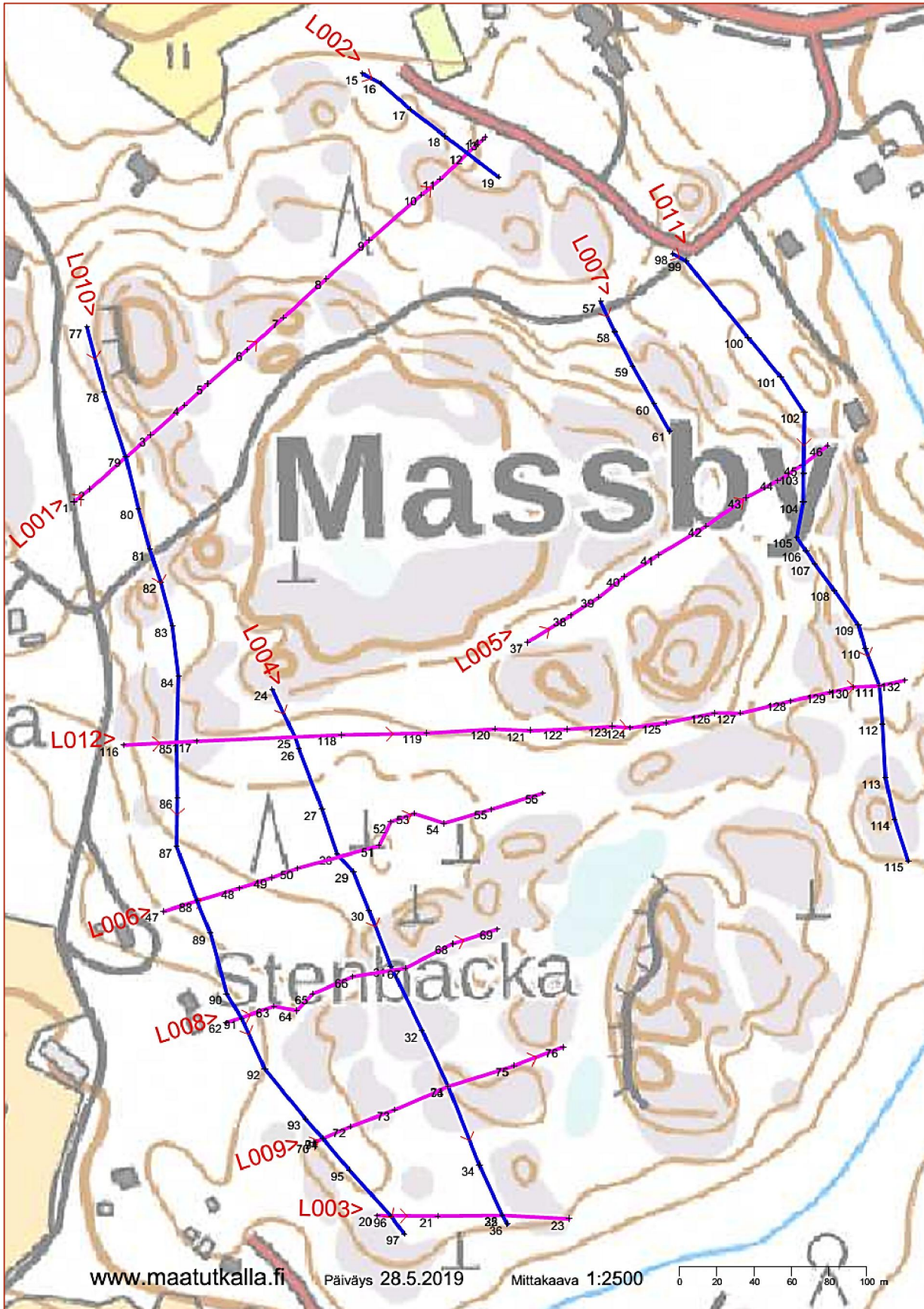
Helsinki 19.6.2019

Pauli Saksa, konsultti, TkT

LIITTEET

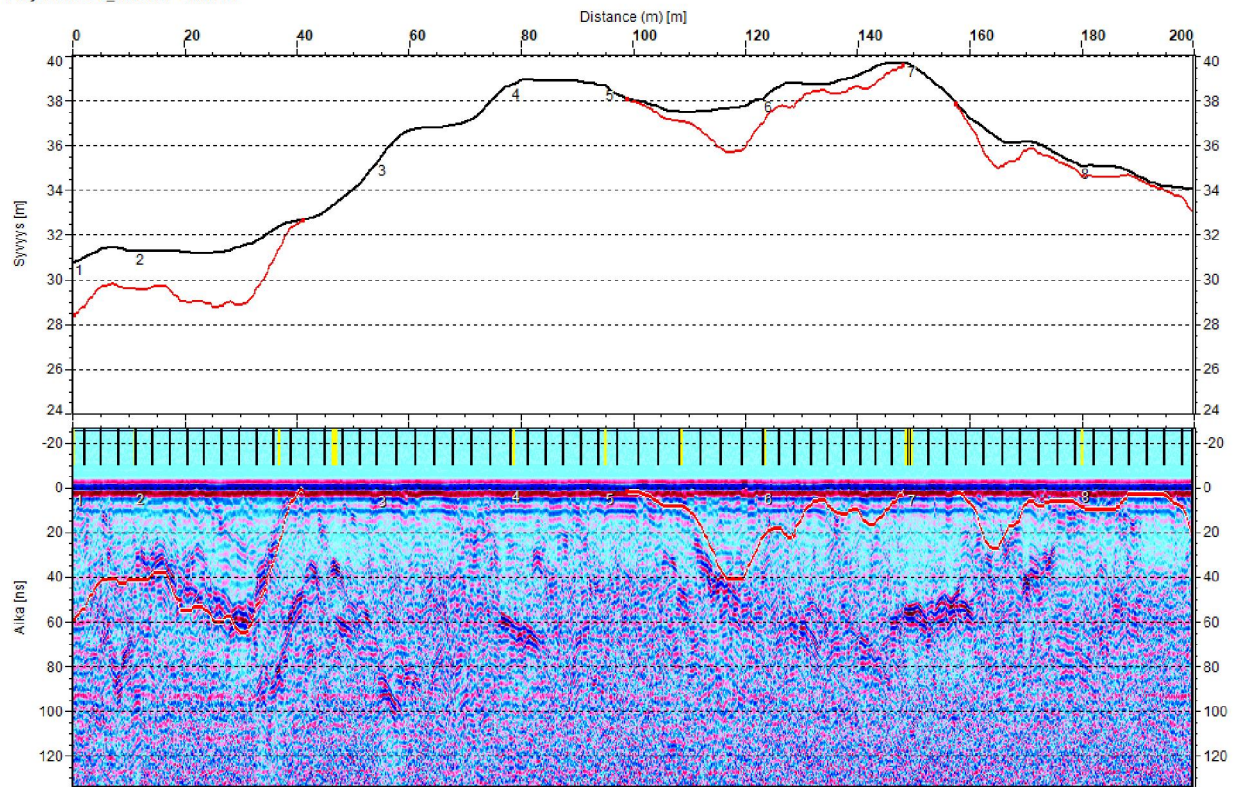
1. Toteutuneet linja- ja sidontapisteet peruskartalla.
2. Maatutkauksen profiilikuvat, noin 200 m osuuksina.
3. Pistekohtainen tuloslistaus (MS Excel tiedosto)
4. Valokuvia linjoilta.

LIITE 1. Toteutunut linjakartta sidontapisteineen.

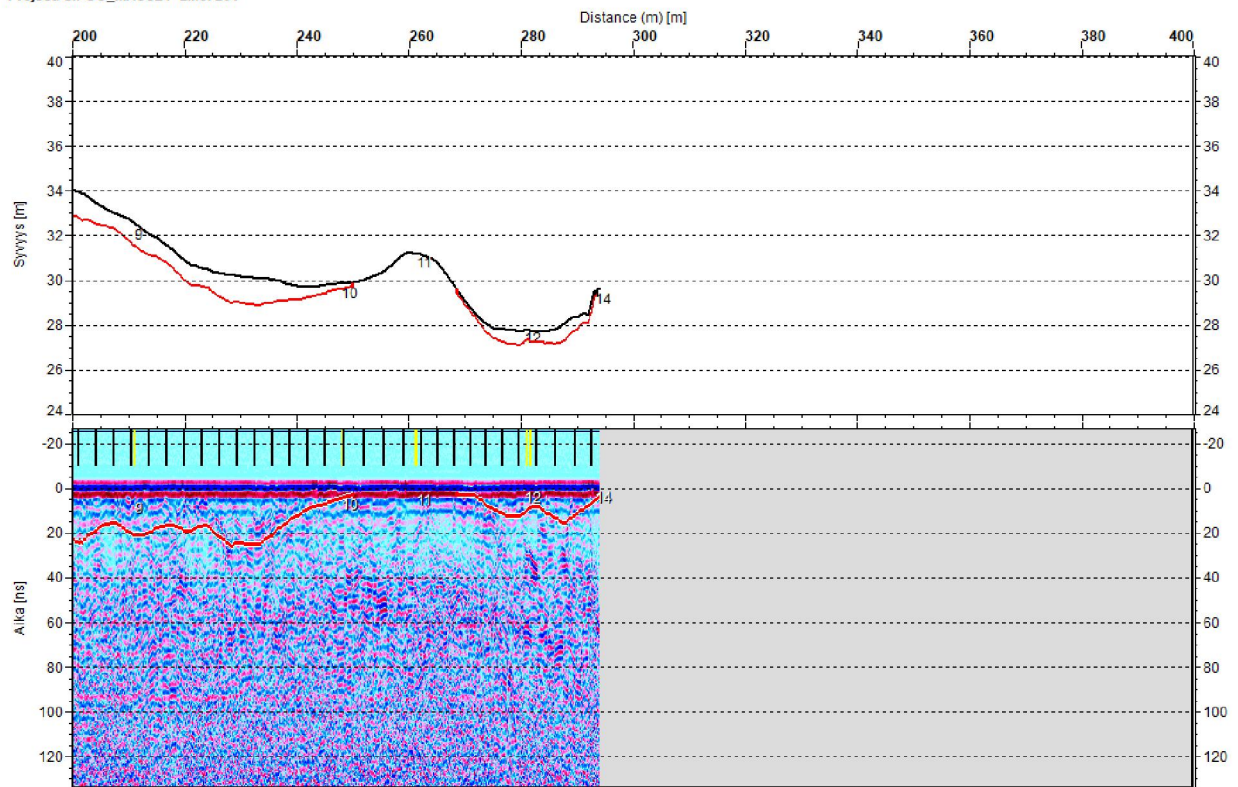


LIITE 2. Maatumkauksen tulointakuvat, noin 200 m osuuksina

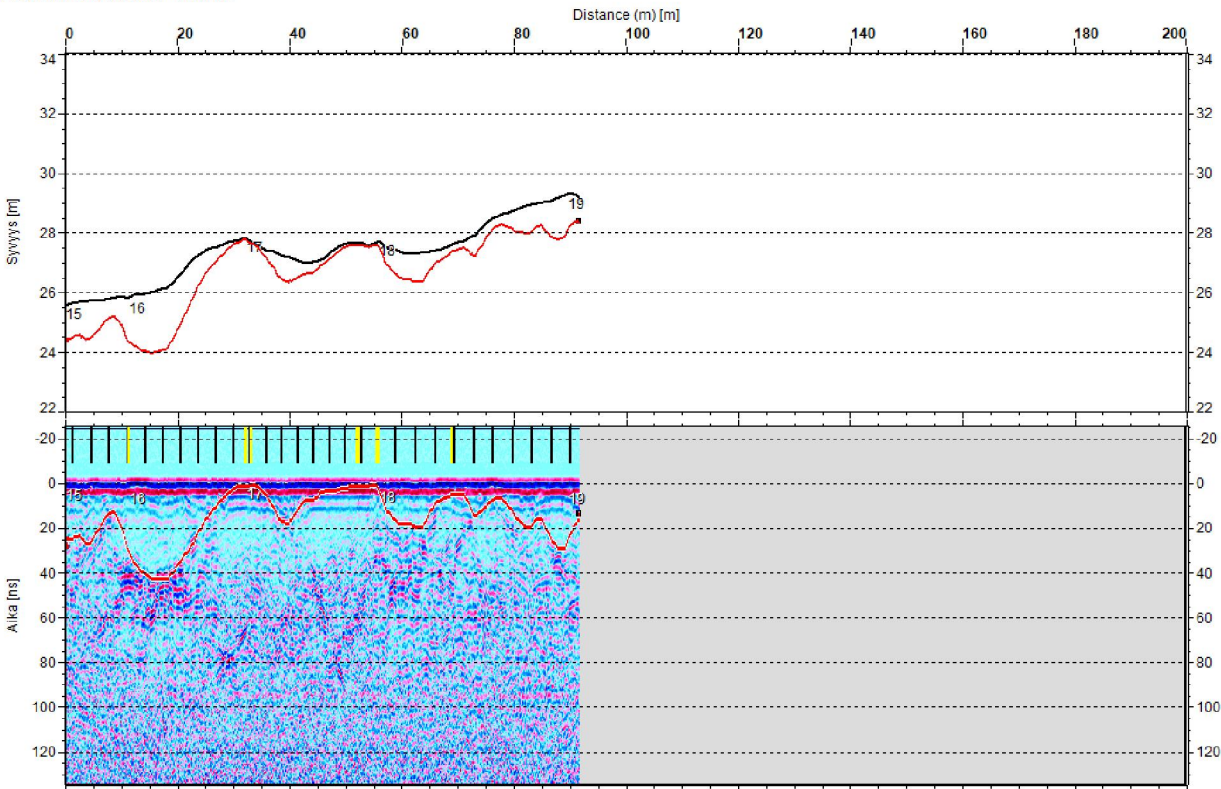
Project: SIPOO_MASSBY Line: L01



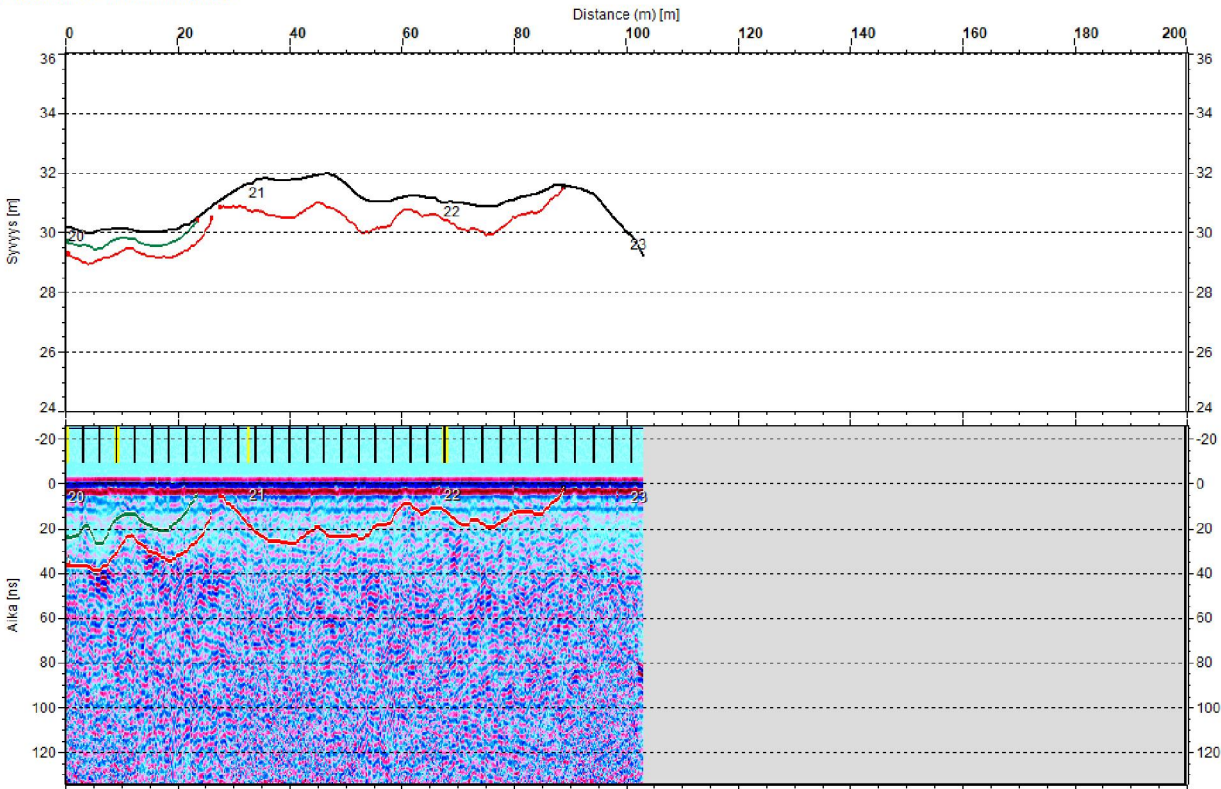
Project: SIPOO_MASSBY Line: L01



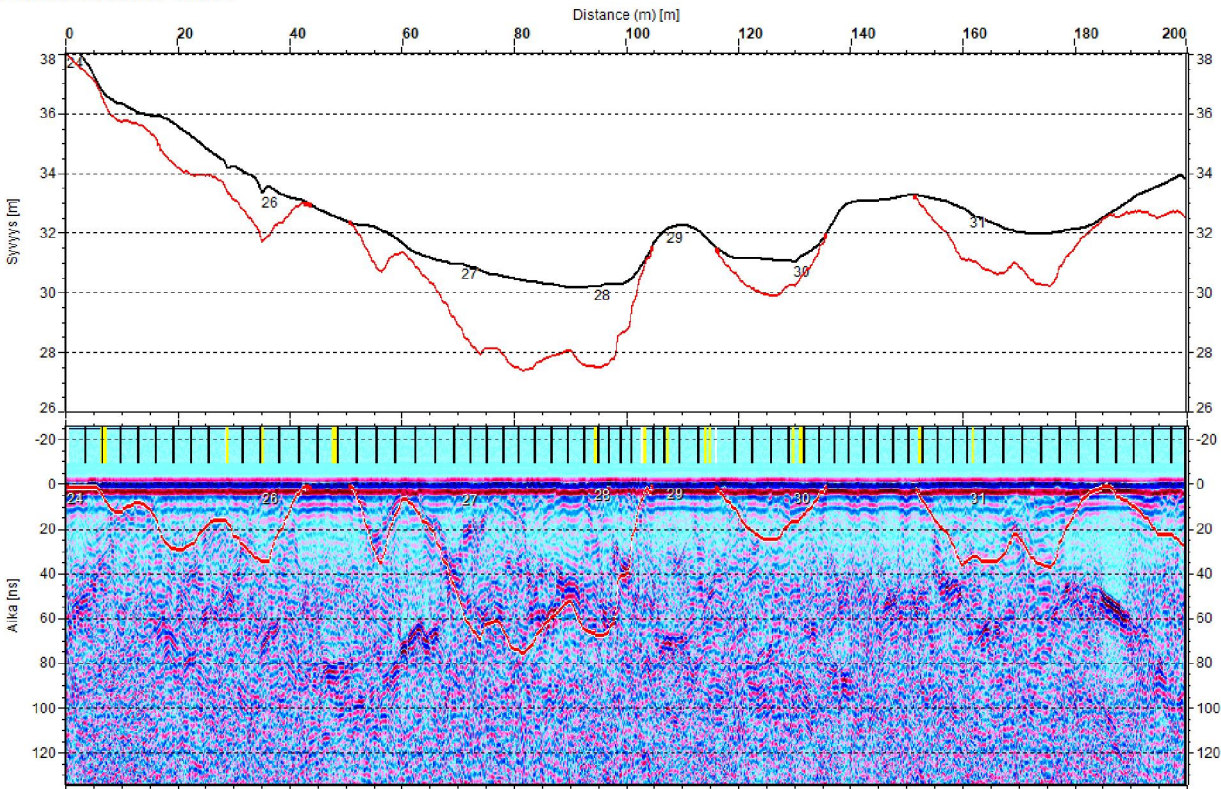
Project: SIPOO_MASSBY Line: L02



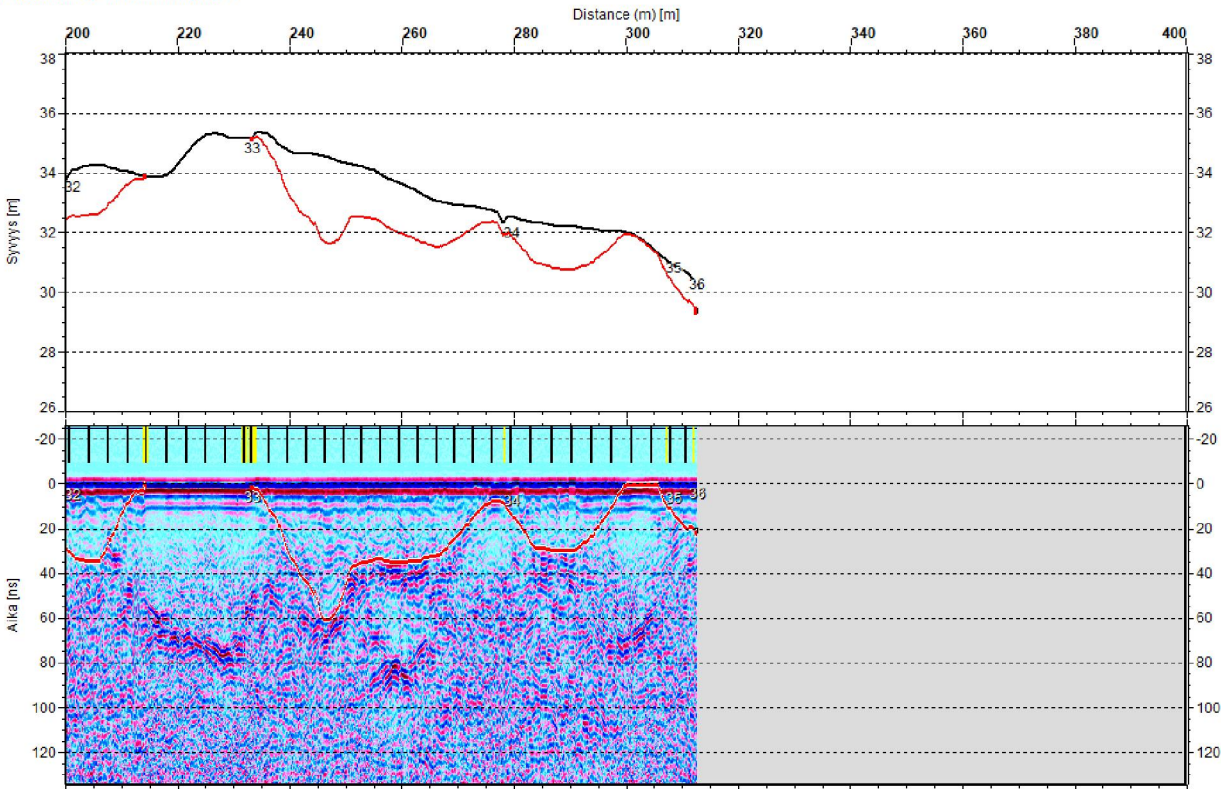
Project: SIPOO_MASSBY Line: L03



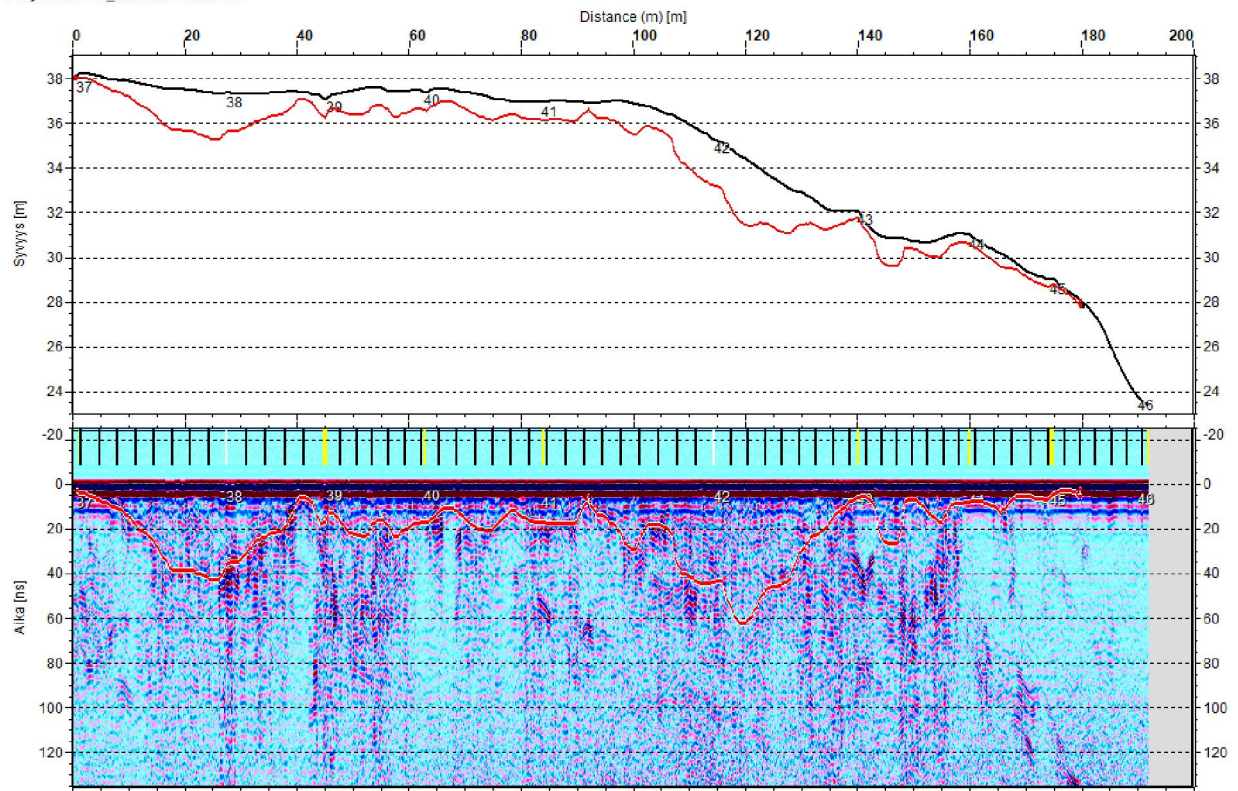
Project: SIPOO_MASSBY Line: L04



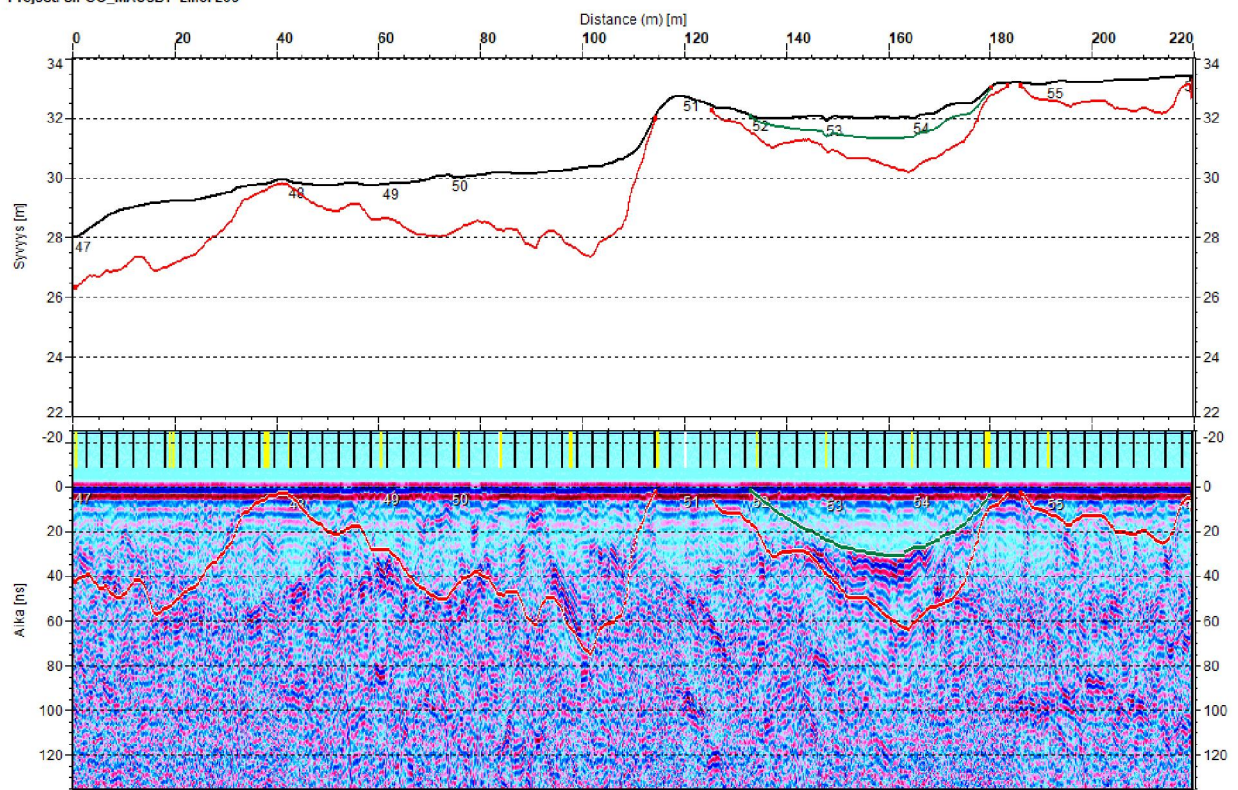
Project: SIPOO_MASSBY Line: L04



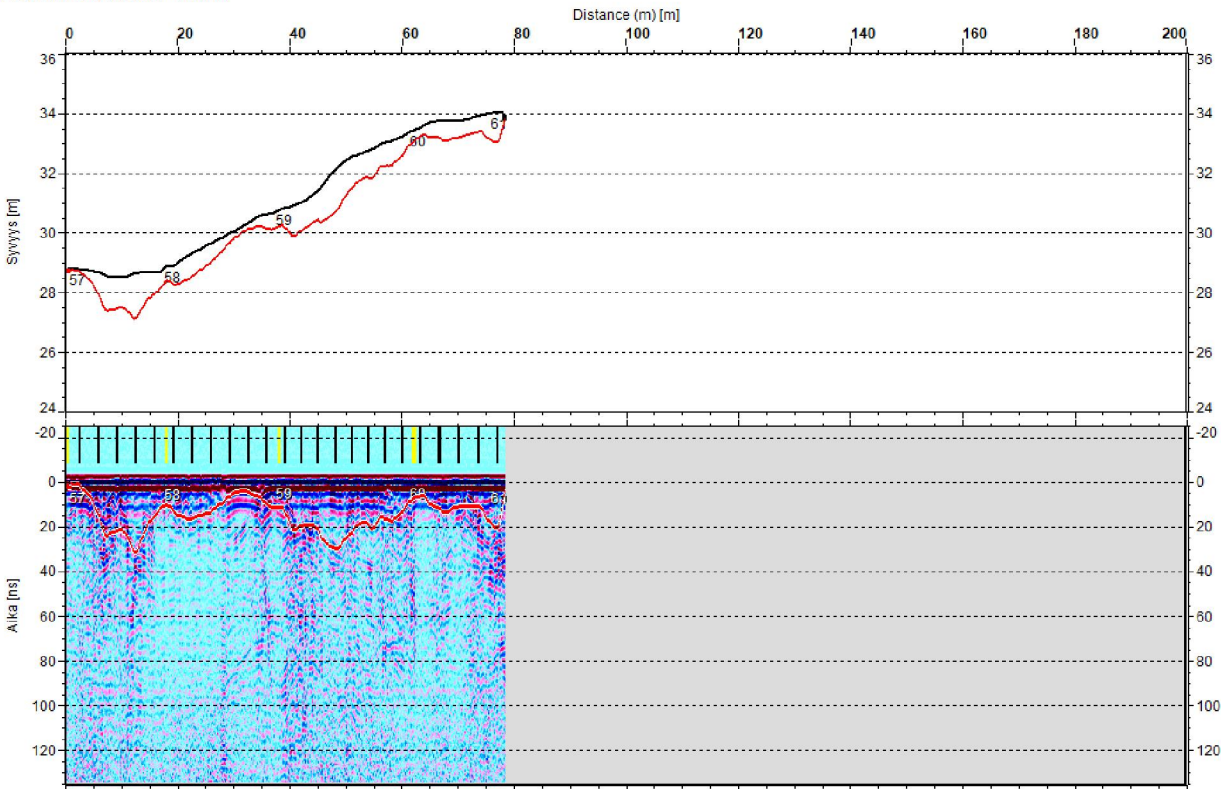
Project: SIPOO_MASSBY Line: L05



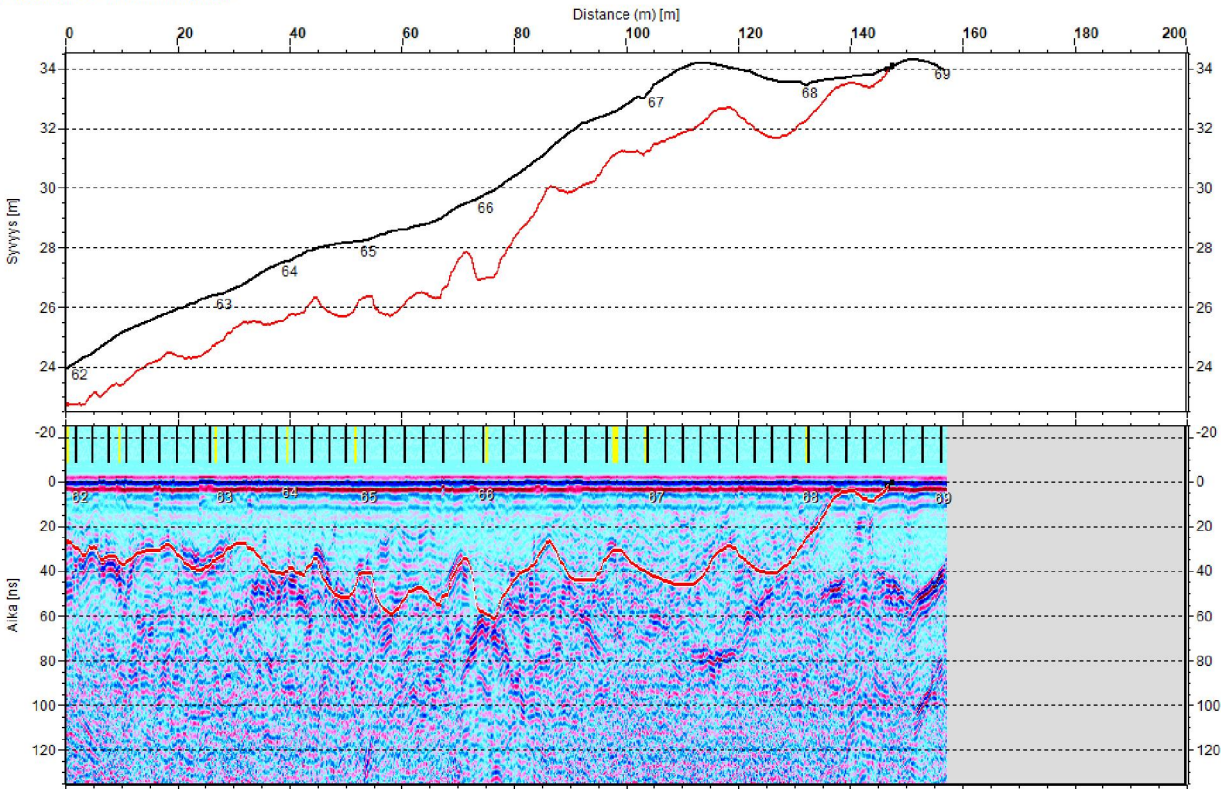
Project: SIPOO_MASSBY Line: L06



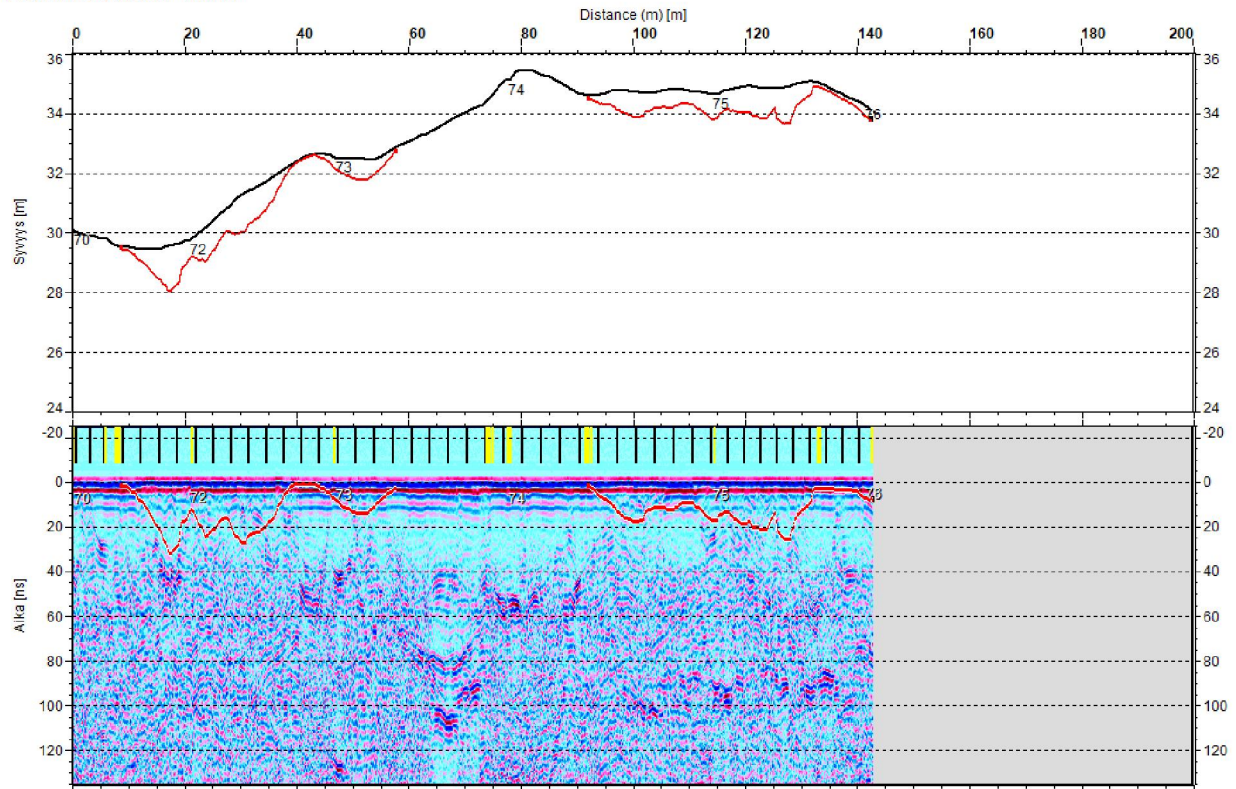
Project: SIPOO_MASSBY Line: L07



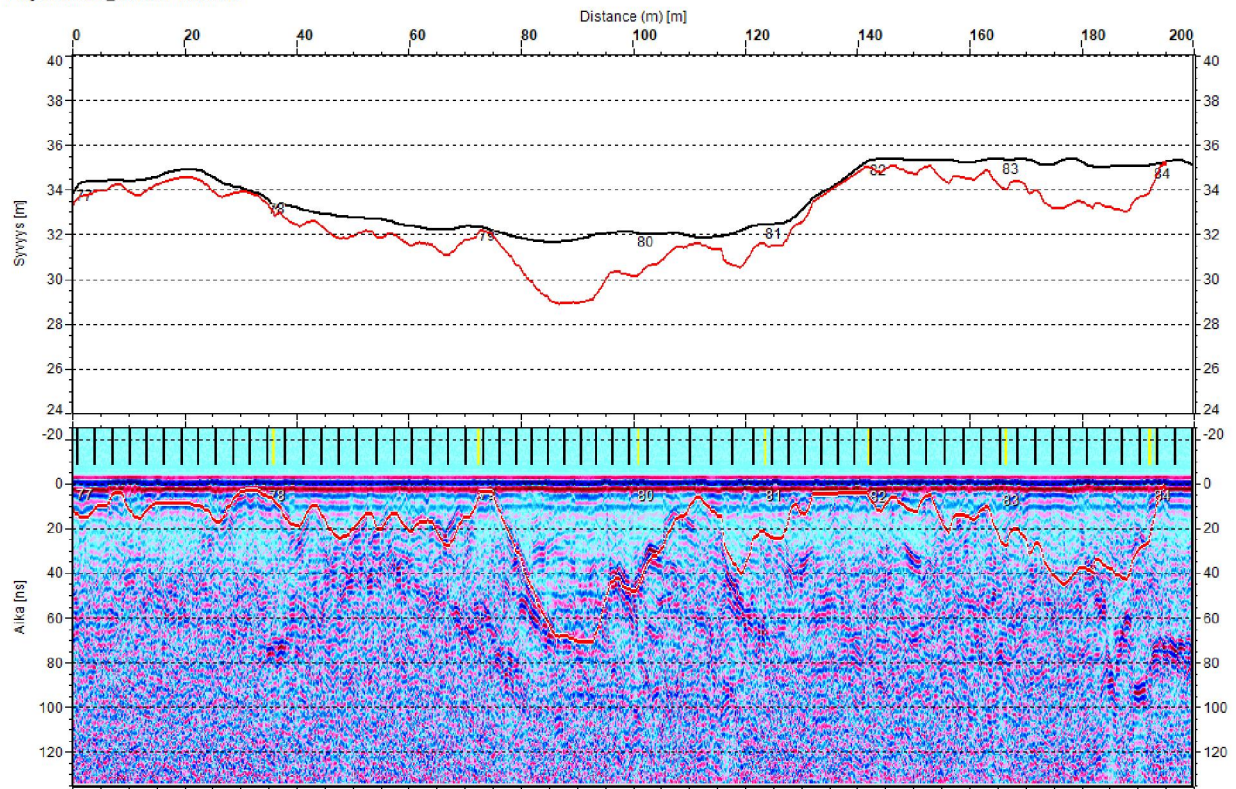
Project: SIPOO_MASSBY Line: L08



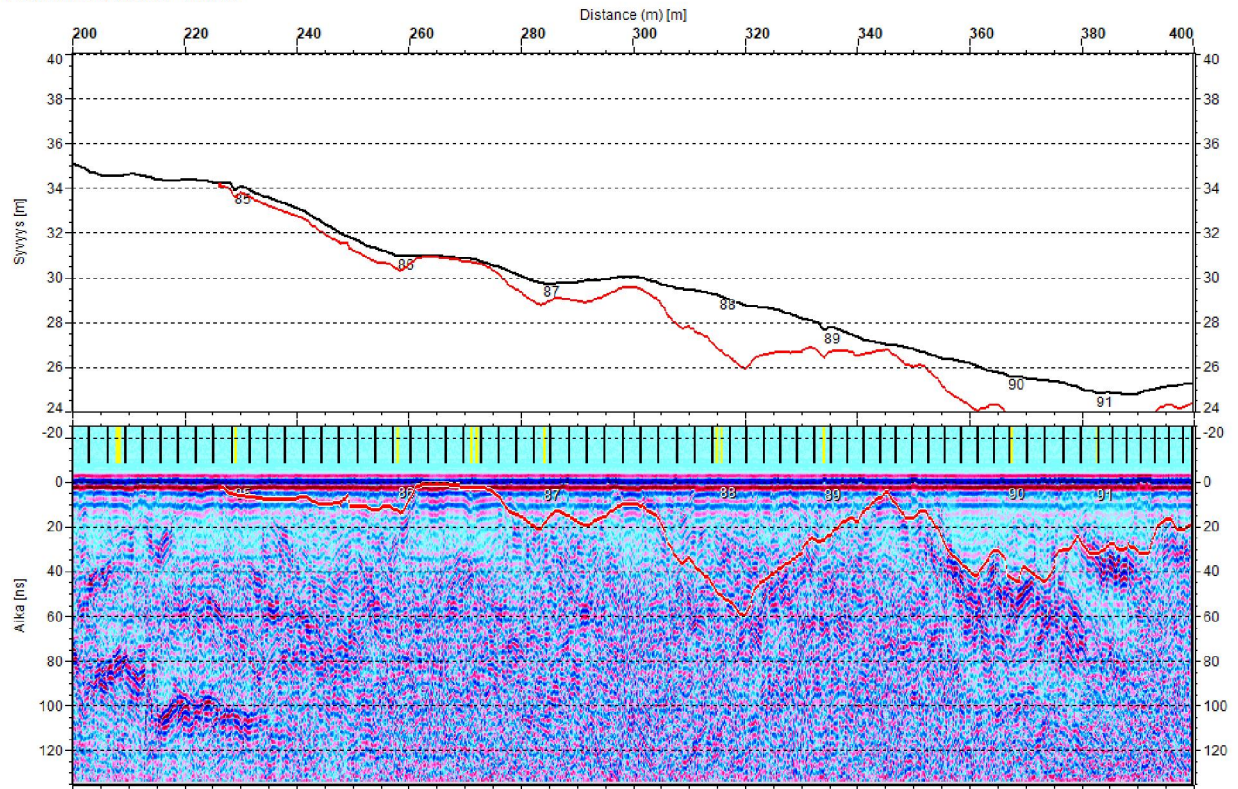
Project: SIPOO_MASSBY Line: L09



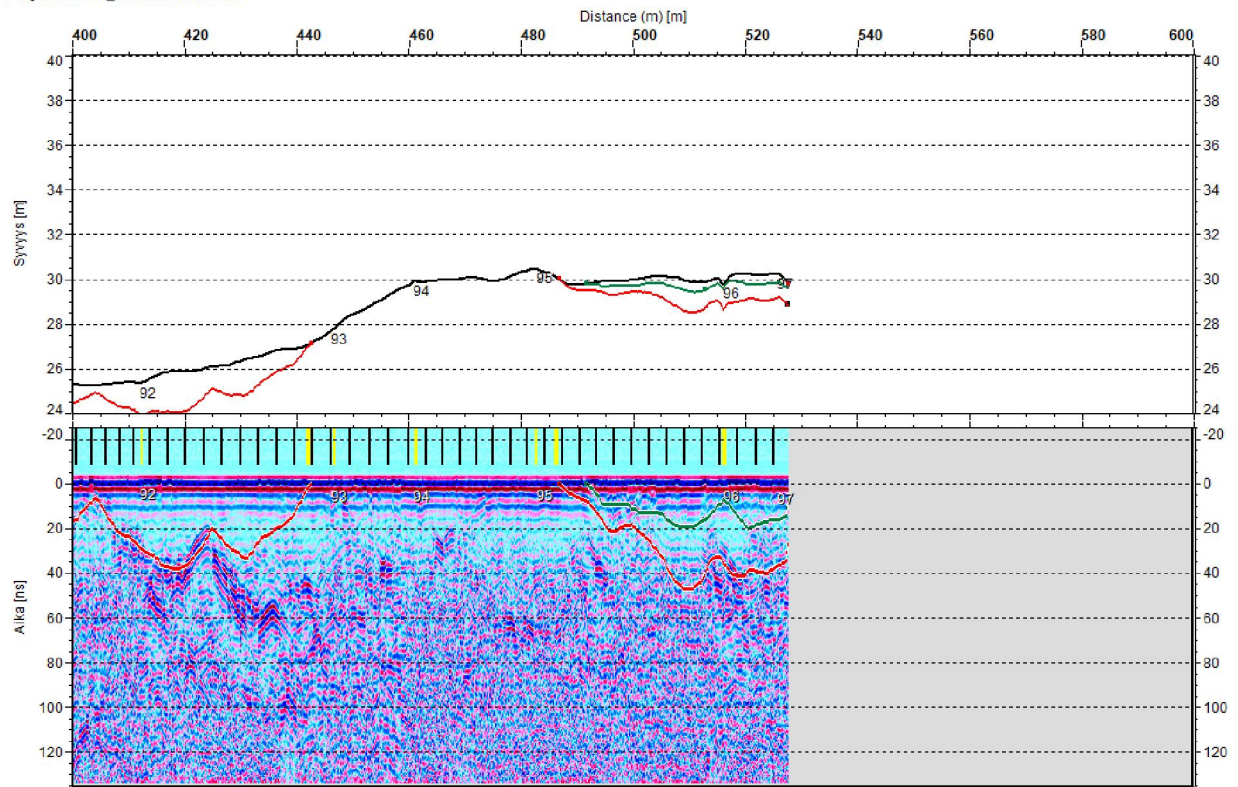
Project: SIPOO_MASSBY Line: L10



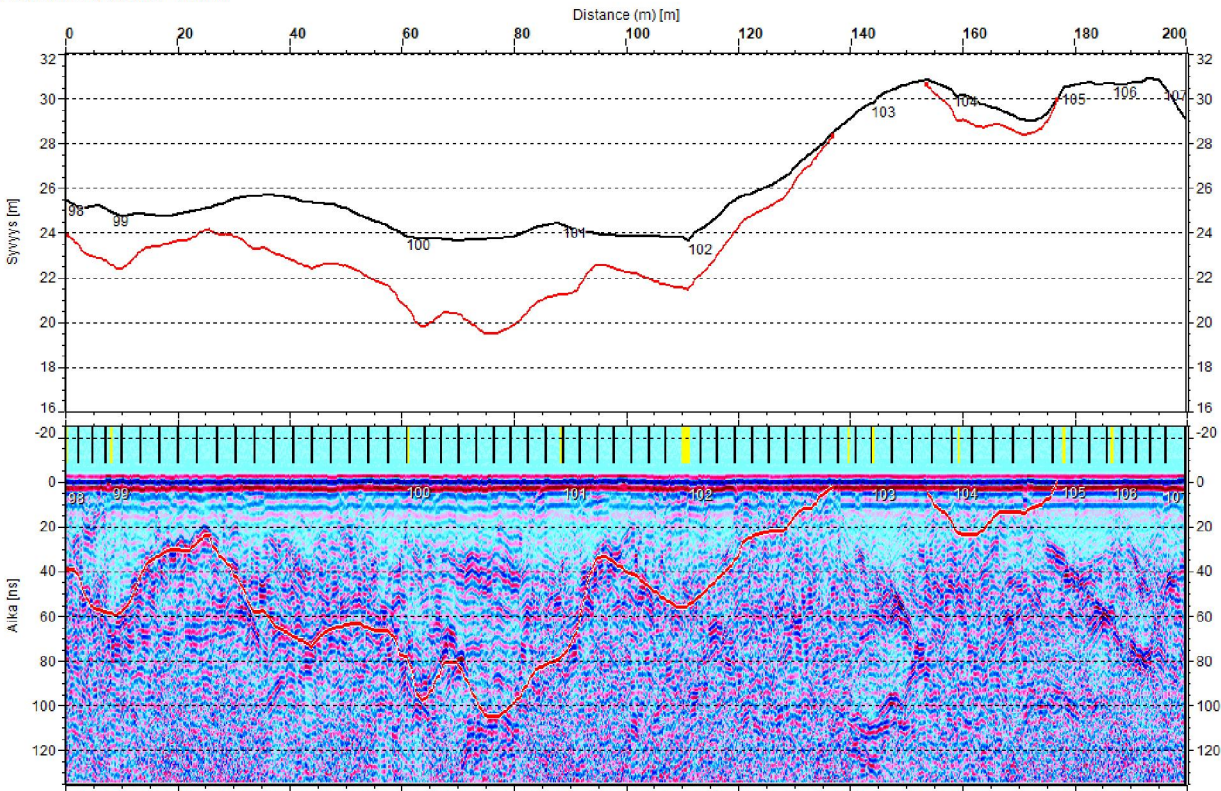
Project: SIPOO_MASSBY Line: L10



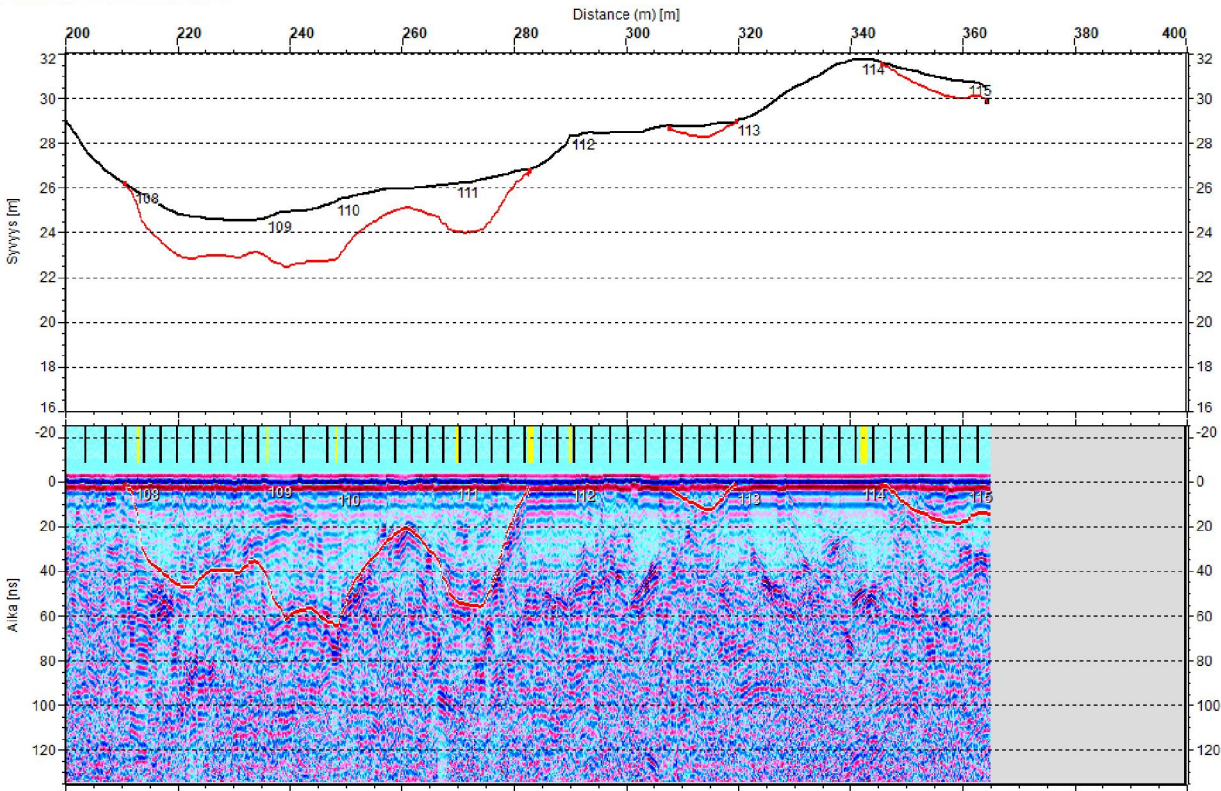
Project: SIPOO_MASSBY Line: L10



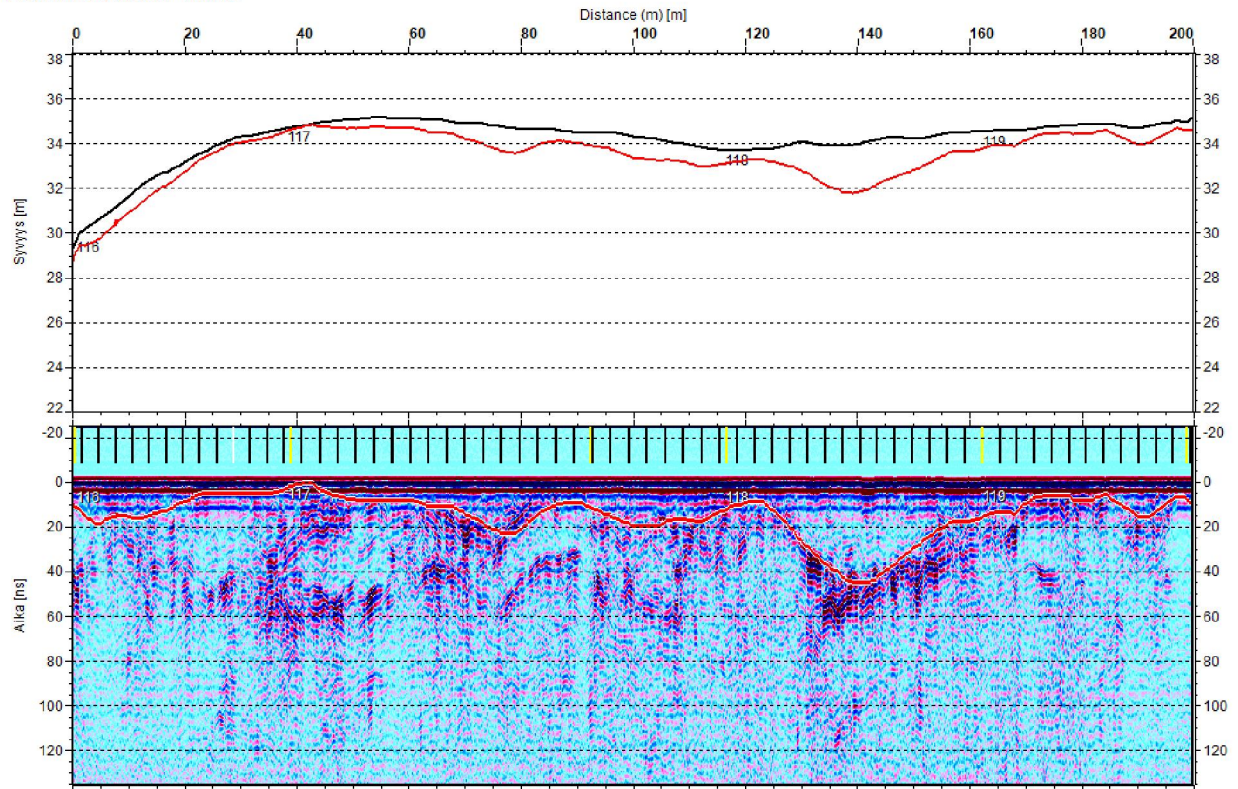
Project: SIPOO_MASSBY Line: L11



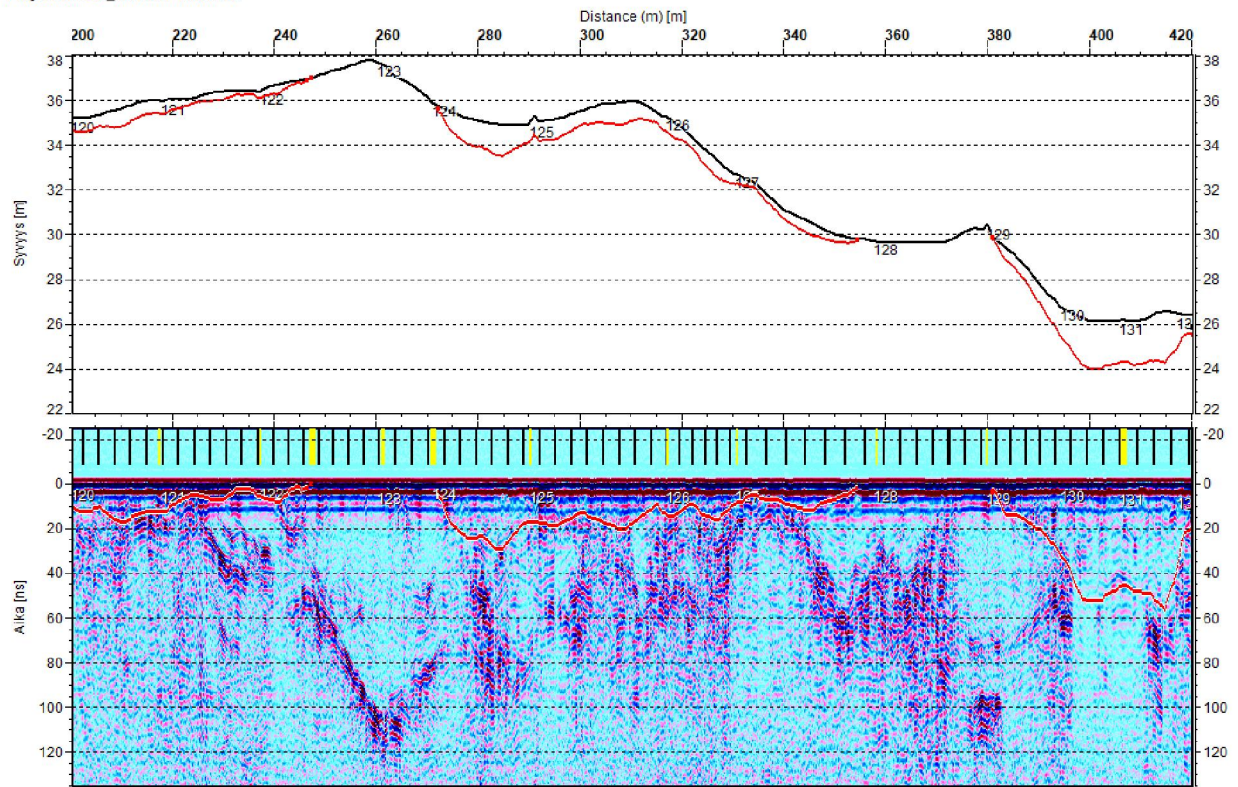
Project: SIPOO_MASSBY Line: L11



Project: SIPOO_MASSBY Line: L12



Project: SIPOO_MASSBY Line: L12



LIITE 3. Erillinen MS Excel tiedosto, koontidata tulkituista pisteistä.

Tiedostonimi: Liite 3 pinta- ja pohjakerrosten sijainnit (.xlsx)

LIITE 4 . Valokuvia linjoilta.

Linjan 9A suunniteltu lähtöpiste on jyrkanteen alla, siirretty kuvauspisteeseen (nauha).



Linjan 11A loppupisteeltä kohti linjan alkua.



Kosteikko linjalla 6A, linja kiertää pohjoispuolitse kuvan ottopaikan kohdalla.



Linjan 7A alkupiste 0 m paljastumalla ja tien vieressä.