RAPORTTI

6.7.2018
101006897-001

TUUSULAN KUNTA

Hyrylän pohjavesialueen antoisuusselvitys - selvitys vedenoton ja kaavoituksen yhteensovittamisesta

PÖYRY

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Sisältö

1	**JOHDANTO**	**5**
2	**HYRYLÄN POHJAVESIALUE**	**5**
3	**ALUEEN VEDENOTTAMOT**	**6**
4	**TEHDYT TUTKIMUKSET**	**7**
5	**TUTKIMUSTULOKSET**	**7**
6	**VEDENOTTAMON ANTOISUUDEN JA VALUMA-ALUEEN MÄÄRITYS**	**8**
7	**KAAVOITUS JA MAANKÄYTTÖ**	**13**
7.1	Yleiskaava	13
7.2	Osayleiskaavat	13
7.3	Asemakaavat	14
7.4	Rakennusjärjestys	14
7.5	Maankäyttö	15
7.6	Liikennehankkeet Hyrylän pohjavesialueella	15
7.7	Pilaantunut pohjavesi ja maa-alueet	16
8	**MAANKÄYTÖNSUUNNITTELUN JA VEDENHANKINNAN YHTEENSOVITUS**	**16**
8.1	Pohjavesiolosuhteiden huomioiminen	16
8.2	Herkkyystarkastelu	17
8.3	Hulevesien käsittely	18
9	**JOHTOPÄÄTÖKSET**	**20**
LÄHTEET		**21**

Liitteet

Liite 1	Putkikortit
Liite 2	Maanpintamalli
Liite 3	Kallionpinta
Liite 4	Pohjaveden pinta
Liite 5	Maakerrosten paksuus
Liite 6	Pohjaveden pinnan yläpuolinen maakerros
Liite 7	Pohjavesivyöhykkeen paksuus
Liite 8	Maanpinnan kaltevuusmalli
Liite 9	Hulevesien imeyttämiseen sopimattomat alueet
Liite 10	Maatutkaluotausraportti

Copyright © Pöyry Finland Oy

Versio	Päiväys/Laatija	Päiväys/Tarkastanut	Päiväys/Hyväksynyt	Huomautukset
Alkuperäinen versio	3.4.2018/Katriina Keskitalo	3.4.2018/Pirkko Öhberg	3.4.2018/Pirkko Öhberg	
	6.7.2018/Katriina Keskitalo	6.7.2018/Pirkko Öhberg	6.7.2018/Pirkko Öhberg	

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Copyright © Pöyry Finland Oy

1 JOHDANTO

Hyrylän pohjavesialueelle kohdistuu voimakkaasti rakentamispaineita ja Tuusulan kunnalla on tarve selvittää miten pohjaveden antoisuus voidaan turvata tässä ja tulevassa tilanteessa. Tarkoituksena on laatia selvitys, joka osoittaa, kuinka paljon Hyrylän pohjavesialueelta voidaan ohjata hulevesiä pohjavesialueen ulkopuolelle vaarantamatta luvan mukaista vedenottoa Koskenmäen vedenottamolta. Lisäksi on tarve selvittää onko Lahelan ja Hyrylän pohjavesialueiden välillä hydraulinen yhteys.

Selvityksessä huomioidaan myös pohjaveden laatuun vaikuttavat tekijät. Alueella on harjoitettu vuosikymmeniä laaja-alaista maa-ainesten ottoa ja suojakerrospaksuudet ovat ohuita. Hyrylän alueella on runsaasti teollisuus- ja yritystoimintaa, jonka vuoksi todennäköisiä maaperän ja mahdollisesti pohjaveden pilaantumiskohtia on runsaasti.

2 HYRYLÄN POHJAVESIALUE

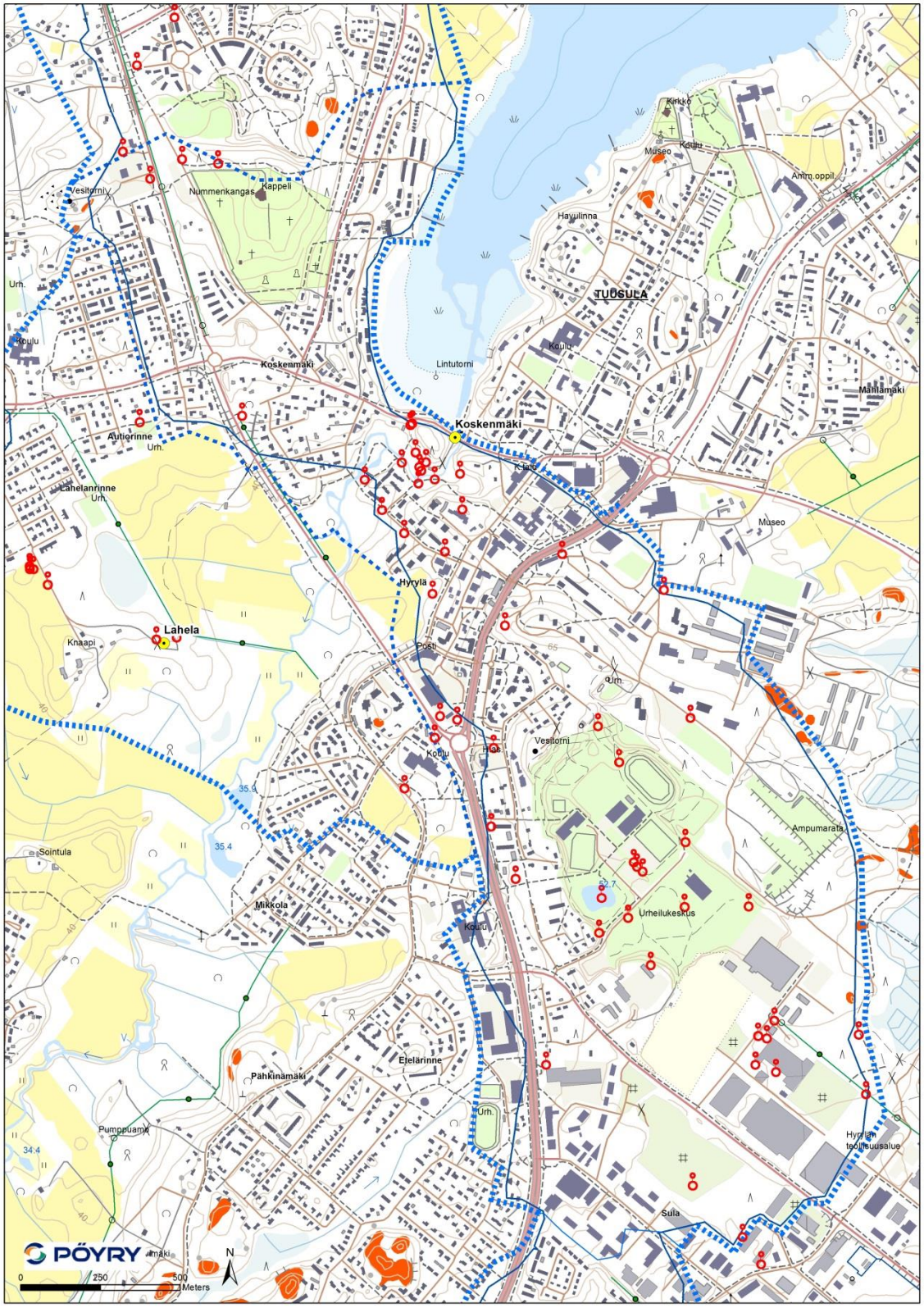
Hyrylän pohjavesimuodostuma on osa I Salpausselältä alkavaa luode-kaakkosuuntaista pitkittäisharjujaksoa, joka ulottuu Hyvinkäältä Tuusulan kautta Helsinkiin. Jakso koostuu kapeista katkonaisista selänteistä ja laajemmista deltoista, joiden pintaosat ovat rantavoimien muokkaamia (Breilin et al. 2005).

Pohjavesialue on jaettu kahteen osa-alueeseen ympäristöhallinnon pohjavesiluokituksessa. Osa-alueella A sijaitsee Koskenmäen vedenottamo ja osa-alue B:llä Amerin vedenottamot. Osa-alueen A pinta-ala on 3,71 km^2 ja varsinaisen pohjaveden muodostumisalueen pinta-ala on 3,24 km^2 ja alueella muodostuu pohjavettä OIVA-tietokannan mukaan 2600 m^3/vrk. B osa-alueella ei ole erillistä pohjaveden muodostumisaluetta ja alueen kokonaispinta-ala on 0,46 km^2 ja muodostuvan pohjaveden määrä on 300 m^3/vrk.

Maaperä alueella on pääasiassa hiekkaa ja soraa. Karkeimmat kerrostumat sijaitsevat harjun ydinosassa, jossa maa-aines on karkeaa hiekkaa, soraa ja kivistä soraa. Muodostumassa tavataan välikerroksena silttiä ja savea. Pohjaveden virtaussuunta on kohti Koskenmäen vedenottamoa ja eteläosassa B-osa-alueella kohti Amerin vedenottamoa. Koskenmäen vedenottamo sijaitsee idässä, etelässä ja lännessä kallioselänteisiin rajoittuvassa pohjois-eteläsuuntaisessa kalliopainanteessa. Samassa kohtaa sijaitsee myös lounaasta koilliseen suuntautuva ruhjevyöhyke, jossa kulkee Tuusulanjoki.

Hyrylän pohjavesialueella sijaitsee Tuusulan kuntakeskus ja alue on muiltakin osin tiiviisti rakennettu. Alueen eteläosassa sijaitsee Sulan teollisuusalue, jolla on runsaasti pienteollisuutta. Muodostuman keskiosassa on laajoja vanhoja maa-ainestenottoalueita, joilla sijaitsee nykyisin mm. urheilupuisto sekä pienteollisuutta. Alueella on sijainnut Hyrylän varuskunnan ampumarata. Muita riskikohteita alueella ovat mm. hautausmaa, käytöstä poistetut polttoaineenjakeluasemat ja käytöstä poistettu kaatopaikka.

Copyright © Pöyry Finland Oy



Kuva 2.1 Hyrylän pohjavesialue sekä alueella sijaitsevat vedenottamot ja pohjaveden havaintoputket

3 ALUEEN VEDENOTTAMOT

Koskenmäen pohjavedenottamo sijaitsee Hyrylän pohjavesialueen A osa-alueella. Vedenottokaivo sijaitsee Tuusulanjoen painanteessa. Laitoksella on yksi käytössä oleva

Copyright © Pöyry Finland Oy

siiviläputkikaivo. Vanhat kaivot joen varressa on poistettu käytöstä. Koskenmäen vedenottamolta on viime vuosina otettu vettä noin 1100 m^3/vrk. Länsi-Suomen vesioikeuden vuonna 1999 myöntämän luvan mukainen ottomäärä on 2700 m^3/vrk.

Koskenmäen pohjavedessä oli vuonna 2015 hiilidioksidia keskimäärin 31 mg/l ja kloridia keskimäärin 32 mg/l. Vedessä ei ole rautaa eikä mangaania ja vesi täyttää talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja –suositukset.

Pohjavesimuodostuman eteläisin osa on osa-aluetta B, jolla sijaitsee Amerin vedenottamot, jotka eivät ole enää käytössä. Ottamoilla Länsi-Suomen vesioikeuden vuonna 1967 myöntämä lupa ottaa vettä 300 m^3/vrk. B osa-alueella on myös Kukkatalon vedenottamo, josta vettä otetaan kesäaikaan noin 100 – 200 m^3/vrk. Vähäisen ottomäärän takia ottamolla ei ole vesilain mukaista lupaa.

4 TEHDYT TUTKIMUKSET

Työn yhtenä lähtöaineistona on käytetty Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) vuonna 2005 laatimaan Hyrylän pohjavesialueen rakenneselvitystä (Breilin et al. 2005). Selvityksessä on esitetty kalliokynnyksiä, jotka saattavat rajoittaa pohjaveden virtausta Koskenmäen vedenottamolle. Kyseiset kynnykset rajaisivat Hyrylän pohjavesialueen kolmeen pohjavesialtaaseen ja Koskenmäen vedenottamon valuma-alueen hyvin pieneksi. Tämän selvityksen yhteydessä tehdyillä maastotöillä on pyritty selvittämään kyseisten kalliokynnysten olemassaoloa.

Hyrylän pohjavesialueelle asennettiin selvityksen yhteydessä viisi uutta pohjaveden havaintoputkea. Lisäksi asennettiin yksi uusi havaintoputki Parma Oy:n tehtaan tarkkailua varten. Havaintoputkien kairauksen yhteydessä tehtiin kolme metrin kalliovarmistus. Pohjavesiputkien asennuksen lisäksi tehtiin seitsemän porakonekairausta kallionpinnan tason selvittämiseksi. Kairauspisteet ohjelmoitiin pääsääntöisesti GTK:n tulkitseman kalliokynnyksen kohdalle. Kairaukset ja pohjavesiputkien asennuksen toteutti Pöyry Finland Oy.

Alueella tehtiin lisäksi maatutkaluotausta. Maatutkaluotauksen avulla pystytään selvittämään mm. pohjaveden pinnan ja kallion pinnan tasoja kairauksia laajemmalla alueella maanpintaa rikkomatta. Maatutkaluotaus vaatii aina tuekseen tunnettuja referenssipisteitä. Tässä tutkimuksessa asennetut pohjavesiputket ja kairaukset toimivat sellaisina. Maatutkaluotauksen suoritti Geo-Work Infra Oy ja siitä on laadittu erillinen raportti (liite 10).

5 TUTKIMUSTULOKSET

Asennettujen pohjavesiputkien kohdalla kallio oli 11…15,5 m syvyydessä. Alueen eteläosassa sijaitsevan Parman putken kohdalla kallio oli 20 m syvyydessä. Maaperä on joko hiekkaa tai soraa. Pisteellä PF07/17 on kallio päällä kahden metrin moreenikerros ja pisteellä PF01/17 pintaosassa viisi metriä savea ja silttiä.

Kairapisteissä kallion pinta vaihteli enemmän johtuen siitä, että kairasupisteet oli pyritty sijoittamaan oletetun kalliokynnyksen alueelle. Matalimmillaan kallio oli pisteellä KP1 kuuden metrin syvyydessä ja syvimmillään pisteellä KP2 yli 26 metrin syvyydessä. Maaperä oli soraa ja hiekkaa.

Maatutkaluotauksia tehtiin sekä urheilupuiston että Nummenkankaan alueille. Tutkausten mukaan alueen maaperä on hiekkaa, soraa ja soraista hiekkaa. Lisäksi tutkausprofiileissa on havaittavissa harjun lievealueilla pintamaana olevia hienompia maakerroksia. Maatutkalinjoista voi tulkita myös pohjaveden pintaa leikkaavia

Copyright © Pöyry Finland Oy

rakenteita, jotka ovat olettavasti kalliota. Maatutkaluotausten tuloksista on laadittu erillinen raportti (Geo-Work Infra Oy 2018).

Maastotutkimusten tulosten perusteella laadittiin erilaisia karttoja, joilla tuloksia voi havainnollistaa ja visualisoida. Kartoissa esitetään pintamalleina mm. kalliopinta ja pohjavedenpinta. Pintamallit laadittiin ArcGIS -ohjelmalla käyttämällä Natural Neighbor -interpolointimenetelmää. Maanpinta mallin lähtötiedot on saatu Maanmittauslaitoksen avoimesta datasta. Interpoloitujen pintamallien sekä maanpintamallin avulla on laskettu maakerrosten paksuus, pohjaveden pinnan yläpuolisen maakerroksen paksuus sekä pohjavesivyöhykkeen paksuus. Maanpintamallista laadittiin lisäksi maanpinnan kaltevuusmalli. Kaikki tehdyt pintamallit on esitetty liitteissä 2 – 8. Mallien osalta on huomioitava, että niiden tarkkuus riippuu huomattavasti käytetyn datan laajuudesta ja kattavuudesta.

Kallionpintamalli on interpoloitu GTK:n vuoden 2005 tietojen pohjalta. Aineistoon on lisätty tämän selvityksen yhteydessä tehtyjen kairausten ja pohjavesiputkien asennuksen yhteydessä todetut kalliopinnat.

Pohjavesipintamallia varten mitattiin maaliskuussa 2018 kaikki alueella yhteistarkkailuohjelman mukaan toimivat pohjaveden havaintoputket sekä uudet asennetut putket. Mallissa on mukana 32 havaintoputkea, mikä on huomattavasti vähemmän kuin GTK:n vuoden 2005 raportissa. Tästä johtuen mallin laajuus on myös pienempi. Tulokset mitattiin vain aiemmin toimiviksi todetuista putkista, jotta ne ovat varmasti luotettavia. Pienemmästä aineistomäärästä huolimatta pohjavedenpintamalli antaa tätä selvitystä varten riittävän tarkan kuvan alueen pohjaveden virtaussuunnista sekä pinnan tasosta.

Pohjavesipintamallin avulla on laskettu pohjaveden pinnan yläpuolisen maakerroksen paksuus sekä pohjavesivyöhykkeen paksuus. Näiden laskettujen kerrosten laajuus on yhtä laaja kuin pohjavesipintamallin. Tämän vuoksi+

kerrosten laajuus poikkeaa maanpintamallin ja kallionpintamallin laajuudesta.

6 VEDENOTTAMON ANTOISUUDEN JA VALUMA-ALUEEN MÄÄRITYS

Pohjavesialueen antoisuuteen vaikuttaa se miten paljon pohjavettä alueella sadannasta suotautuu maaperään ja sitä kautta pohjavesikerrokseen. Sademäärän lisäksi määrään vaikuttaa merkittävästi maaperän kyky läpäistä vettä. Pohjavesialueen rajausohjeen mukaan pohjaveden muodostumisalueella maaperän vedenläpäisevyyden tulee olla vähintään hienohiekan läpäisevyyttä vastaavaa.

Hyrylän pohjavesialueen osa-alueen A pohjaveden muodostumisalueen pinta-ala on ympäristöhallinnon rajauksen mukaan 3,24 km^2 ja alueella sataa keskimäärin 680 mm vuodessa (Helsinki-Vantaan sääaseman keskiarvo vuosilta 1981 – 2010). Alueen maaperä on hyvin vettäjohtavaa soraa, joten sademäärästä pohjavedeksi imeytyy arvioita 50 % eli imeytymiskerroin on 0,5. Tässä tapauksessa koko alueella muodostuu laskennallisesti pohjavettä noin 2900 m^3/vrk.

Interpoloidun pohjaveden pinnan perusteella osa Hyrylän pohjavesialueella muodostavasta pohjavedestä virtaa kohti Lahelan vedenottamoa. Pohjavesialueiden välissä on Tuusulajoen painauma, jossa on paksut savikerrokset ja niiden alla vettäjohtavaa maa-ainesta. Alueiden välillä on hydraulinen yhteys. Myös Lahelan vedenottamon antoisuuteen vaikuttaa Tuusulanjoen kohdalla oleva kallioperän painauma. Lahelan pohjavesialueen rajausta on muutettu niin, että siihen kuuluu myös Tuusulanjoen painaumanalue Lahelan vedenottamon kaakkoispuolella.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Koskenmäen vedenottamon valuma-alueen määrittelyssä hyödynnettiin olemassa olevaa pohjavesialuerajausta, Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartan tietoja, tämän työn aikana interpoloitua kallionpintaa ja pohjavedenpintaa sekä pohjavesivyöhykkeen paksuutta. Näiden tietojen perusteella vedenottamon valuma-alueen pinta-alaksi saatiin 2,8 km^2 (Kuva 6.1).

Valuma-alue noudattelee pääsääntöisesti pohjavesialuerajausta mutta joissain kohdin alue poikkeaa nykyisistä rajoista. Esimerkiksi Koskenmäentien pohjoispuolella ottamon valuma-alueen on tulkittu jatkuvan läheiselle kalliokynnykselle asti, sillä maaperä alueella on soraa ja pohjaveden virtaussuunta kohti kalliopainannetta, jossa vedenottamo sijaitsee. Lisäksi pohjavesialueen pohjoisosassa kallionpinta nousee pohjaveden pinnan tason yläpuolelle, joten aluetta ei ole tulkittu valuma-alueeksi. Valuma-aluerajaus ei huomioi Tuusulanjärven ja kallioperän painauman pohjavettä keräävää vaikutusta Koskenmäen ottamon antoisuuteen. Vedenottamon valuma-alueen ollessa 2,8 km^2 alueella muodostuu laskennallisesti pohjavettä 2500 m^3/vrk, joka on 200 m^3/vrk vähemmän kuin Koskenmäen vedenottamon voimassa oleva vedenottolupa.

Hyrylän pohjaveden muodostumisalue on melko tiiviisti rakennettu, mikä vähentää pohjaveden muodostumista. Kuvassa 6.2 on esitetty Hyrylän pohjavesialueen maankäyttö. Tiedot on saatu Suomen ympäristökeskuksen Corine Land Cover aineistosta. Tiedot ovat vuodelta 2012.

Tuusulan kunnalta saadun tiedon mukaan Hyrylän alueen pinta-alasta noin 60 % on imeytyvää. Taulukossa 6.1 on esitetty vuoden 2017 tilanne rakennetusta ympäristöstä sekä vertailu ajantasakaavan mahdollistamaan rakentamiseen. Taulukon perusteella voidaan todeta, että kaava sallisi pienemmän imeytyvän alueen, mutta vaatii katto- ja ajoteiden hulevesien imeyttämistä. Mikäli imeyttäminen toteutettaisiin voimassa olevien kaavojen mukaisesti, alueen pinta-alasta 70 % olisi imeytyvää.

Mikäli oletetaan, että myös Koskenmäen vedenottamon valuma-alueesta vain 60 % imeytyvää, muodostuu alueella pohjavettä vain 1500 m^3/vrk, mikä on huomattavasti vähemmän kuin voimassa oleva vedenottolupa. Vedenottamo sijaitsee Tuusulajoen varressa kalliopainanteessa, joka kerää pohjavettä huomattavasti laajemmalta alueelta kuin vain kartalla rajatulta vedenottamon valuma-alueelta. Näin ollen vedenottamon antoisuutta ei voi täysin arvioida karttarajauksen perusteella.

Vuonna 2015 tehtyjen isotooppitutkimusten mukaan Koskemäen vedenottamon kaivolla K1 havaitaan lievää pintavesivaikutusta. Tutkimuksen mukaan vedestä noin 8 % on peräisin Tuusulanjoesta (Pöyry Finland Oy 2015). Pintaveden vaikutus rantaimeytymisen kautta lisää myös ottamon antoisuutta, mutta aiheuttaa mahdollisen laaturiskin pohjavedelle.

Huomioiden Hyrylän alueen maankäyttö ja vedenottamon antoisuus, muodostuvan pohjaveden määrää ei saisi enää rakentamistoimin vähentää. Päinvastoin alueen pohjaveden riittävä muodostuminen tulisi turvata mm. hyvillä hulevesiratkaisuilla.

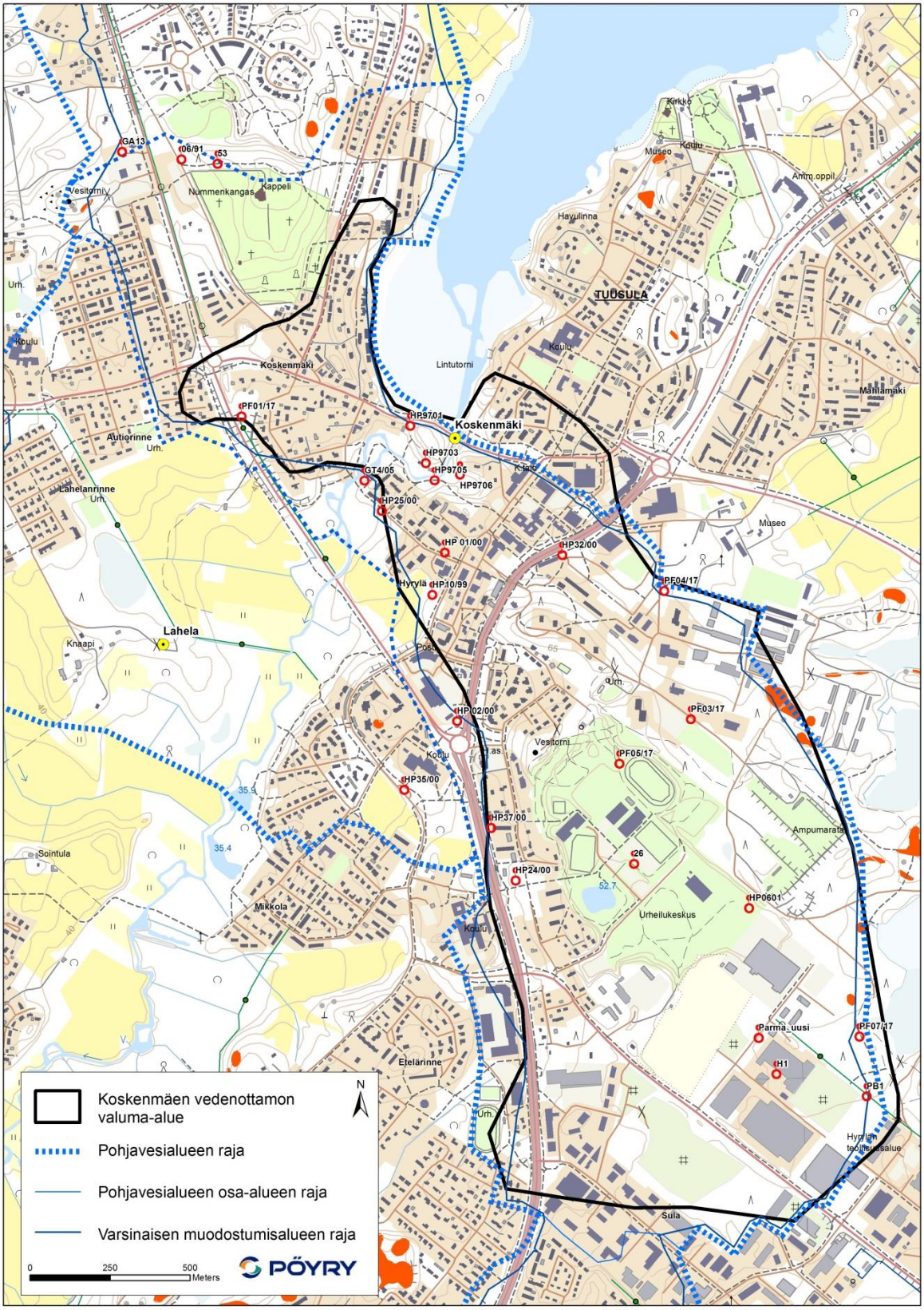
Koskenmäen vedenottamon tarkempaa antoisuuden määritystä varten tarvittaisiin koepumppaus, joka huomioisi myös kalliopainaumassa kulkevan pohjaveden. Koepumppauksen yhteydessä voisi myös tarkemmin selvittää hydraulista yhteyttä Lahelan pohjavesialeen suuntaan.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 6.1 (Tuusulan kunnan kaavoitus päivittää taulukon)

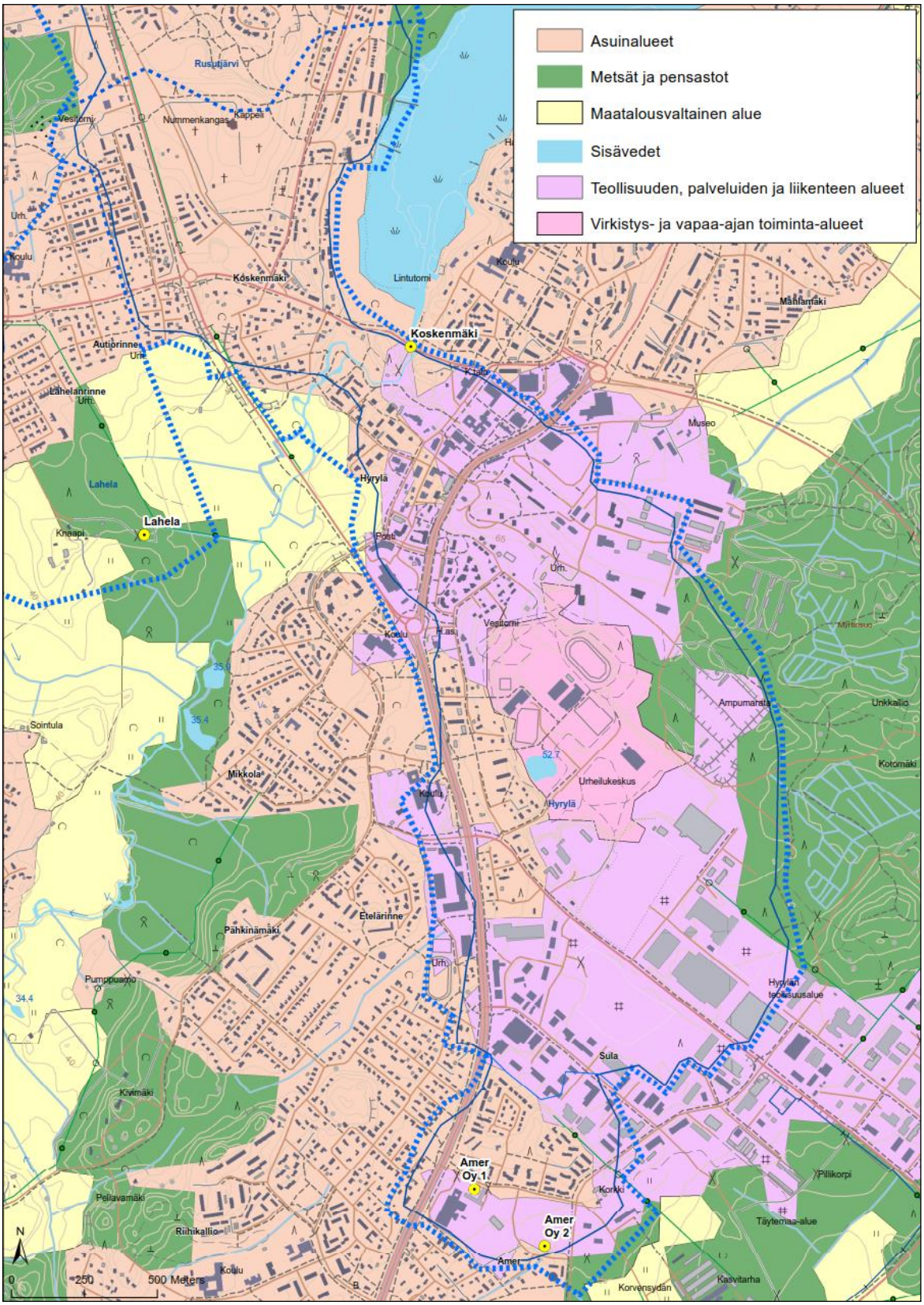
Hyrylän pohjavesialue			**370,79**			**24.1.2017**
Muodostumisalue			**324,08**			
AJANTASAKAAVA				**RAKENNETTU**		
		ha	%		**ha**	%
Imeytyvä		151,40	46,72	Imeytyvä	197,36	60,90
Katot/kannet		33,48	10,33	Katot/kannet	29,50	9,10
Katot/ajo/imeyt.		77,98	24,06			
Ajo		15,50	4,78	Ajo	51,58	15,92
Kadut, tiet, LT		45,72	14,11	Kadut, tiet, LT	45,64	14,08
		324,08	**100,00**		**324,08**	**100,00**

Copyright © Pöyry Finland Oy



Kuva 6.1 Koskenmäen vedenottamon arvioitu valuma-alue.

Copyright © Pöyry Finland Oy



Kuva 6.2 Hyrylän pohjavesialueen maankäyttö (lähde Corine Land Cover 2012, SYKE 2017)

Copyright © Pöyry Finland Oy

7 KAAVOITUS JA MAANKÄYTTÖ

7.1 Yleiskaava

Tuusulan nykyinen yleiskaava 2010 on oikeusvaikutukseton ja monilta osiltaan vanhentunut. Oikeusvaikutukseton yleiskaava ohjaa päätöksentekoa, mutta vasta oikeusvaikutteinen yleiskaava on lain mukaan sitova.

Tuusulan yleiskaava 2040

Tuusulaan ollaan laatimassa uutta koko kunnan kattavaa yleiskaavaa, jonka tavoitevuosi on 2040. Kaavasta on tarkoitus laatia strateginen ja maankäyttö- ja rakennuslain mukainen oikeusvaikutteinen yleiskaava. Yleiskaava on etenemässä ehdotusvaiheeseen keväällä 2018.

Hyrylän pohjavesialuetta koskevia meneillään olevia yleissuunnitelmia ovat:

Viheraluestrategia

Tuusula yleiskaava 2040:n yhteydessä laaditaan kokonaisvaltainen viheralueiden suunnitelma.

Tuusulan keskustan yleissuunnitelma

Tuusulan keskustan yleissuunnitelmassa laaditaan yleissuunnitelma keskustan kehittämisen suuntaviivoista, toimintojen sijoittamisesta ja liikenneverkon kehittämisestä.

Tuusulanjärven virkistyskäytön lisääminen

Hankkeessa suunnitellaan Tuusulanjärven virkistyskäyttöä ja sen hyödyntämistä erityisesti asukkaiden virkistyksen ja matkailun edistämisen kannalta sekä hyödyntämistä paremmin taajamien ja maiseman osana.

7.2 Osayleiskaavat

Tuusulassa on 13 lainvoimaista osayleiskaavaa, jotka kattavat Jokelan länsipuolta sekä Jokelantien ja Palojoen välistä aluetta lukuun ottamatta koko Tuusulan kunnan alueen.

Hyrylän pohjavesialueella on seuraavat osayleiskaavat:

Sulan osayleiskaava

Sulan osayleiskaava sijoittuu Tuusulan kunnan Hyrylän taajamaan, kuntakeskuksen eteläpuolelle. Suunnittelualue rajautuu lännessä Tuusulanväylään (tie numero 45), etelässä Vantaan kaupungin rajaan, koillissivultaan Rykmentinpuistoon ja pohjoispäässä Hyrylän urheilukeskuksen alueeseen. Alueen eteläosassa kulkee Tuusulan itäväylä (11466) ja pohjoisosaa halkoo Fallbackantie (11589). Alueen sisällä pohjois-eteläsuunnassa kulkee Korvenrannantie ja itä-länsisuunnassa Sulantie ja Amerintie.

Sulan osayleiskaavaehdotus hyväksyttiin valtuustossa 7.12.2015.

Rykmentinpuiston osayleiskaava

Tuusulan kunnanvaltuusto hyväksyi Rykmentinpuiston osayleiskaavan 7.5.2012 § 48. Helsingin hallinto-oikeus päätti 12.6.2013 hylätä valitukset, jotka oli tehty valtuuston hyväksymispäätöksestä. Korkein hallinto-oikeus on hylännyt Helsingin hallinto-oikeuden päätöksestä tehdyt jatkovalitukset päätöksellään 13.10.2014 muilta osin, mutta kumonnut Finavia Oyj:n valituksesta kunnanvaltuuston ja Helsingin hallinto-oikeuden päätökset päätökseen liitettyyn karttaan merkittyjen AP- ja A-2 alueiden osalta.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Osayleiskaava on voimassa lukuun ottamatta alueen itäosan kumottuja AP- ja A-2-alueita.

Hyrylän laajentumissuunnat (HYLA) osayleiskaava, jonka kunnanvaltuusto on 23.5.2001 hyväksynyt. Pohjavesialueen raja on huomioitu osayleiskaavassa.

Tulossa olevan kaavahankkeena on Koillis-Hyrylän osa-yleiskaava, jossa tarkistetaan Kulloontien, Järvenpäätien, Tuusulantien ja Keravan rajan rajaaman alueen osayleiskaavan aluerajauksia ja täydennetään rakentamisalueiden osalta huomioiden mm. liikennesuunnitelmat. Osayleiskaava on tarkoitus laatia oikeusvaikutteisena.

7.3 Asemakaavat

Nykytila

Hyrylän alueella on runsas parikymmentä asemakaavaa, jotka on laadittu eri vuosikymmeninä ja niiden pohjavettä koskevat kaavamääräykset ovat hyvin erilaisia. Useimmissa asemakaavoissa kaavamääräykset koskevat pohjaveden määrä ja laatua. Uusimmissa kaavamääräysteksteissä on huomioitu myös pohjaveden virtausolosuhteet sekä hulevedet.

Vireillä olevat asemakaavat

Hyrylän pohjavesialueella on parhaillaan vireillä seuraavat asemakaavat: Sulan työpaikka-alue, Tuusulanväylä-Korvenrannantie, Moukarinkuja II, Sahatie II, Urheilupuisto, Prijuutti, Kievarintie, Harjuja ja Mesta, Kirkonmäki, Monio, Tuusulanväylän ylitys, Ydinkeskusta 8067, Yli-Jussila, Suutarintie, Pohjoinen keskusta ja Hökillä,

7.4 Rakennusjärjestys

Tuusulan kunnan rakennusjärjestyksessä on huomioitu pohjaveden suojelu ja hulevedet seuraavasti:

Suunniteltaessa rakentamista pohjavesialueella tulee selvittää rakentamisen vaikutukset pohjaveden laatuun, korkeusasemaan ja virtausolosuhteisiin sekä liitettävä tämä tutkimus lupahakemukseen. Katto- vedet tulee imeyttää omalle tontille, mikäli se on maaperäolosuhteiden perusteella mahdollista. Veden- ottamoiden vesioikeudellisilla suoja-alueilla on otettava huomioon niitä koskevat erillismääräykset.

Pohjavesialueella on kiinnitettävä huomiota maaperän ja pohjaveden pilaantumisen vaaran estämiseen. Maata kaivettaessa on pohjaveden ylimmän pinnan ja maanpinnan välille jätettävä riittävä suojakerros. Täyttöjä tehtäessä on täyttöaineksien oltava laadultaan täyttöön soveltuvia maa-aineksia. Täyttötoimet on toteutettava siten, ettei niistä aiheudu ympäristön pilaantumisen vaaraa tai roskaantumista.

Öljy- ja polttoainesäiliöitä tai muita vaarallisen aineiden säiliöitä ei tule sijoittaa pohjavesialueelle ilman perusteltua syytä. Uusien öljylämmitysjärjestelmien rakentamista ei suositella pohjavesialueilla. Mikäli säiliö on välttämätön, se tulee sijoittaa maan päälle tai sisätiloihin. Säiliö tulee sijoittaa suoja-altaaseen, jonka tilavuus on vähintään yhtä suuri kuin säiliötilavuus. Sadevesien pääsy tulee estää ulos sijoitettavan säiliön suoja-altaaseen.

Pohjavesialueilla moottoriajoneuvoilla liikennöitävien piha- ja paikoitusalueiden pintarakenteiden on oltava vettä läpäisemättömiä ja pintavedet on käsiteltävä ja johdettava niin, ettei niistä aiheudu maaperän tai pohjaveden pilaantumisen vaaraa. Kiinteistön jätevesien imeyttäminen maahan on pohjavesialueella kielletty.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Maalämpöjärjestelmän rakentaminen pohjavesialueelle ja Päijänne-tunnelin suoja-alueelle on kielletty ilman vesilain mukaista vesitalouslupaa. Kallioporaukseen perustuvaa maalämpöä ei saa rakentaa alle 500 metrin etäisyydelle yleisen vesilaitoksen vedenottokaivosta.

Hulevesien (kattojen ja viheralueiden osalta) ja perustusten kuivatusvedet on imeytettävä kiinteistöllä, jos maaperä ja korkeusolosuhteet sen sallivat. Jos hulevesien imeytys ei ole mahdollista, hulevedet on ohjattava alueelle rakennettuun hulevesiverkkoon viivytysrakenteen kautta, mikäli kiinteistö sijaitsee vesihuoltolaitoksen hulevesiverkoston toiminta-alueella (vesihuoltolaki). Muussa tapauksessa hulevedet ja perustusten kuivatusvedet on johdettava pois siten, ettei siitä aiheudu haittaa naapureille, kadun käyttäjille tai kadun rakenteille. Mikäli tontilla olevia vanhoja avo-ojia halutaan täyttää, ruopata, syventää tai ojan linjauksia muuttaa, on ensin selvitettävä toimenpiteen vaikutukset oman tontin ja ympäristön hulevesien johtamiselle. Hulevesien ohjaaminen on esitettävä pinnantasaussuunnitelmassa, myös rakennusaikainen hulevesien hallinta on suunniteltava. Rakennuspaikka on salaojitettava riittävään syvyyteen.

Rakennusaikainen hulevesien hallinta on suunniteltava siten, ettei hulevesistä aiheudu vaaraa tai haittaa ympäristölle, naapureille ja kadun käyttäjille.

Hulevesiä ja perustusten kuivatusvesiä ei saa johtaa jätevesiviemäriin.

7.5 Maankäyttö

Suuri osa Hyrylän pohjavesialueesta on entistä Hyrylänharjua, joka on maanoton seurauksena kaivettu pois. Hyrylän pohjavesialueelle on sijoittunut erilaista toimintaa, jota on kaavoituksella pyritty ohjaamaan ja kehittämään keskeisenä osana Tuusulan keskustaajamaa. Alueen maankäytön suunnittelussa on alettu laajemmin kiinnittää huomioita pohjaveden suojeluun 1990-luvulla.

Varsinkin Hyrylän pohjavesialueen eteläosa, Sulan alue on vanhaa teollisuusaluetta ja suurelta osin jo rakennettua. Hyrylän pohjavesialueelle on keskittynyt runsaasti teollisuus- ja yritystoimintaa, mm. korjaamoja, autoliikkeitä ja polttoaineen jakelupisteitä, joista osa on jo lopettanut toimintansa. Pienteollisuusyritykset ovat keskittyneet Sulantien teollisuusalueelle.

Rakentamattomia alueita on enää jäljellä erittäin vähän ja niihinkin kohdistuu voimakkaita rakentamisen paineita. Rykmentinpuiston osayleiskaava-alue rajautuu Kulloontiehen ja Sulan teollisuusalueeseen, sijoittuen osittain pohjaveden muodostumisalueelle. Alue on nykyisellään enimmäkseen rakentamatonta, mutta sille on kaavailtu noin 15 000 ihmisen asuin- ja työpaikka-aluetta. Osayleiskaavaluonnoksessa vanha soranottoalue ja raviradan alue on suunniteltu kaavoitettavan työpaikka-alueeksi työvoimavaltaisia ja ympäristöhäiriöitä aiheuttamattomia toimisto-, tuotanto- ja palvelutyöpaikkoja varten.

Hyrylän pohjavesialueen poikki kulkee useita vilkasliikenteisiä teitä. Näille ei ole tehty pohjavesisuojauksia.

7.6 Liikennehankkeet Hyrylän pohjavesialueella

<u>Kantatie 45</u>

Uudenmaan ELY-keskus ja Tuusulan kunta ovat yhdessä laatineet tiesuunnitelman kantatielle 45 Koskenmäen kiertoliittymän kohdalle sekä maantielle 139 (Nahkelantie) välille Koskenmäki–Vaunukangas.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Tiesuunnitelman tavoitteena on parantaa Koskenmäen kiertoliittymän välityskykyä lisäkaistoin. Nahkelantien ja Lahelantien liittymään toteutetaan kiertoliittymä ja liittymän Lahelantien haaralle kevyen liikenteen alikulkukäytävä.

Hämeentielle, Nahkelantielle ja Koskenmäentielle liittymien läheisyyteen toteutetaan kiertoliittymän lisäkaistojen edellyttämät kaistajärjestelyt. Alueen kevyen liikenteen yhteyksiä täydennetään ja parannetaan. Lisäksi on suunniteltu tarvittava meluntorjunta ja pohjaveden suojaukset. Tavoiteltu rakennusaikataulu on vuosina 2018-2019.

7.7 Pilaantunut pohjavesi ja maa-alueet

Hyrylän pohjavesialueella on runsaasti pilaantuneeksi epäiltyjä tai todettuja maa-alueita, jotka ovat keskittyneet pohjavesialueen etelä- ja keskiosaan. Korkeimman riskin riskiluokkaan (A-luokka) on arvioitu kuuluvaksi entiset Shellin ja Teboilin jakeluasemat, joilla on myös todettu pohjavedessä polttoainehiilivetyjä. Lisäksi A-luokan riskeiksi on luokiteltu ampumaradat, entinen linja-autovarikko, entinen suolavarastoalue, huoltoasema ja yksityiset lämmitysöljysäiliöt, joita alueella on edelleen runsaasti.

Matti-rekisterissä on Hyrylän alueelle kirjattu noin viisikymmentä kohdetta. Osa kohteista on kunnostettu maaperän osalta, osassa on maankäyttörajoite ja monissa on edelleen selvitystarvetta.

8 MAANKÄYTÖNSUUNNITTELUN JA VEDENHANKINNAN YHTEENSOVITUS

8.1 Pohjavesiolosuhteiden huomioiminen

Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmassa vuosiksi 2016–2021 Hyrylän pohjavesialue on määritetty talousveden ottoon käytettäväksi erityisalueeksi. Vesienhoitosuunnitelmaan kuuluvassa Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelmassa vuosille 2016–2021 Hyrylän pohjavesialue on todettu riskialueeksi, jolla pohjaveden tila on vielä hyvä. Tällaisten alueiden tilatavoitteena on hyvän tilan ylläpitäminen sekä määrällisen että kemiallisen tilan osalta.

Hyrylän pohjavesialueelle on laadittu pohjavesialueen suojelusuunnitelma vuonna 2005. Ympäristö- ja rakennuslautakunta sekä tekninen lautakunta ovat lausunnoissaan korostaneet, että lähtökohtana Hyrylän pohjavesialueen suojelusuunnitelman täytäntöönpanossa tulee olla olemassa olevien riskien poistaminen ja niiden pienentäminen. Lisäksi lausunnoissa todetaan Koskenmäen vedenottamon olevan Tuusulan suurin yksittäinen luonnon pohjaveteen perustuva vedenottamo, jonka merkitys korostuu vesihuollon poikkeustilanteissa.

Ympäristö- ja rakennuslautakunta on lausunnossaan linjannut, että pohjaveteen kohdistuvia riskejä tulee pyrkiä määrätietoisesti pienentämään saneeraavalla asemakaavoituksella sekä alueiden suojarakenteita ja kunnallistekniikkaa parantamalla. Esimerkiksi työpaikka-alueille tulee toiminnan luonne huomioon ottaen rakentaa puuttuvat hulevesiviemärit.

Pohjaveden suojelutoimenpiteiden toteuttamisen lähtökohtana on yhteistyö kunnan eri viranomaisten kanssa, jolloin voidaan yhdessä sopia periaatteet tulevien maankäyttömuotojen ja pohjaveden suojelutarpeiden yhteensovittamiseksi.

Uudessa yleiskaavassa voitaneen huomioida pohjaveden suojelu ja sijoittaa uusille riskitoiminnoille riittävästi paikkoja pohjavesialueen ulkopuolelle. Koskenmäen

Copyright © Pöyry Finland Oy

vedenottamon ympäristö on tällä hetkellä rakentamatonta aluetta ja se pitäisi myös säilyttää sellaisenaan.

Kaavoitusprosessit etenevät hitaasti, samoin niiden päivitykset. Tämän vuoksi rakennusjärjestyksen päivityksellä voidaan usein nopeammin huomioida pohjaveden suojelukysymykset. Rakennusjärjestyksen avulla voidaan melko nopeasti ohjata pohjaveden suojelua, ja sen määräykset ovat lainvoimaisia. Myös nykyisen maankäyttö- ja rakennuslain perusteella voidaan voimassa olevien kaavojen pohjavesimääräyksiä muuttaa.

Mikäli maankäytön suunnittelun kohteena olevan alueen pohjavesiolosuhteita ei tunneta riittävällä tarkkuudella pohjaveden suojelun takaamiseksi, tulisi pohjavesiolosuhteet selvittää maankäytön suunnittelun yhteydessä, viimeistään asemakaavavaiheessa. Asemakaavojen laatimisen yhteydessä tulisi laatia pohjaveden ja huleveden hallintasuunnitelmat ja tarvittaessa tarkastella miten tulevat toiminnot pitää liittää pohjaveden yhteistarkkailuohjelmaan.

Kunnan rakennusvalvonta päättää viime kädessä keneltä pyytää lausuntoja rakennuslupia myönnettäessä. Pohjaveden suojelun huomioiminen ei kuitenkaan saisi koskaan jäädä tähän vaiheeseen. Suosituksena voidaan pitää, että kaikissa isommissa rakennusluvissa tulisi kunnan ympäristövalvonnalta pyytää lausunto, jotta pohjaveden suojelu tulee varmasti huomioitua päätöksenteossa.

8.2 Herkkyystarkastelu

Pohjaveden kannalta herkimpiä alueita ovat paikat, joissa pohjavesi on hyvin lähellä maan pintaa tai joissa maaperä on hyvin vettäläpäisevää tai luontaiset pintamaat on poistettu. Pohjavesiriskiä lisää myös maanpinnan tasaisuus, jolloin alueelle tuleva vesi ei poistu alueelta pintavaluntana.

Hyrylän pohjavesialueella maaperä on koko alueella hyvin vettäläpäisevää hiekkaa ja soraa, joten tältä osin riski on suuri koko alueella. Laajoilla alueilla myös luontainen pintamaa on poistettu. Erityisesti urheilupuiston alue vanhana maa-ainestenottoalueena on tältä osin herkkää pohjaveden pilaantumisen kannalta.

Maanpinnan kaltevuuskartasta (liite 8) on havaittavissa, että lähes koko Hyrylän alue on hyvin tasaista. Maaperän kaltevuus on suurelta osin luokka 0 – 6 astetta.

Tehtyjen selvitysten ja pintamallien perusteella Hyrylän urheilupuiston alue on pohjaveden pilaantumisen kannalta erityisen herkkä alue. Tällä alueella tulisi välttää kaikkea toimintaa, joka voi aiheuttaa pohjaveden pilaantumista. Toimintojen sijoittumista voidaan ohjata mm. käynnissä olevan kaavoitustyön yhteydessä. Tällä hetkellä alueen suurimman riskin muodostaa autojen pysäköinti päällystämättömille alueille. Tuusulan kunnalla on käynnissä hanke pysäköinnin uudelleenjärjestämisestä alueella. Suunnittelussa tulee huomioida myös pohjaveden muodostumisen turvaaminen alueella. Koska alueen pohjavesi on hyvin lähellä maanpintaa, hulevesien imeytys pelkällä biosuodatuksella ei ole suositeltavaa pohjaveden pilaantumisriskin vuoksi. Muilla teknisillä ratkaisuilla imeytys voi olla mahdollista.

Copyright © Pöyry Finland Oy

POHJAVESI ON HERKIMMILLÄÄN ALUEILLA, JOILLA ON

- ohut maapeite (alle 2 m) pohjavedenpinnan yläpuolella
- korkea maaperän vedenjohtavuus (maalaji sora tai karkeahiekka)
- luontainen pintamaa on poistettu
- maanpinnan kaltevuus on alle 6 astetta

Lähde: Luoma et al.2015

8.3 Hulevesien käsittely

Pohjaveden muodostumisen kannalta hulevesien imeyttäminen sekä käsittely ovat ensiarvoisen tärkeitä. Usein pohjavesialueilla kaikki hulevedet johdetaan pohjavesialueen ulkopuolelle ja näin vähennetään pohjaveden muodostumista huomattavasti rakennetuilla alueilla.

Hyrylän alueella hulevedet johdetaan tällä hetkellä hulevesiviemäriin ja sitä kautta pois pohjavesialueelta. Kattovesiä imeyttämällä voitaisiin muodostuvan pohjaveden määrää lisätä melko pienin toimenpitein. Huleveden imeyttämisen lisääminen alueella olisi tärkeää, sillä rakentamisesta johtuen Hyrylän pohjavesialueella ei muodostu niin paljoa pohjavettä kuin Koskenmäen vedenottamon lupamäärä on. Erityisesti Hyrylän keskustan alueella on useita pinta-alaltaan isoja rakennuksia, joiden katoilta vesien imeytys olisi melko helppo toteuttaa. Varsinkin kunnan omat rakennukset voisi velvoittaa toimenpiteisiin. Muiden kiinteistöjen osalta kattovesien imeytystä voitaisiin velvoittaa tulevien rakennuslupien yhteydessä. Tällaisia ovat mm. taloyhtiöiden julkisivuremontit.

Huleveden imeyttämisessä tulee huomioida pohjaveden herkkyystarkastelun kannalta herkät alueet. Näillä hulevesien imeytystä ei suositella. Myös pintamaan vedenjohtavuus vaikuttaa imeyttämismahdollisuuksiin. Lisäksi imeytyksessä tulee huomioida mahdolliset pilaantuneen maaperän alueet, jotta imeyttäminen ei aiheuta haitta-aineiden kulkeutumista maaperästä pohjaveteen. Hyrylässä mahdollisia pilaantuneen maaperän kohteita on runsaasti. Alueet, joilla hulevesien imeyttäminen ei ole suositeltavaa, on esitetty liitteessä 9. Pilaantuneiden alueiden rajaukset perustuvat arvioon. Mikäli hulevesien imeyttämistä halutaan mahdollisesti pilaantuneiksi rajatuilla alueilla joka tapauksessa suorittaa, tulisi maaperän puhtaus varmistaa riittävin maaperänäyttein.

Pientaloalueilla kiinteistökohtaiset kattovesienimeytysjärjestelmät eivät usein toimi, koska alueet otetaan muuhun käyttöön tai niiden huolto laiminlyödään. Pientaloalueilla kattovesiä voisi kerätä kootusti esim. puistoalueiden reunoille tai muille yleisille viheraluille. Pientaloalueilla voisi asukaita myös velvoittaa jättämään tontista joku tietty osa pinnoittamatta. Pientaloalueilla, joilla kulkuneuvot ovat pääsääntöisesti henkilöautoja, ei autojen kääntö- ja pihapysäköintipaikkojen päällystys ole välttämätöntä. Tuusulan kunnan tulisi myös laatia ympäristönsuojelumääräykset, joissa kiellettäisiin liuotinainepitoisten hulevesien (esim. autojen pesuvedet) johtaminen maastoon.

Jo rakennetuilla alueilla voisi myös tarkastella hulevesiviemäriverkostosta alueita, joiden vesiä voisi pintavesiin johtamisen sijaa hallitusti imeyttää öljynerotuksen kautta pohjavesialueelle. Tällaisia verkoston osia voisivat olla esim. pientaloalueet tai muut kohteet, joiden hulevedet ovat pääsääntöisesti puhtaiksi tulkittavia. Hulevesien

Copyright © Pöyry Finland Oy

purkukohtaan voidaan myös rakentaa biosuodatus. Biosuodatuksen paikan valinnassa ja suunnittelussa on huomioitava rankkasateiden vaikutus. Suodattimia varten tulee olla riittävä viivytyskapasiteetti joko itse rakenteessa tai sen ympäristössä.

Kevyen liikenteen väyliltä tai julkisten rakennusten pihoilta, joilla ei ole ajoneuvoliikennettä hulevedet voidaan johtaa viheralueille, joista vedet imeytyvät maaperään. Tämä voidaan toteuttaa esim. käyttämällä vettäläpäiseviä reunakivetyksiä. Reunakivetys voidaan muuttaa vettäläpäiseväksi jo rakennetuillakin alueilla korjaustöiden yhteydessä. Lisäksi voisi pohtia onko osa kevyen liikenteen väylistä sellaisia, että ne voisi jättää sorapintaisiksi.

Teollisuusalueiden hulevedet ovat pääsääntöisesti likaisiksi tulkittavia. Näilläkin alueilla voisi tarkastella henkilöautopysäköintiin tarkoitettujen alueiden hulevesien johtamista öljynerotuksen kautta viheralueille, joilla toimisi biosuodatus. Näissä tapauksissa tulisi pystyä erittelemään raskasliikenne omalle pysäköintialueelleen. Toimistorakennusten pysäköintialueille voisi myös käyttää vastaavaa järjestelyä. Näillä alueilla ei yleensä ole raskasta liikennettä ja liikenne on ajoittunut vain aamuun ja iltapäivään. Kyseiset järjestelyt olisivat mahdollisia jo rakennetuilla alueilla. Hyrylän pohjavesialueen eteläosassa sijaitsevalla Sulan teollisuusalueella hulevesien imeyttämistä ei suositella ilman riittäviä maaperätutkimuksia. Alueella on runsaasti mahdollisia pilaantuneen maaperän kohteita.

Uusilla kaavoitettavilla alueilla ja rakentamisella ei saisi enää vähentää muodostuvan pohjaveden määrää Hyrylän pohjavesialueella. Uusilla alueilla tulisi aina huomioida, että käytettäisiin uusinta mahdollista tekniikkaa hulevesien käsittelyssä. Jo kaavoituksen yhteydessä tulisi huomioida hulevesien tilantarve esim. viheralueilla. Uusiokohteissa tulisi esim. kerrostaloihin vaatia katettuja pysäköintialueita, jolloin kattoalueet voidaan jättää pihakansiksi ja näillä syntyvät hulevedet imeyttää maaperään. Uusilla alueilla voi myös pohtia kompensaatiomallia. Jos uudella tontilla ei ole tilaa hulevesien käsittelyyn, velvoitetaan tontin toimijaa kustantamaan vastaavan hulevesimäärän käsittely jonnekin toisaalle samalla pohjavesialueella. Käsittelymenetelmistä pumppaus on aina kallein, joten sitä olisi hyvä välttää.

POHJAVEDEN MUODOSTUMISEN TURVAAMINEN HULEVESIEN HALLINNALLA

VANHAT ALUEET

- Kattovesien imeytys, erityisesti julkiset rakennukset ja liikekiinteistöt
- Kevyen liikenteen väylien reunakivien vaihtaminen vettäläpäiseviksi
- Viheralueiden hyödyntäminen biosuodatukseen

UUDET ALUEET

- Huomioidaan hulevesijärjestelyjen tilatarve jo kaavoituksen alkuvaiheessa
- Käytetään aina uusinta mahdollista tekniikkaa
- Kompensaatiomalli: jos hulevesien imeytys ei onnistu omalla tontilla, annetaan velvoite vastaavaan käsittelyyn muualla

Copyright © Pöyry Finland Oy

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tuusulan kunnan keskustaajama sijaitsee Hyrylän vedenoton kannalta tärkeällä pohjavesialueella. Pohjavesialueella sijaitsee myös Tuusulan seudun vesilaitoskuntayhtymän Koskenmäen vedenottamo. Ottamo sijaitsee Tuusulanjokilaakson syvässä kallion painaumassa. Alueelle kohdistuu maankäyttöpaineita, jotka tulisi sovittaa yhteen pohjaveden suojelun kanssa.

Hyrylän pohjavesialueella on esitetty muodostuvan laskennallisesti pohjavettä 2900 m^3/vrk. Tämän selvityksen yhteydessä tehtyjen tutkimusten sekä Geologian tutkimuskeskuksen vuonna 2005 tekemän muodostuman geologisen rakenneselvityksen perusteella rajattiin Koskenmäen vedenottamon valuma-alue. Täällä alueella pohjavettä muodostuu laskennallisesti 2500 m^3/vrk, mikä on 200 m^3/vrk vähemmän kuin vedenottamon vesiluvan mukaisen vedenottoluvan sallima määrä. Huomioiden vielä alueen tiivis rakentaminen on mahdollista, että alueella muodostuu nykyisin pohjavettä vain noin 1500 m^3/vrk.

Koskenmäen vedenottamo saa pienen osan vedestään rantaimeytymisen kautta Tuusulanjoesta ja osa vedestä tulee syvää kalliopainannetta pitkin mahdollisesti jopa hyvin laajaltakin alueelta. Näin ollen pinta-alaan perustuva laskenta ei anna täysin realistista kuvaa vedenottamon antoisuudesta.

Tämä selvityksen johtopäätöksenä voidaan todeta, että pohjaveden muodostuminen Hyrylän pohjavesialueella on jo huomattavasti heikentynyt tiiviin rakentamisen seurauksena. Tulevat rakentamisentoimet eivät siis enää saa heikentää pohjaveden muodostumista, mikäli Koskenmäen vedenottamon antoisuus halutaan turvata. Pohjaveden muodostuminen tulisi pyrkiä turvaamaan uusissa kaavoissa velvoittamalla kiinteistöjä imeyttämään puhtaat hulevedet sekä kehittämällä keinoja imeyttää myös vanhojen alueiden hulevesiä.

Vantaalla 6.7.2018

Pöyry Finland Oy

Pirkko Öhberg	Katriina Keskitalo
osastopäällikkö	pohjavesigeologi

Copyright © Pöyry Finland Oy

LÄHTEET

Breilin, O., Paalijärvi, M. ja Valjus, T. 2005. Pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys Tuusulanharjulla Mätäkivennummen – Vaunukankaan välisellä alueella. Geologian tutkimuskeskus, Espoo.

Geo-Work Infra Oy. 2018. Maatutkaluotausraportti, Tuusulan kunta, Hyrylä. 30.1.2018.

Luoma, S., Backaman, B. ja Kaipainen, T. 2015. Haavoittuvuusanalyysi Hankonimen pohjavesialueella. Geologian tutkimuskeskus, Espoo.

Pöyry Finland Oy. 2015. Vedenottamoiden pintavesivaikutusten selvittäminen hapen ja vedyn isotooppien avulla eteläisessä Suomessa. Loppuraportti 19.10.2015. Vantaa.

Copyright © Pöyry Finland Oy

POHJAVESIPUTKIKORTTI

PÖYRY

PUTKEN TUNNUS:	**PF01/17**
PROJEKTI:	**101008049-001**
ASIAKAS / SIJAINTI:	**Hyrylä**

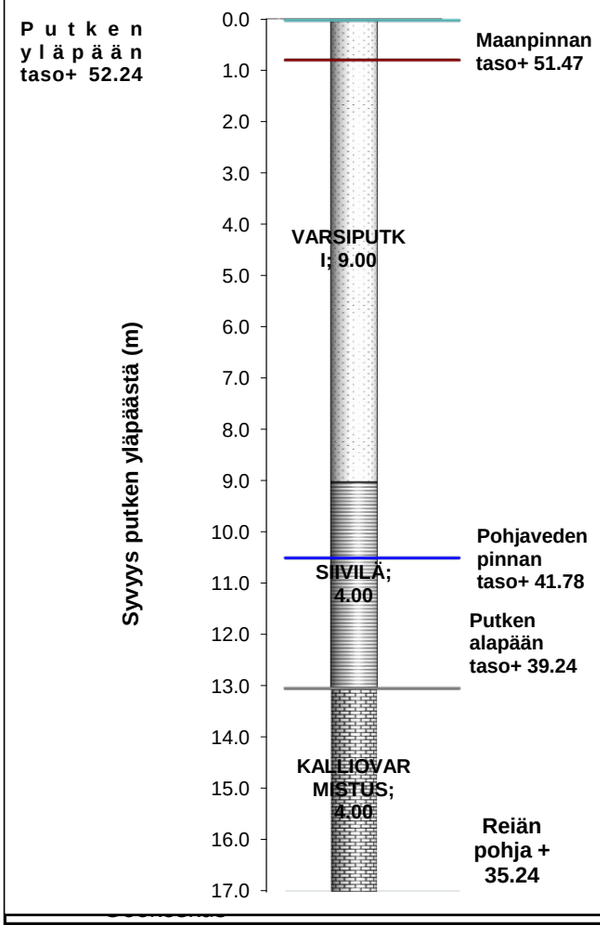
X	**6699141.09**	**Z putken yläpää**	**52.24**	**Koordinaattijärjestelmä**	**ETRS-GKn**
Y	**25500489.03**	**Z maanpinta**	**51.47**	**Korkeusjärjestelmä**	**N2000**

MATERIAALI JA MITOITUS		
Putkimateriaali	**PEH**	
Putken sisähalkaisija	**50**	**mm**
Putken ulkohalkaisija	**63**	**mm**
Siivilän rakoleveys	**0.3**	**mm**
Varsiputket, kokonaispituus	**9.00**	**m**
Siivilät, kokonaispituus	**4.00**	**m**
Putken kokonaispituus	**13.00**	**m**
Putken pohjan taso	**39.24**	**N2000**

POHJAVESITIEDOT			
Varsiputken yläpäästä		**Taso N2000**	**Aika**
10.46	**m**	**41.78**	9.1.2018
10.66	**m**	**41.58**	10.1.2018
10.60	**m**	**41.64**	7.2.2018
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	

VARSI- JA SIIVILÄPUTKET		
VARSIPUTKI	**9.00**	**m**
SIIVILÄ	**4.00**	**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
KALLIOVARMISTUS	**4.00**	**m**
POHJATULPPA	**KYLLÄ**	

HUOMIOITA	
Paineilmalla huuhdeltu,Pöyryn lukko	
Putki asennettu:	**9.1.2018**
Asentanut:	**KSO/VKI**
Yhtiö:	**Pöyry Finland**



Kairaustiedot		Maanäytteet		Havainto
Syvyys	Maalaji	Mistä	Mihin	
0.20	**hm**			
2.60	**sa**			
5.40	**si**			
10.20	**hhk**			
11.80	**hk**			
12.20	sr			
14.20	ka			

POHJAVESIPUTKIKORTTI

PÖYRY

PUTKEN TUNNUS:	**PF03/17**
PROJEKTI:	**101008049.001**
ASIAKAS / SIJAINTI:	**Tuusula,Hyrylä**

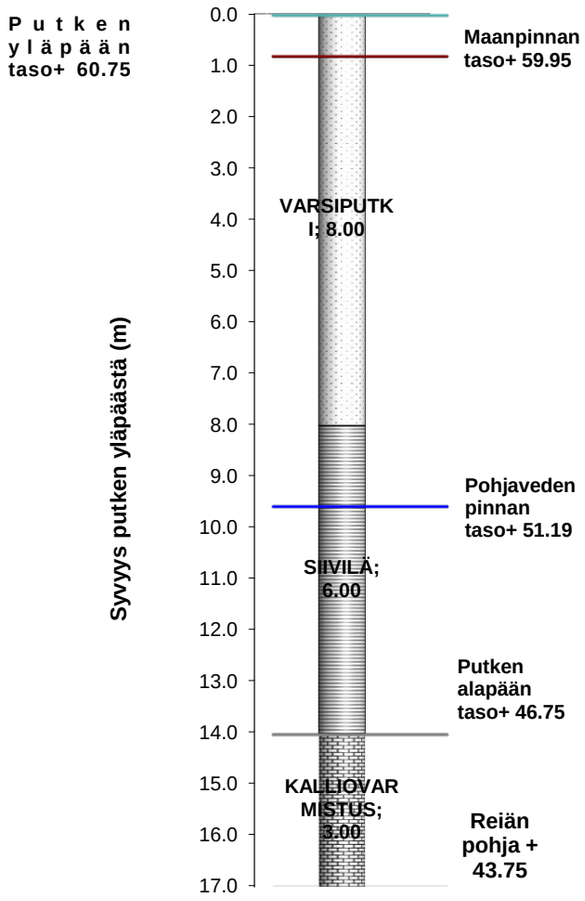
X	**6698193.91**	**Z putken yläpää**	**60.75**	**Koordinaattijärjestelmä**	**ETRS-GKn**
Y	**25501893.49**	**Z maanpinta**	**59.95**	**Korkeusjärjestelmä**	**N2000**

MATERIAALI JA MITOITUS		
Putkimateriaali	**PEH**	
Putken sisähalkaisija	**52**	**mm**
Putken ulkohalkaisija	**63**	**mm**
Siivilän rakoleveys	**0.3**	**mm**
Varsiputket, kokonaispituus	**8.00**	**m**
Siivilät, kokonaispituus	**6.00**	**m**
Putken kokonaispituus	**14.00**	**m**
Putken pohjan taso	**46.75**	**N2000**

POHJAVESITIEDOT			
Varsiputken yläpäästä		**Taso N2000**	**Aika**
9.56	**m**	**51.19**	10.1.2018
9.46	**m**	**51.29**	7.2.2018
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	

VARSI- JA SIIVILÄPUTKET		
VARSIPUTKI	**8.00**	**m**
SIIVILÄ	**6.00**	**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
KALLIOVARMISTUS	**3.00**	**m**
POHJATULPPA	**KYLLÄ**	

HUOMIOITA	
Paineilmalla huuhdeltu. Pöyryn lukko.	
Putki asennettu:	**4.1.2018**
Asentanut:	**KYF157**
Yhtiö:	**Pöyry Finland**



Kairaustiedot		Maanäytteet		Havainto
Syvyys	Maalaji	Mistä	Mihin	
0.20	**Sr**			
12.53	**Hk**			
15.53	**Ka**			

POHJAVESIPUTKIKORTTI

PÖYRY

PUTKEN TUNNUS:	**PF04/17**
PROJEKTI:	**101008049.100**
ASIAKAS / SIJAINTI:	**Tuusula,Hyrylä**

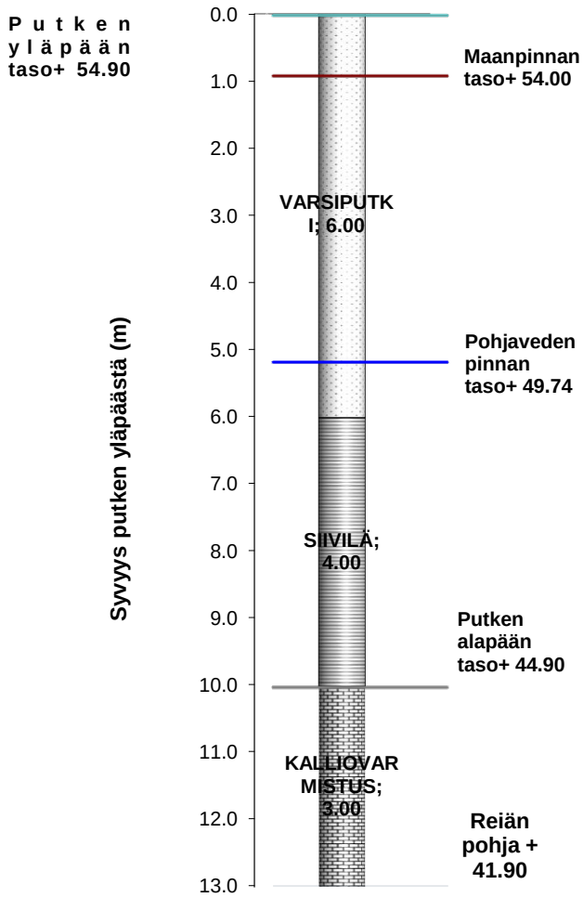
X	**66998595.85**	**Z putken yläpää**	**54.90**	**Koordinaattijärjestelmä**	**ETRS-GKn**
Y	**25501810.38**	**Z maanpinta**	**54.00**	**Korkeusjärjestelmä**	**N2000**

MATERIAALI JA MITOITUS		
Putkimateriaali	**PEH**	
Putken sisähalkaisija	**52**	**mm**
Putken ulkohalkaisija	**63**	**mm**
Siivilän rakoleveys	**0.3**	**mm**
Varsiputket, kokonaispituus	**6.00**	**m**
Siivilät, kokonaispituus	**4.00**	**m**
Putken kokonaispituus	**10.00**	**m**
Putken pohjan taso	**44.90**	**N2000**

POHJAVESITIEDOT			
Varsiputken yläpäästä		**Taso N2000**	**Aika**
5.16	**m**	**49.74**	10.1.2018
4.92	**m**	**49.98**	7.2.2018
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	

VARSI- JA SIIVILÄPUTKET		
VARSIPUTKI	**6.00**	**m**
SIIVILÄ	**4.00**	**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
KALLIOVARMISTUS	**3.00**	**m**
POHJATULPPA	**KYLLÄ**	

HUOMIOITA	
paineilmalla huuhdeltu. Pöyryn lukko.	
Putki asennettu:	**3.1.2018**
Asentanut:	**KYF157**
Yhtiö:	**Pöyry Finland**



Kairaustiedot		Maanäytteet		Havainto
Syvyys	Maalaji	Mistä	Mihin	
0.20	**Hm**			
6.90	**Hk**			
8.70	**Sr**			
11.70	**Ka**			

POHJAVESIPUTKIKORTTI

PÖYRY

PUTKEN TUNNUS:	**PF05/17**
PROJEKTI:	**101008049.001**
ASIAKAS / SIJAINTI:	**Tuusula,Hyrylä**

X	**6698055.30**	**Z putken yläpää**	**56.93**	**Koordinaattijärjestelmä**	**ETRS-GKn**
Y	**25501669.50**	**Z maanpinta**	**56.26**	**Korkeusjärjestelmä**	**N2000**

MATERIAALI JA MITOITUS		
Putkimateriaali	**PEH**	
Putken sisähalkaisija	**52**	**mm**
Putken ulkohalkaisija	**63**	**mm**
Siivilän rakoleveys	**0.3**	**mm**
Varsiputket, kokonaispituus	**4.00**	**m**
Siivilät, kokonaispituus	**7.00**	**m**
Putken kokonaispituus	**11.00**	**m**
Putken pohjan taso	**45.93**	**N2000**

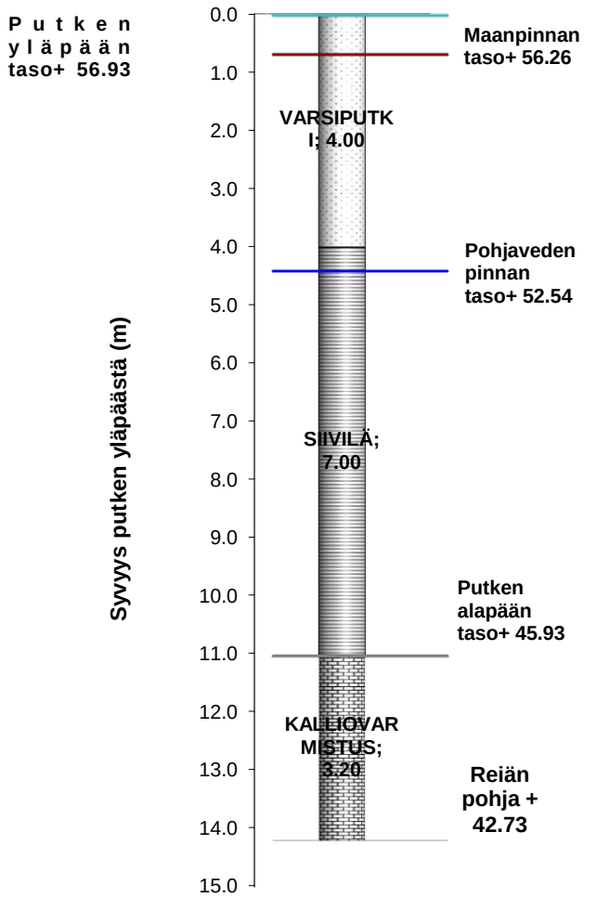
POHJAVESITIEDOT			
Varsiputken yläpäästä		**Taso N2000**	**Aika**
4.39	**m**	**52.54**	11.1.2018
4.44	**m**	**52.49**	7.2.2018
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	

VARSI- JA SIIVILÄPUTKET		
VARSIPUTKI	**4.00**	**m**
SIIVILÄ	**7.00**	**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
KALLIOVARMISTUS	**3.20**	**m**
POHJATULPPA	**KYLLÄ**	

HUOMIOITA

Paineilmalla huuhdeltu. Pöyryn lukko.

Putki asennettu:	**8.1.2018**
Asentanut:	**KYF157**
Yhtiö:	**Pöyry Finland**



Kairaustiedot		**Maanäytteet**		**Havainto**
Syvyys	Maalaji	Mistä	Mihin	
0.20	**Hm**			
0.40	**Ki**			
3.80	**Sr**			
5.60	**Hk**			
9.80	**Sr**			
13.00	Ka			

POHJAVESIPUTKIKORTTI

PÖYRY

PUTKEN TUNNUS:	**PF07/17**
PROJEKTI:	**101008049.001**
ASIAKAS / SIJAINTI:	**Tuusula, Hyrylä**

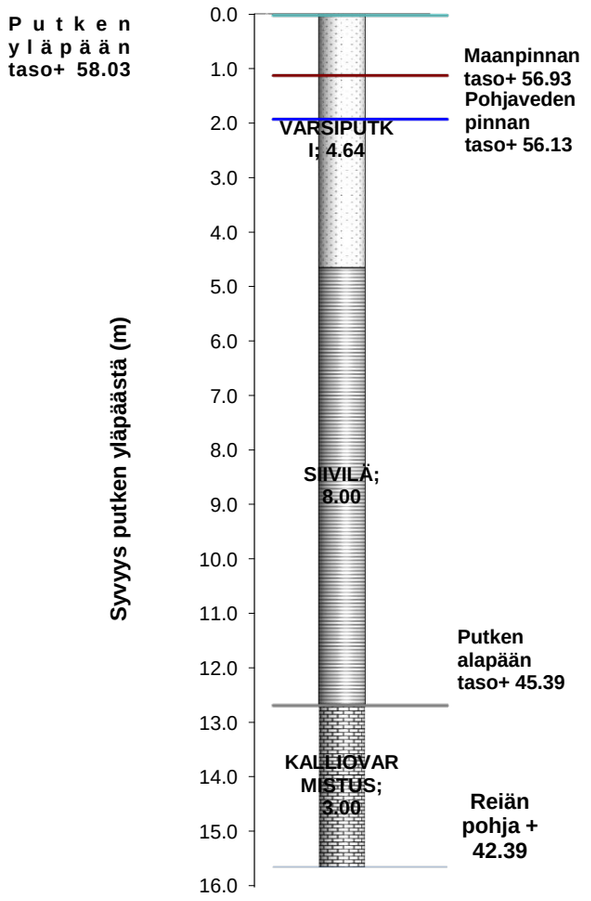
X	**6697202.74**	**Z putken yläpää**	**58.03**	**Koordinaattijärjestelmä**	**ETRS-GKn**
Y	**25502419.77**	**Z maanpinta**	**56.93**	**Korkeusjärjestelmä**	**N2000**

MATERIAALI JA MITOITUS		
Putkimateriaali	**PEH**	
Putken sisähalkaisija	**52**	**mm**
Putken ulkohalkaisija	**63**	**mm**
Siivilän rakoleveys	**0.3**	**mm**
Varsiputket, kokonaispituus	**4.64**	**m**
Siivilät, kokonaispituus	**8.00**	**m**
Putken kokonaispituus	**12.64**	**m**
Putken pohjan taso	**45.39**	**N2000**

POHJAVESITIEDOT			
Varsiputken yläpäästä		**Taso N2000**	**Aika**
1.90	**m**	**56.13**	**11.1.2018**
2.06	**m**	**55.97**	7.2.2018
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	

VARSI- JA SIIVILÄPUTKET		
VARSIPUTKI	**4.64**	**m**
SIIVILÄ	**8.00**	**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
KALLIOVARMISTUS	**3.00**	**m**
POHJATULPPA	**KYLLÄ**	

HUOMIOITA	
Paineilmalla huuhdeltu. Pöyryn lukko.	
Putki asennettu:	**10.1.2018**
Asentanut:	**KYF157**
Yhtiö:	**Pöyry Finland**



Kairaustiedot		Maanäytteet		Havainto
Syvyys	Maalaji	Mistä	Mihin	
0.20	**Hm**			
5.40	**Hk**			
9.60	**Sr**			
11.20	**HkMr**			
14.20	**Ka**			

POHJAVESIPUTKIKORTTI

PUTKEN TUNNUS:	**Parma**
PROJEKTI:	**101008049.001**
ASIAKAS / SIJAINTI:	**Tuusula, Hyrylä**

X	**6697198.20**	**Z putken yläpää**	**60.02**	**Koordinaattijärjestelmä**	**ETRS-GKn**
Y	**25502104.91**	**Z maanpinta**	**58.80**	**Korkeusjärjestelmä**	**N2000**

MATERIAALI JA MITOITUS		
Putkimateriaali	**PEH**	
Putken sisähalkaisija	**52**	**mm**
Putken ulkohalkaisija	**63**	**mm**
Siivilän rakoleveys	**0.3**	**mm**
Varsiputket, kokonaispituus	**5.00**	**m**
Siivilät, kokonaispituus	**14.00**	**m**
Putken kokonaispituus	**19.00**	**m**
Putken pohjan taso	**41.02**	**N2000**

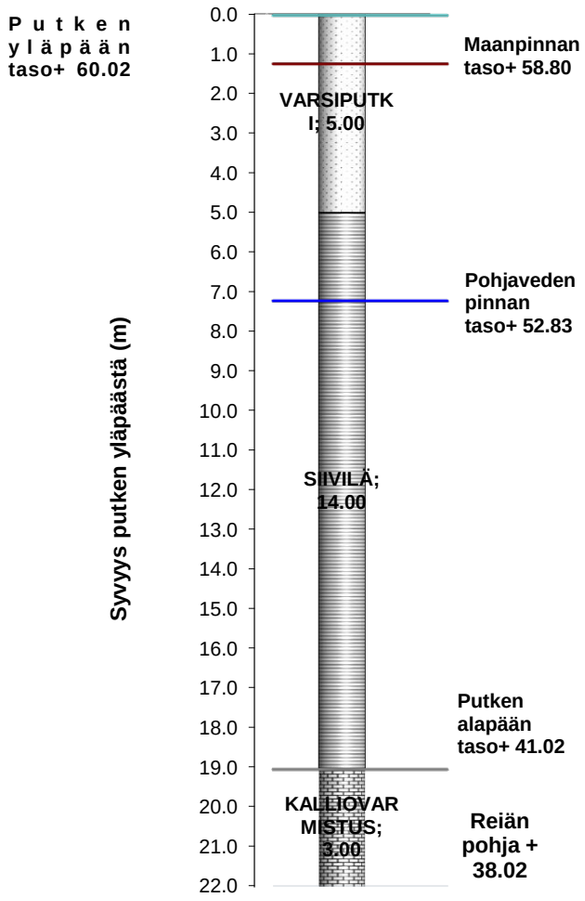
POHJAVESITIEDOT			
Varsiputken yläpäästä		**Taso N2000**	**Aika**
7.19	**m**	**52.83**	11.1.2018
7.18	**m**	**52.84**	7.2.2018
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	
	m	**#N/A**	

VARSI- JA SIIVILÄPUTKET		
VARSIPUTKI	**5.00**	**m**
SIIVILÄ	**14.00**	**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
VARSIPUTKI		**m**
SIIVILÄ		**m**
KALLIOVARMISTUS	**3.00**	**m**
POHJATULPPA	**KYLLÄ**	

HUOMIOITA

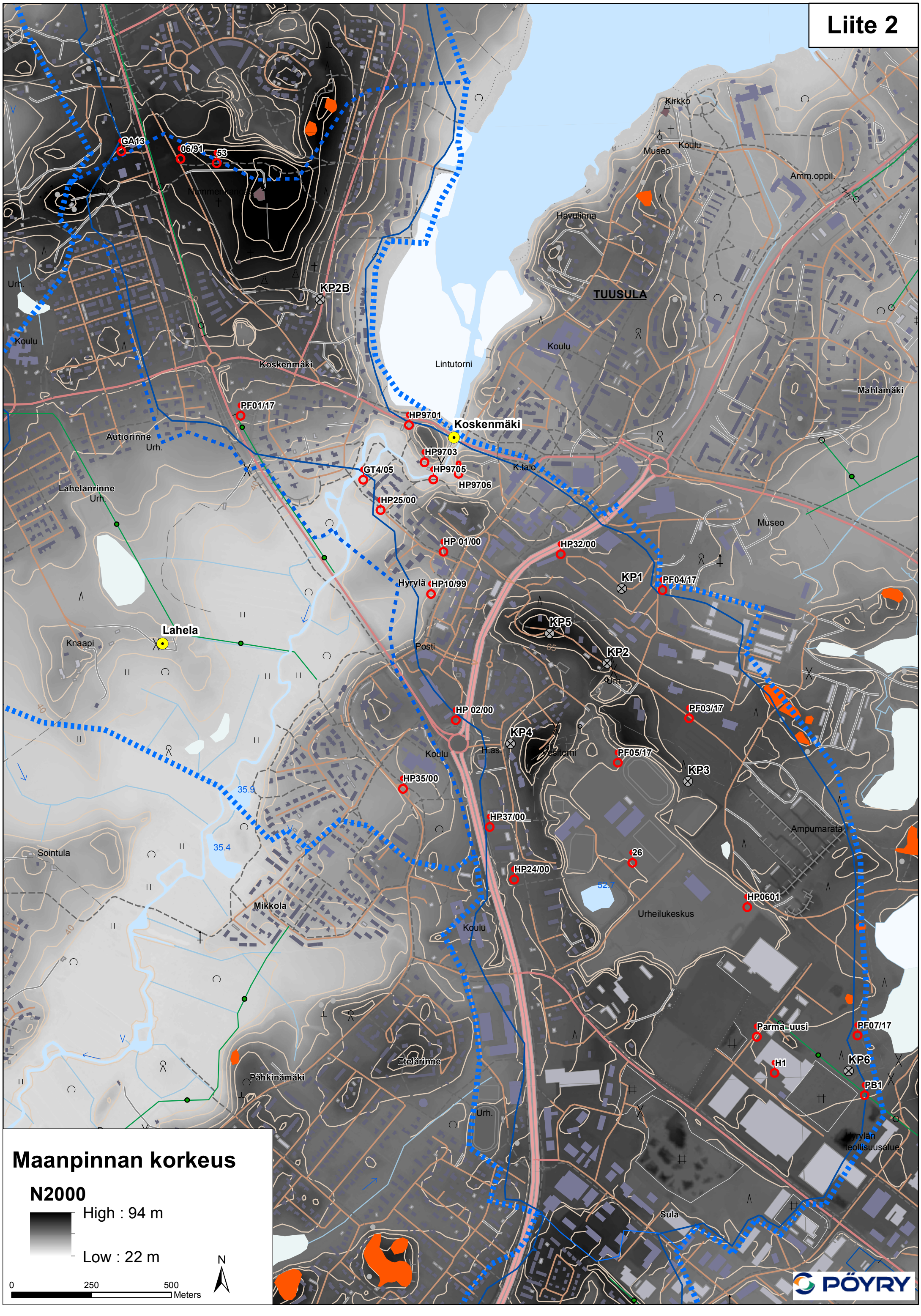
Paineilmalla huuhdeltu. Pöyryn lukko.

Putki asennettu:	**9.1.2018**
Asentanut:	**KYF157**
Yhtiö:	**Pöyry Finland**

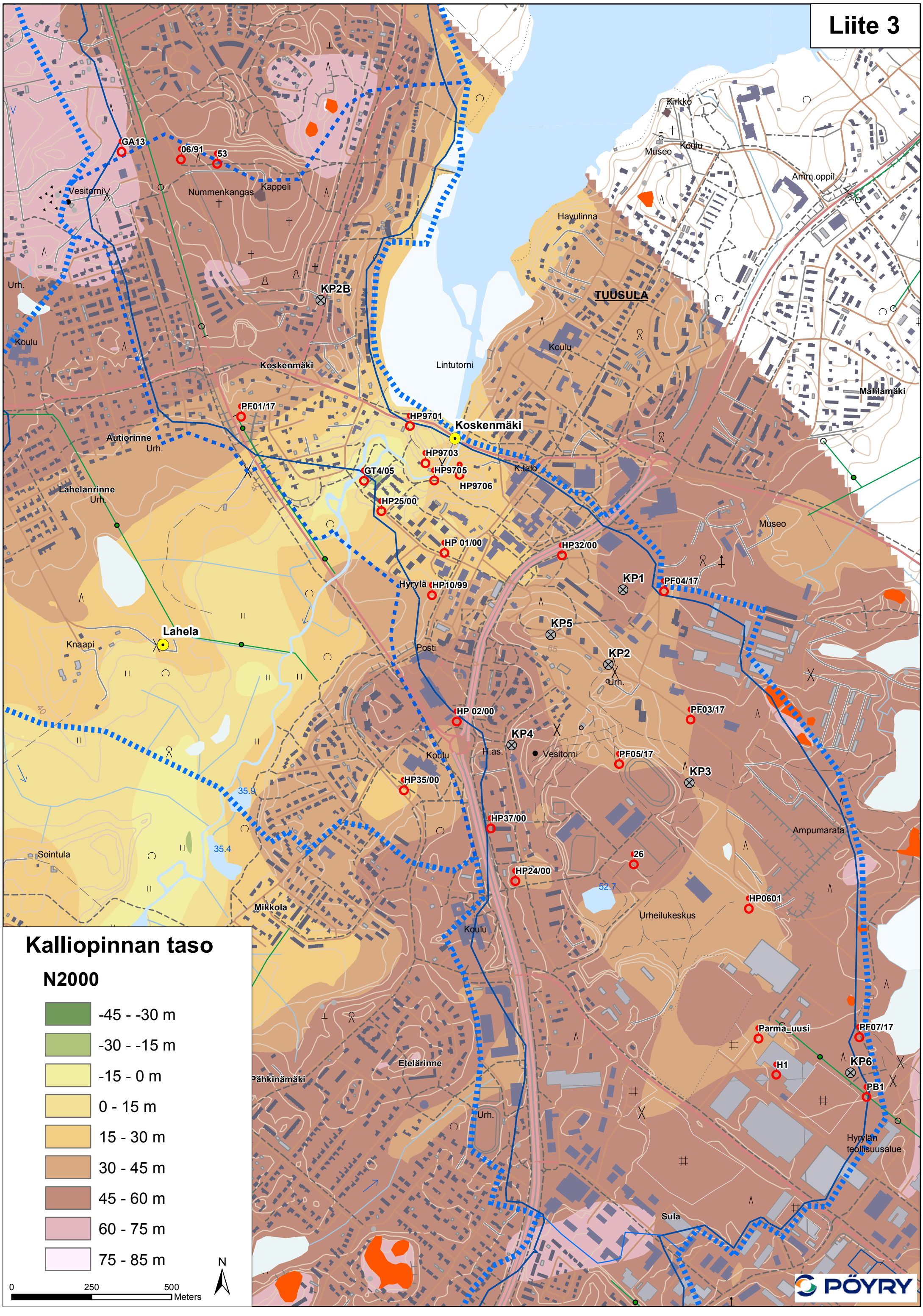


Kairaustiedot		**Maanäytteet**		**Havainto**
Syvyys	Maalaji	Mistä	Mihin	
0.80	**Sr**			
3.00	**Hk**			
3.40	**Sr**			
13.50	**Hk**			
14.10	**Ki**			
16.90	Sr			
17.60	Hk			
20.60	Ka			

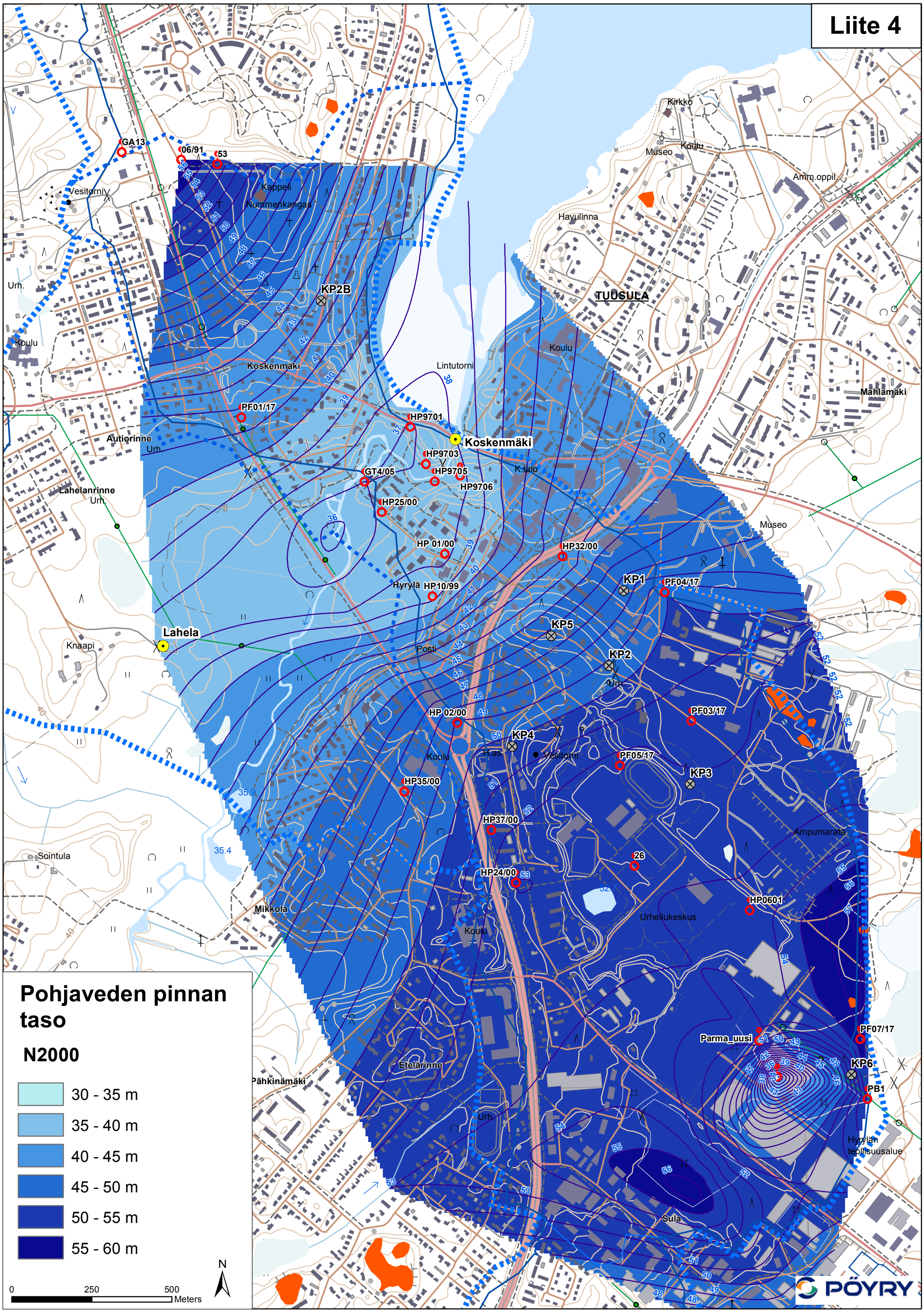
Liite 2


GA13
06/91
53
Nummenkangas
KP2B
Urh.
Koulu
Koskenmäki
Lintutorni
Kirkko
Museo
Koulu
Amm.oppil.
Havulinna
TUUSULA
Koulu
Mahlamäki
PF01/17
HP9701
Koskenmäki
Autiorinne
Urh.
HP9703
HP9705
HP9706
GT4/05
K.talo
Lahelanrinne
Urh.
HP25/00
Museo
HP 01/00
HP32/00
KP1
PF04/17
Hyrylä
HP10/99
Lahela
Knaapi
KP5
Posti
KP2
Urh.
HP 02/00
PF03/17
KP4
Koulu
H.as.
Vesitorni
PF05/17
KP3
HP35/00
35.9
HP37/00
Ampumarata
Sointula
35.4
26
HP24/00
52.7
HP0601
Mikkola
Urheilukeskus
Koulu
Parma_uusi
PF07/17
Etelärinne
H1
KP6
Pähkinämäki
PB1
Urh.
Hyrylän teollisuusalue
Sula
Maanpinnan korkeus
N2000
High : 94 m
Low : 22 m
0
250
500
Meters
N
PÖYRY

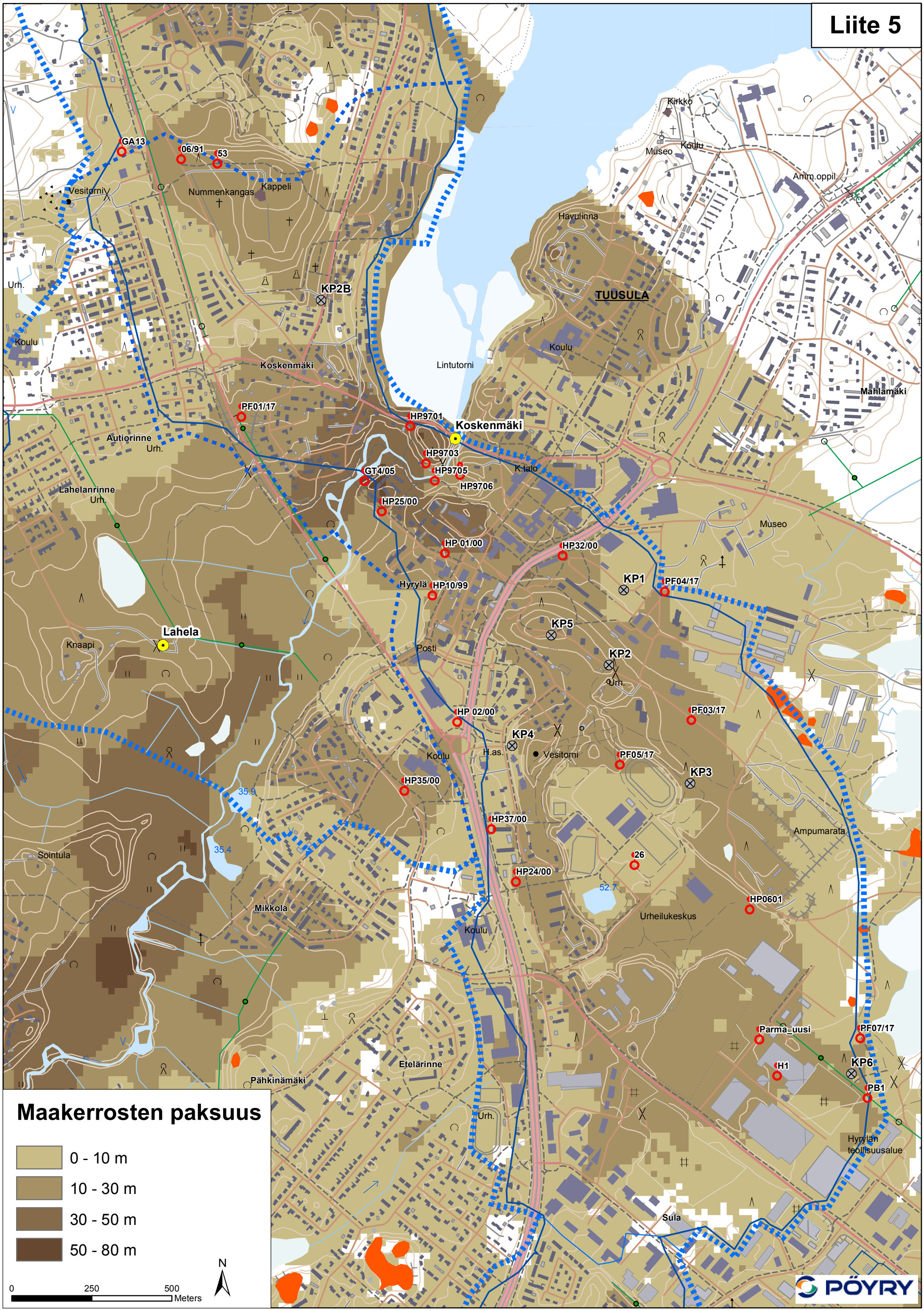
Liite 3


Kalliopinnan taso
N2000
-45 - -30 m
-30 - -15 m
-15 - 0 m
0 - 15 m
15 - 30 m
30 - 45 m
45 - 60 m
60 - 75 m
75 - 85 m
0
250
500
Meters
N
GA13
06/91
53
Vesitorni
Nummenkangas
Kappeli
Urh.
KP2B
Koulu
Koskenmäki
Lintutorni
Kirkko
Museo
Koulu
Amm.oppil.
Havulinna
TUUSULA
Koulu
Mahlamäki
PF01/17
HP9701
Koskenmäki
Autiorinne
Urh.
HP9703
HP9705
HP9706
K.talo
GT4/05
Lahelanrinne
Urh.
HP25/00
Museo
HP 01/00
HP32/00
KP1
PF04/17
Hyrylä
HP10/99
KP5
Lahela
Knaapi
Posti
KP2
Urh.
HP 02/00
PF03/17
KP4
H.as.
Vesitorni
PF05/17
Koulu
KP3
HP35/00
HP37/00
Ampumarata
Sointula
26
HP24/00
Mikkola
Urheilukeskus
HP0601
Koulu
Parma_uusi
PF07/17
Etelärinne
H1
KP6
Pähkinämäki
PB1
Urh.
Hyrylän teollisuusalue
Sula
PÖYRY

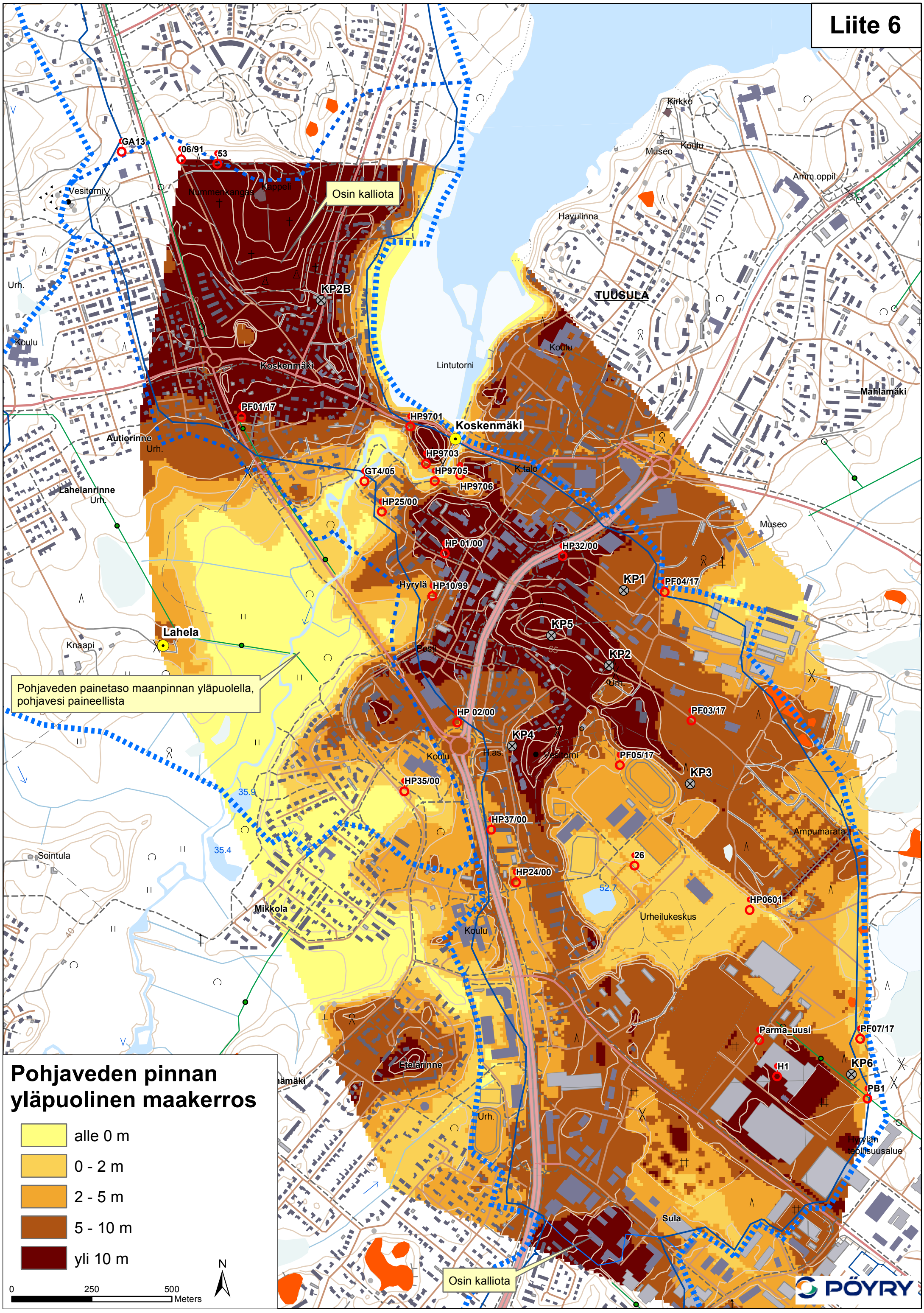
Liite 4


Pohjaveden pinnan taso
N2000
30 - 35 m
35 - 40 m
40 - 45 m
45 - 50 m
50 - 55 m
55 - 60 m
0
250
500
Meters
N
GA13
06/91
53
Vesitorni
Kappeli
Nummenkangas
KP2B
Koskenmäki
PF01/17
HP9701
Koskenmäki
HP9703
HP9705
HP9706
GT4/05
HP25/00
HP 01/00
HP10/99
Hyrylä
Lahela
Posti
HP32/00
KP1
PF04/17
KP5
KP2
HP 02/00
KP4
PF05/17
KP3
PF03/17
HP35/00
HP37/00
HP24/00
26
HP0601
Urheilukeskus
Parma_uusi
PF07/17
KP6
PB1
Etelärinne
Pähkinämäki
Mikkola
Sula
Hyrylän teollisuusalue
Ampumarata
Sointula
Lahelanrinne
Autiorinne
Knaapi
Urh.
Koulu
Museo
Kirkko
Hayulinna
TUUSULA
Amm.oppil.
Mahlamäki
Lintutorni
K.talo
H.as.
35.9
35.4

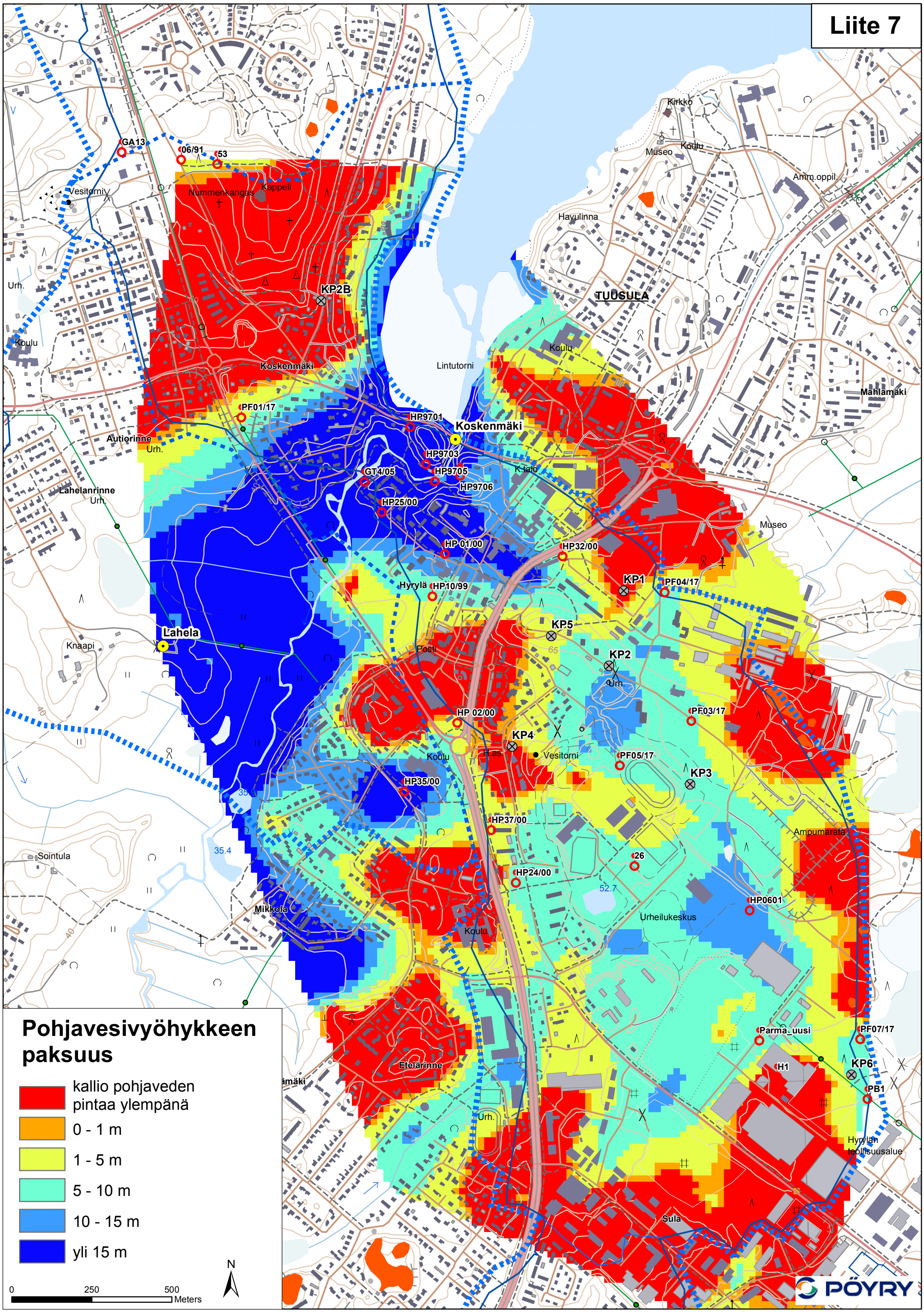
Liite 5


Maakerrosten paksuus
0 - 10 m
10 - 30 m
30 - 50 m
50 - 80 m
0
250
500
Meters
N
GA13
06/91
53
Vesitorni
Nummenkangas
Kappeli
Urh.
KP2B
Koulu
Koskenmäki
PF01/17
Autiorinne
Urh.
Lahelanrinne
Urh.
Lahela
Knaapi
Sointula
Mikkola
Pähkinämäki
Etelärinne
Urh.
Koulu
Lintutorni
HP9701
Koskenmäki
HP9703
HP9705
HP9706
GT4/05
HP25/00
HP 01/00
HP32/00
Hyrylä
HP10/99
Posti
HP 02/00
HP35/00
HP37/00
HP24/00
35.9
35.4
52.7
Kirkko
Museo
Koulu
Amm.oppil.
Havulinna
TUUSULA
Koulu
K.talo
Museo
KP1
PF04/17
KP5
KP2
Urh.
PF03/17
KP4
H.as.
Vesitorni
PF05/17
KP3
26
HP0601
Urheilukeskus
Ampumarata
Parma_uusi
PF07/17
H1
KP6
PB1
Hyrylän teollisuusalue
Sula
Mahlamäki
PÖYRY

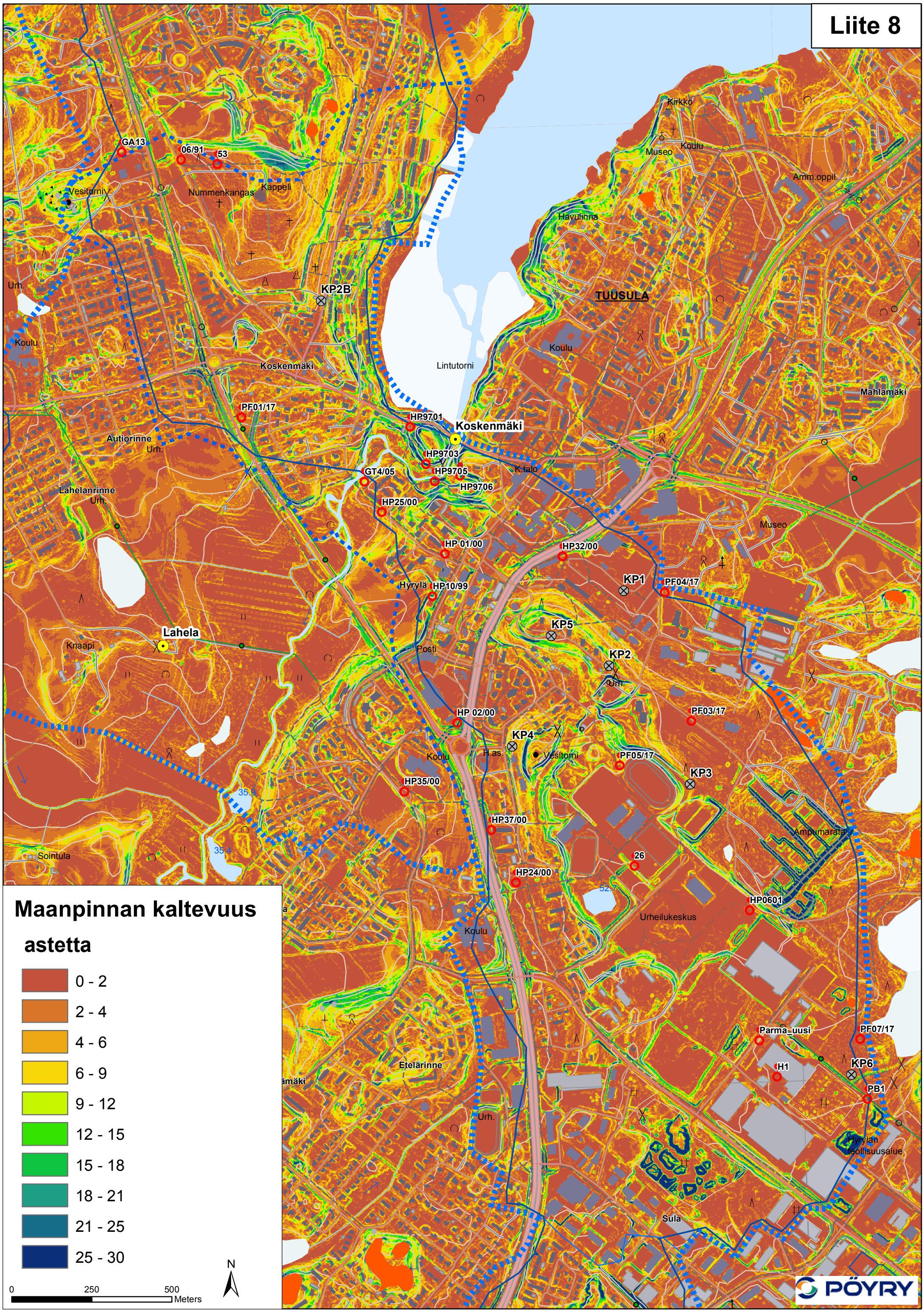
Liite 6


Pohjaveden pinnan yläpuolinen maakerros
alle 0 m
0 - 2 m
2 - 5 m
5 - 10 m
yli 10 m
0
250
500
Meters
N
Osin kalliota
Osin kalliota
Pohjaveden painetaso maanpinnan yläpuolella, pohjavesi paineellista
GA13
06/91
53
Vesitorni
Nummenkangas
Kappeli
Urh.
Koulu
Koskenmäki
KP2B
PF01/17
Autiorinne
Urh.
Lahelanrinne
Urh.
Lahela
Knaapi
HP9701
Koskenmäki
HP9703
HP9705
HP9706
GT4/05
K.talo
HP25/00
HP 01/00
HP32/00
Hyrylä
HP10/99
KP1
PF04/17
KP5
Posti
KP2
Urh.
HP 02/00
PF03/17
KP4
H.as.
Vesitorni
PF05/17
KP3
Koulu
HP35/00
35.9
HP37/00
35.4
Sointula
26
HP24/00
52.7
HP0601
Mikkola
Urheilukeskus
Koulu
Etelärinne
Urh.
Parma_uusi
PF07/17
H1
KP6
PB1
Hyrylän teollisuusalue
Sula
Lintutorni
Koulu
Hayulinna
TUUSULA
Kirkko
Museo
Koulu
Amm.oppil.
Museo
Mahlamäki
Ampumarata

Liite 7


Pohjavesivyöhykkeen paksuus
kallio pohjaveden pintaa ylempänä
0 - 1 m
1 - 5 m
5 - 10 m
10 - 15 m
yli 15 m
0
250
500
Meters
N
GA13
06/91
53
Vesitorni
Nummenkangas
Kappeli
Urh.
KP2B
Koulu
Koskenmäki
Lintutorni
Kirkko
Museo
Koulu
Amm.oppil.
Hayulinna
TUUSULA
Koulu
Mahlamäki
PF01/17
HP9701
Koskenmäki
Autiorinne
Urh.
HP9703
HP9705
HP9706
GT4/05
K.talo
Lahelanrinne
Urh.
HP25/00
Museo
HP 01/00
HP32/00
Hyrylä
HP10/99
KP1
PF04/17
KP5
Lahela
Knaapi
Posti
KP2
Urh.
HP 02/00
PF03/17
KP4
Koulu
Vesitorni
PF05/17
KP3
HP35/00
HP37/00
Ampumarata
Sointula
26
HP24/00
52.7
HP0601
Mikkola
Urheilukeskus
Koulu
Parma_uusi
PF07/17
Etelärinne
H1
KP6
PB1
Urh.
Hyrylän teollisuusalue
Sula
PÖYRY

Liite 8


Maanpinnan kaltevuus
astetta
0 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 9
9 - 12
12 - 15
15 - 18
18 - 21
21 - 25
25 - 30
0
250
500
Meters
N
GA13
06/91
53
Vesitorni
Nummenkangas
Kappeli
Urh.
KP2B
Koulu
Koskenmäki
Lintutorni
TUUSULA
Kirkko
Museo
Koulu
Amm.oppil.
Havulinna
Koulu
Mahlamäki
PF01/17
HP9701
Koskenmäki
Autiorinne
Urh.
HP9703
HP9705
HP9706
K.talo
GT4/05
Lahelanrinne
Urh.
HP25/00
Museo
HP 01/00
HP32/00
KP1
PF04/17
Hyrylä
HP10/99
KP5
Lahela
Knaapi
Posti
KP2
Urh.
HP 02/00
PF03/17
KP4
Koulu
H.as.
Vesitorni
PF05/17
KP3
HP35/00
35.9
HP37/00
Ampumarata
Sointula
35.4
26
HP24/00
52.7
HP0601
Urheilukeskus
Koulu
Parma_uusi
PF07/17
Etelärinne
H1
KP6
PB1
Urh.
Hyrylän teollisuusalue
Sula
PÖYRY

Liite 9

Alueet, joille ei suositella huleveden imeytystä

- Mahdollisesti pilaantunut maaperä
- Ohut maakerros pohjaveden pinnan yläpuolella
- Pintamaa heikosti vettäjohtavaa

PÖYRY

MAATUTKALUOTAUSTUTKIMUSRAPORTTI
Tuusulan kunta, Hyrylä

GWI-2018_021004/30.1.2018

GEO-WORK INFRA OY

Y-tunnus 2836113-1
terho.makinen@geo-work.com
tel. +358 (0)50 557 9098
Linjalantie 16, 05430 Nuppulinna

SISÄLLYSLUETTELO

1 MAATUTKALUOTAUS: Tuusulan kunta, Hyrylä

1.1 Tehtävä

1.2 Maastotyöt

1.3 Mittauskalusto

1.4 Tulostus

1.5 Yleistä tulkinnasta

1.6 Tulkinnat: Tuusulan kunta, Hyrylä

2. Maatutkaluotauksen teoriaa

2.1 Teoreettiset perusteet

3. Linjakartta

4. Luotausprofiilit

1. MAATUTKALUOTAUS: Tuusulan kunta, Hyrylä

1.1 Tehtävä

Geo-Work Infra Oy suoritti Tuusulan kunnan toimeksiannosta maatutkaluotauksia Hyrylän alueella Tuusulassa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää pintaa rikkomattomalla menetelmällä, maatutkalla, maaperän laatua ja kallion ja pohjaveden syvyyttä tutkattavilla linjoilla.

1.2 Maastotyöt

Nyt tehdyt maastotyöt suoritettiin 24.-25.11.2017. Tilaajalta saatuja linjoja pyrittiin noudattamaan maastossa mahdollisuuksien mukaan, luotauslinjat oli suunniteltu päässääntöisesti kulkuväylille. Linjoja tehtiin 7 kappaletta, yhteensä 5300 m. Linjat numeroitiin oheisen liitekartan mukaisesti.

1.3 Mittauskalusto

Mittauskalustona oli amerikkalaisen Geophysical Survey System Inc:n (GSSI) valmistama SIR-3000 maatutka. Antennina käytettiin GSSI:n 100 MHz:n antennia riittävän syvyysulottuvuuden, mutta tarkan kuvan takaamiseksi. Antennilaitteistoa vedettiin perässä ja luotaukset voitiin tehdä käytännössä jälkiä jättämättä.

1.4 Tulostus

CF-levykkeelle taltioitu tutkatulos siirretään tutkalta tietokoneelle tulostusta ja tulkintaa varten. Tulkinta ja tulostus tapahtuu jälkikäsittelynä GeoDoctor-signaalinkäsittelyohjelmalla.

Leikkauskuvat on tulostettu 1:300/1:2000 (32/500m) pysty- ja vaakamittakaavassa. Maatutkaprofiilit ovat aika-asteikossa. Liitekarttaan on merkitty tutkitut linjat ja linjapisteiden paikat, jotka löytyvät myös profiilikuvista. Kairauspisteiden sijainti on merkitty profiileihin.

Tulkinnat ovat @NP-päätteillä GT-formaatissa ja kartoitustiedon mukaisesti TM35FIN ja N2000 –järjestelmissä. Linjojen paikannus on saatu maastossa suoritettua cm-tarkalla TRIMBLE R8-GPSllä.

1.5 Pohjavesialueiden luotauksen tulkinnasta

Tässä kappaleessa pyritään selvittämään maatutkaluotauksen periaatetta hyvin yksinkertaisesti ja lyhyesti, mutta mahdollisimman selkeästi, jotta tulkinnan periaatteista pääsisi kiinni. Tämä lähinnä sen takia, että mikäli tulosta joudutaan myöhemmin tarkastelemaan uudelleen kairauksien ym. uusien tutkimuksien valossa pystyy myös tilaaja mahdollisesti suorittamaan tulkinnan täydentämistä ja parantamista.

Maatutkaluotausten kuvatulkinta perustuu ensisijaisesti vuosien tuomaan kokemukseen, allekirjoittaneella tulkintakokemusta on vuodesta 2007, vanhemmalla konsultilla Leevi Koposella kokemusta on jo yli 30 vuotta. Tässä yhteydessä on kuitenkin mainittava, että tutkatulos on aina oikein, tulkitsija voi tehdä virheitä.

1.51 Menetelmä

Maatutka (GPR, Ground Penetrating Radar) lähettää antenniyksikkönsä avulla lyhyitä (1-6 nanosekunnin pituisia) sähkömagneettisia pulsseja mitattavaan kohteeseen, maaperään. Nämä pulssit (sähköaallot) etenevät kohteen väliaineessa noin valon nopeudella ja aina väliaineen sähköisesti muuttuvasta rajapinnasta osa lähetetystä aaltoenergiasta palautuu takaisin. Tämän takaisin palautuneen aaltoenergian voimakkuus (amplitudi) ja edestakaiseen matkaan kulunut aika (nanosekuntia) rekisteröidään tutkalaitteiston avulla näytölle ja tallentimelle.

Kun tämä tapahtuma suoritetaan liikkeessä, saadaan rekisteröitä kohteesta poikkileikkaus kohtisuoraan antennin lähetyspintaa kohden. Eli vedettäessä tutkan antennia maalla, saadaan maaperän kerrosjärjestyksestä maatutkan informaatioon perustuva poikkileikkauskuva. Tulostettavien havaintopisteiden väli määritellään mittapyörän mittaaman matkaan perusteella ja se on ollut tässä tehtävässä 30 kpl/m. Myös rajapintojen voimakkuus ja syvyys (aika ns) on havaittavissa tulostuneelta maatutkaprofiililta.

1.52 Profiilitulkinta

Rajapinta- ja maa-ainestulkinta on tehty Geo-Doctor -ohjelmistolla. Leikkauskuvan yläreunaan on merkitty profiilin tunnusnumero, sidontapisteet ja juokseva paalulukema.

Topografiakorjatuissa leikkauskuvissa on korkeustasoa ilmaisevat asteikkoviivat. Profiilissa on maanpintaa eli 0-tasoa ilmaiseva viiva ja aika asteikkoviivat. (HUOM! Syvyysasteikko on tarkka vain

kuiville hiekka- ja sorakerrostumille, joskin pohjaveden alaisissa tulkinnoissa kosteus on pyritty huomioimaan eri dielektrisyysarvolla).

Profiililla hienomman lajittuneen materiaalin tunnusmerkkinä ovat rauhalliset rakenteet, tummat yhtenäiset välikerrokset. Nämä tummat siistit välikerrokset tulevat hienommista / silttisistä kerroksista, jotka pidättävät itseensä ympäristöään enemmän kosteutta. Näissä kerroksissa sähkönjohtokyky muuttuu huomattavasti muuhun ympäristöön nähden. Tällainen kerros (rajapinta) heijastaa runsaasti sähkömagneettista energiaa takaisin, jolloin se rekisteröityy voimakkaana amplitudina.

Tasarakeinen hiekkainen materiaali näyttää profiililta hyvin vaalealta, eikä siinä juurikaan näy rakenteita. Aivan kuten luonnossakin, se on puhtaan näköistä eikä siinä ole pohjaveden lisäksi muita kerroksia, joissa olisi suuria johtavuuden muutoksia. Tämä materiaali sijaitsee yleensä silttisten kerroksien välissä. Mikäli tällaisessa materiaalissa on pohjaveden pinnan taso, on se selvästi havaittava taso.

Karkeamman materiaalin (kHk,Sr) tunnistaa yleensä profiililta sekaisesta kuvasta, jossa on runsaasti kulmikasta parabeliä ja jyrkkiä rakenteita. Yleiskuvaltaan materiaali on levoton ja hieman "puuromainen". Mikäli karkea materiaali sijoittuu harjuytimeen ja luotauslinja on poikittain jäätikön virtaussuuntaa kohti, reunustavat tällöin karkeaa materiaalia yleensä lievehiekat. Nämä lievehiekkojen rakenteet nousevat molemmilta puolilta karkeamman materiaalin kylkeen. Sorainen materiaali voi joskus sekoittua myös karkeaan moreeniainekseen tai päinvastoin. Yleensä kuitenkin moreeni sisältää enemmän hienoa ainesta, joka tekee siitä profiilikuvalla selvästi tummemman kuin sorasta. Moreenilla pohjaveden pintaa ei ole havaittavissa, ainoastaan heijasteiden paksuudesta voidaan saada viitteitä siitä. Tämä johtuu siitä, että materiaalissa on kapillaari-ilmiö eikä siinä ole selvää kuivan ja märän rajapintaa.

Profiileille on kirjainsymboleilla kuvattu maalajeja ja lajittuneessa materiaalissa suuntaa antavaa karkeusastetta:

Sa	Savi
Si	Siltti
SiHk	Siltti hiekka
hHk	Hieno hiekka
Hk	Hiekka
kHk	Karkea hiekka
srHk	Sorainen Hiekka
HkSr	Hiekkainen sora
Mr	Moreeni
Ka	Kallio

Tulkintaa luettaessa on huomioitava, että kirjainsymbolit ovat merkitty tukemaan ja selventämään tulkintaa ja antavat viitteen keskimääräisestä karkeusasteesta kyseisellä alueella. Esimerkiksi samalla hiekkaiseksi merkityllä kohdalla voi vertikaalisesti esiintyä myös jotain silttikerroksia ja mahdollisesti myös ohut sorainen välikerros, mutta kuitenkin pääasiassa kokonaisuus on hiekka. Samoin maa-aineksessa voi myös olla joukossa kiviä. Moreenin/kalliopinnan ollessa epävarma/kairaamaton, käytetään tekstiä Mr/Ka, varmempana pidettävä kallio on merkitty tekstillä KA?.

Harjun lievealueilla saattaa paikoin olla ohuelti savea, joka näkyy profiileissa huomattavana savikerroksen alapuolisten rakenteiden vaimenemisena. Savikerros ei itse erotu erillisenä rajapintana vaan se on tulkittava alapuolisten rakenteiden vaimenemisen perusteella. Ohut siltti tai savikerros ei välttämättä erotu porakonekairauksissa.

Kuvissa ylimpänä näkyy maanpinnan topografia ja sen alla punaisella tulkittu kallion/moreeninpinta. Vihreällä on kuvattu saven ja siltin rajapintoja ja sinisellä turvealtaita.

Tulkinnoissa on otettu huomioon käytössä olleet kairaus- ja putkitiedot. Linjoilla L03-L05 jotkin tulkinnat hiukan muuttuivat korkeusasemaltaan ennakkotulkinnoista referenssitietojen valossa.

1.6 Tulkinnat: Tuusulan kunta, Hyrylä

Linjat L01-L05 tehtiin urheilupuiston alueelle ja Linjat L06-L07 hautausmaan aluelle. Luotausprofiilien tulkintaa voidaan yleisesti ottaen tässä kohteessa kalliopinnan suhteen paikoin hyvinkin haastavana, paikoin varmempana. Kallio on paikoin käytetyn tutkakaluston syvyysulottuvuuden alapuolella. On myös huomioitava, että kallioperä ’näyttää’ tutkaprofiililla hyvin samanlaiselta kuin moreeniaines, jolloin kalliorajapinnan virhetulkinnan mahdollisuus lisääntyy.

Linjalla L01 Pohjavesi erottuu heikohkosti, mutta asettuu kuitenkin tulkintatopografian perusteella kauttaaltaan uskottavaan korkeusasemaan. Kallio vaikuttaisi olevan koko ajan tulkintasyvyydellä, pisteellä 67 mahdollisesti hyvinkin lähellä maanpintaa.

Linjalla L02 kallion on kaikkein varmimmin tulkittavissa ja mahdollisesti hyvinkin lähellä maanpintaa. Pistevälillä 95-90 syvyysulottuvuutta tulee kallionpintaan nähden ilmeisesti liikaa, heikosti tulkittavat rajapinnat liittyvät tällä kohdalla korkotason perusteella pohjaveteen. Referenssikairauksia tälle linjalle ei ollut käytettävissä.

Linjalla L03 kalliotulkintoja ei juuri ole. Pistevälillä 44-45 on hienompien hiekkojen reunustama karkeamman aineksen 'kumpu', mahdollisesti ydinharju, syvällä on joko karkeampaa ainesta tai kallio. Korkeimmalla kohdalla (pisteet 37-116) vaikuttaa olevan hyvin paksu harju-aines.

Linjalla L04 pohjavesitaso ja kallio on tulkittavissa Linjan L01 tapaan.

Linjalla L05 kalliopinta vaikuttaisi olevan syvällä ja toisaalta loppuosa linjasta menee paksujen harjumassojen alueelle. Pisteellä 84 on viitteitä samanlaisesta harjuytimen kohdasta kuin Linjalla L03. L05 mahdollisesti muutenkin kulkee osittain pitkin tuota ydintä, eikä se erotu kuvasta muualla. Olisi loogista, että Linjalla L04 vastaava kohta erottuisi esimerkiksi pistevälillä 36-38, mutta näin ei jostain syystä ole.

Linjat L06 ja L07 sijaitsevat pohjoisempana hautausmaan alueella. Tällä alueella harjuydin vaikuttaisi olevan tulkittavissa Linjalla L06 pistevälillä 6-7 ja Linjalla L07 korkeimmalla kohdalla kappelin edessä. Linjan L06 alkuosuus vaikuttaisi maa-aineksen puolesta lajittuneilta hiekka-aineksilta, mutta loppuosuus pl200> silttisemmältä/moreenimaiselta. Samankaltainen tekstuuri profiilikuvassa näkyy aivan linjan L07 lopussa. Kalliot vaikuttavat olevan alueella hyvin syvällä. Harjualueella luodattaessa kuva muuttuu joskus paljonkin, kun kulkusuuntaa vaihdetaan harjun suuntaan nähden. Tämä näkyy jonkin verran erityisesti linjalla L06, jossa hautausmaaolosuhteista johtuen linjat mutkittelevat.

Maatutkaluotausten tulkinta on aina suuntaa-antava, joskin luonnollisesti varsinkin referenssipisteiden läheisyydessa tulos on hyvinkin tarkka. Lisäämällä referenssikairauksia tuloksia voidaan entisestään tarkentaa. Kallion pinnaksi on pyritty aina tulkitsemaan ylin mahdollinen rajapinta ts. tällä pyritään siihen, että moreeni/kallio on korkeintaan tulkitulla korkeustasolla. Tulkitun rajapinnan koodi on aina 10(kallio) txt-muotoisissa tulkintatiedostoissa. Dielektrisyysarvona on tulkinnassa kokemukseen perustuen käytetty lukuja 6-16. Noudatamme Konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE2013.

Tuusulassa 30.1.2018

Terho Mäkinen
Toimitusjohtaja, Maanmittausinsinööri (AMK)
Geo-Work Infra Oy

2. MAATUTKALUOTAUKSEN TEORIAA

Maatutka on radiotaajuusaluetta käyttävä sähkömagneettinen luotauslaite. Siinä lähetinantennilla lähetetään väliaineeseen sähkömagneettisia pulsseja ja vastaanotinantennilla rekisteröidään väliaineen sähköisiltä rajapinnoilta takaisinheijastuneet aallot. Luotaus voidaan tehdä joko tutkittavan väliaineen pinnalta tai väliaineen sisältä. Ensimmäinen tapa on yleisimmin käytetty ja siinä mittauslaitteiston ei tarvitse välttä-mättä koskettaa tutkittavaa väliainetta. Jälkimmäistä tapaa käytetään reikätutkassa.

Maatutkan kehitys on seurannut läheisesti muiden tutkamenetelmien teknistä ja tulkinnallista kehitystä. Pulssitutka kehitettiin 1920-luvun lopulla, mutta vasta 1950-luvun vaihteessa tehtiin ensimmäiset onnistuneet mittaukset. 1970-luvun alussa tutkaluotausta sovellettiin maassa olevien kaapeleiden, putkien ja esineiden paikannukseen. Tämän jälkeen mittalaitteiden kehitys on ollut ja sovellukset ovat lisääntyneet. Tutkaa sovelletaan geologisten kohteiden lisäksi mm. tie- ja betonirakenteiden tutkimiseen, vesistö- ympäristö- ja arkeologisiin tutkimuksiin. Kivitutkimukset ovat maatutkan uusimpia sovelluskohteita.

2.1 Teoreettiset perusteet

Maatutkaluotauksen periaate on melko yksinkertainen. Tutkalaitteen antenni lähettää väliaineeseen lyhytkestoisen sähkömagneettisen pulssin radiotaajuudella. Kun pulssi kohtaa väliaineessa sähköisen rajapinnan, osa aaltoenergiasta heijastuu takaisin osan jatkaessa etenemistään. Tutka-antennilla mitataan takaisin heijastuneen aallon lähtöhetkestä paluuhetkeen kulunut aika ja amplitudi. Tutkan liikkuessa tätä toistetaan nopeassa tahdissa ja muodostettavat tulostussignaalit eli pyyhkäisyt piirretään intensiteettipiirturilla tiheästi peräkkäin, jolloin tuloksena saadaan jatkuva profiili väliaineessa olevista sähköisistä rajapinnoista.

Sähkömagneettisen aallon käyttäytyminen väliaineessa on esitetty monissa tutkaluotaukseen liittyvissä julkaisuissa. Yleistäen voidaan todeta, että aallon etenemisnopeuteen ja heijastumiseen vaikuttavat väliaineen dielektrisyys ja suskeptibiliteetti. Väliaineen sähkönjohtavuus vaikuttaa aallon vaimenemiseen ja sillä on vähäinen vaikutus heijastumiseen. Jos suskeptibiliteetin ja dielektrisyyden yhteisvaikutusta kuvataan suureella e, voidaan käytännön maatutkaluotauksessa pitäytyä yksinkertaisiin kaavoihin:

Aallon etenemisnopeus (1) $v=c/\sqrt{e}$

Rajapinnan syvyys (2) $s=v*t/2$

Heijastuskerroin (3) $K=(\sqrt{e2}-\sqrt{e1})/(\sqrt{e2}+\sqrt{e1})$

Läpäisykerroin (4) $R=1-K$

Vaimeneminen väliaineessa (5) $A=1635* \sqrt{e}$

Aallonpituus (6) $l=1000*c/(f*\sqrt{e})$

joissa c=valon nopeus tyhjiössä (0,3 m/ns)
e= aallon etenemisnopeuteen vaikuttava suure
t= kulkuaika väliaineessa (ns=10E-9 s)
A= vaimeneminen väliaineessa (dB)
= väliaineen sähkönjohtavuus (S/m)
f= taajuus (MHz)

Aallonpituus vaikuttaa ohuiden kerrosten erotuskykyyn. Maatutkaluotauksessa lähetetään puolitoista jaksoa sinimuotoista pulssia. Korkeataajuisilla antenneilla, 500 MHz:stä alkaen, saadaan hyvä ohuiden kerrosten erottelukyky. Toisaalta syvyysulottuvuus pienenee myös merkittävästi. Matalataajuisilla antenneilla erottelukyky on karkeampi, mutta syvyysulottuvuus on huomattavasti parempi kuin korkeataajuisilla antenneilla.

Jos oletetaan väliaineen magnetoitumiskyky eli suskeptibiliteetti pieneksi, eli väliaineessa ei ole magnetoituvia ainesosia, em. kaavat 1-4 riippuvat pelkästään dielektrisyydestä. Kuivien aineiden dielektrisyys on noin 4. Ilman dielektrisyys on 1 ja veden 81. Veden ja ilman määrän vaihtelu huokoisessa väliaineessa vaikuttavat ratkaisevasti sähkömagneettisen aallon etenemisnopeuteen ja rajapinnalla tapahtuvaan aallon heijastumiseen.

Sähkömagneettisen aallon vaimeneminen väliaineessa on suoraan verrannollinen väliaineen sähkönjohtavuuteen. Jokaisella sähköisellä rajapinnalla tapahtuu sen luonteesta riippuva jakautuminen heijastuvan ja läpäisevän aallon osiin. Lisäksi aalto edetessään leviää suuremmalle alalle, joten energia pinta-alayksikköä kohden pienenee.

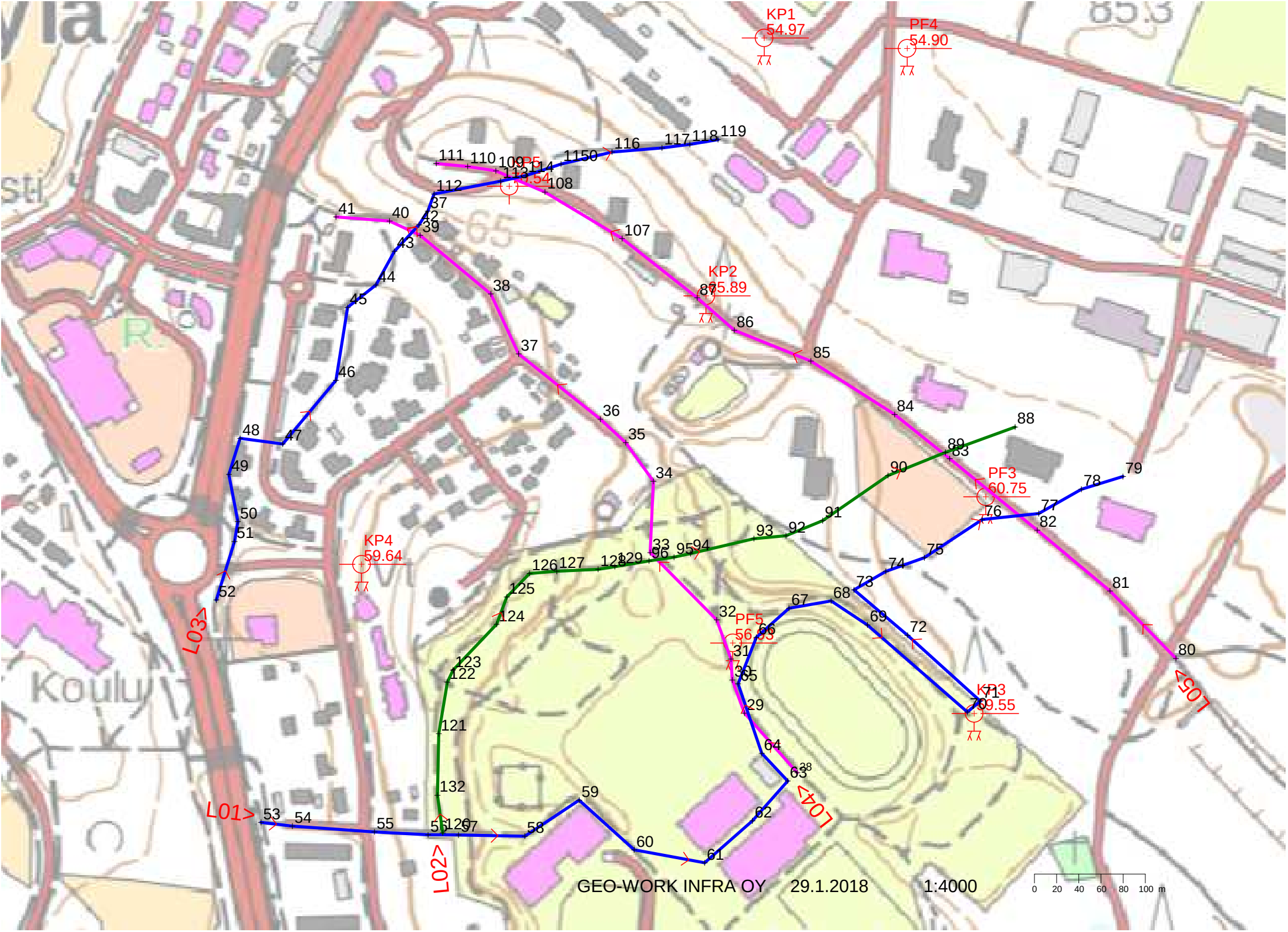
Sähköä hyvin johtavissa väliaineissa (johtavuus yli 10nS/m) on

vaimeneminen väliaineessa merkittävää. Jos väliaineen johtavuus on pieni, mutta sähköisiä rajapintoja on runsaasti, vähentävät moninkertaiset heijastukset maatutkauksen tunkeutumissyvyyttä. Kun johtavuus on pieni ja heijastavia rajapintoja vähän (esim. ehjä kallio), aalto vaimenee antennin ja heijastavan rajapinnan etäisyyden funktiona. Sähkömagneettinen aalto heijastuu ja läpäisee jokaisen rajapinnan myös ylöspäin saapuessaan.

Koska antennien keilakulma on n 45 , antenni rekisteröi linjalla olevat heijastavat kappaleet ennen ja jälkeen niiden todellista paikkaa ja havaitsee myös sivulla olevat kohteet. Suoraan mittauslinjalla oleva aallonpituuteen nähden suuri kappale vaikuttaa alla olevien rajapintojen muotoon. Esimerkiksi järven pohjalla oleva kivi aiheuttaa tutkakuvassa järven pohjan "hyppäämisen ylös". Mittauslinjan sivulla oleva heijastava kohde näkyy tutkaprofiilissa yhdessä antennin alta saapuvien heijastuksien kanssa. Useimmiten sivuheijasteiden merkitys on mitätön.

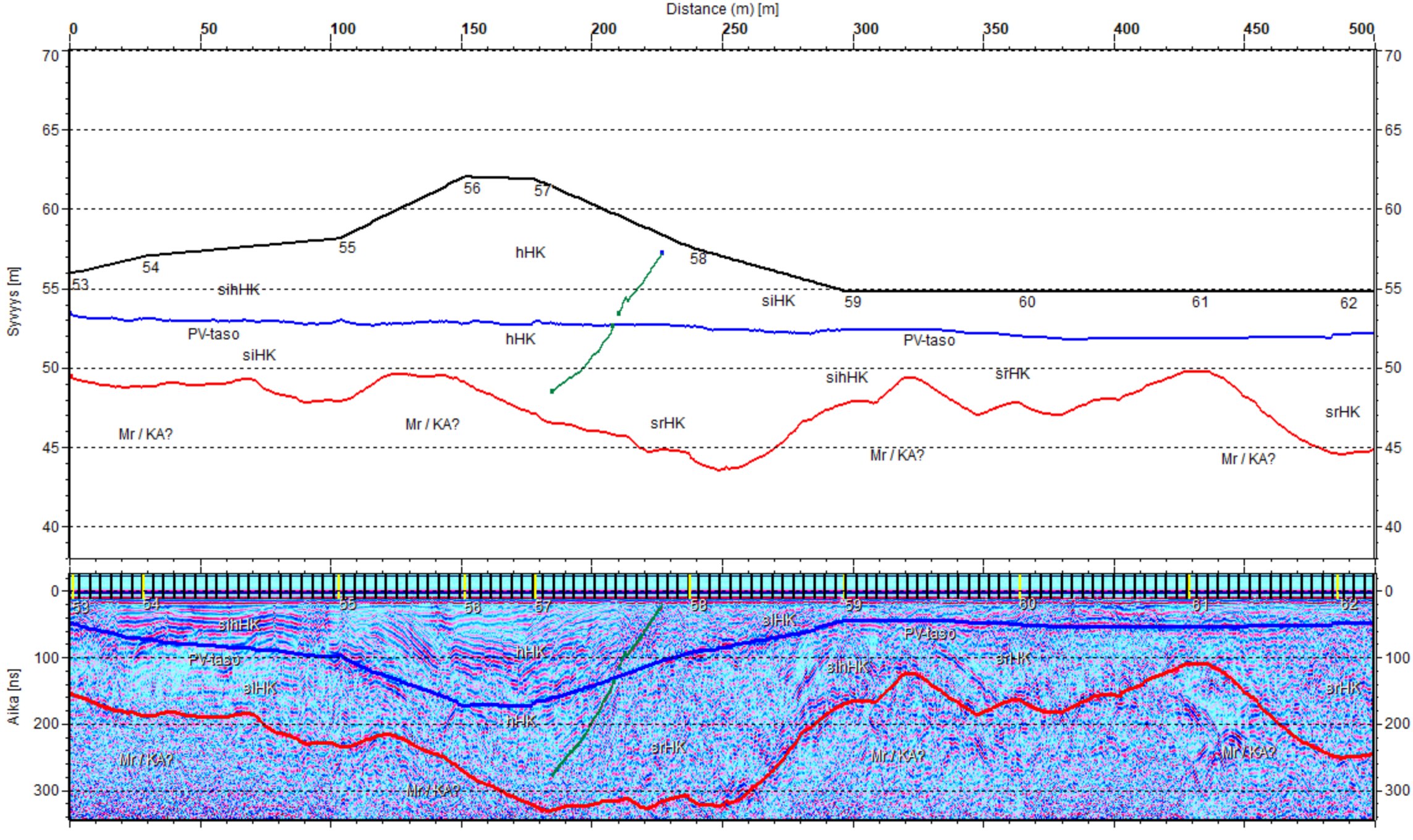
Jos välikerros on paksuudeltaan alle puolitoista aallonpituutta, vaikuttavat peräkkäiset heijastukset toisiinsa. Heijastuksen taajuus muuttuu ja peräkkäiset heijastukset saattavat vaimentaa toisensa. Ilmiö riippuu sähkömagneettisen aallon rajapintojen välissä kuluttamasta ajasta sekä rajapinnoilla tapahtuvasta vaihekulmien muutoksista.

Kohdatessaan sähköisen rajapinnan korkeataajuinen sähkömagneettinen aalto taittuu ja heijastuu optiikan lakien mukaan. Koska aaltoa heijastavalla pinnalla täytyy olla myös tietty laajuus (pinta-ala), maatutkalla ei voida havaita pystyjä tai lähes pystyjä kapeita rakenteita, jos mittaus tehdään väliaineen pinnalta. Tämä koskee kuitenkin lähinnä tavanomaista maatutkaluotausta, jolloin mittaus tapahtuu tasolta ja lisäksi mittausnopeus on hyvin suuri pystyrakenteen kokoon nähden.

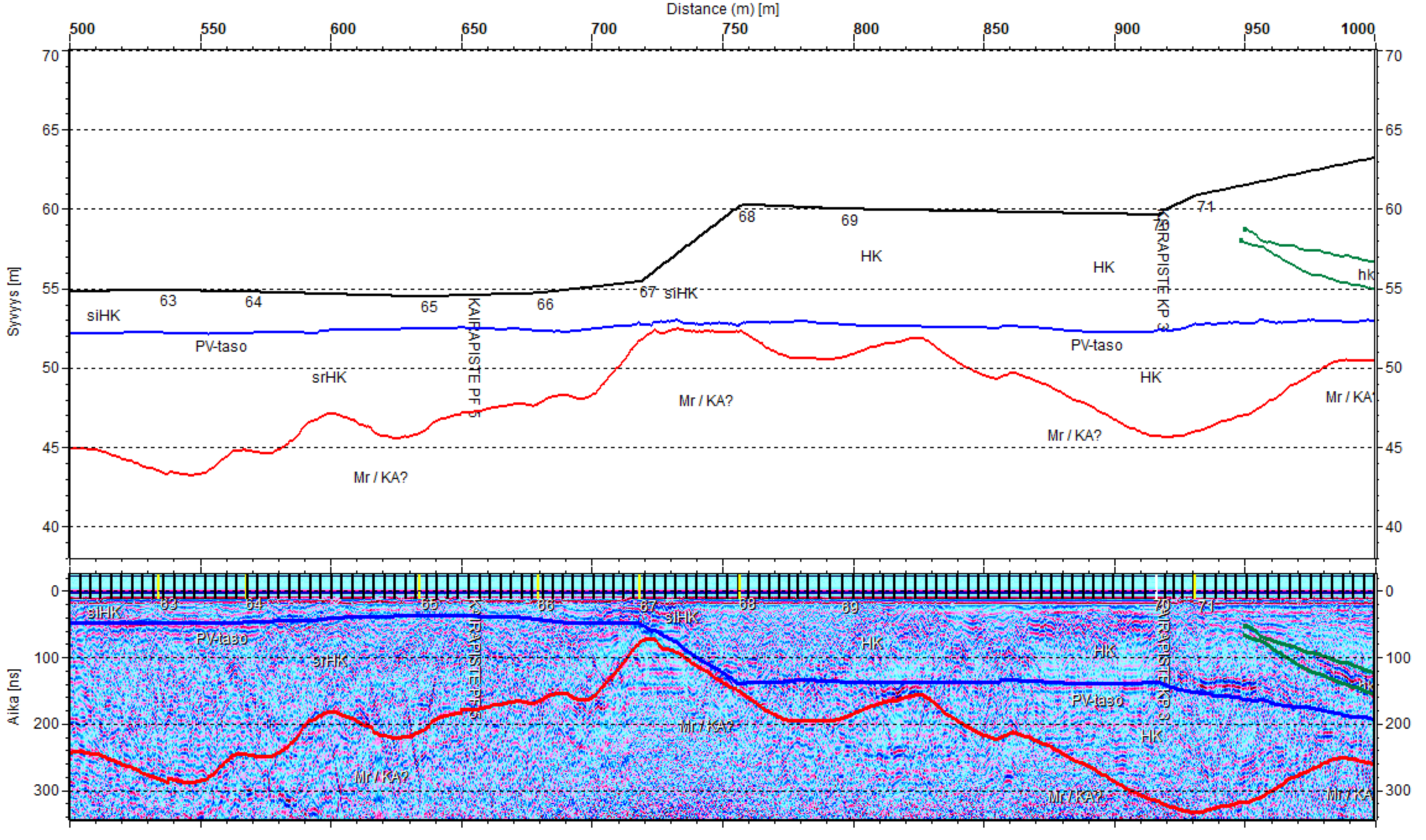

KP1
54.97
PF4
54.90
PF5
KP2
PF3
60.75
KP4
59.64
PF5
KP3
L01>
L02>
L03>
L04>
L05>
GEO-WORK INFRA OY 29.1.2018 1:4000
0 20 40 60 80 100 m

Kappeli
Lintutorni
Hav
45
60
L07>
L06>
13
14
15
16
17
18
20
21
22
23
24
25
26
27
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
PF2
59.18
PF1
52.24
GEO-WORK INFRA OY 29.1.2018 1:4000
0 20 40 60 80 100 m

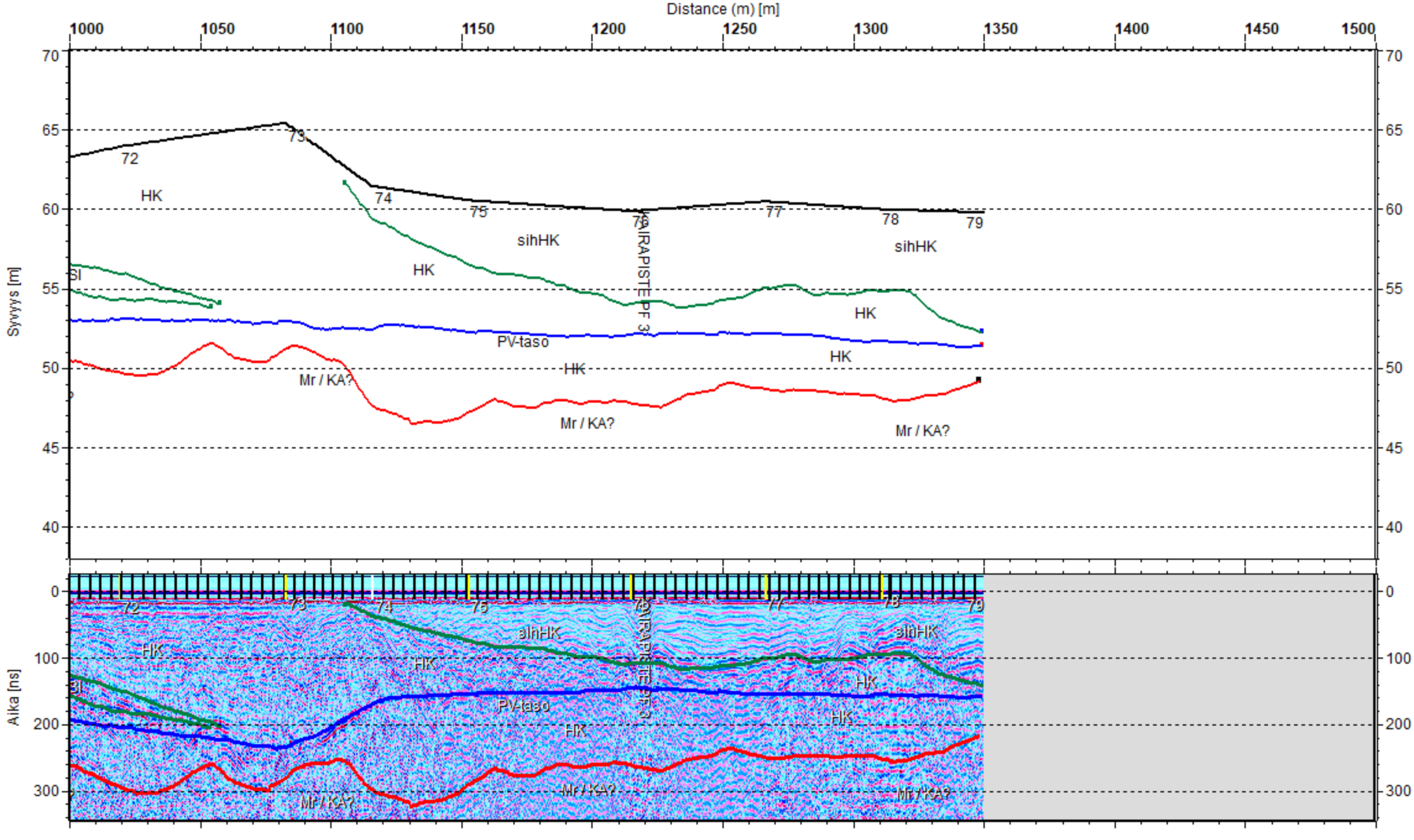
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L01



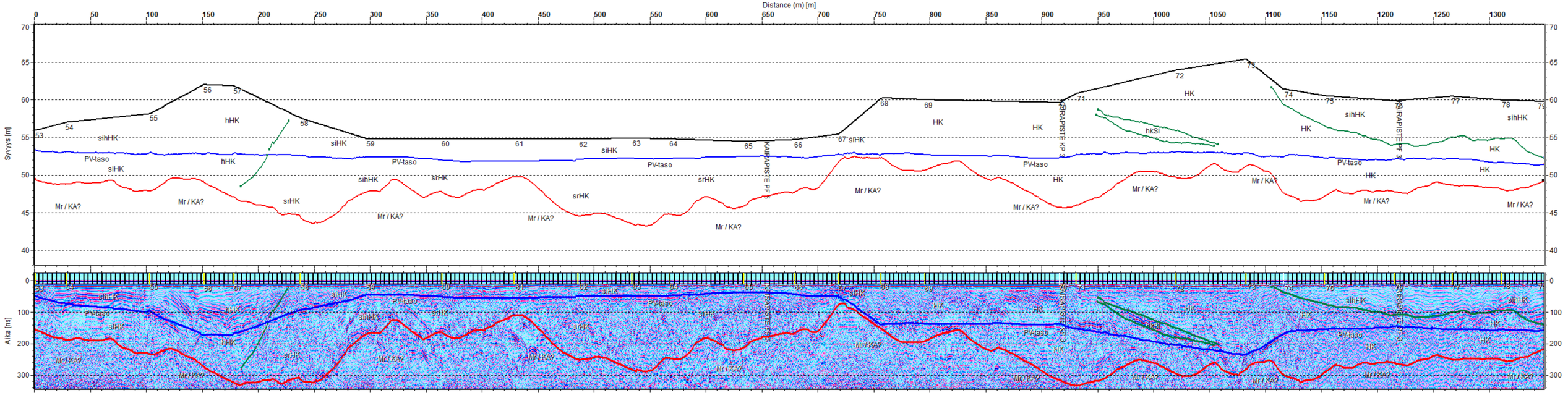
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L01



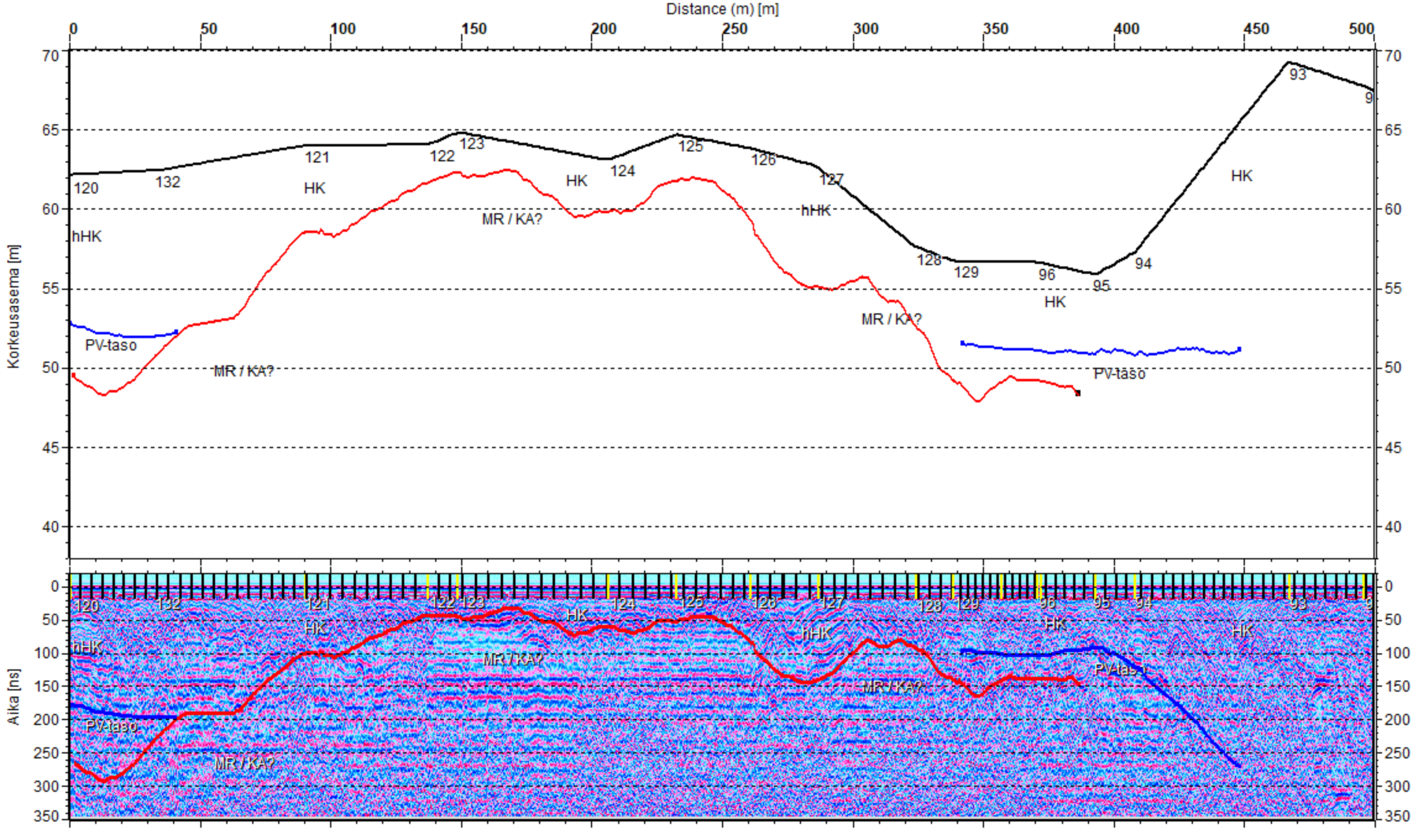
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L01



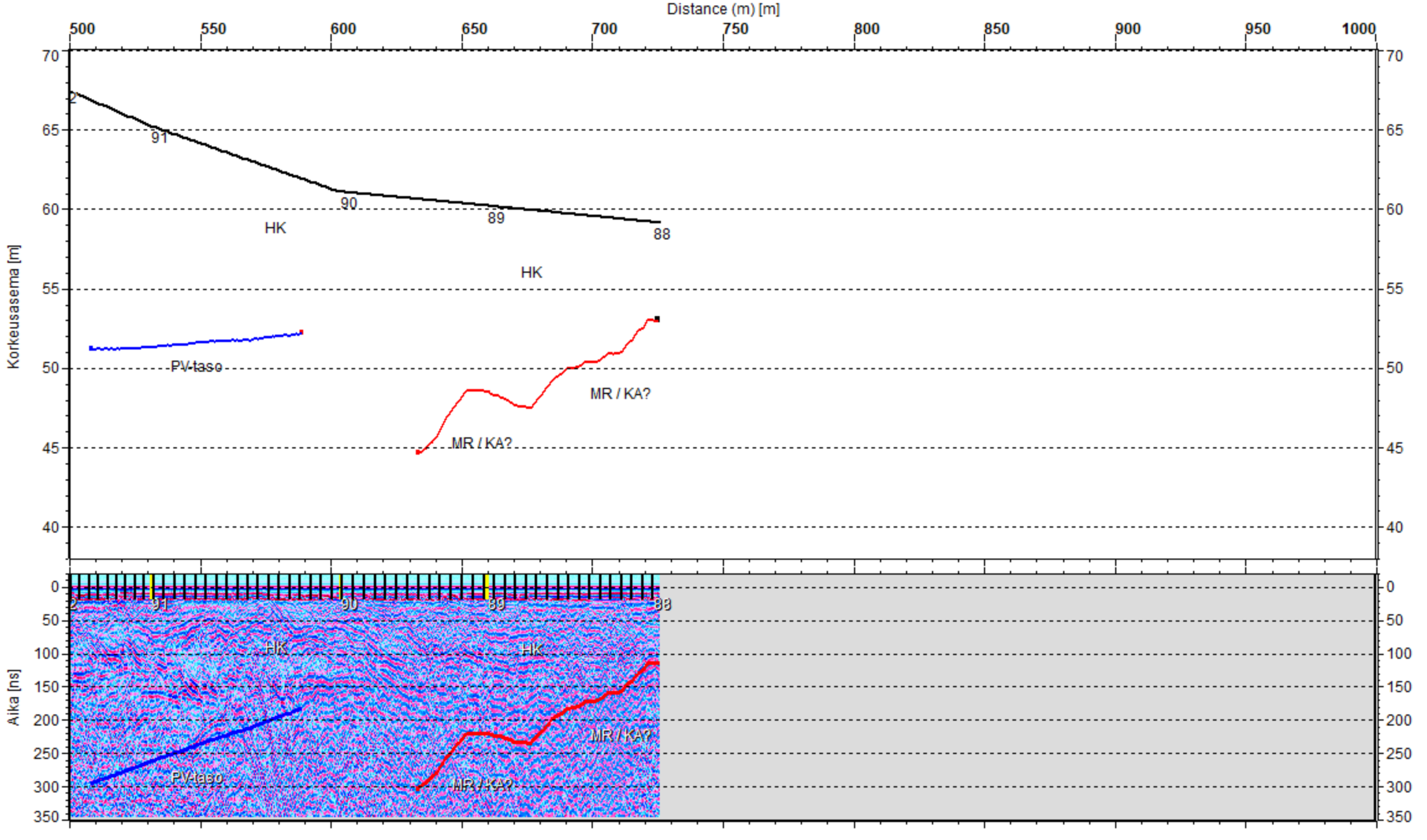
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L01



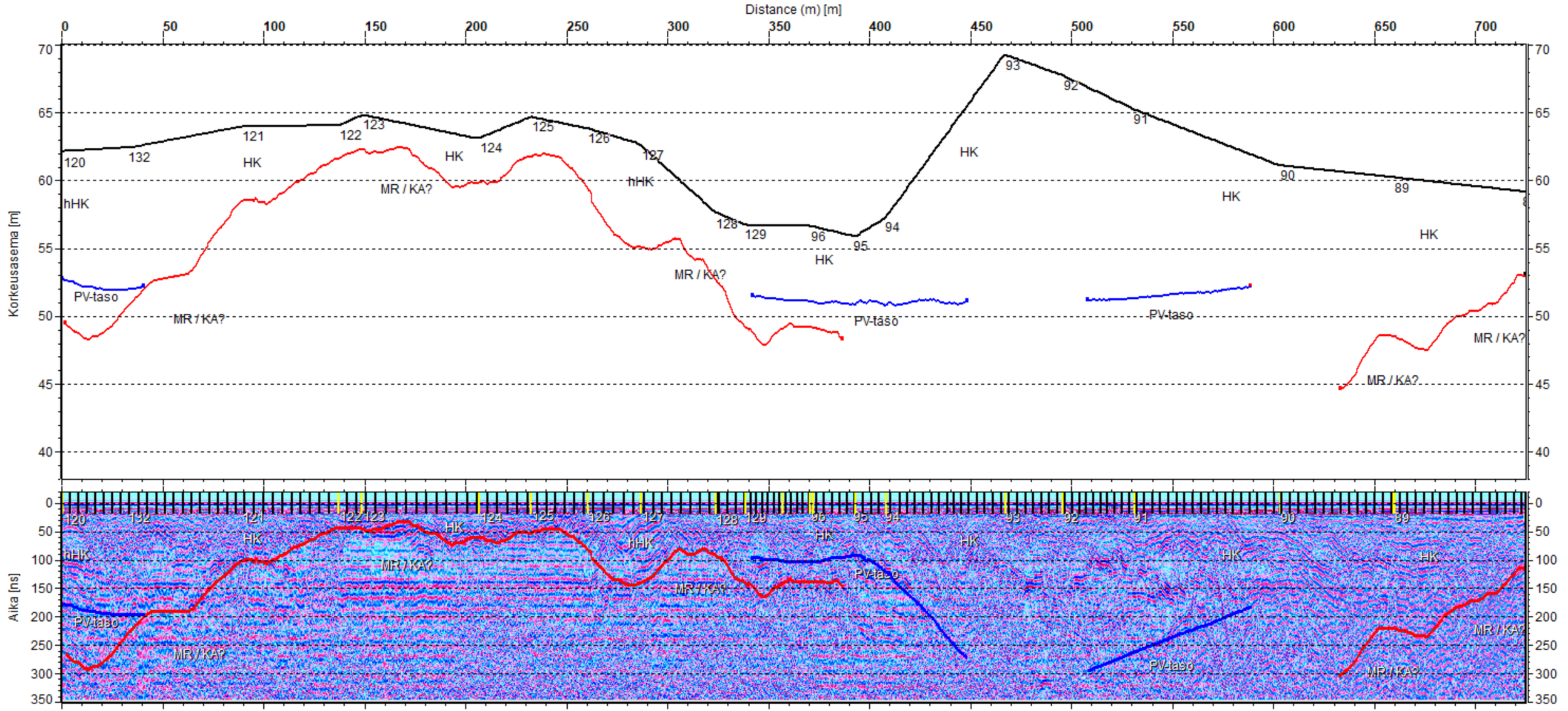
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L02



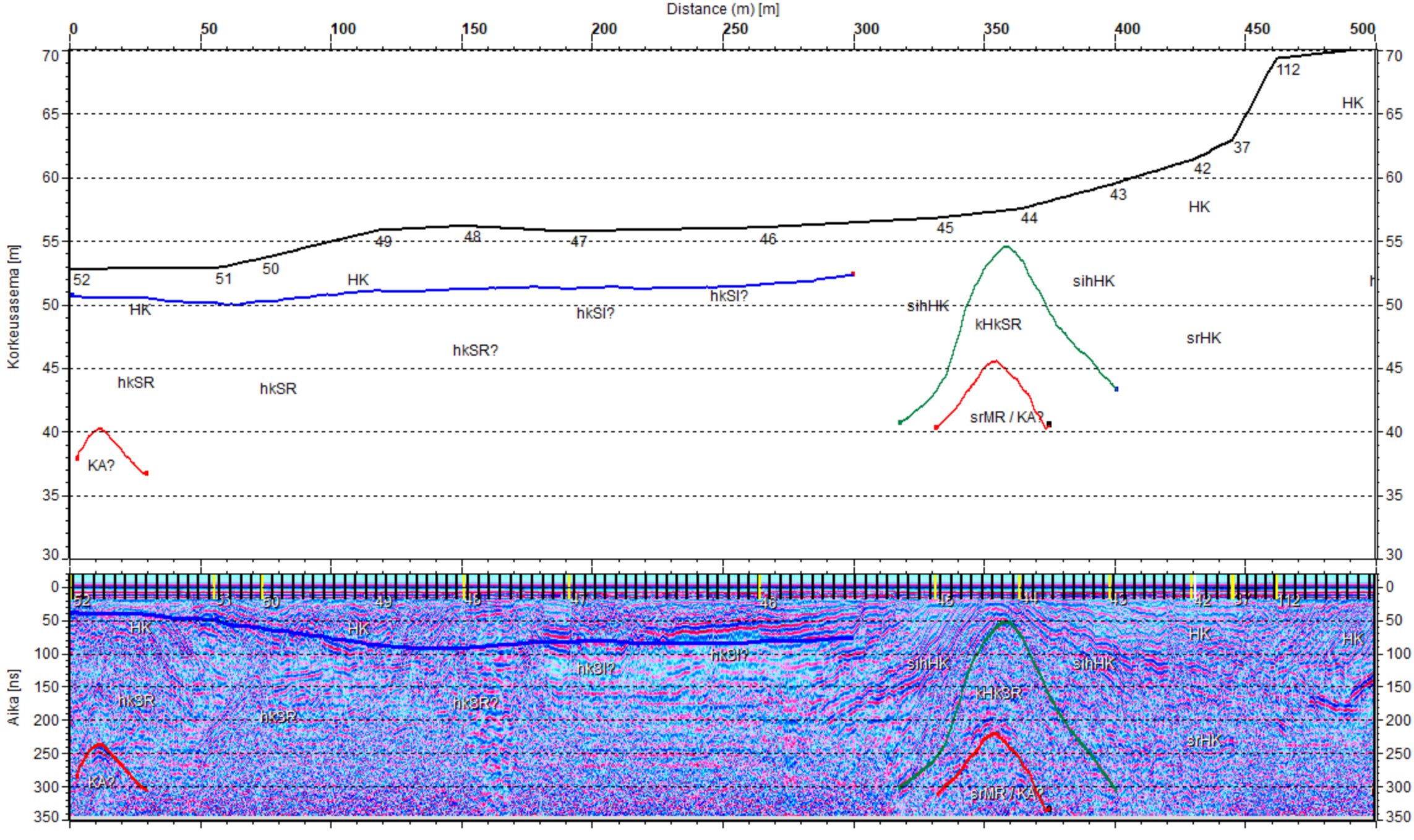
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L02



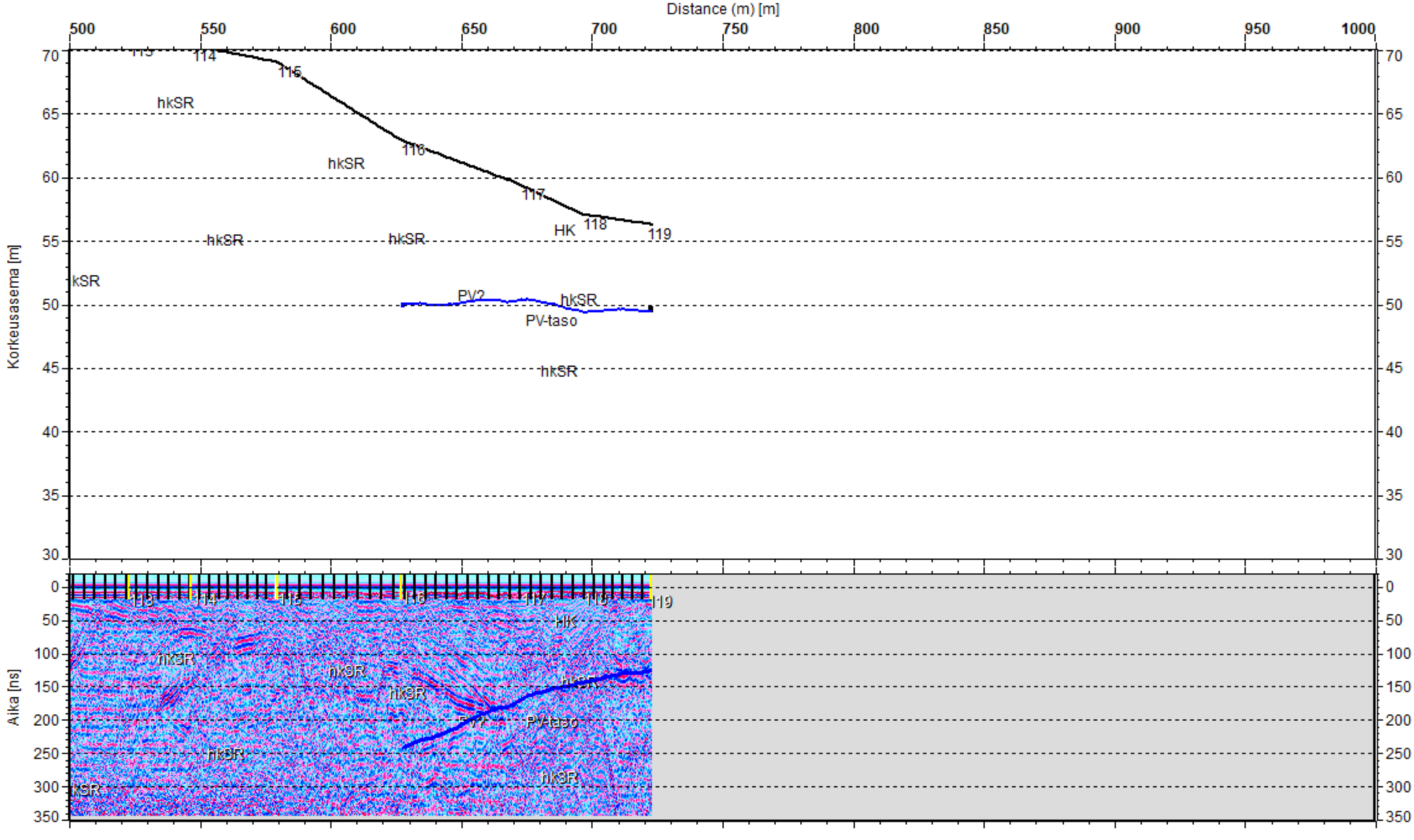
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L02



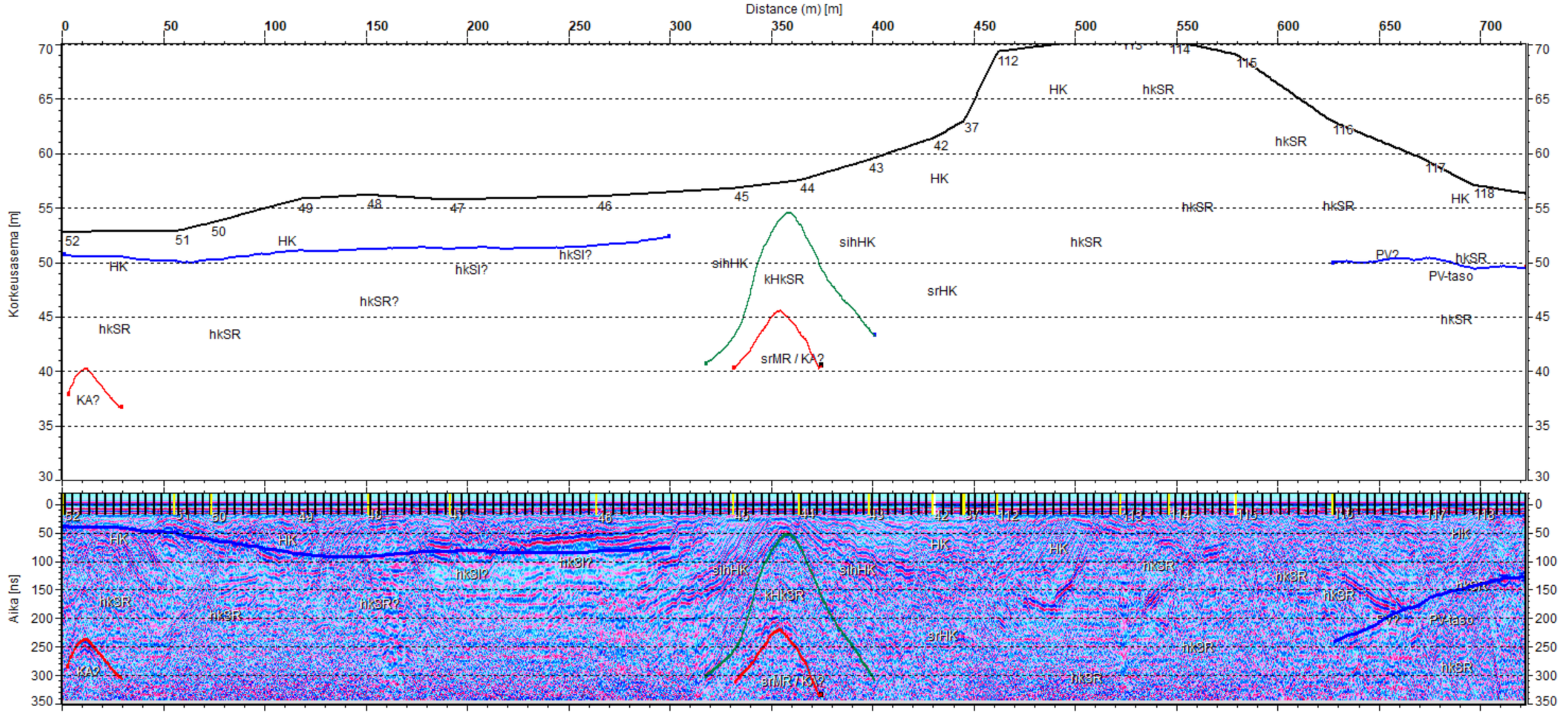
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L03



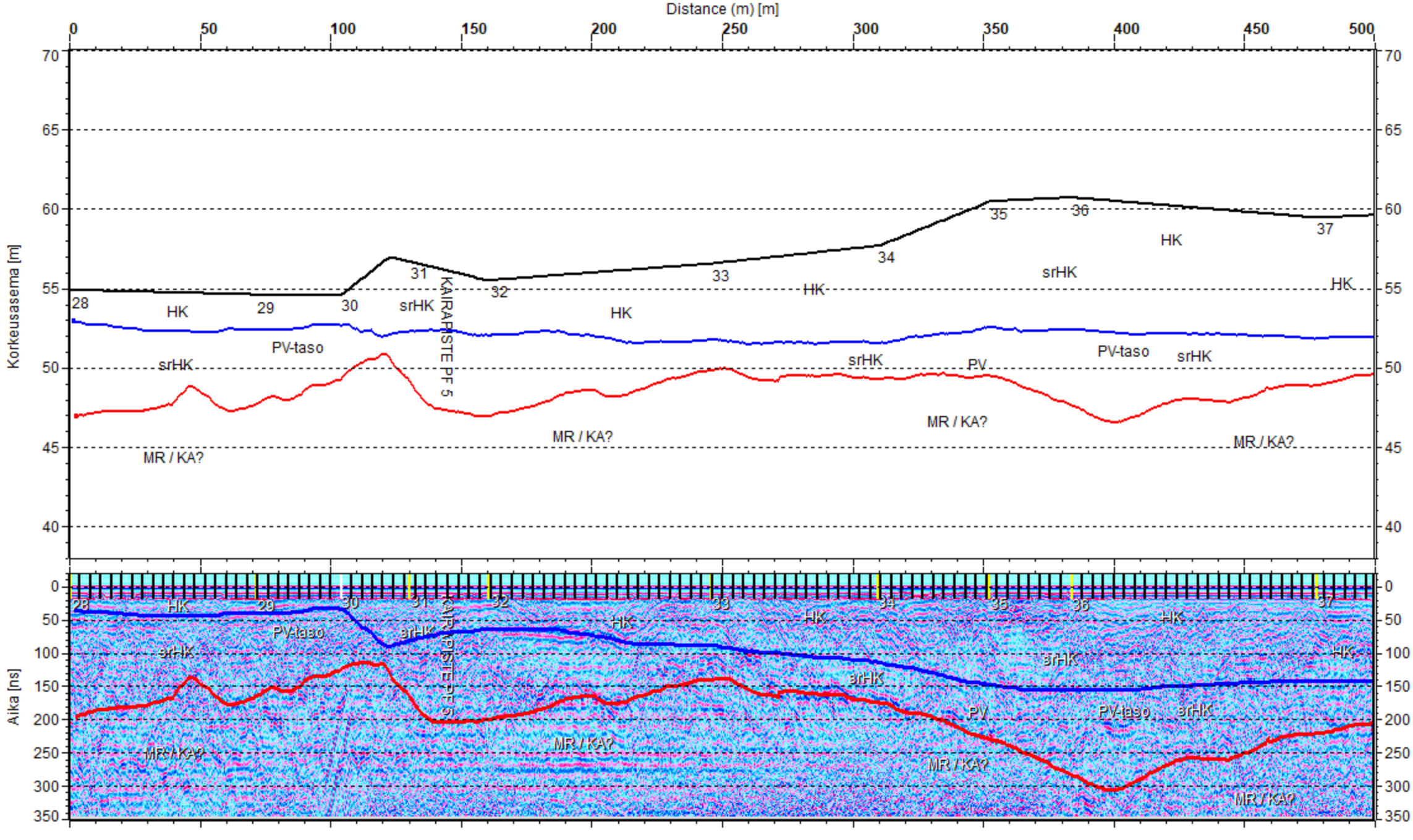
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L03



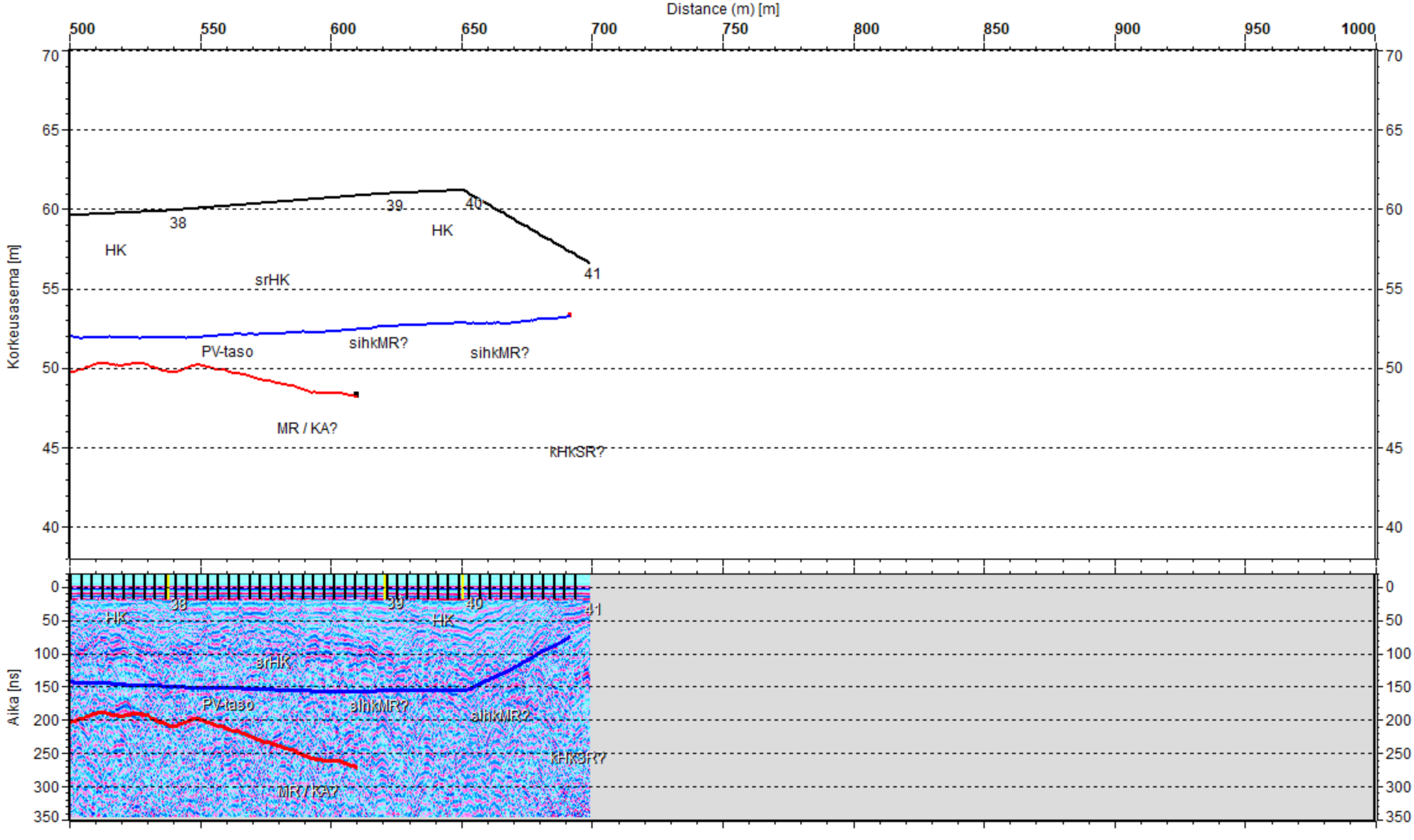
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L03



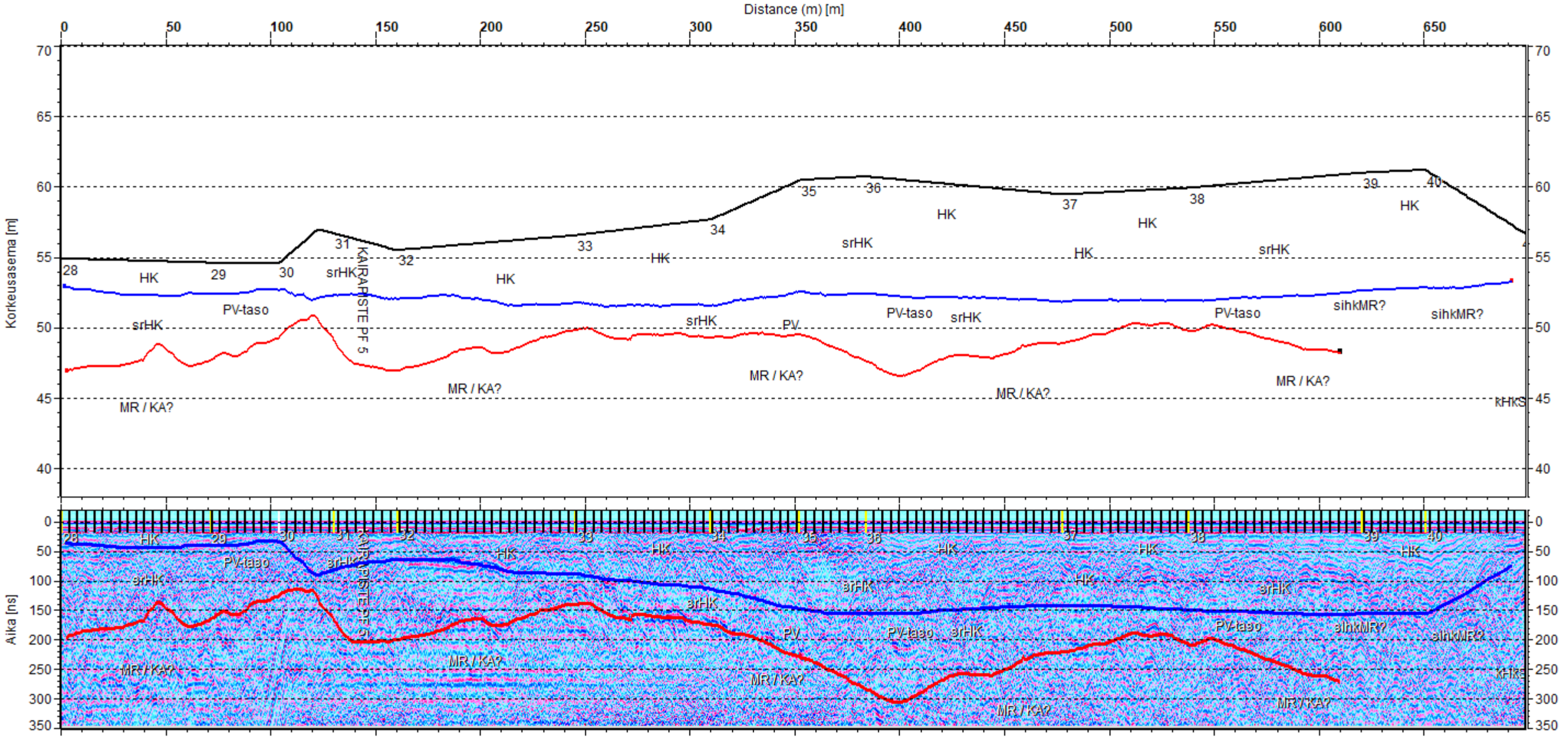
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L04



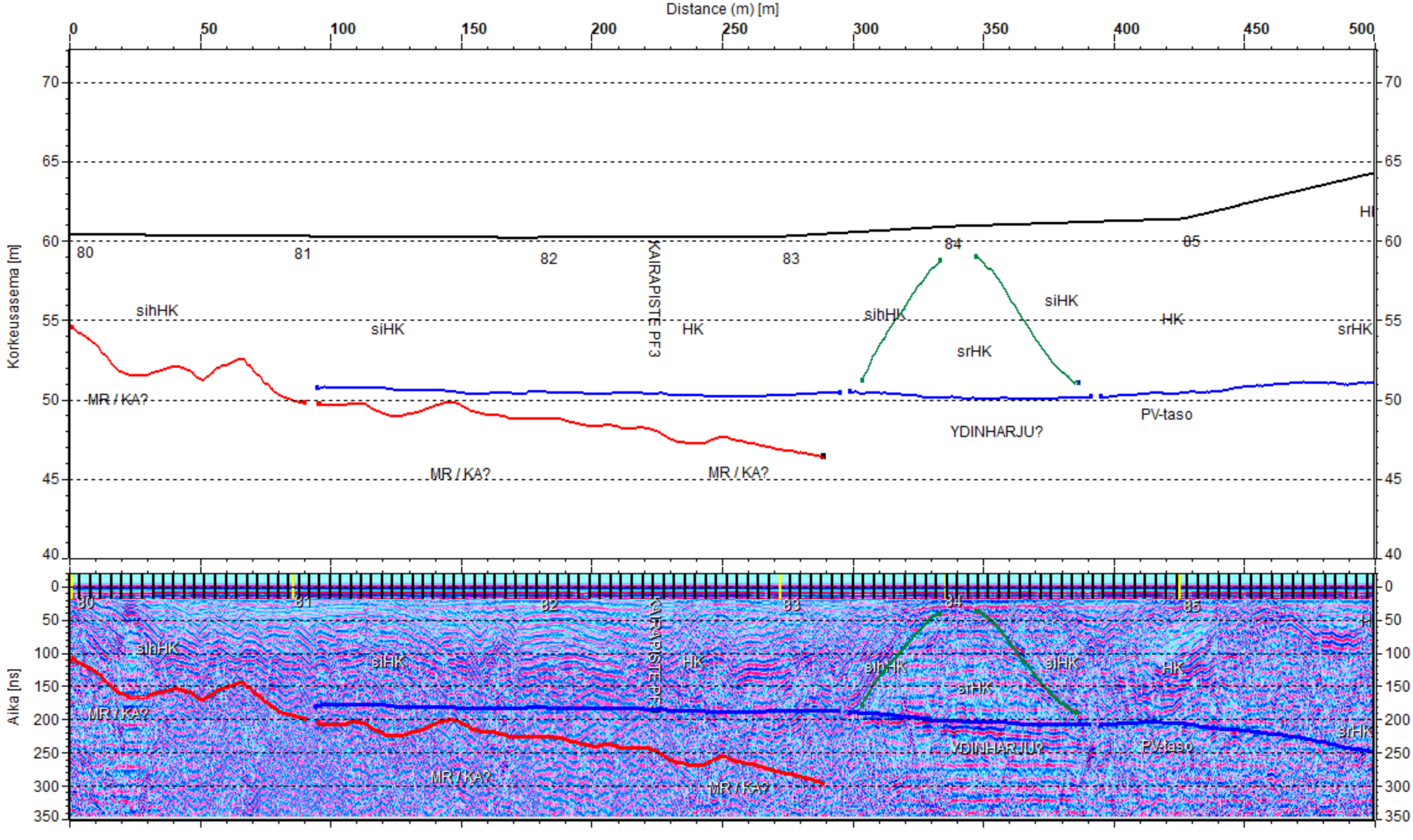
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L04



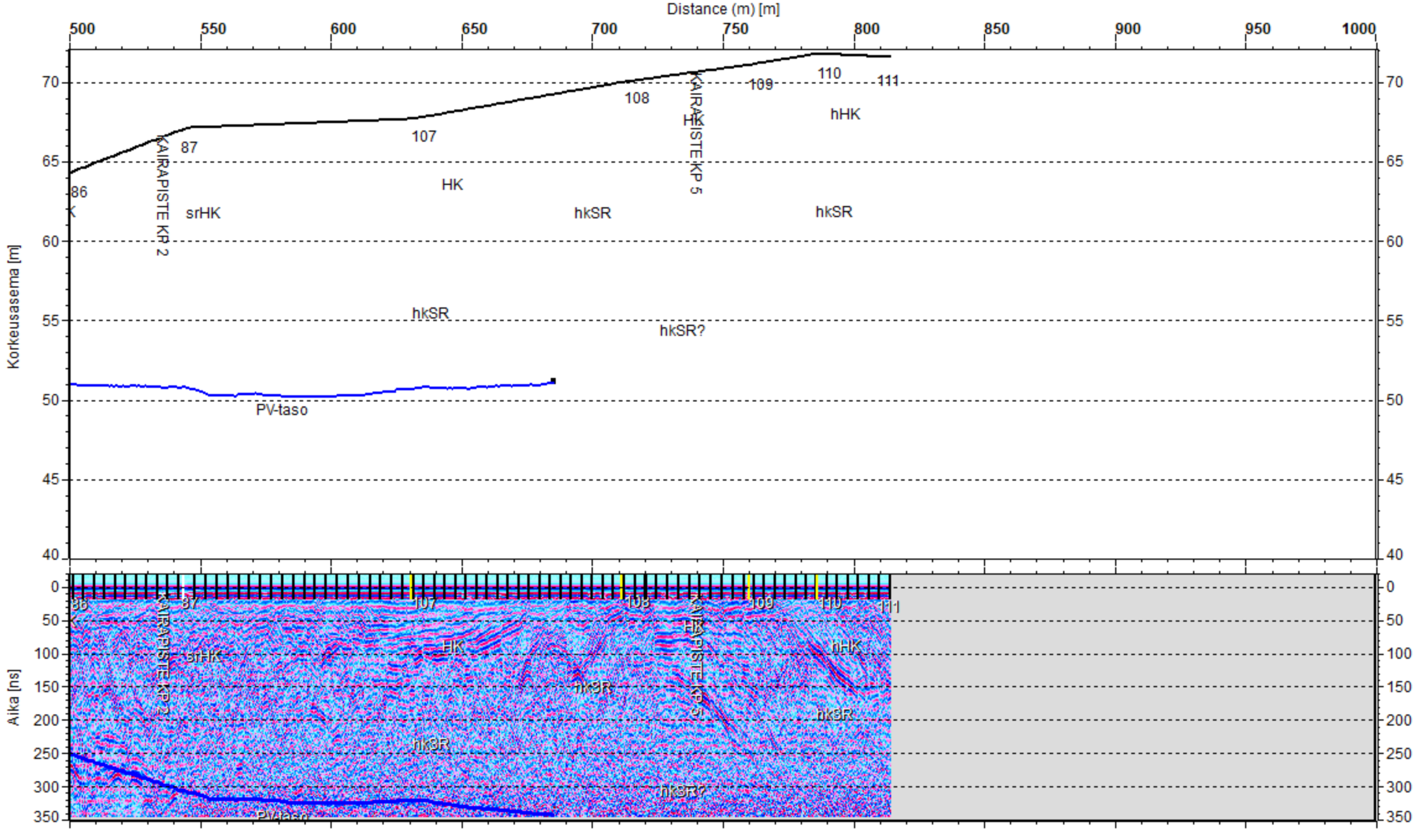
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L04



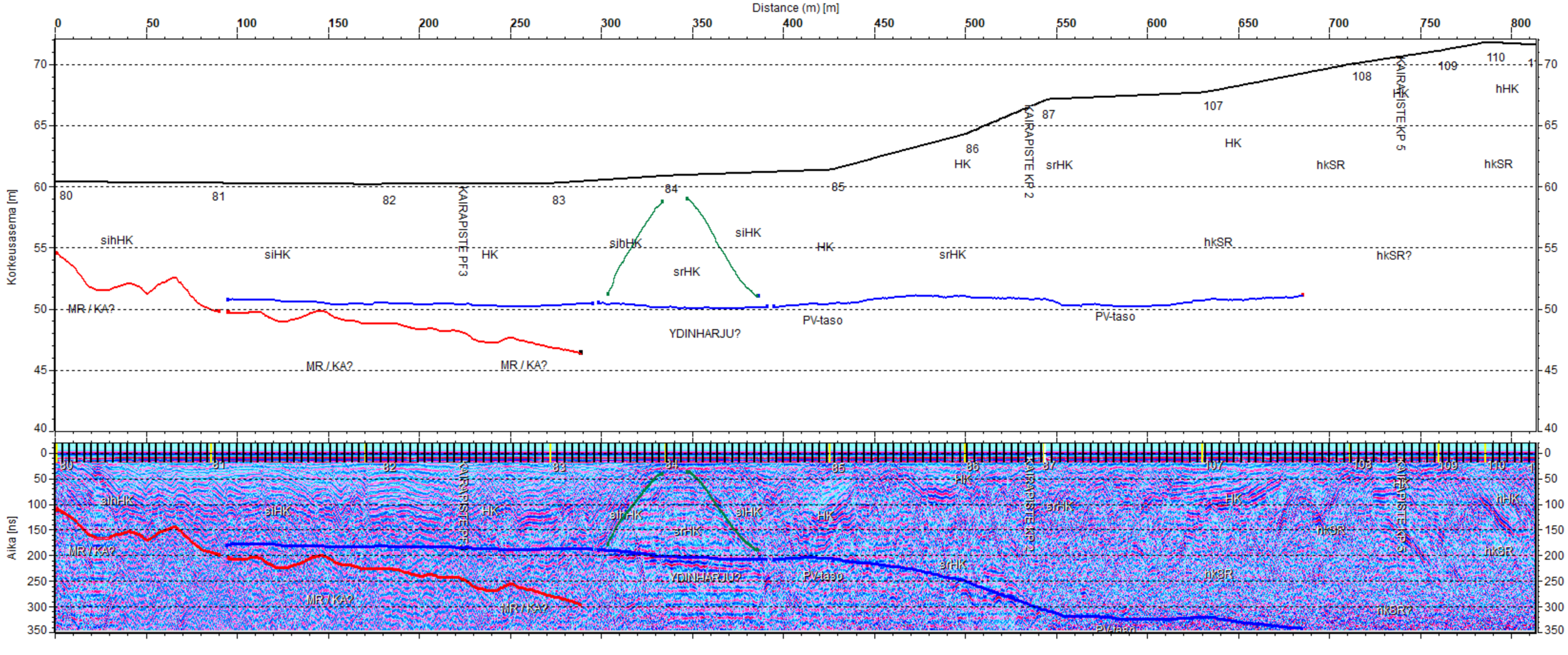
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L05



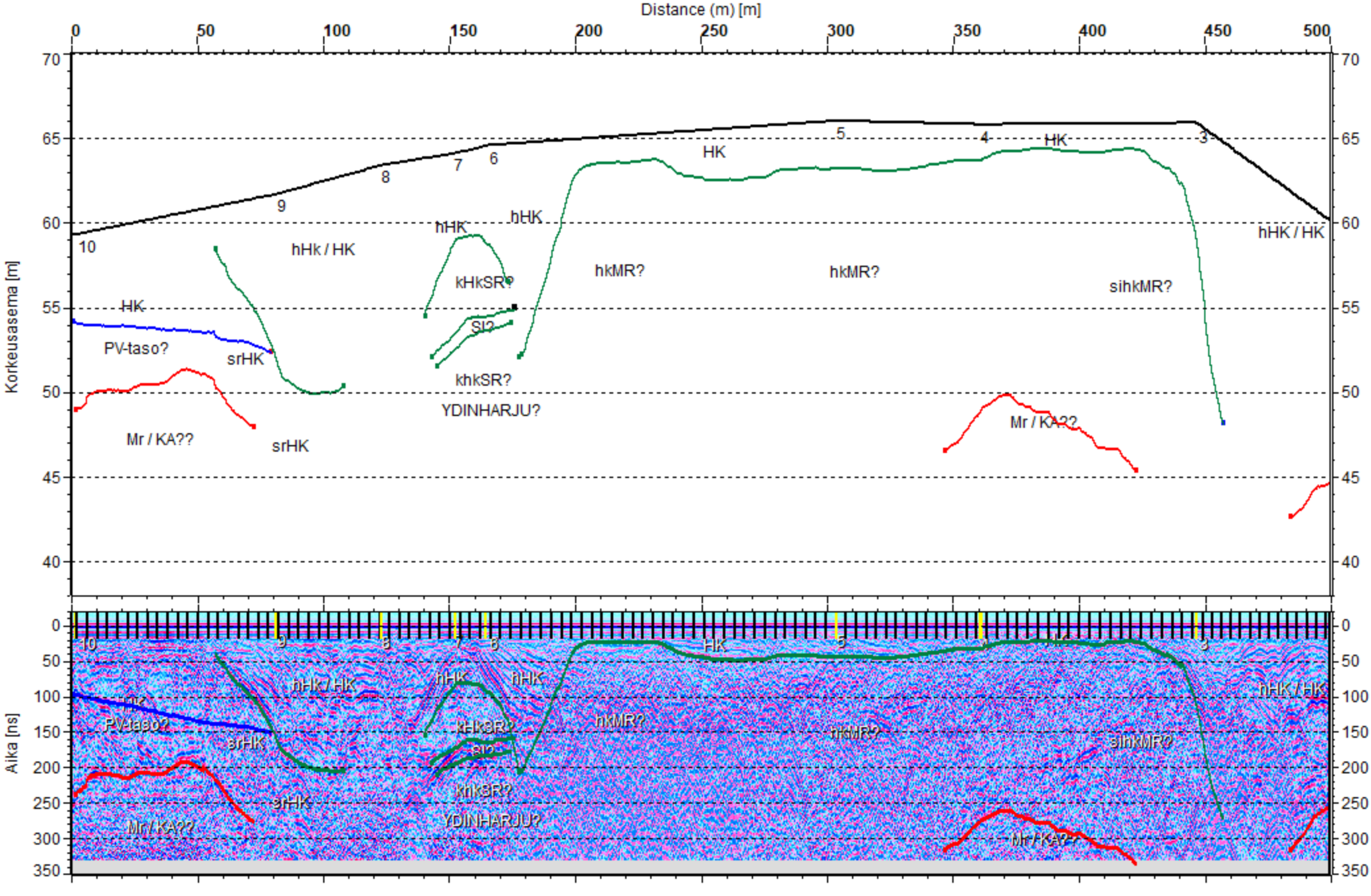
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L05



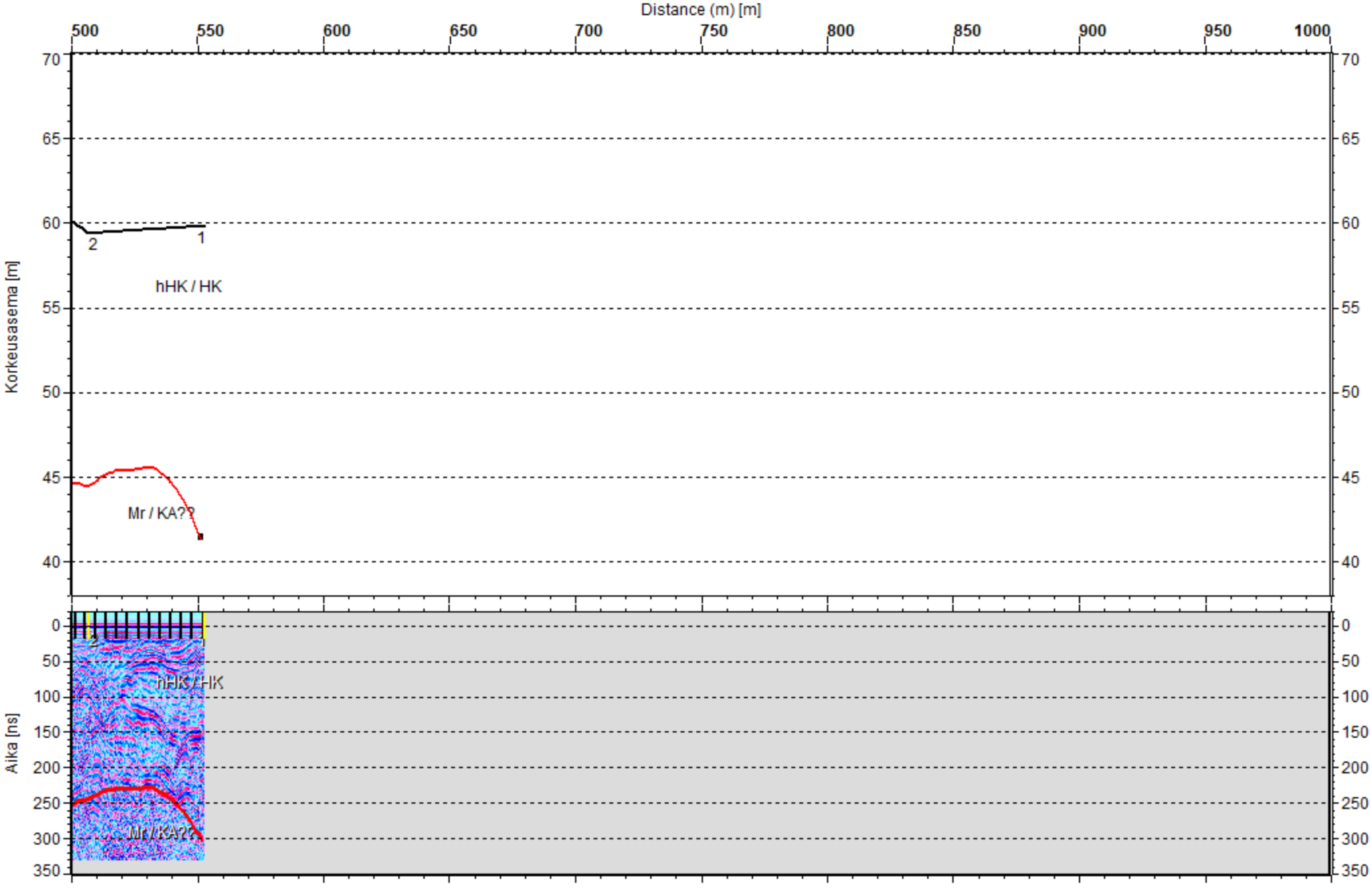
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L05



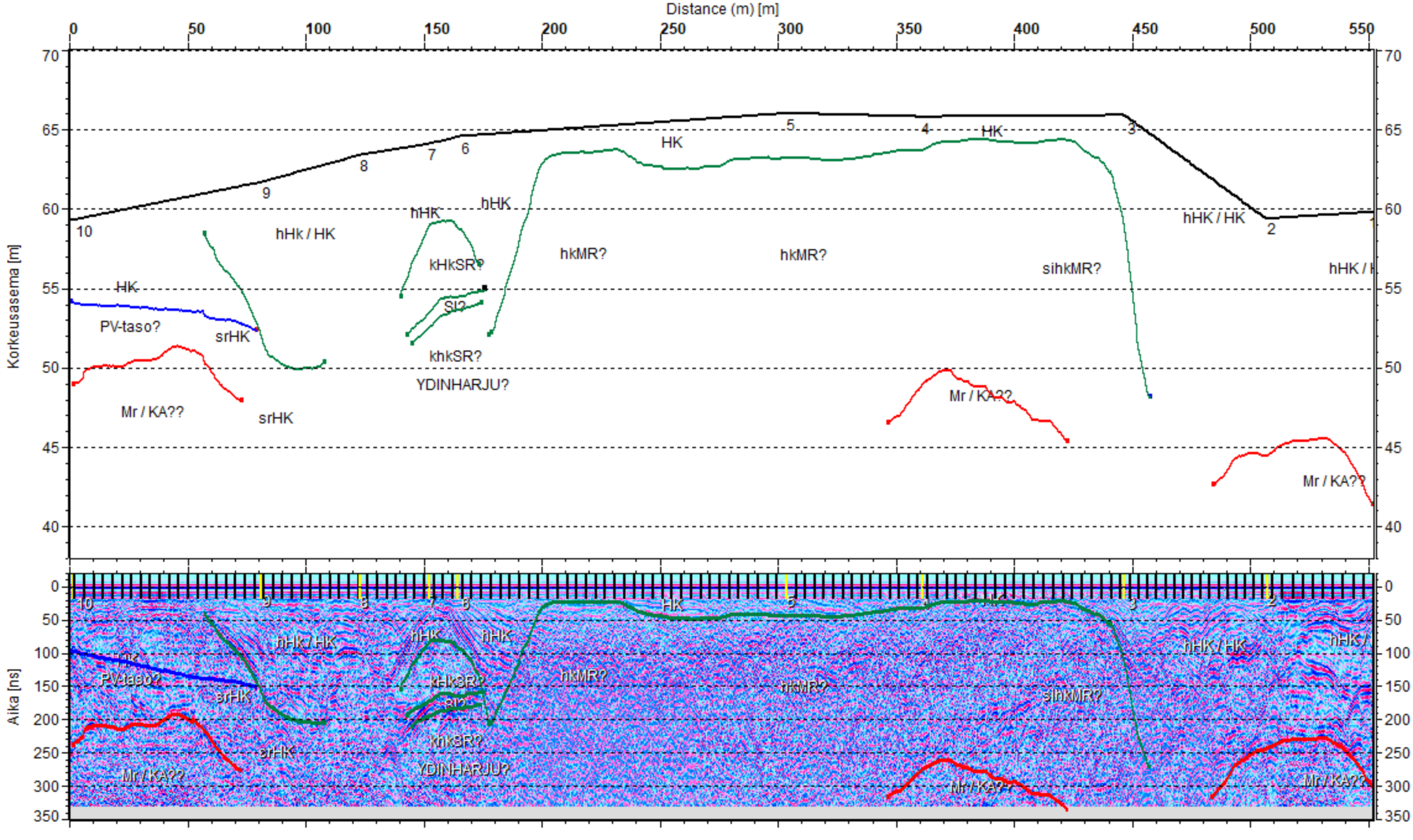
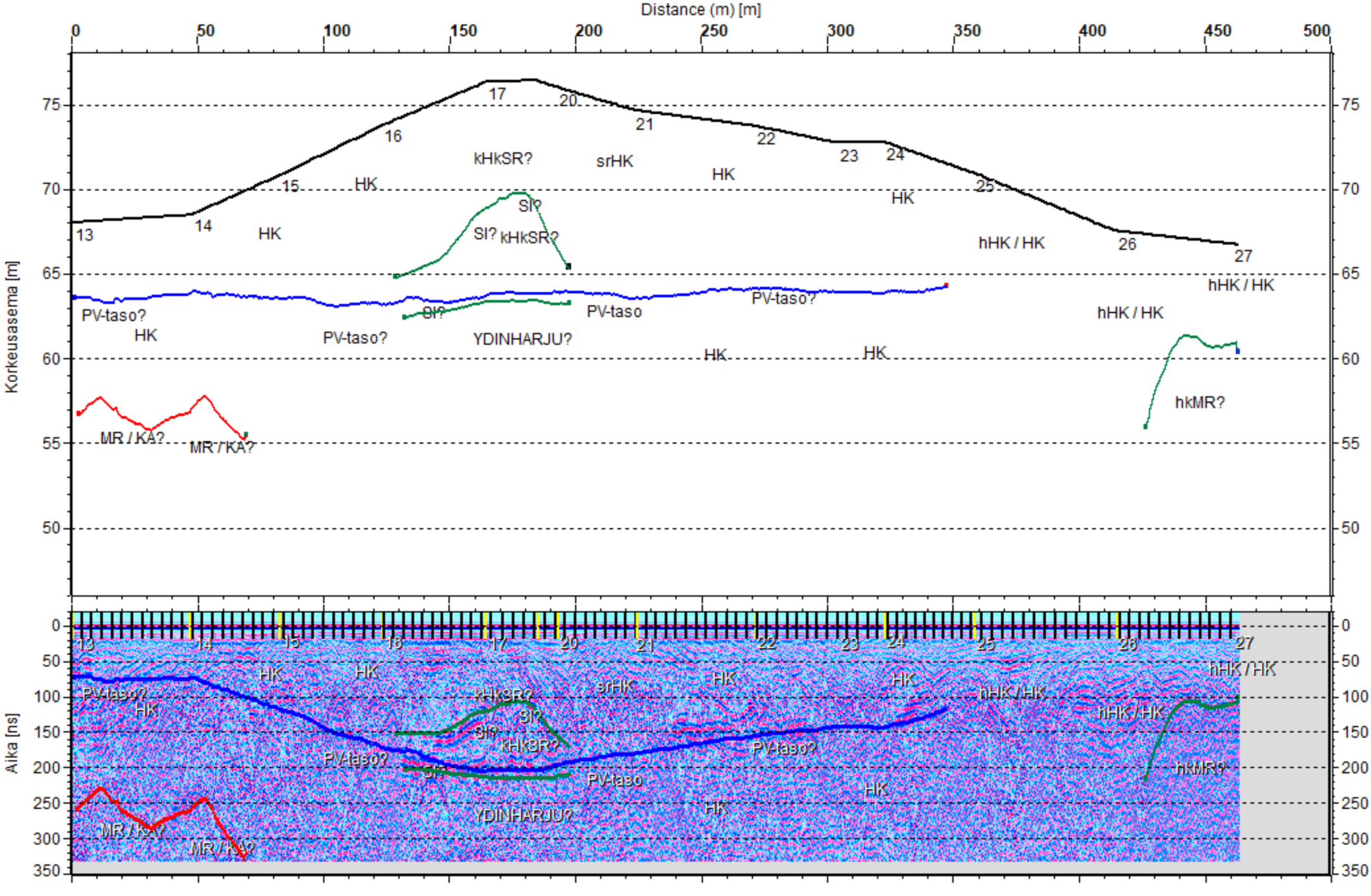
Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L06



Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L06



Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L06



Project: PÖYRY_HYRYLÄ Line: L07