

Trenčiansky samosprávny kraj , K dolnej stanici 7282/20A, 911 01 Trenčín



NEDEŠTRUKTÍVNE MERANIE A DIAGNOSTIKA ÚSEKU II/517 POVAŽSKÁ BYSTRICA - DOMANIŽA

September 2016

Objednávateľ:

Trenčiansky samosprávny kraj , K dolnej stanici 7282/20A, 911 01 Trenčín

Hlavný dodávateľ:

DAQE Slovakia s.r.o., Univerzitná 25,010 08 Žilina, Slovensko



Dodávateľ:

Roadscanners Central Europe s.r.o, Červeňanského 2824/15, 155 00 Prague 5, Česká republika



Obsah:

1. Úvodná časť	2
1.1. Použité diagnostické metódy	3
1.1.1. Georadar (GPR)	3
1.1.2. Video a GPS	9
1.1.3. 3D Akcelerometer	9
1.1.4. Laserový skener	10
1.2. Legenda a vysvetlenie jednotlivých výstupov	12
1.2.1 GPR a videozáznam	12
1.2.2 GPR a FWD výstupy	13
1.2.3 Laserový skener a akcelerometer	14
2. Výsledky	15
2.1. Popis úseku	16
2.2. Hrúbky vrstiev vozovky	18
2.3. Prepočet pevnostných charakteristík vozovky	20
2.4. Vyjazdené koľaje a parameter IRI	22
PRÍLOHY	24

1. Úvodná časť

Zadaním objednávateľa bolo vykonanie kontinuálnych nedeštruktívnych meraní a skúšok vozovky na úseku cesty II/517 Považská Bystrica (most Orlové) - Domaniža a následné spracovanie údajov v hodnotiacom softvéri.

Podrobný rozsah zadania bol stanovený nasledovne:

Predmetom tejto zákazky je vykonanie kontinuálnych nedeštruktívnych meraní a skúšok vozovky na úseku cesty II/517 Považská Bystrica (most Orlové) - Domaniža a následné spracovanie údajov v hodnotiacom softvéri;

- a) Vykonanie kontinuálnych nedeštruktívnych meraní a skúšok vozovky na určitom úseku cesty;
- b) Spracovanie a vyhodnotenie nameraných údajov v hodnotiacom softvéri Road Doctor.

Presná špecifikácia požiadaviek na vykonanie meraní bola stanovená nasledovne:

a) merané parametre:

- vykonanie kontinuálnych meraní na určenie hrúbok a stmelených a nestmelených vrstiev a celej konštrukcie vozovky do hĺbky 2 m metódou GPR (ground penetrating radar) v kombinácii bezkontaktnéj a kontaktnéj antény s požadovanou frekvenciou 2 GHz pre bezkontaktnú anténu a 400 MHz pre kontaktnú anténu,
- vykonanie kontinuálnych meraní priečnej a pozdĺžnej nerovnosti vozoviek na celú šírku jazdného pásu metódou laserového snímania povrchu v kombinácii s 3D akcelerometrom;
- nasnímanie a vytvorenie videozáznamu úsekov s vysokým rozlíšením obrazu a s georeferenčnými informáciami pre potreby presnej lokalizácie v GPS.

b) rozsah meraní a skúšok:

- kontinuálne nedeštruktívne merania a skúšky bolo potrebné vykonať v rozsahu 15,61 km líniového meraní úseku cesty II/517 Považská Bystrica (most Orlové) - Domaniža, celkovo v dĺžke 31,21 km;

c) požiadavky na meranie:

- jednoznačná identifikácia meraného miesta s určením začiatku a konca merania v lokalizačnom systéme súradníc GPS (globálny pozičný systém) s grafickým zaznamenaním začiatku a konca merania;

- vykonanie skúšok kontinuálnym nedeštruktívnym zariadením – meracím vozidlom, ktoré nebude obmedzovať premávku a bezpečnosť dopravy;
- vykonanie meraní a skúšok jedným pojazdom za rovnakých podmienok merania;
- zabezpečiť potrebnú synchronizáciu údajov pri meraní všetkých parametrov vo vzťahu k meranému začiatku a koncu úseku;
- všetky požadované parametre musia byť zaznamenané súčasne z jedného meracieho vozidla.

1.1. Použité diagnostické metódy

Pre účely splnenia rozsahu a presnejšej špecifikácie zadania bolo použité meracie vozidlo Žilinskej Univerzity v Žiline vybavené technológiou Roadscanners. Meracie vozidlo má v sebe zabudovanú meraciu technológiu Georadar (GPR), Systém pre zaznamenávanie Videa CamLink spojený s GPS jednotkou, Akcelerometer a laserový skener.

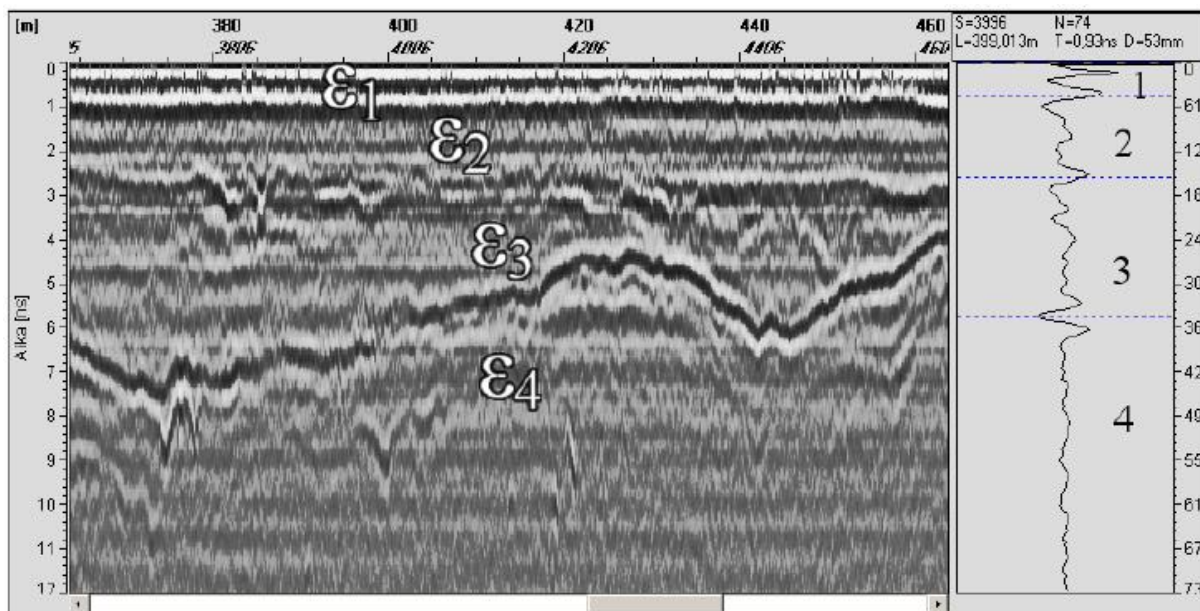


Obr. 1. GPR merací systém vybavený 2 GHz horn anténou a 400 MHz ground coupled anténou pred vozidlom. Videokamera s GPS anténou je upevnená na streche vozidla (oranžový box), laserový skener je nad povrchom meranej vozovky za meracím vozidlom.

1.1.1. Georadar (GPR)

Georadar pozostáva z rádiového vysielača a prijímača, ktoré spolupracujú spoločne s GPR anténami. Princíp georadarovej metódy spočíva v opakovanom vysielaní vysokofrekvenčného

elektromagnetického impulzu vysielacou anténou do skúmaného prostredia. V miestach, kde je zmena elektromagnetických vlastností prostredia dochádza k odrazu časti energie vysielaného elektromagnetického impulzu, ktorý sa registruje prijímacou anténou. Tento impulz je získavaný z rozličných druhov vrstiev, porúch spojitosti materiálu zapríčinených vlhkosťou, alebo inými príčinami. Je meraný čas vysielania a prijímania impulzu. V prípade častého opakovania v krátkych intervaloch je možné získať výsledky v kontinuálnom zobrazení (obr. 2).



Obr. 2. Profil meraný georadarom s "horn" anténou individuálnym impulzom. Profil zobrazuje odraz od dvoch vrstiev s rôznymi dielektrickými hodnotami (ϵ). Obrázok vo vrstve 1 zobrazuje asfaltovú vrstvu, vrstva 2 zobrazuje vrchnú ložnú vrstvu, vrstva 3 zobrazuje spodnú ložnú vrstvu a vrstva 4 filtračnú vrstvu. Obrázok zobrazuje, že dielektrická hodnota materiálu (vlhkosť) sa zvyšuje smerom dolu od povrchu vozovky, s výnimkou dielektrickej hodnoty vo vrstve (ϵ_4), ktorá je menšia ako v ložnej vrstve a polarita odrazu je prevrátená (čierna čiara uprostred dvoch bielych čiar).

Obecne platí, že rýchlosť šírenia vln a ich odrazu je ovplyvnená permitivitou, magnetickou citlivosťou a elektrickou vodivosťou materiálu. Zobrazuje variabilitu v závislosti na celkovom type používaného asfaltu, typu spojiva (živice), prítomnosti vodivých minerálov, pórovitosti, poruchovosti a nakoniec účinku solí a akumulácií materiálu vo výplni pórov a porúch. Najdôležitejšie vlastnosti, ktoré ovplyvňujú GPR elektrický signál je dielektrická permitivita, ktorá ovplyvňuje rýchlosť GPR signálu v skúmanom prostredí.

Vlnová dĺžka antény ovplyvňuje schopnosť systému identifikovať objekty rôznych veľkostí. Napríklad vysoké frekvencie antény s krátkou vlnovou dĺžkou majú lepšie rozlíšenie, ale menšiu hĺbku prieniku, zatiaľ čo nízko frekvenčné antény s dlhšou vlnovou dĺžkou majú hrubšie rozlíšenie, avšak signál preniká hlbšie do skúmaného prostredia.

Antény typu „horn“ pracujú s frekvenciou 1-2 GHz. Hĺbka prieniku „horn“ antény je limitovaná na približne 1 m. Počas merania je anténa zavesená približne 0,3 – 0,5 m nad meraným povrchom. Rýchlosť jazdy počas merania je vysoká, až do 90 km/hod. Ďalšou použitou anténou v tomto meraní bola anténa s frekvenciou 400 MHz s meranou hĺbkou približne 3 m. Pri meraní so 400 MHz anténou je nutný bližší kontakt s meraným povrchom, a preto je rýchlosť jazdy počas merania približne 40 až 50 km/hod. Georadarové (GPR) meranie bolo vykonané systémom GSSI SIR-30 s dvomi samostatnými anténami, 2 GHz bezkontaktná (horn) a 400 MHz kontaktná (ground-coupled) anténa (obr. 1). Detaily použitých nástrojov sú uvedené v nasledujúcich špecifikáciách.

Model	Popis	Použitie
SIR-30	Viackanálový radarový systém. Súčasný zber dát z až 8 kanálov.	Posúdenie konštrukcie vozovky, zameranie inžinierskych sietí, prieskum mostovky, prieskum železničného zvršku i spodku
2.0 GHz horn Anténa	Hĺbkový dosah: 0 – 0.75 m	2 GHz a 1 GHz bezkontaktné (horn) antény sú nástrojom k posúdeniu hrúbky a stavu vozovky. Možnosť použitia pri diaľničných rýchlostiach so systémom SIR-30
400 MHz GC Anténa	Hĺbkový dosah: 0 – 4 m	400 MHz anténa je vhodná k detekcii a zameraniu inžinierskych sietí a geologického prostredia



Obr. 3. Systém GSSI SIR-30

Technická špecifikácia - GSSI SIR-30		
Systém		
Kompatibilita systému	Kompatibilný so všetkými typmi GSSI antén	
Počet kanálov	Záznam dát z 1 - 4 hardwarových kanálov súčasne; dva 4 kanálové systémy môžu byť prepojené k vytvoreniu 8 kanálového systému	
Ukladanie dát	Vnútoraná pamäť: 4 kanálový 500 GB interný SSD 2 kanálový 250 GB interný SSD GPS dáta zaznamenávané interne	
Režimy zobrazenia	Linescan and O-scope. V Linescan zobrazenie je použité 256-bit zobrazenie amplitúdy a polarity signálu	
Prevádzkový režim	Externý laptop s nezávislým externým monitorom a klávesnicou alebo diaľkovým ovládaním	
Zber dát		
Formát dát	RADAN (.dzt)	
Interval rýchlosti skenovania	Voliteľný užívateľom	
	Rozlíšenie výstupných dát: 32-bit	
	1-4 kanály @ 100 KHz PRF - pulzná opakovacia frekvencia	
	Snímky	Maximálna rýchlosť snímania/sec
	256	326
	512	178
	1024	93
	2048	48
	4096	24
	8192	12
	16,384	8
	1-4 kanály @ 800 KHz PRF- pulzná opakovacia frekvencia	
	Snímky	Maximálna rýchlosť snímania/sec
	256	1449
	512	990

	1024	606
	2048	341
	4096	182
	8192	94
	16,384	48
Počet obrázkov/scan	256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16,384	
Časový rozsah	0-20,000 nanosekund plné rozlíšenie, voliteľné užívateľom Odtieň: Manuálne nastavenie -42-126dB Počet segmentov v krivke odtieň je možné navoliť užívateľom od 1 do 8.	
Štandardné Filtre v reálnom čase	Linescan and O-scope. Nekonečná impulzívna odozva (IIR) – spodný a vrchný prechod, vertikálny a horizontálny Metóda impulzívnej odozvy (FIR) – spodný a vrchný prechod, vertikálny a horizontálny	
Pokročilé Filtre v reálnom čase	Migrácia, Sledovanie povrchu, Sledovanie signálu, Adaptívny filter pre pozadie	
Externé značenie/ poznámka	3 rozdielne vstupy/kódy: anténa, Predný panel, Konektor príslušenstvo	
Automatické nastavenie systému	Linescan and O-scope. Pamäť pro neobmedzené množstvo systémových inštalačných súborov pre rôzne podmienky prieskumu a/alebo konfigurácie rozmiestnenia antény	
Jazyky		
	Angličtina	
Prevádzka		
Prevádzková teplota	vonkajšia -10°C až +50°C (14°F až 122°F)	

Napájanie	260W max pri 95-250VAC 50/60Hz s AC napájaním, alebo 30A max. napätie +10VDC do +28VDC
Prenosová rýchlosť	Do 800 KHz (medzinárodná), US/Kanada a CE - rýchlosť je závislá na type použitej antény
Vstup/Výstup	
Dostupné vstupné kanály	Anténne vstupy (2 alebo 4), Merač otáčok kola, Značkovač, Elektrické napájanie, Sériový RS232 (GPS vstup), Konektor pre synchronizáciu, Konektor pre príslušenstvo, HDMI video, Sieťové prepojenie s PC, 4 USB porty
Mechanizmus	
Rozmery	45 x 33 x 13 cm
Váha	8.4 kg
Relatívna vlhkosť	<95% bez kondenzácie
Skladovacia teplota	-40°C to 60°C

Technická špecifikácia - 2.0 GHz anténa	
Stredná frekvencia:	2 GHz
Hĺbkový dosah:	0 - 0,75 m
Hmotnosť:	7,3 kg
Rozmery:	21x55.6x49.5 cm
Iné:	Hardware/Software filter potlačenia šumu
	Chránené americkými patentmi 8115667, 8102298 a 7982657
	Model 42000S; Inteligentní ID modul

Technická špecifikácia - 400 MHz anténa	
Stredná frekvencia:	400 MHz
Hĺbkový dosah:	0 - 4 m
Hmotnosť:	5 kg
Rozmery:	30x30x17 cm
Iné:	Vhodná pre detekciu a mapovanie inžinierskych sietí a geologický prieskum
	Model 5103A

1.1.2. Video a GPS

CamLink systém zaznamenávania videa s GPS polohou bol umiestnený na streche vozidla. Prijímač GPS signálu pre určenie polohy bol NovAtel GPS-700. Všetky zaznamenané údaje boli spojené a spracované pomocou programu Road Doctor 3.0™ CamLink. Počas merania pre zaznamenávanie videa meraného povrchu boli použité 2 videokamery s vysokým rozlíšením.

1.1.3. 3D Akcelerometer

Akcelerometer je zariadenie, ktoré meria sily zrýchlenia (obr. 4). Zrýchlenie je vyjadrené druhou deriváciou polohy. V prípade, keď sa automobil pohybuje po drsnom povrchu, tak sa drsnosť produkuje ako zrýchlenie na automobilovej pneumatike. Vyššie amplitúdy kratšie vlnové dĺžky drsnosti vytvárajú väčšie zrýchlenie. Inými slovami sa to dá vyjadriť tak, že závažné poruchy povrchu vozovky produkujú veľké zrýchlenie. Spolu s GPS navigačným systémom je možné namerané zrýchlenie umiestniť na meraný povrch. Samotné zrýchľovanie tiež závisí na rýchlosti jazdy, preto je žiaduca konštantná rýchlosť jazdy na celom meranom úseku.



Obr. 4. Xsens MTi-G akcelerometer (oranžový) a gps-prijímač (čierny).

Meranie zrýchlenia bolo vykonané pomocou meracej jednotky Xsens MTi-G akcelerometra a integrovaného GPS prijímača. Akcelerometer bol umiestnený na pravej zadnej náprave, takže tlmiče nemajú žiadny vplyv na merané zrýchlenie. Počas merania pomocou MTi-G sa meralo zrýchlenie pri frekvencii 100 Hz (100 krát za sekundu). Meranie bolo vykonané pri konštantnej rýchlosti jazdy 50 - 60 km/h.

Namerané dáta boli spracované pomocou programu Road Doctor 3.0™. Dáta z akcelerometra boli pripojené k ostatným analyzovaným údajom získaným počas merania.

Technická špecifikácia:

- Akcelerometer je GPS-aided MEMS založený na inerciálnej meracej jednotke
- Design ideálne pre prieskum z vozidla
- Vlastná GPS jednotka – spoločne s NovAtel GPS dvojnásobné zaistenie informácií o polohe
- Rozmery: 51x40x21 mm

1.1.4. Laserový skener

Metóda laserového skenovania je založená na meraní času laserového lúča vysielaného zo skeneru na meraný povrch a naspäť z ktorého sa vypočítava vzdialenosť. Pokiaľ je známy uhol laserového

lúča je možné určiť tvar priečneho rezu vozovky a pokiaľ je známa poloha vozidla je možné vytvoriť zobrazenie povrchu vozovky a jej okolia. Laserový skener taktiež meria remisie (alebo intenzitu) odrazeného laserového lúča, ktorý pomáha pri identifikácii rôznych materiálov a sekcií na vozovke, pretože intenzita odrazeného lúča sa líši pre rôzne materiály ako sú vodorovné dopravné značenie, lokálne opravy, starý alebo nový asfaltový povrch.

Pre meranie a analýzu tohto projektu bol použitý laserový skener SICK LMS500 laser (obrázok 5). Laserový skener bol umiestnený v zadnej časti meracieho vozidla.



Obr. 5. Laserový skener SICK LMS500.

Technická špecifikácia:

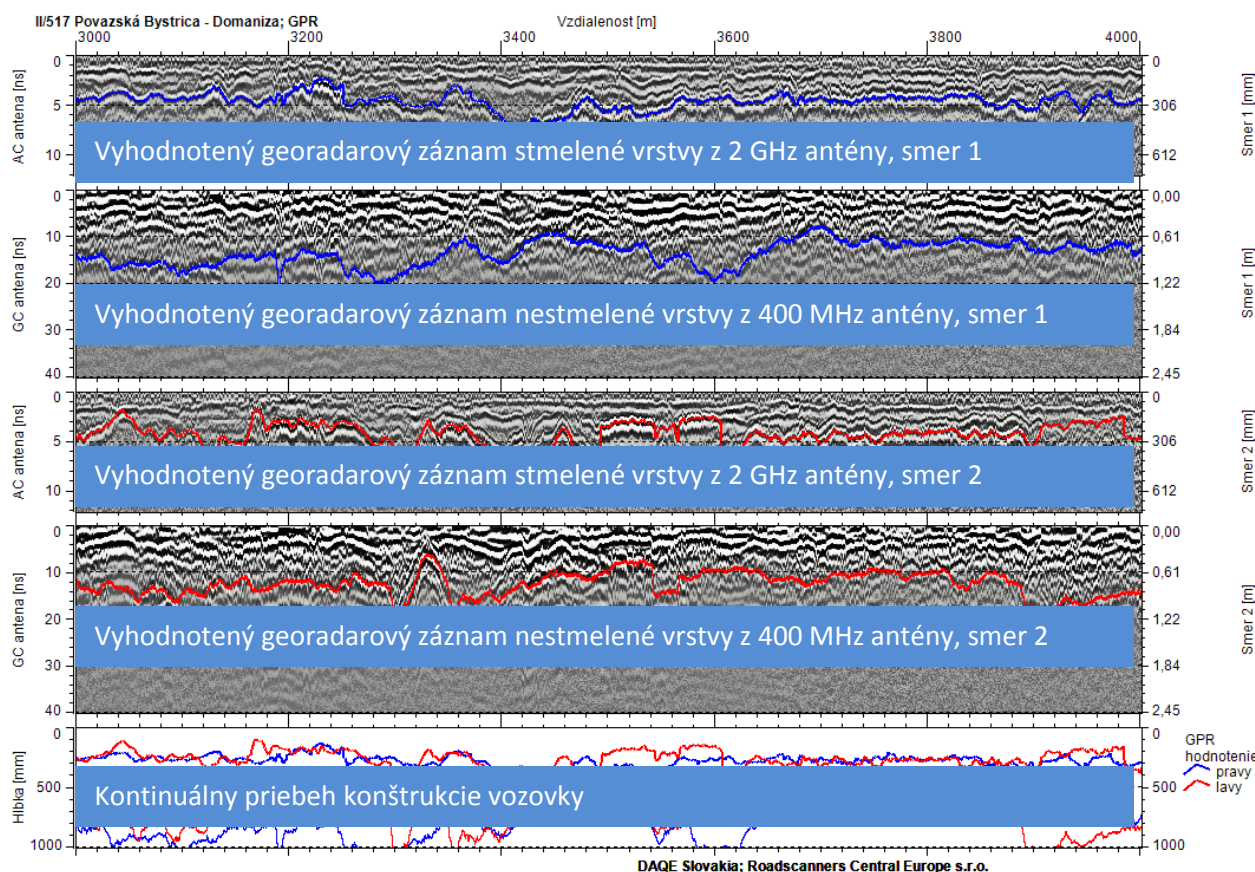
- Laser bezpečnostnej triedy 1 (bezpečný pre zrak).
- Po zahájení merania nie sú nutné žiadne ďalšie úpravy či nastavenie systému.
- Ideálne pre skenovanie povrchu vozovky a jej okolia.
- Dostatočná presnosť pre zmeranie vyjazdených kol'ají.
- Dosah skenovanie až 65 m.

1.2. Legenda a vysvetlenie jednotlivých výstupov

1.2.1 GPR a videozáznam

GPR analýza zahŕňa interpretáciu georadarových údajov – vyhodnotenie hrúbok stmelených vrstiev, podkladových vrstiev a určenie rozhrania konštrukčnej pláne.

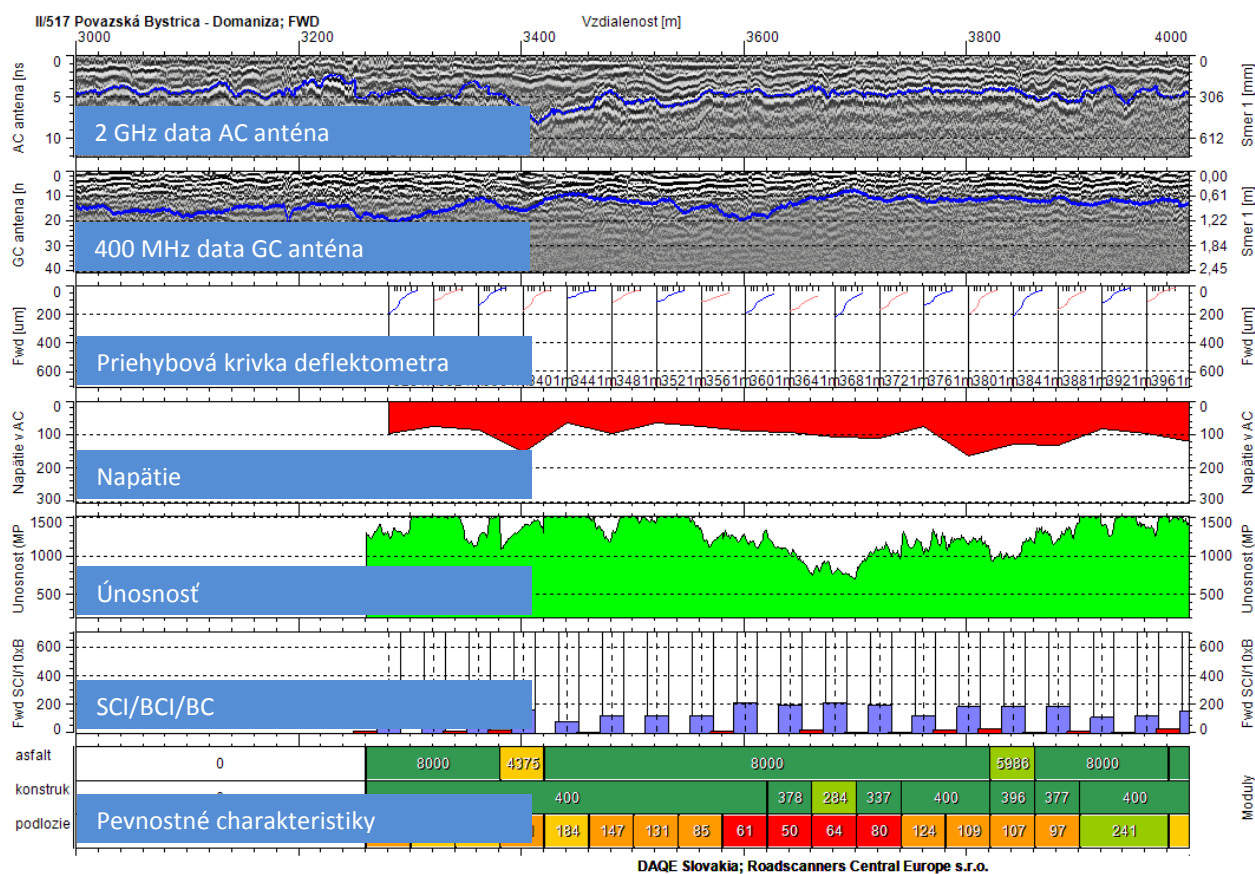
Súčasťou dodávky je spracovaný videozáznam s výsledkami meraných parametrov v jednom grafickom rozhraní a lokalizáciou skúmaných úsekov.



Informácie, ktoré poskytnú vyhodnotený údaje vo forme kontinuálneho priebehu konštrukčných vrstiev vozovky, nahradí potrebu vykonávania jadrových vývrtov. Hodnotenie hrúbky vrstiev je možné exportovať do formátu xls. tabuľky, ktorá posluží projekčným kanceláriám k presnejšiemu a ekonomicky výhodnejšiemu návrhu rekonštrukcie. Výsledky môžu taktiež poslúžiť investorovi ako nástroj pre kontrolu kvality vykonaných prác.

1.2.2 GPR a FWD výstupy

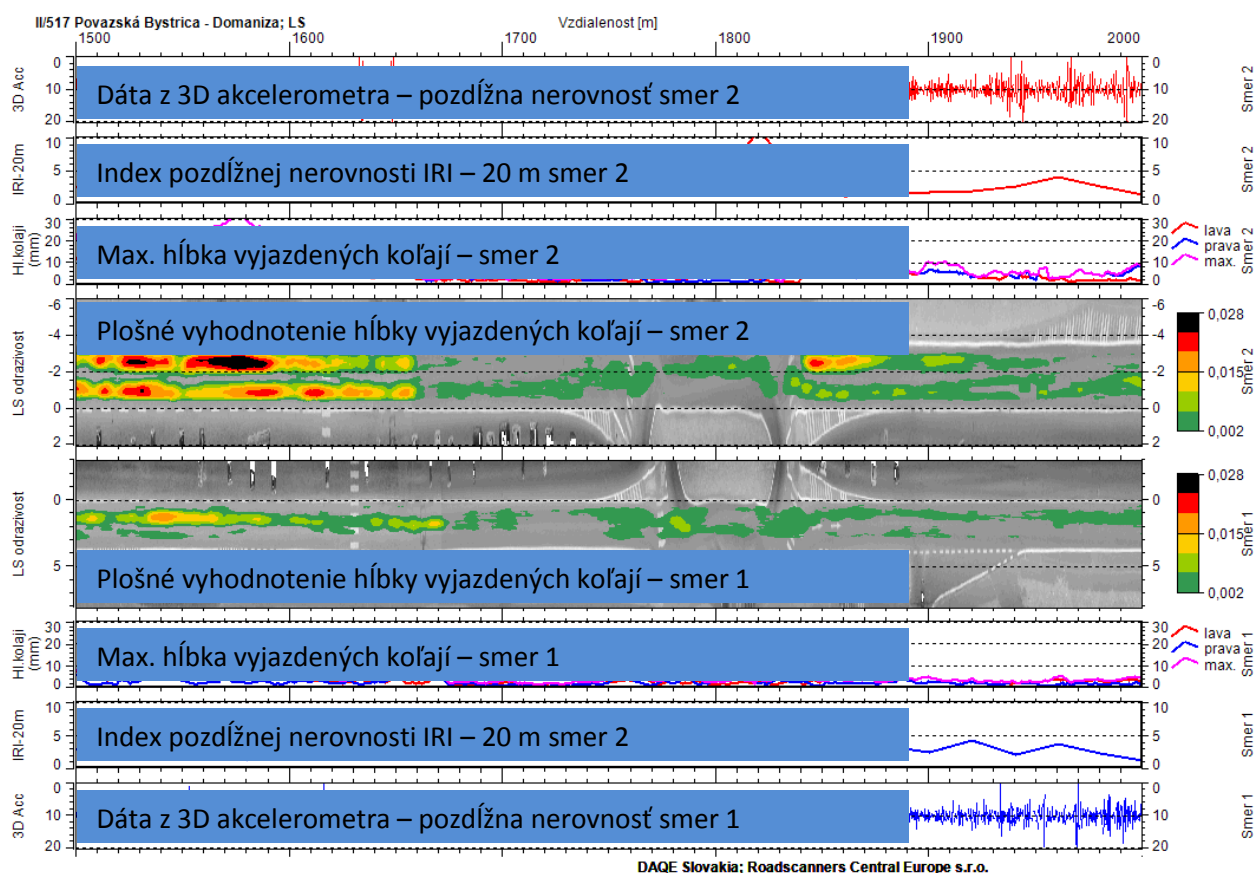
Na základe dodanie dát z FWD bola vykonaná integrácia hodnôt rázových zaťažovacích skúšok do GPR výstupu a bol vykonaný prepočet pevnostných charakteristík vozovky (SCI, BCI, BC).



Kombinácia údajov z georadaru (GPR) deflektometru (FWD) umožní prepočet pevnostných charakteristík jednotlivých konštrukčných vrstiev. Tieto hodnoty slúžia projektantom k presnému a cielenému návrhu rekonštrukčných prác. Pomocou týchto hodnôt je taktiež možné určiť životnosť vozovky a následne na základe týchto informácií plánovať investičnej činnosti.

1.2.3 Laserový skener a akcelerometer

Hodnoty remisie z laserového skeneru (intenzity odrazu) je možné použiť pre vyhodnotenie hĺbky vyjazdených koľají, priečných a pozdĺžnych nerovností a ďalej vyhodnotenie priečného sklonu vozoviek a grafického zobrazenie priečného rezu komunikácie (zobrazenie priečného zamerania vozovky, krajníc a telesa cestnej komunikácie). Intenzita odrazu laserového lúča je rôzna od rozličných povrchov (vodorovné dopravné značenie, lokálne opravy, starý/nový asfalt, atď.). Vyhodnotením nameraných údajov zo zariadenia akcelerometra je možné získať hodnoty priečného sklonu komunikácie, pozdĺžnej a priečnej nerovnosti a medzinárodného indexu IRI.



Hodnoty 20m IRI sú získavané a vyhodnotené zo zariadenia akcelerometer/gyrometer. Najvyššie hodnoty sú v miestach porušenia vozovky. Namerané hodnoty IRI sú zobrazené vo výsledkoch. Pre získanie relevantných hodnôt parametra IRI je nevyhnutná kontinuálna rýchlosť jazdy vozidla. Zastavovanie a rozbíhanie vozidla pri meraní v zastavaných miestach výsledné hodnoty parametra IRI skresľuje.

2. Výsledky

Meranie a skúšky vozovky boli vykonané na úseku cesty II/517 Považská Bystrica (most Orlové) - Domaniža v celkovej dĺžke cca **51,0 km** jazdných pruhov (celková dĺžka je súčtom merania (km) v oboch smeroch úseku).

Výsledky merania boli podrobne spracované do nasledujúcich výstupov:

- vyhodnotenie hrúbok konštrukčných vrstiev vozovky – určenie hrúbok stmelených a nestmelených vrstiev a celej konštrukcie vozovky;
- zapracovanie dát z deflektometra – integrácia do údajov GPR a prepočet pevnostných charakteristík vozovky (SCI, BCI, BC);
- vyhodnotenie dát zo zameranie 2D laserovým skenerom a akcelerometrom – určenie drsnosti a hĺbky vyjazdených koľají;
- spracovaný videozáznam s výsledkami meraných parametrov v jednom grafickom rozhraní s lokalizáciou skúmaného úseku.

2.1. Popis úseku

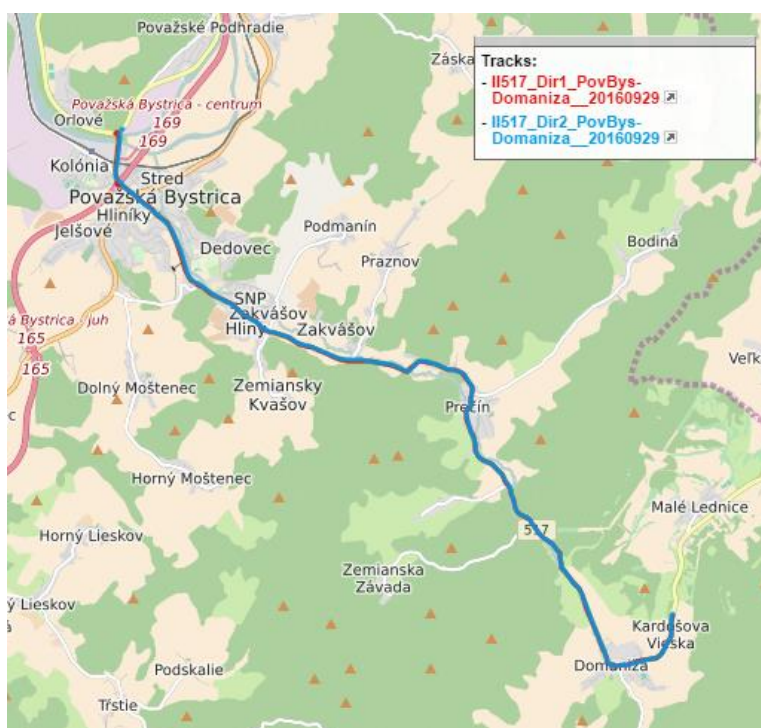
Kontinuálne, nedeštruktívne meranie bolo vykonané 29. septembra 2016. Celková dĺžka meraného úseku cesty II/517 Považská Bystrica (most Orlové) - Domaníža bola 51,0 km. Situácia meraného úseku je zobrazená na obrázkoch 7-8.

GPS súradnice začiatku meraní: N 49°7.52360', E 18°26.25850'

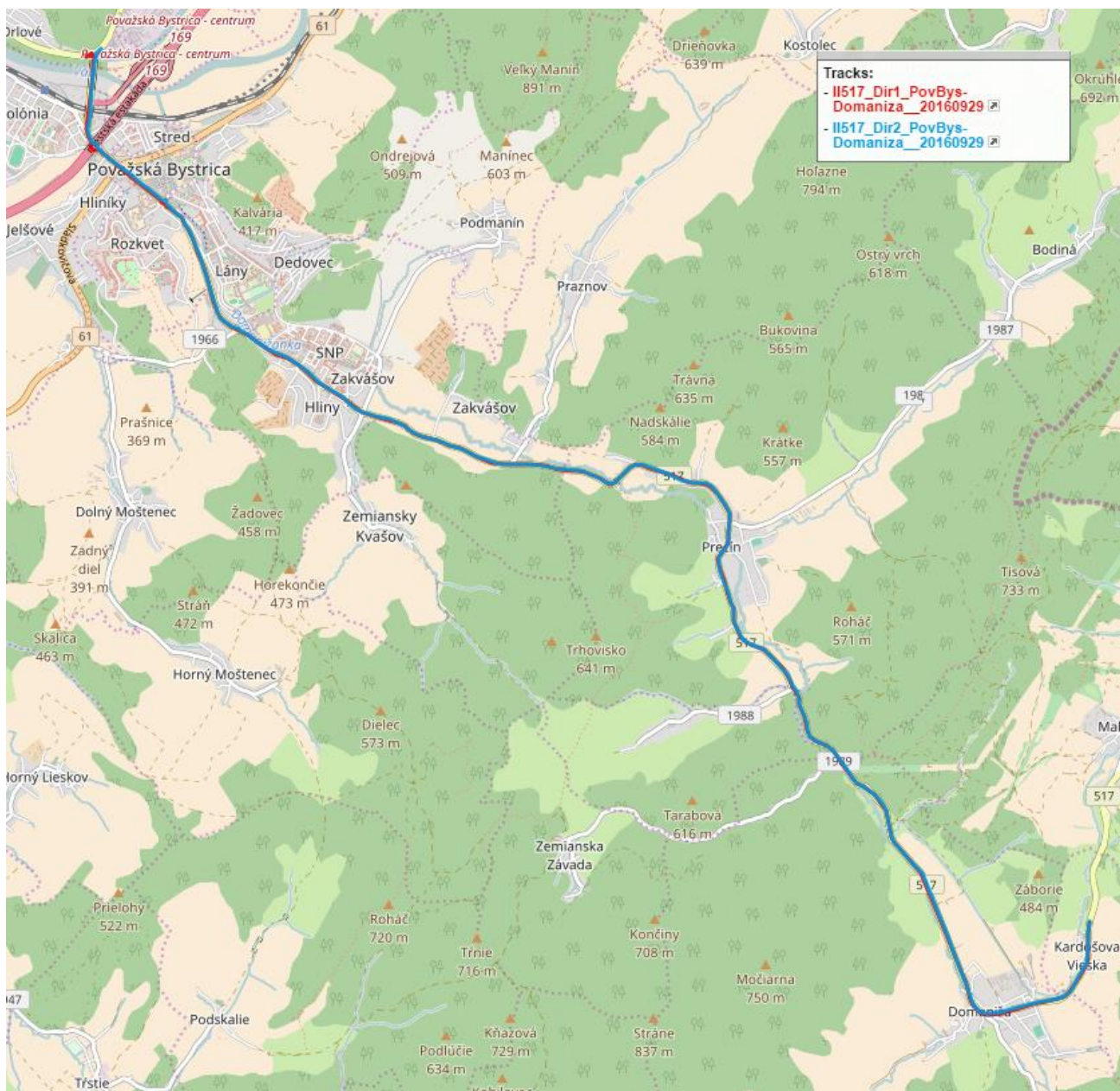
GPS súradnice konca meraní: N 49°3.15290', E 18°33.98730'



Obr. 6. Začiatok (vľavo) a koniec (vpravo) meranej cesty II/517 Považská Bystrica - Domaníža.

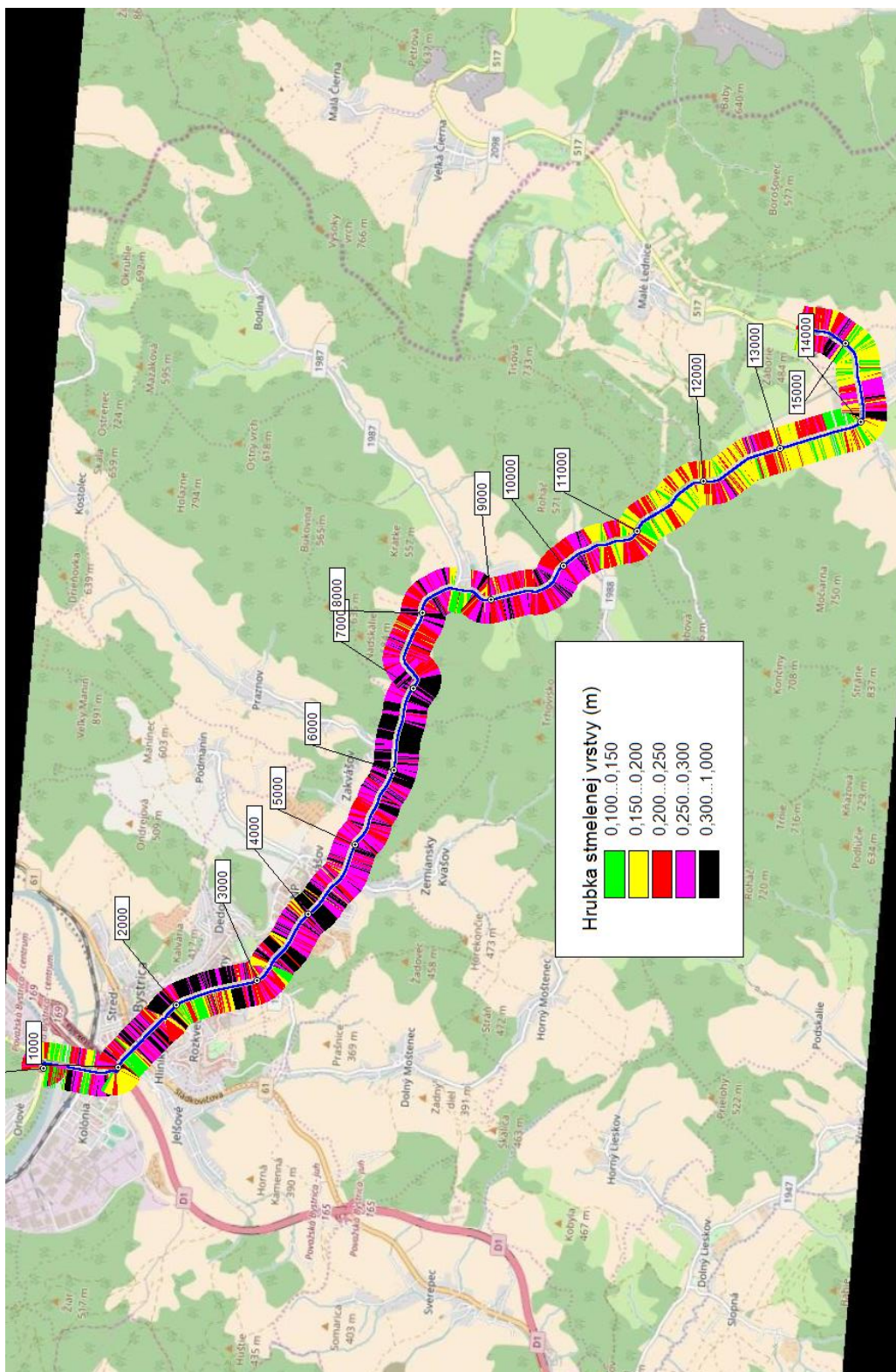


Obr. 7. Zobrazenie prehľadovej situácie meraného úseku cesty II/517 Považská Bystrica (most Orlové) - Domaníža. Mapový podklad: www.openstreetmap.org.



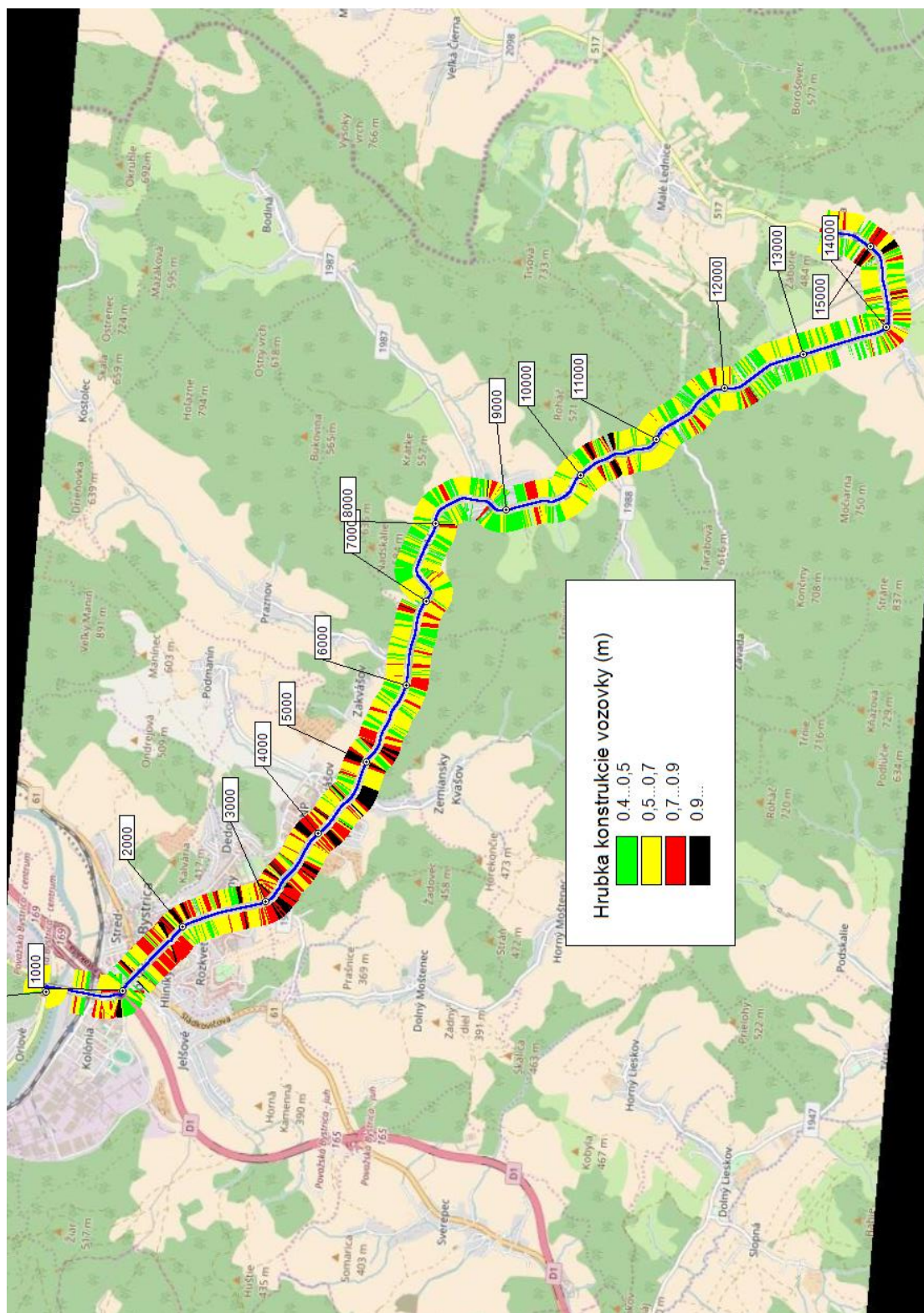
Obr. 8. Zobrazenie prehľadovej situácie meraného úseku cesty II/517 Považská Bystrica (most Orlové) - Domaníža. Mapový podklad: www.openstreetmap.org.

2.2. Hrúbky vrstiev vozovky



Obr. 9. Zobrazenie hrúbky asfaltovej vrstvy na mape úseku.

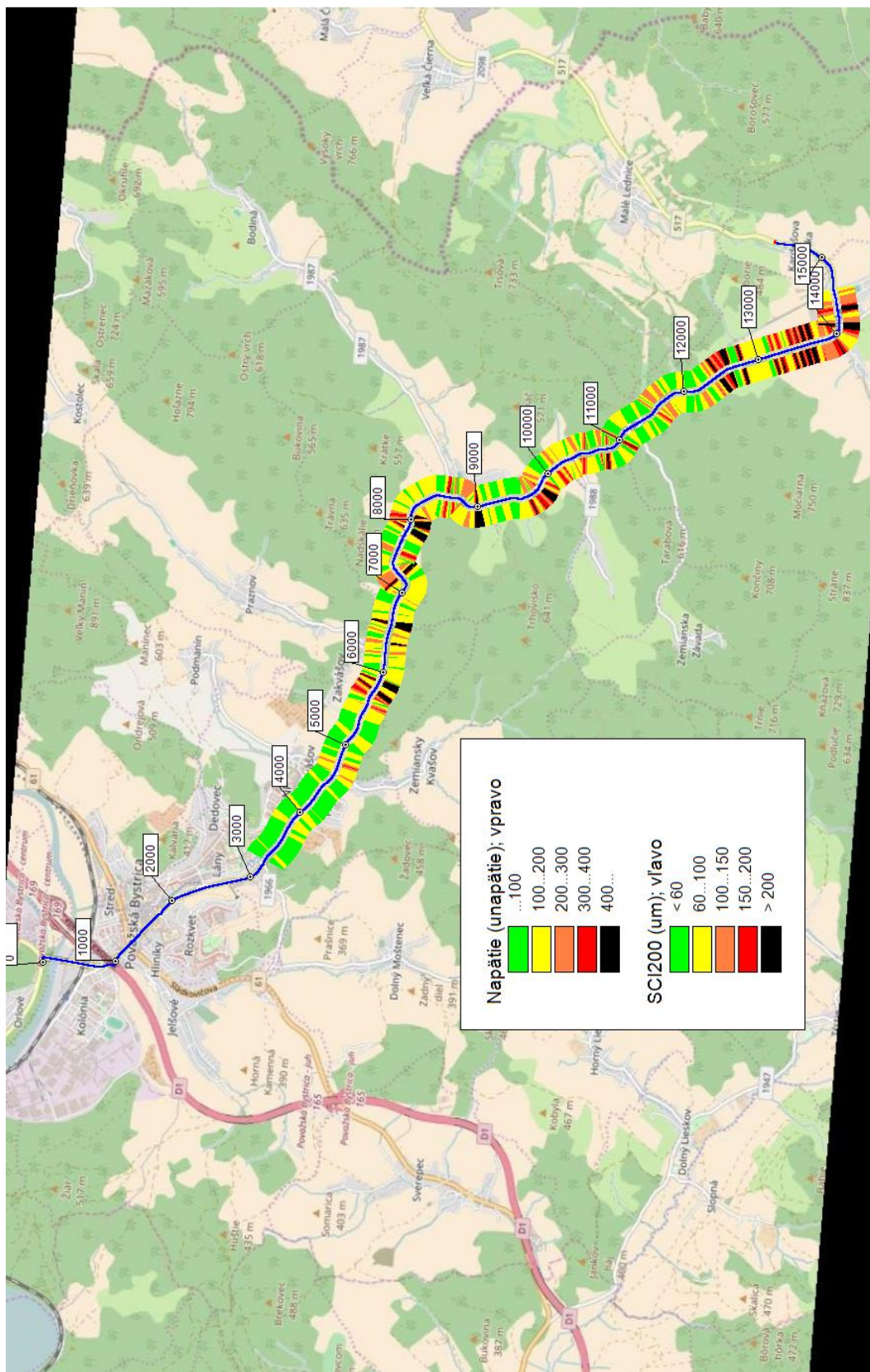
Priemerná hrúbka stmelených vrstiev v smere 1 je 234,46 mm, priemerná hrúbka stmelených vrstiev v smere 2 je 239,83 mm.



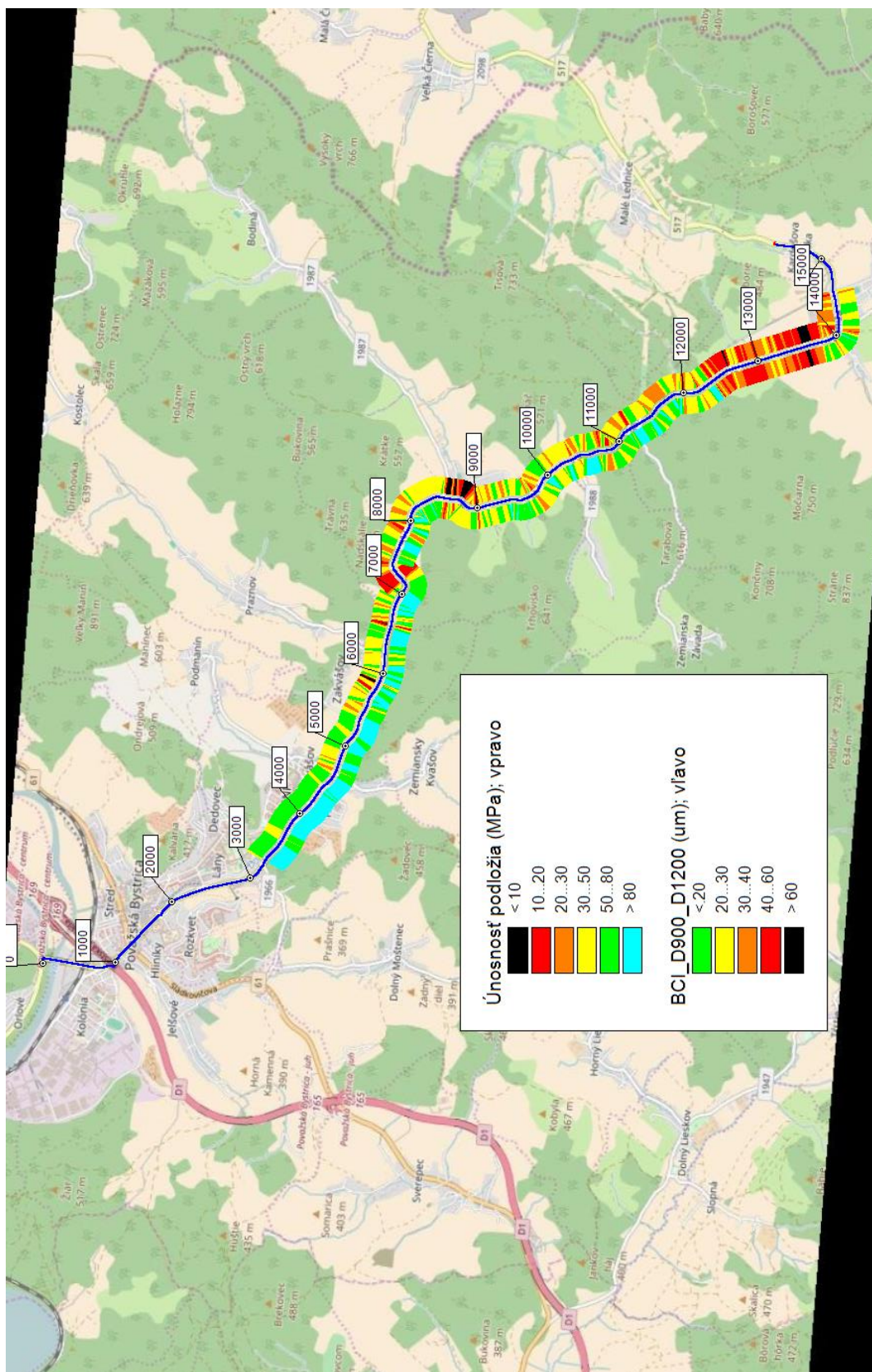
Obr. 10. Zobrazenie celkovej hrúbky konštrukcie vozovky na mape úseku.

Priemerná hrúbka celkovej konštrukcie vozovky je 593,05 mm v smere 1 a 577,47 mm v smere 2.

2.3. Prepočet pevnostných charakteristík vozovky

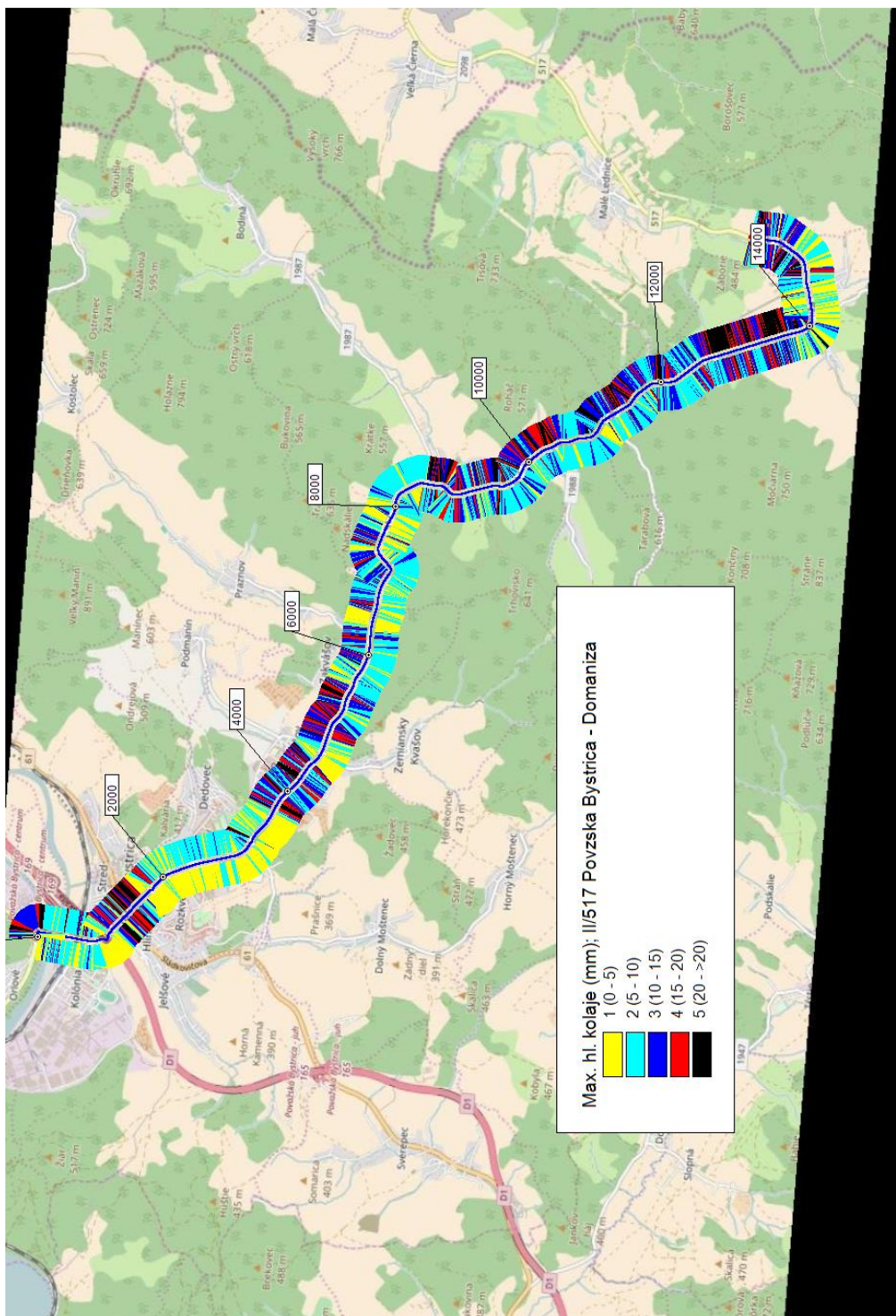


Obr. 11. Zobrazenie napätie (na obrázku vpravo) a indexu SCI (na obrázku vľavo) na mape úseku.



Obr. 12. Zobrazenie únosnosti podložia (na obrázku vpravo) a indexu BCI (na obrázku vľavo) na mape úseku.

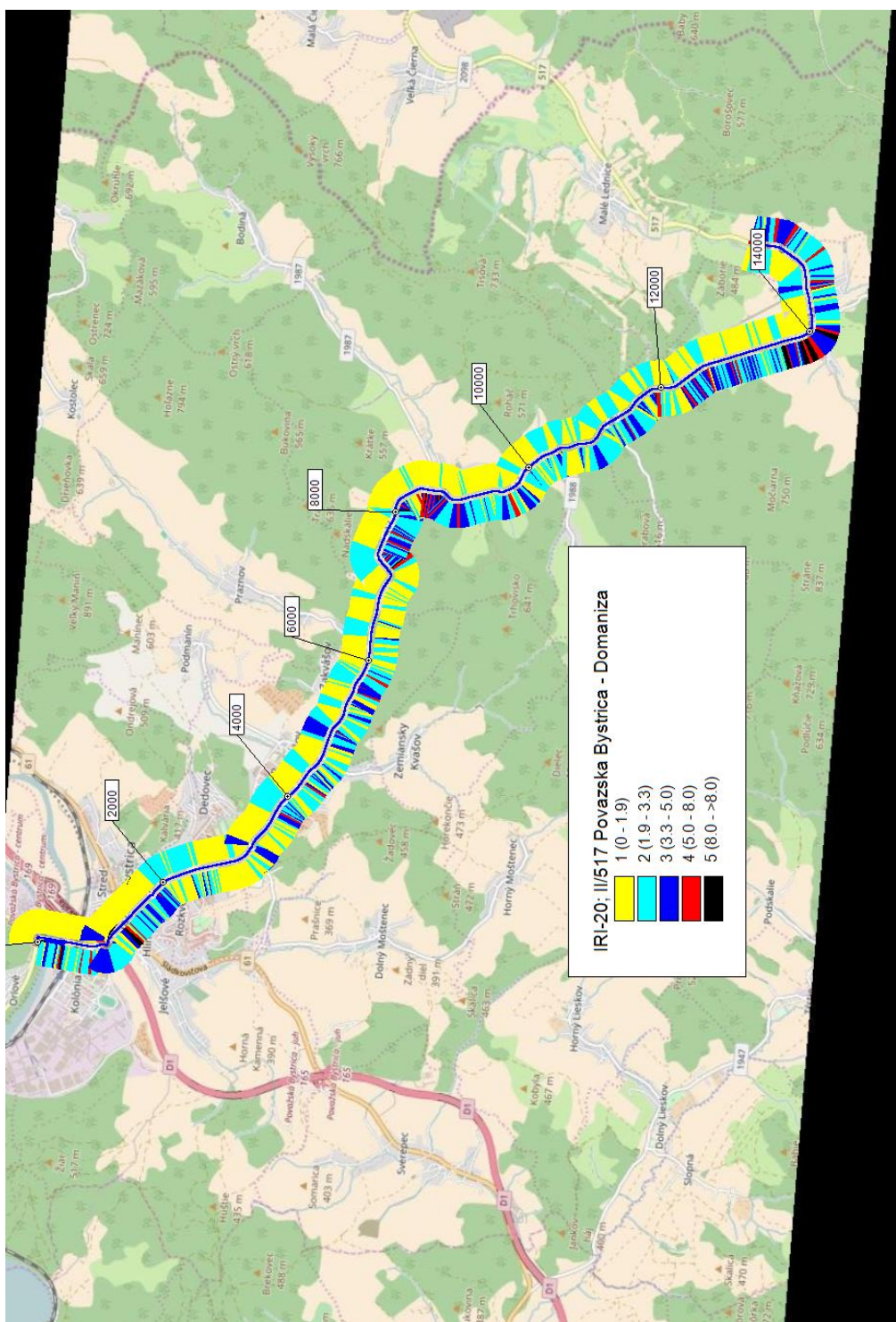
2.4. Vyjazdené kol'aje a parameter IRI



Obr. 13. Zobrazenie maximálnej hĺbky vyjazdených kol'ají na mape úseku.

Priemerná hodnota vrcholu vyjazdených kol'ají medzi spodnými hranami v smere 1 je 10,94 mm. Priemerná hodnota vyjazdených kol'ají v smere 1 je 5,78 mm.

Priemerná hodnota vrcholu vyjazdených kol'ají medzi spodnými hranami v smere 2 je 12,50 mm. Priemerná hodnota vyjazdených kol'ají v smere 2 je 9,86 mm.



Obr. 14. Zobrazenie indexu IRI-20 m na mape úseku.

Priemerná hodnota IRI na úseku v smere 1 je 3,06.

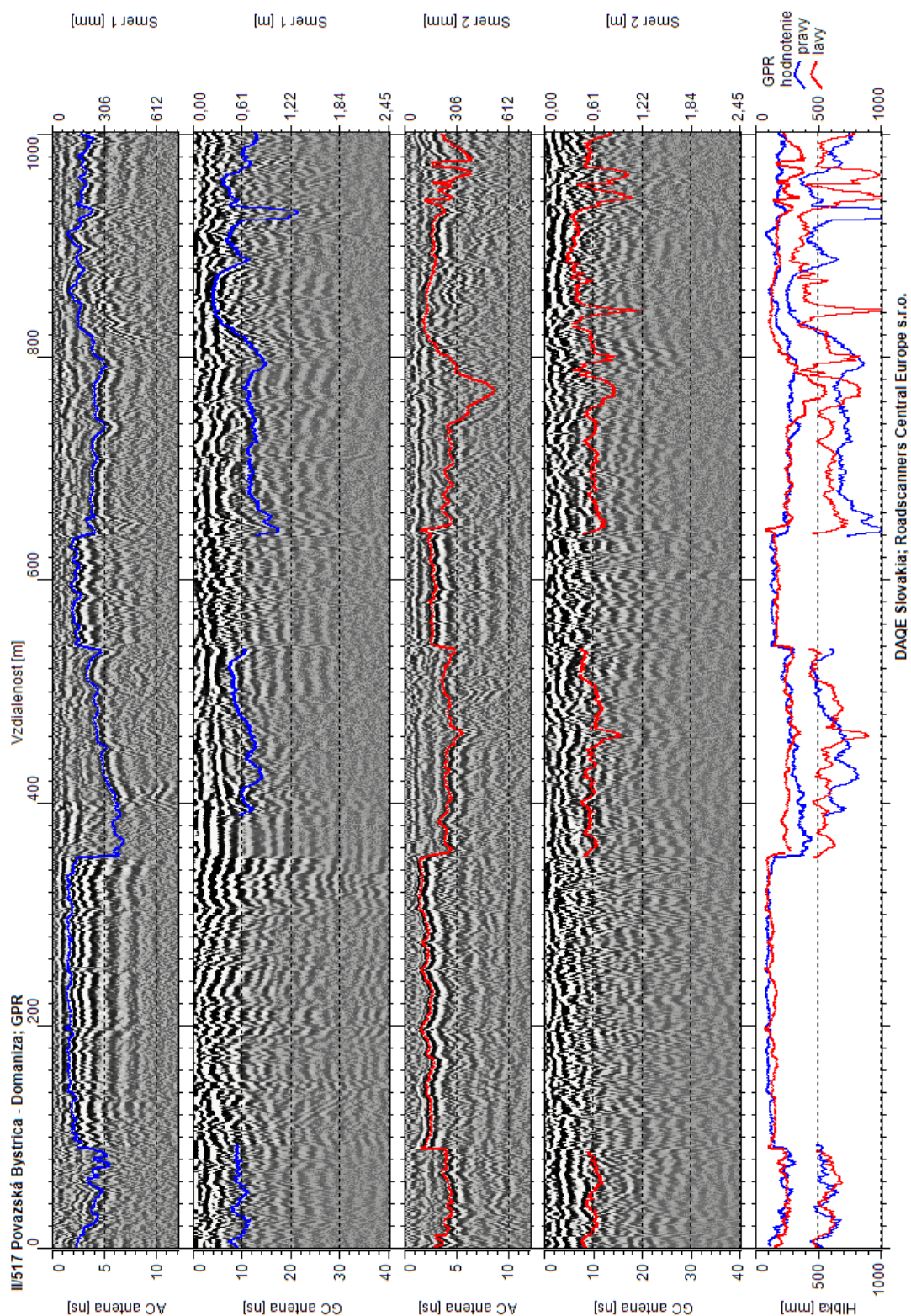
Priemerná hodnota IRI na úseku v smere 2 je 3,35.

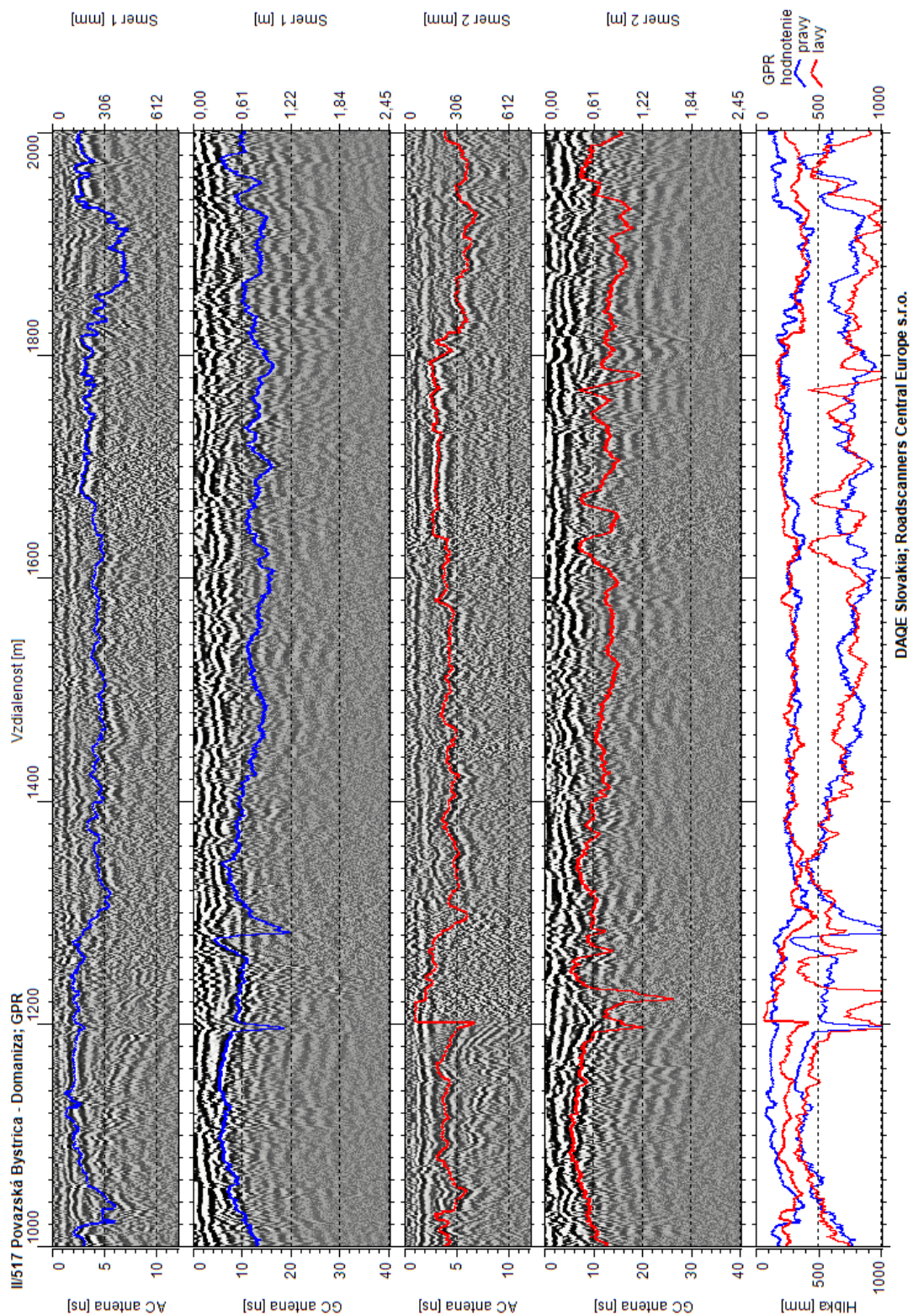
PRÍLOHY

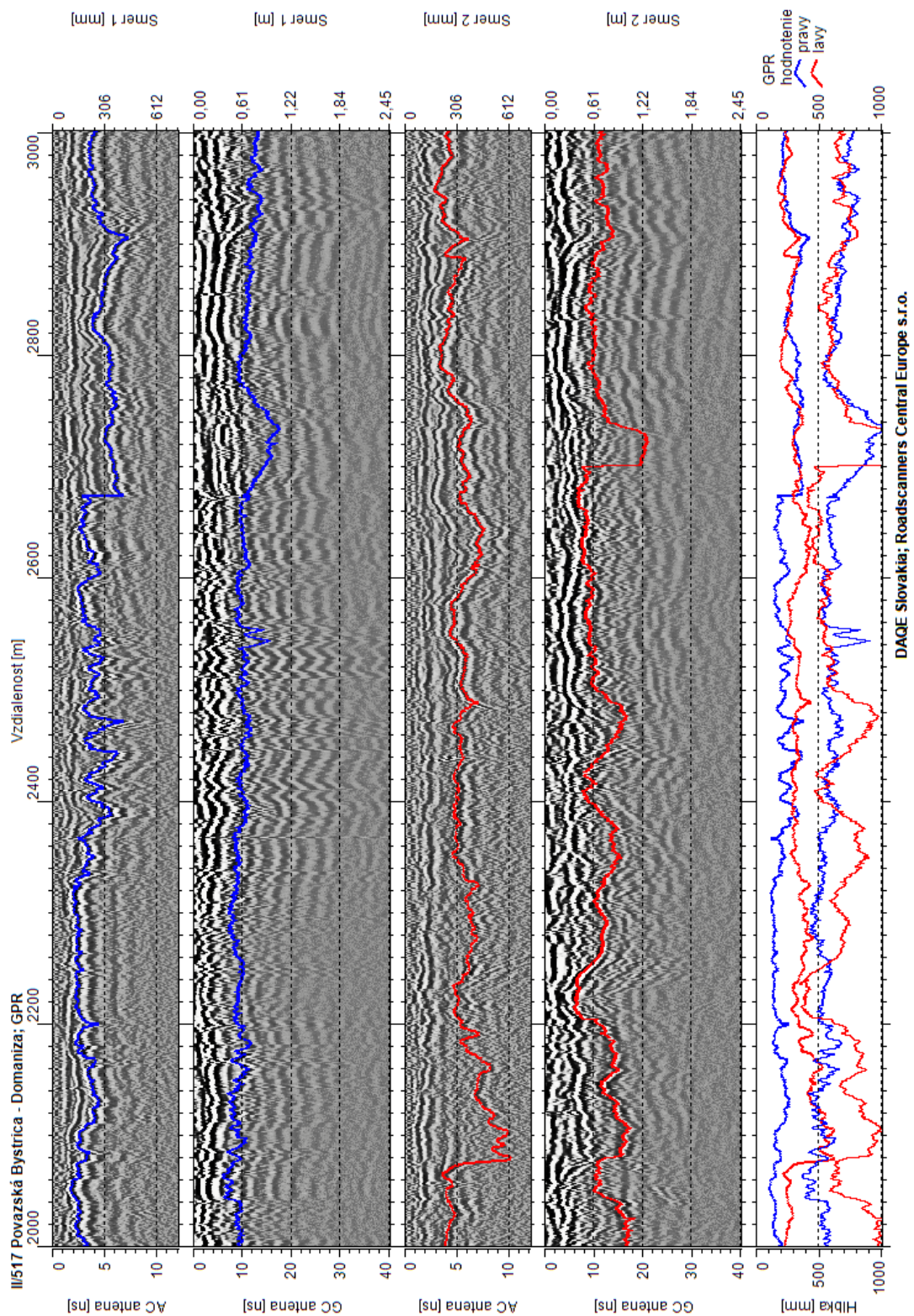
Príloha 1. Profily úsekov cesty II/517 Považská Bystrica (most Orlové) - Domaniža zobrazené v programu Road Doctor, vyhodnotenie GPR údajov.

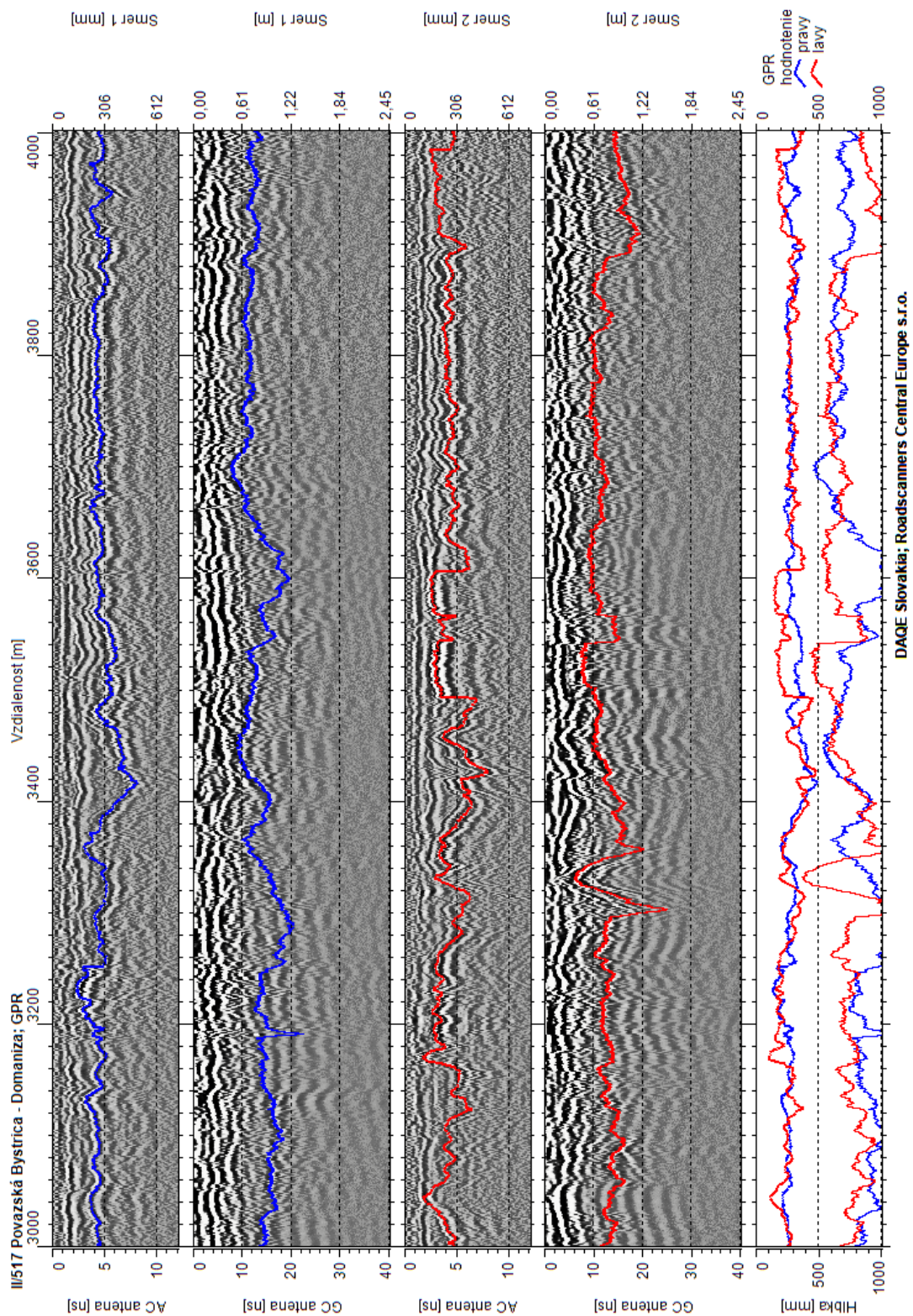
Príloha 2. Profily úsekov cesty II/517 Považská Bystrica (most Orlové) - Domaniža zobrazené v programu Road Doctor, vyhodnotenie GPR+FWD údajov.

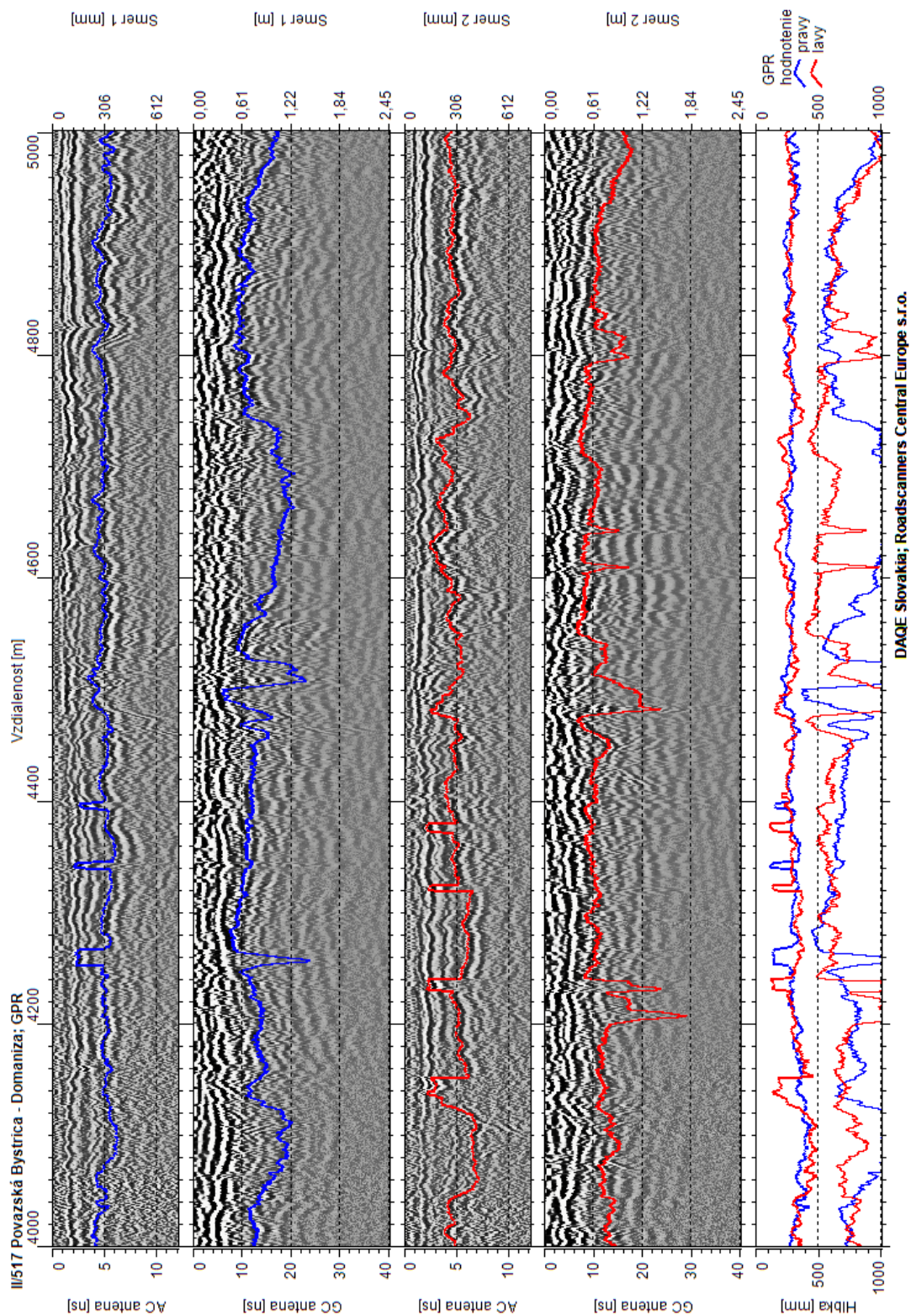
Príloha 3. Profily úsekov cesty II/517 Považská Bystrica (most Orlové) - Domaniža zobrazené v programu Road Doctor, vyhodnotenie LS+ACC údajov.

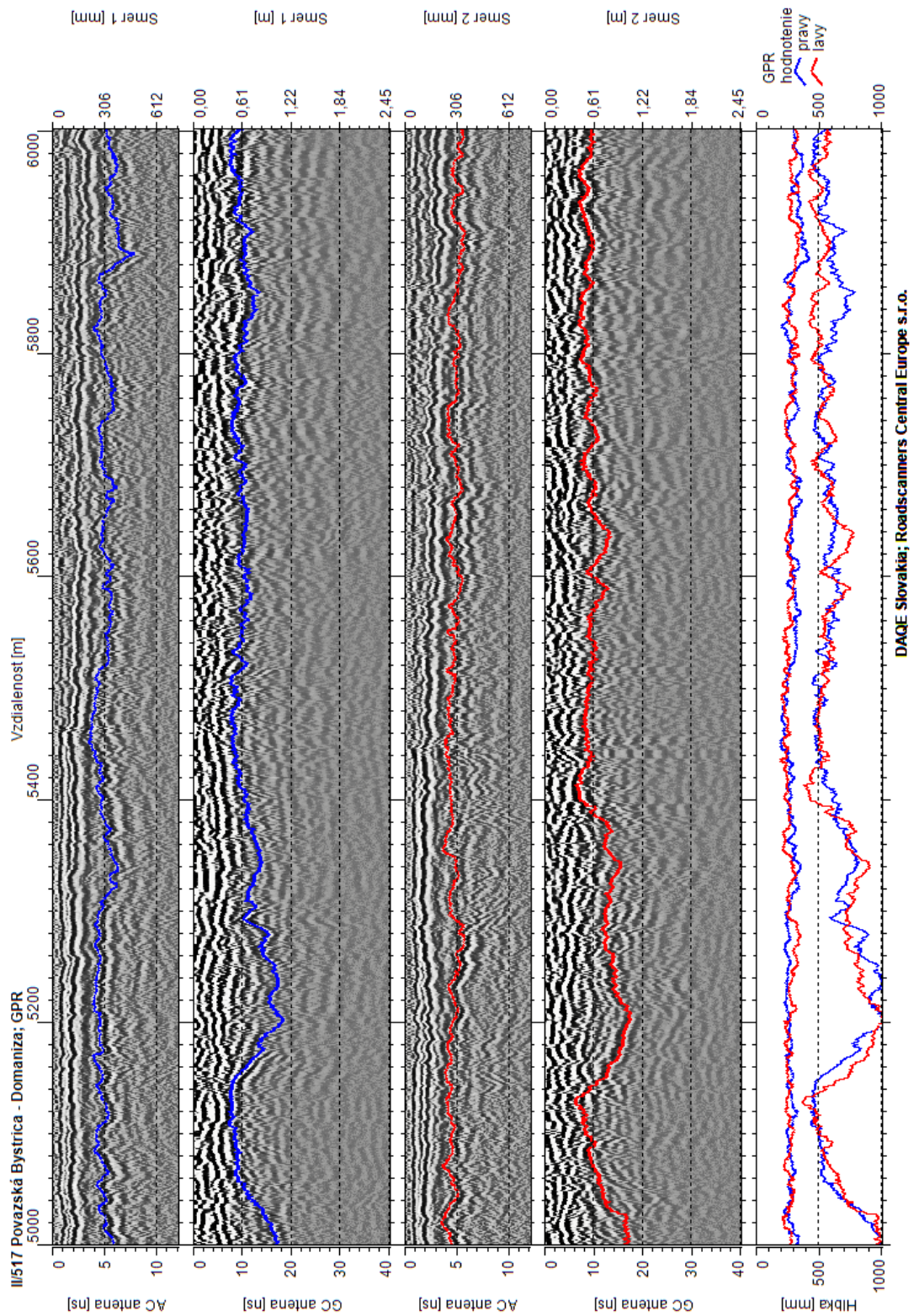


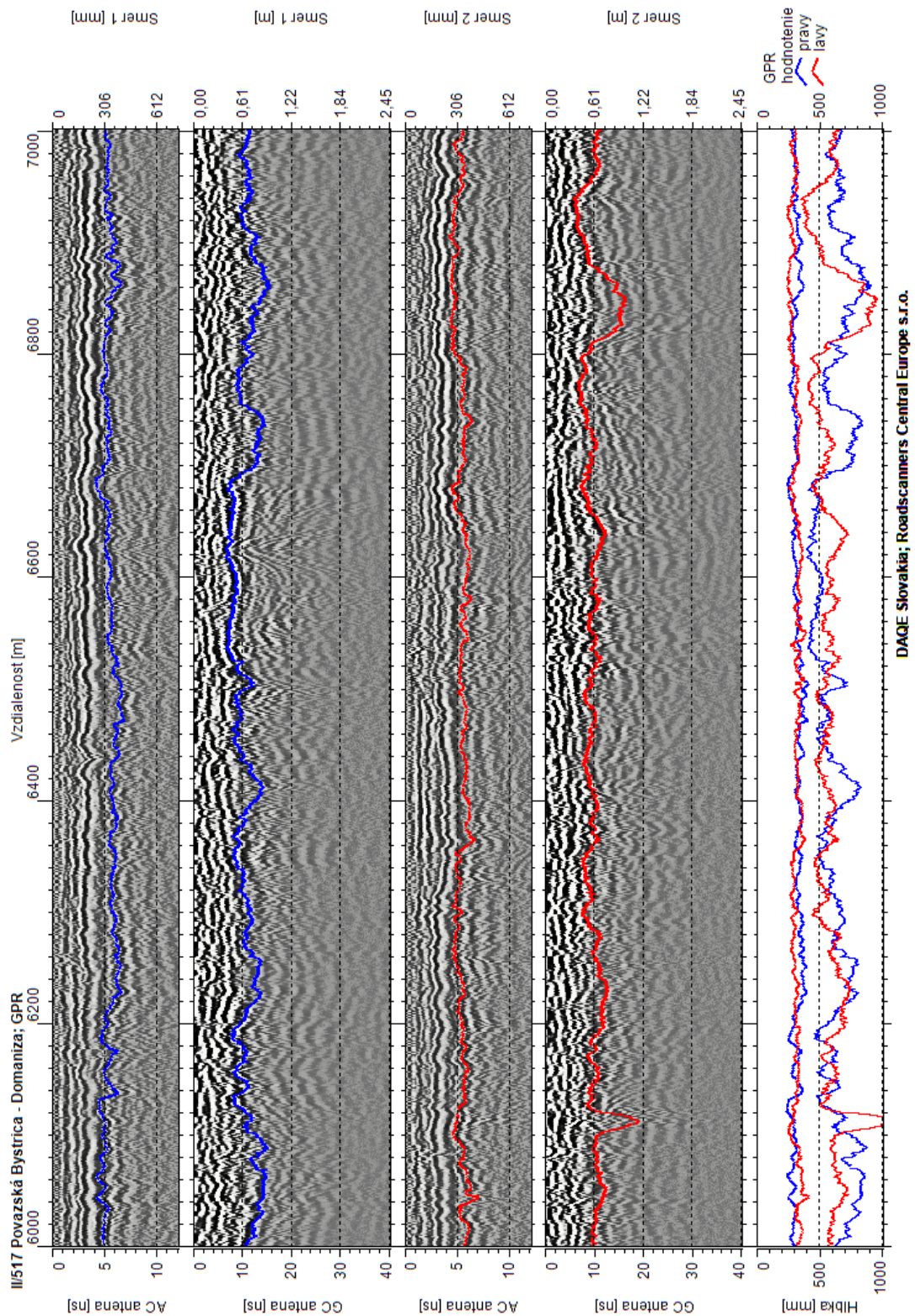


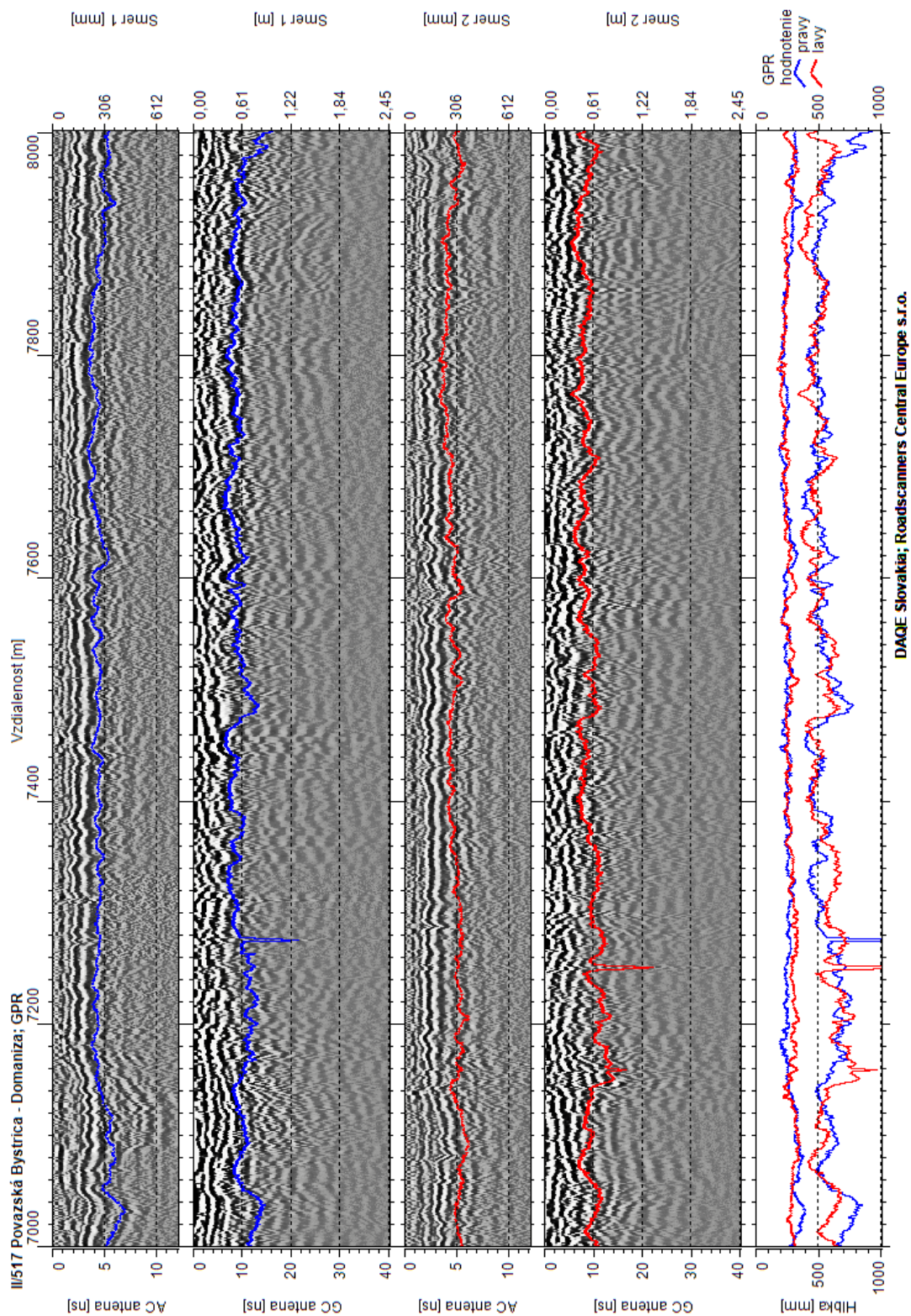


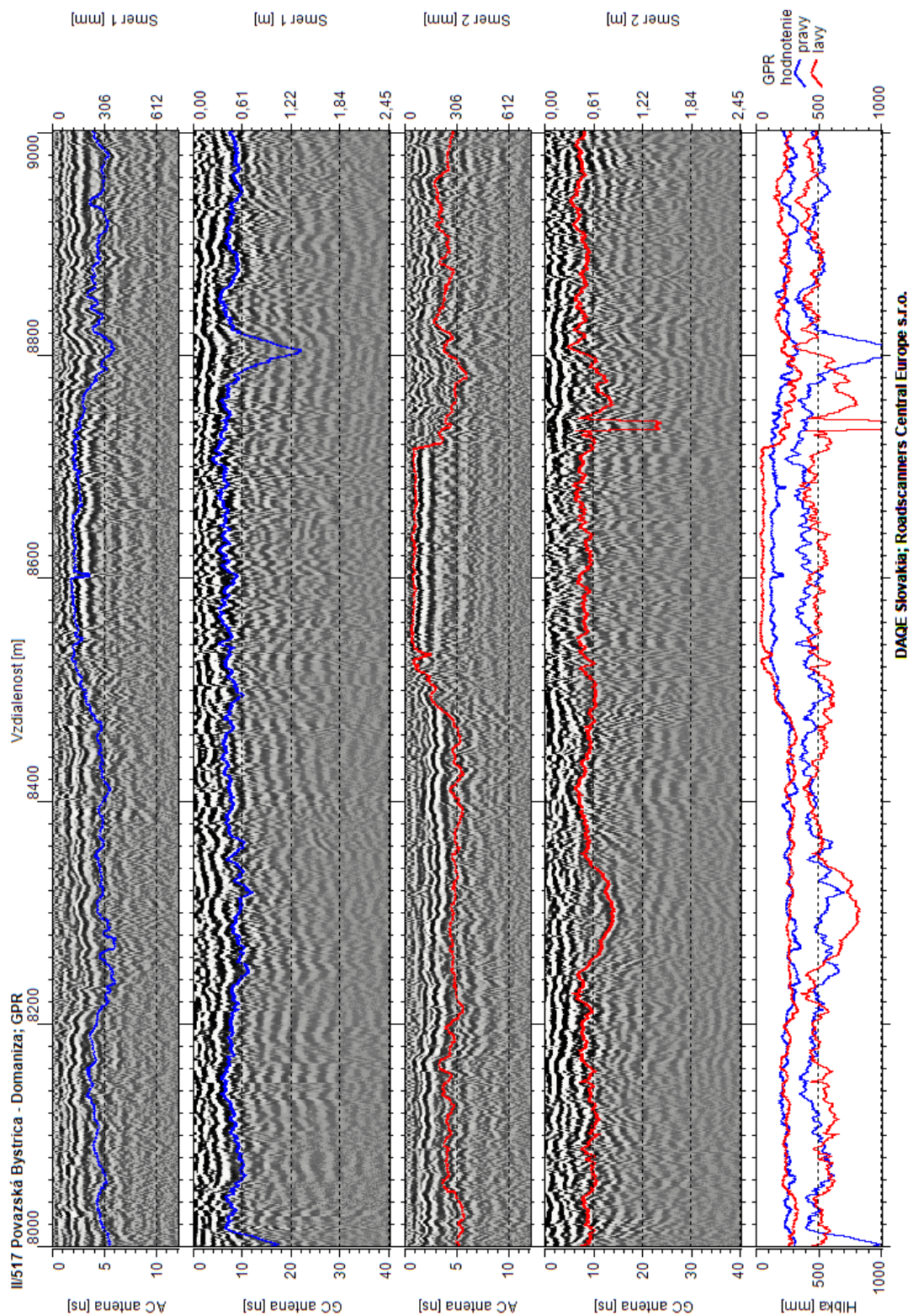


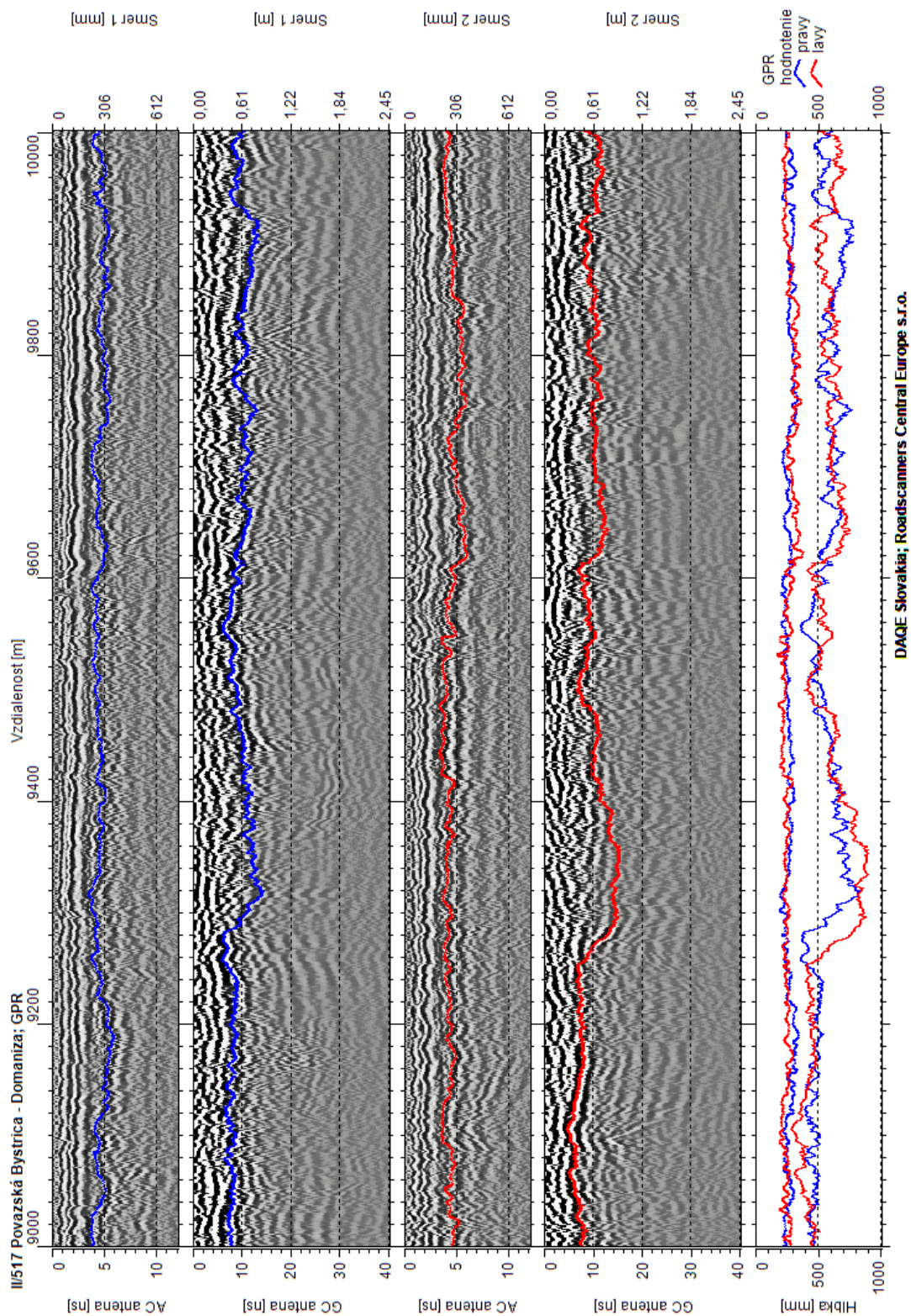


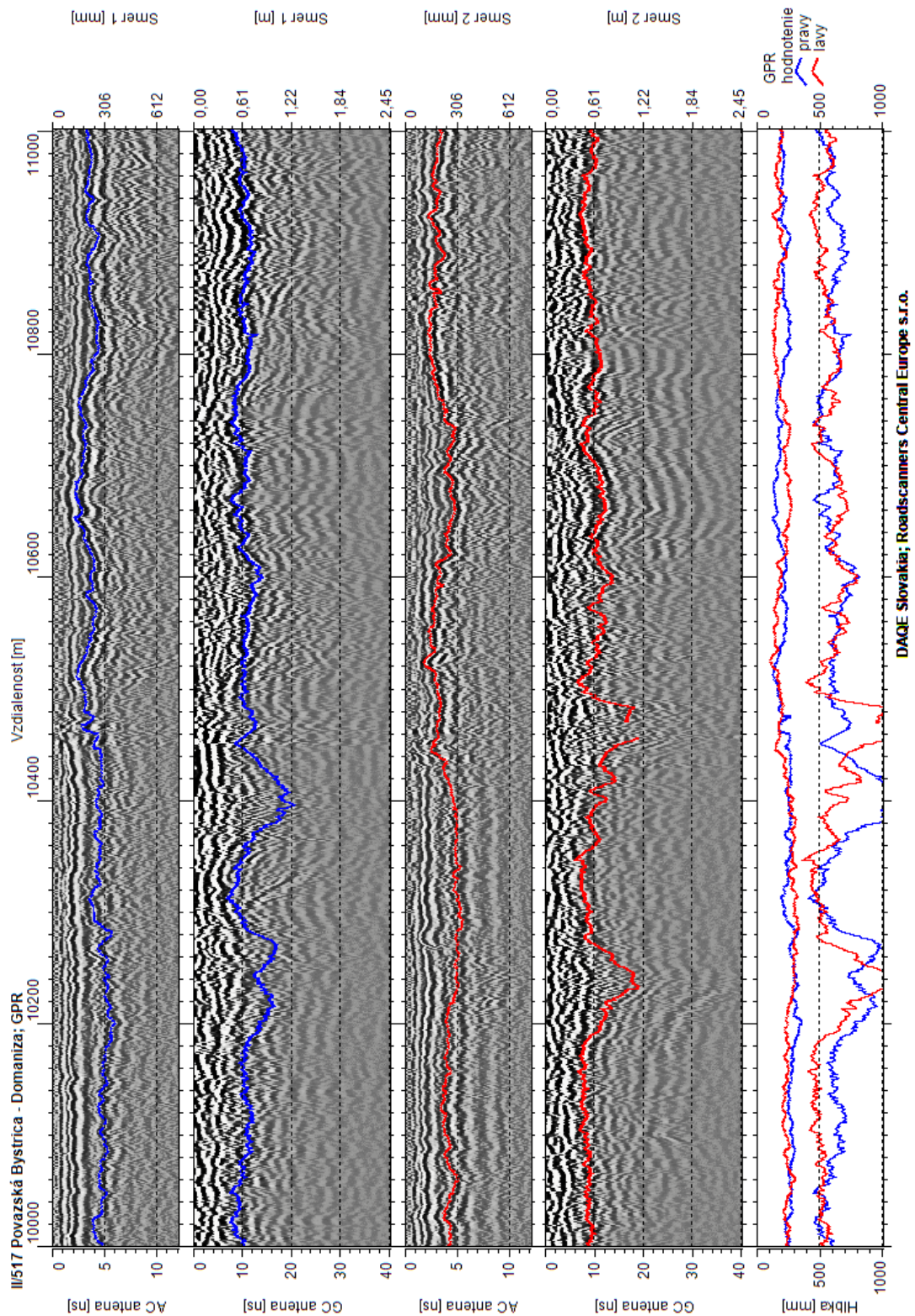


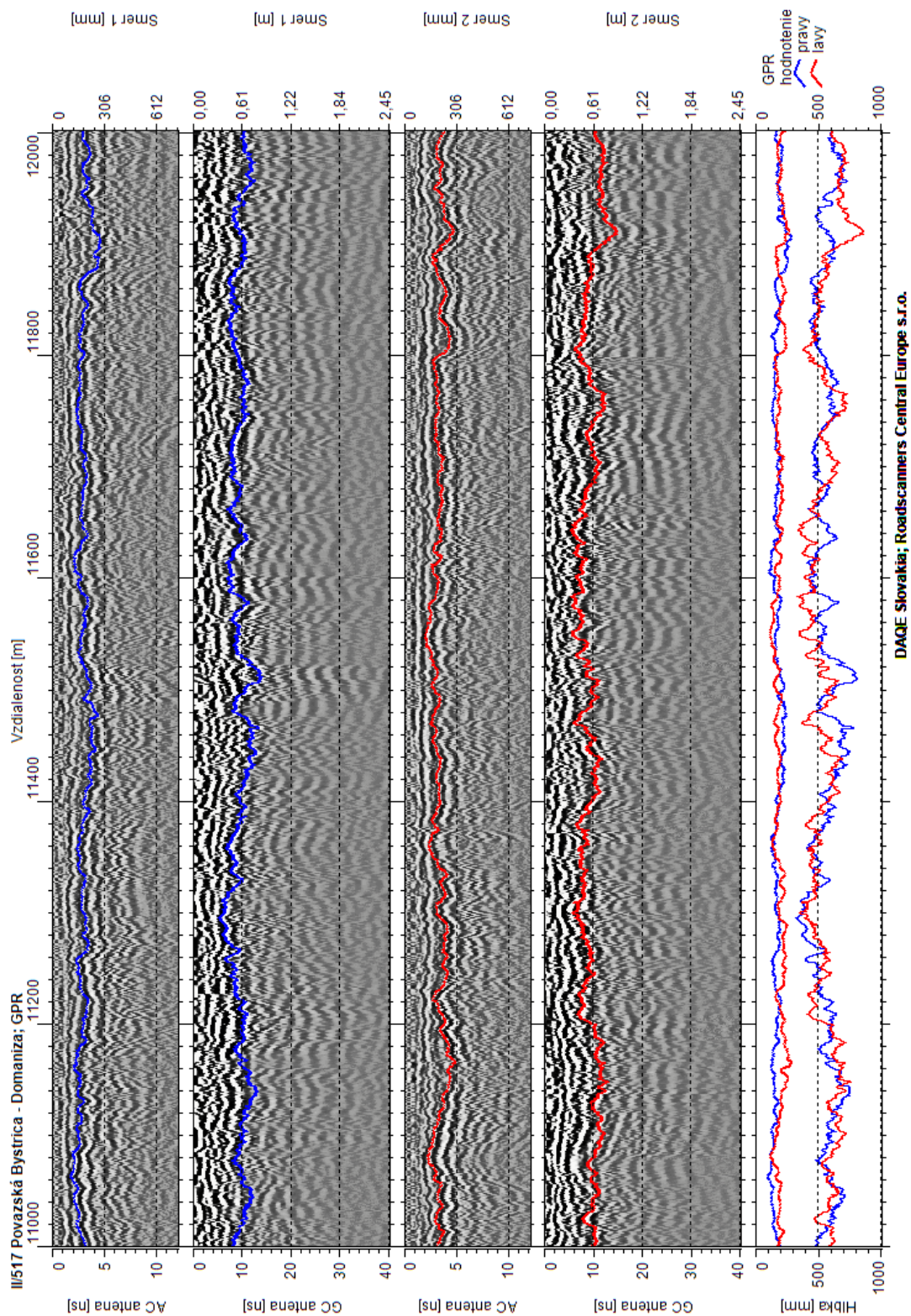


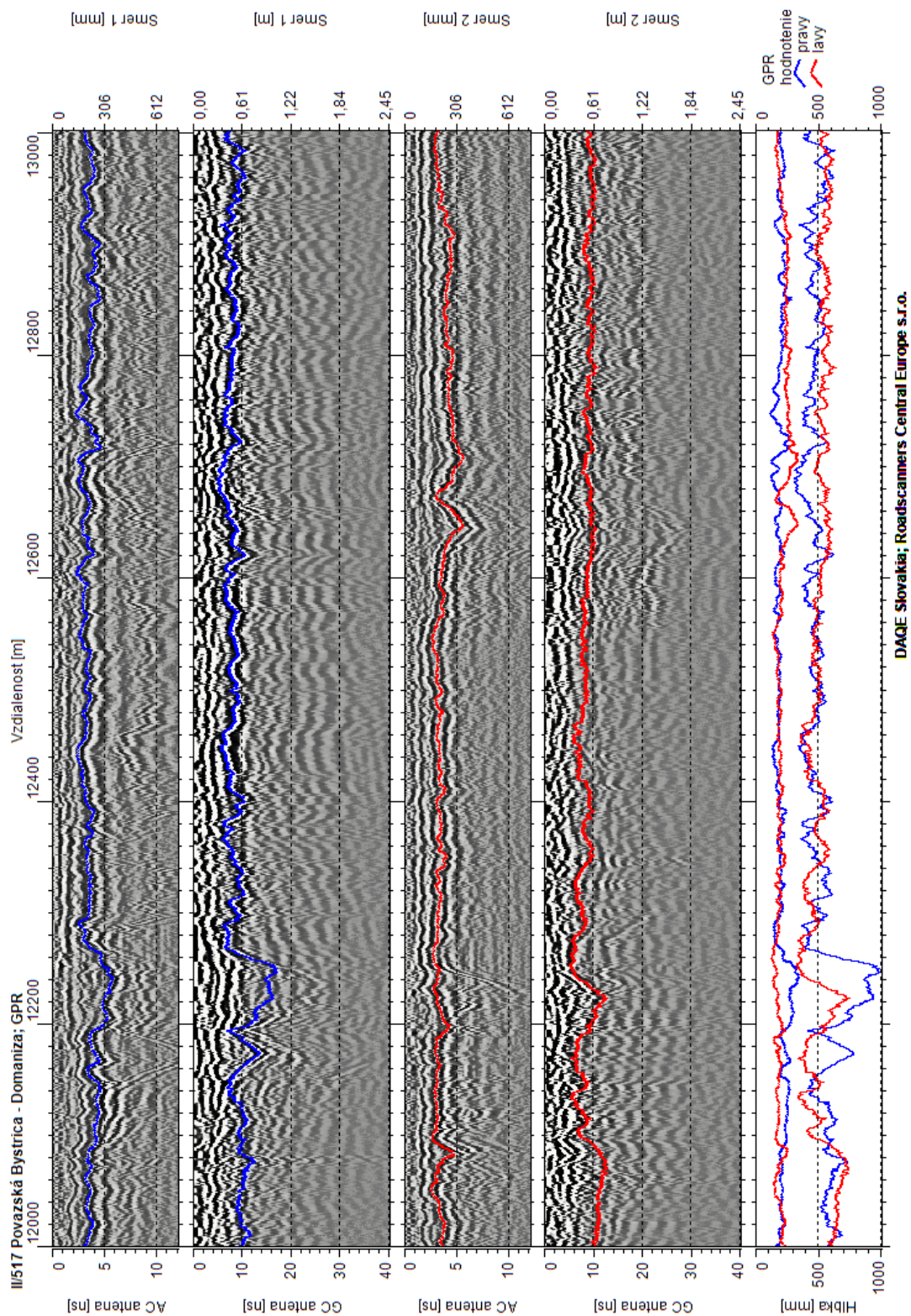


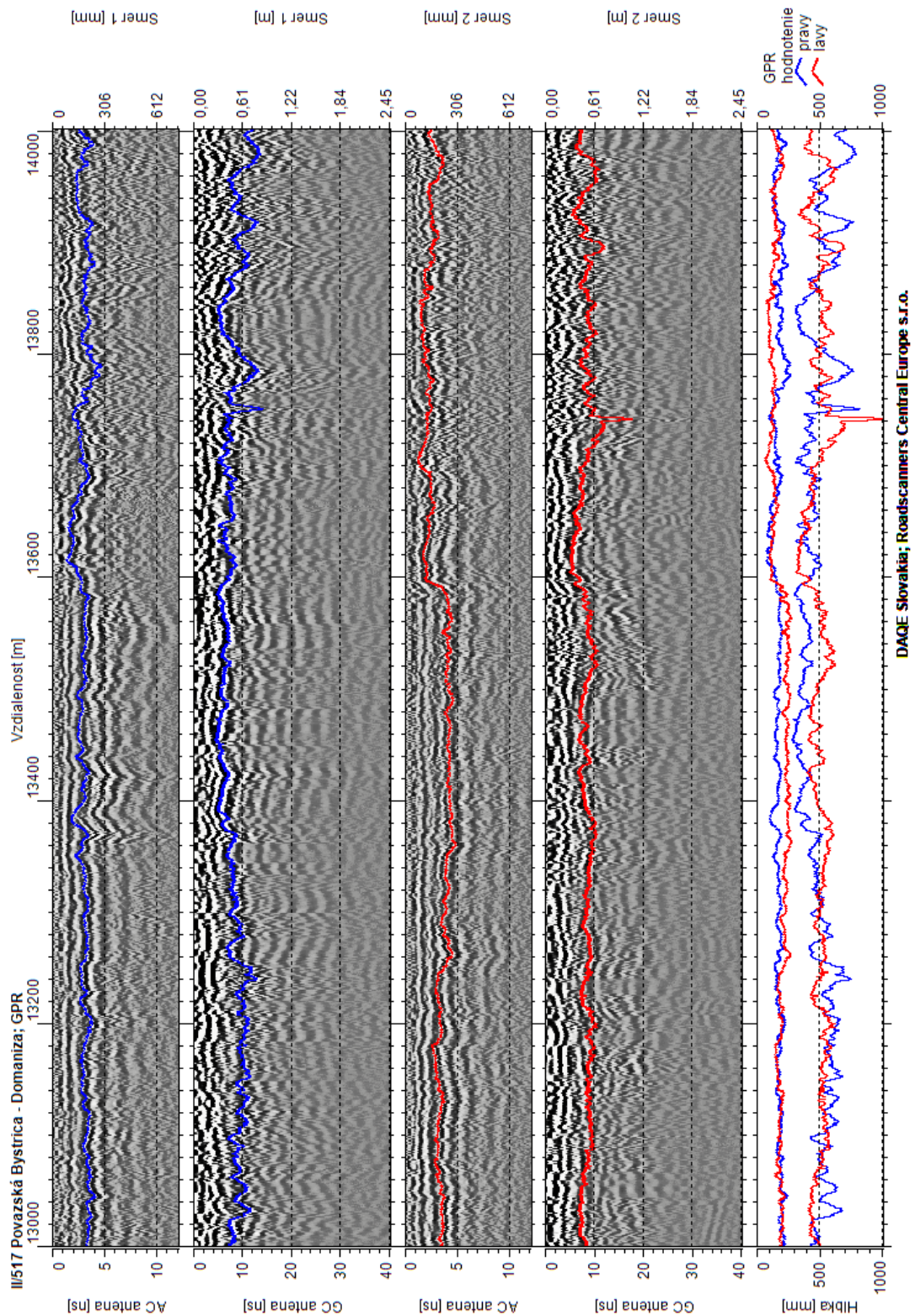


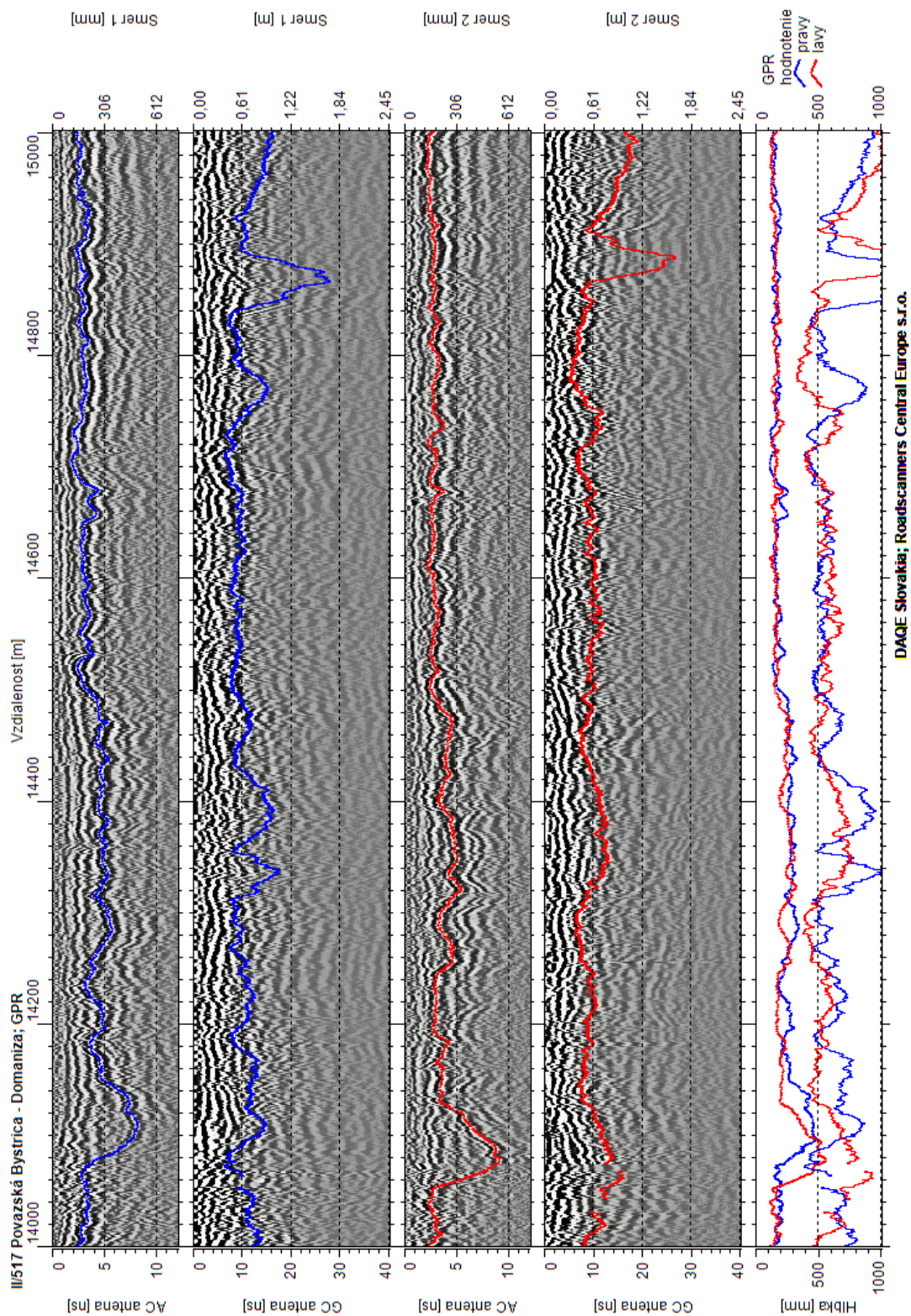


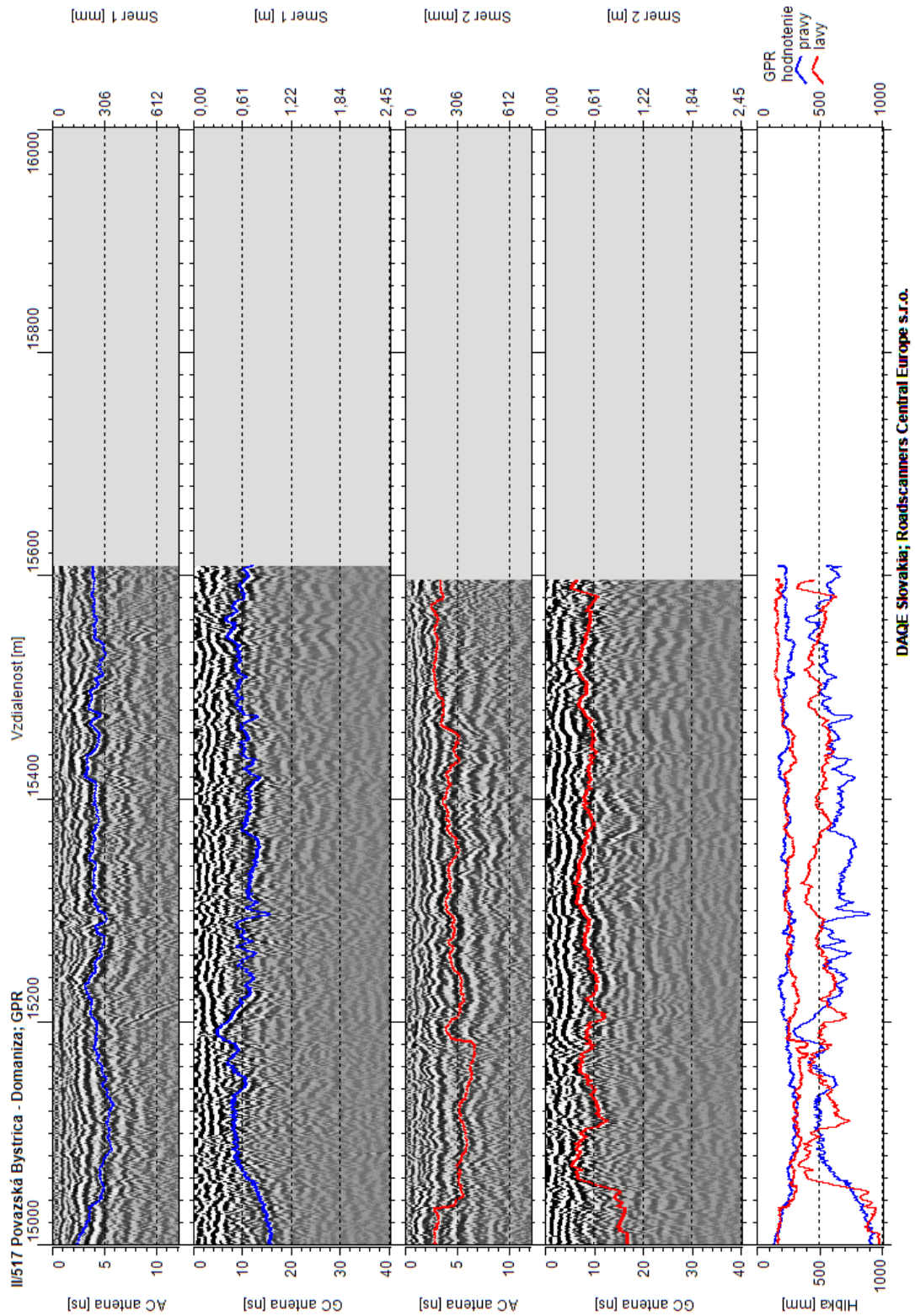


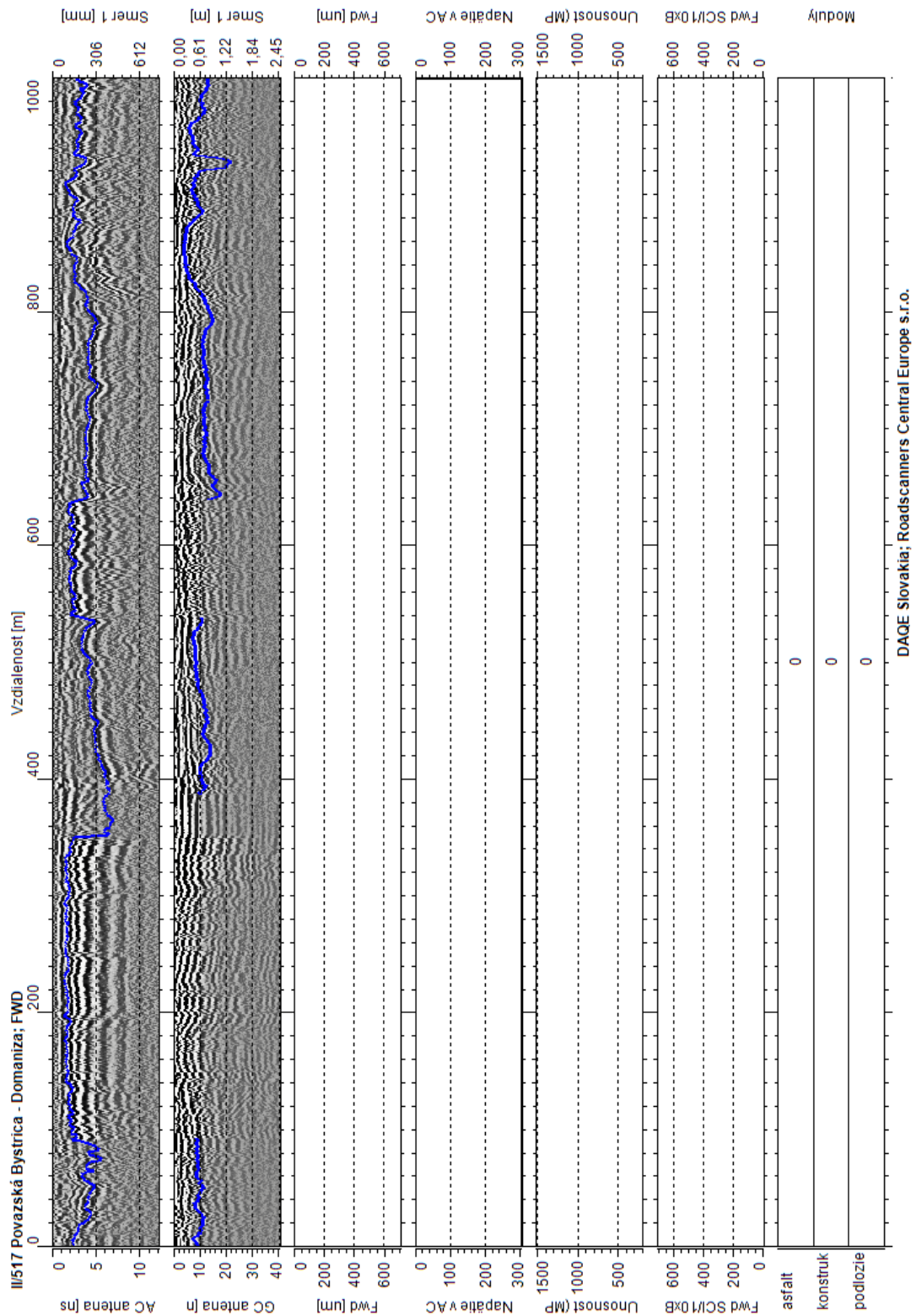


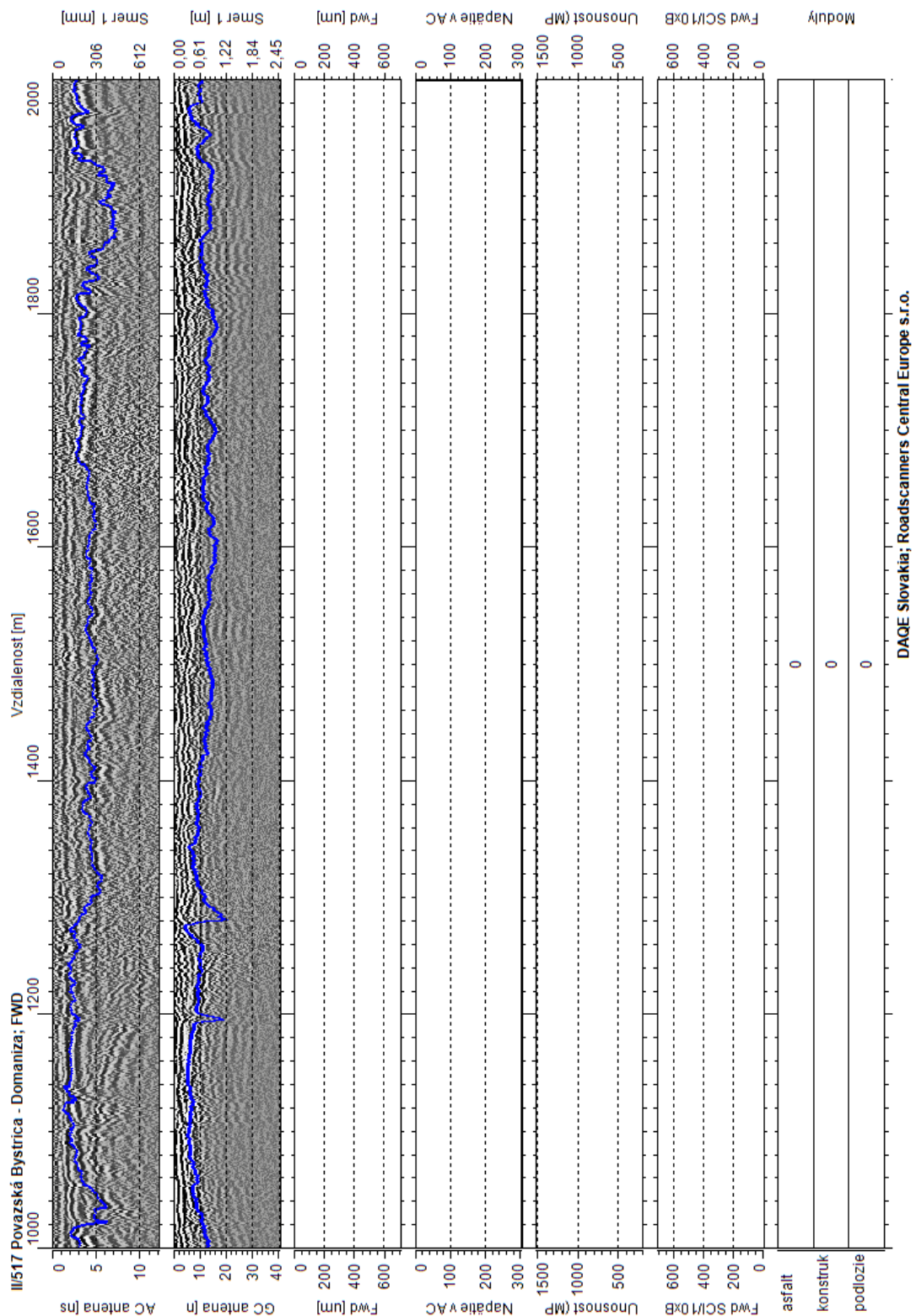


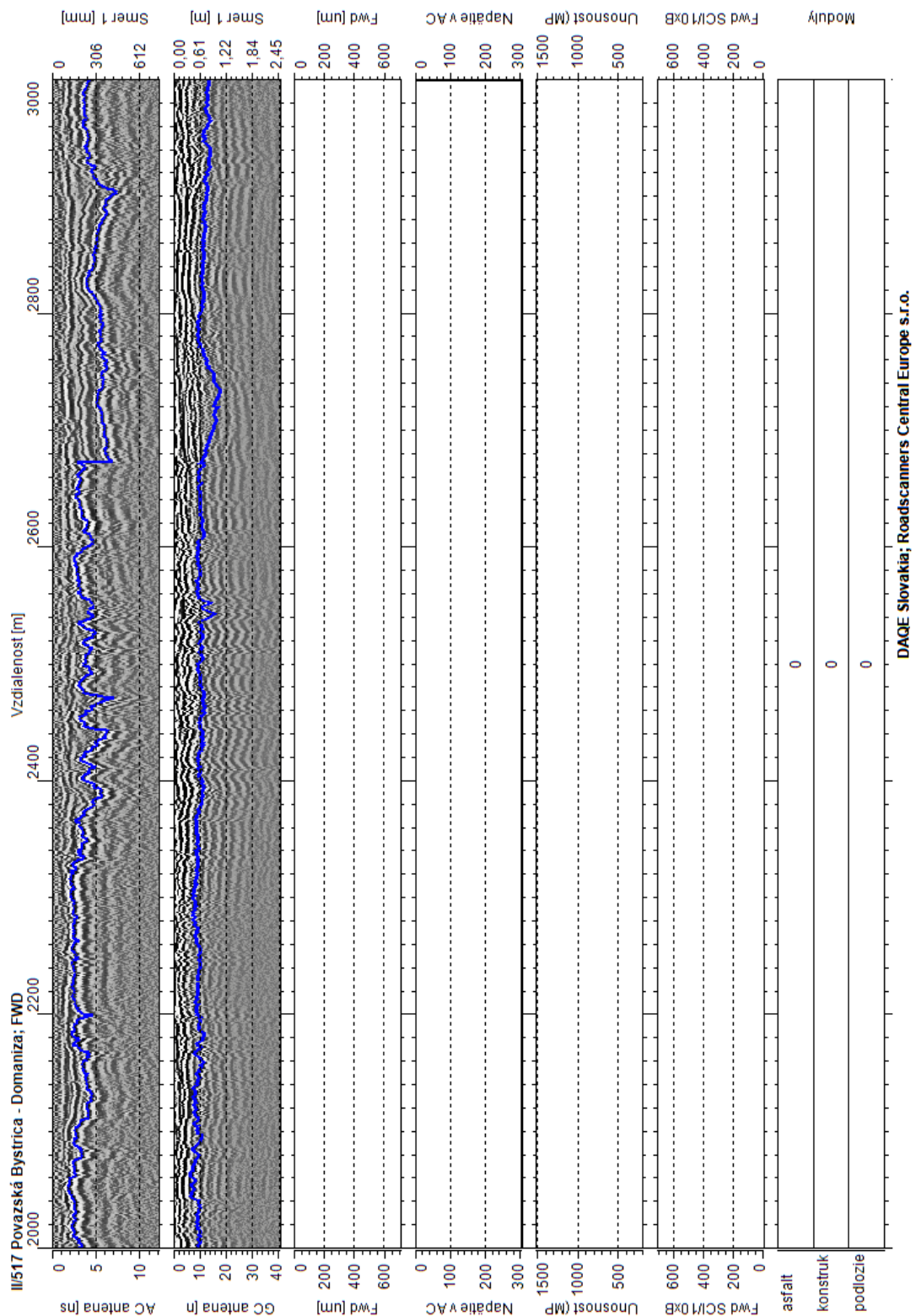


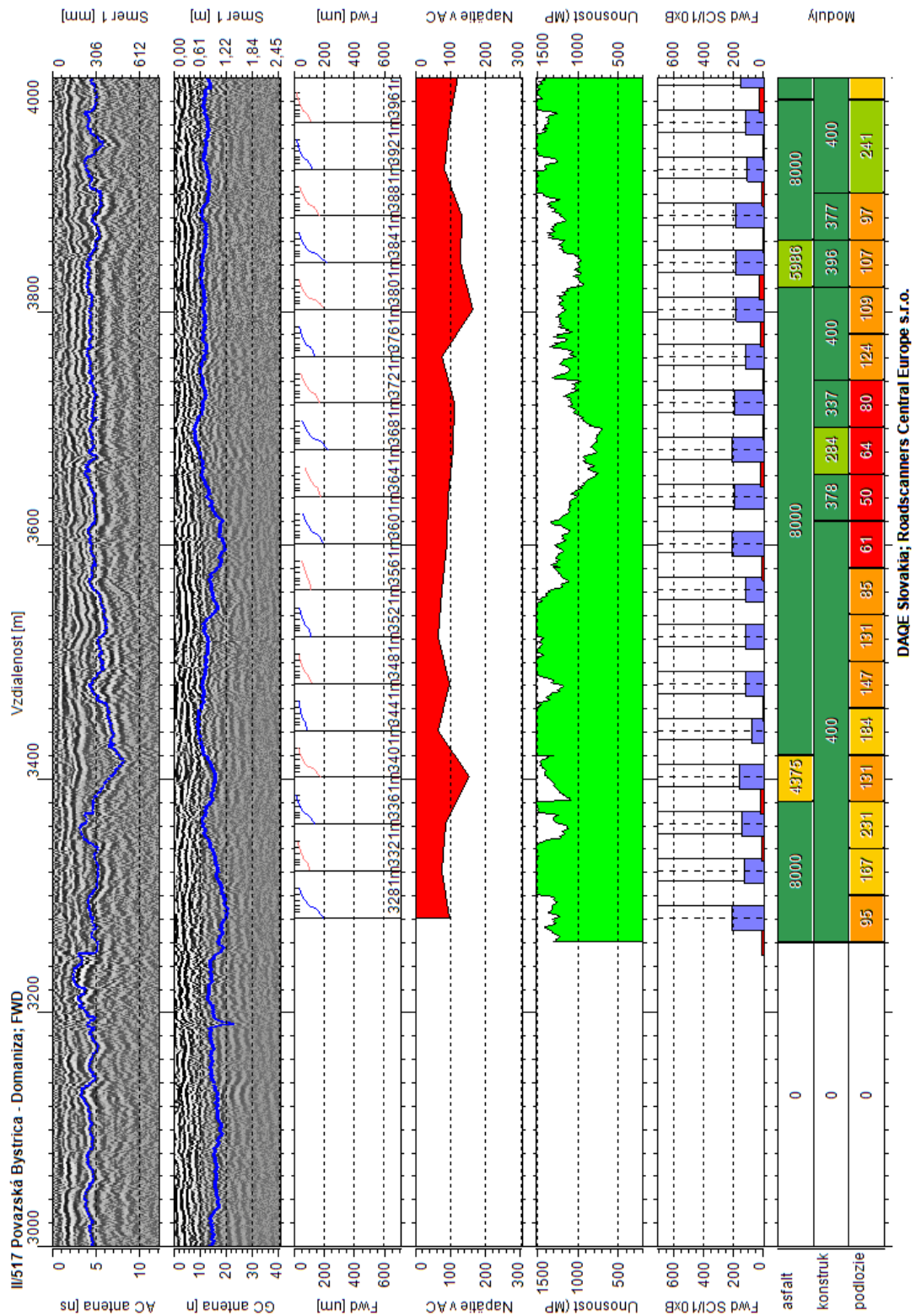


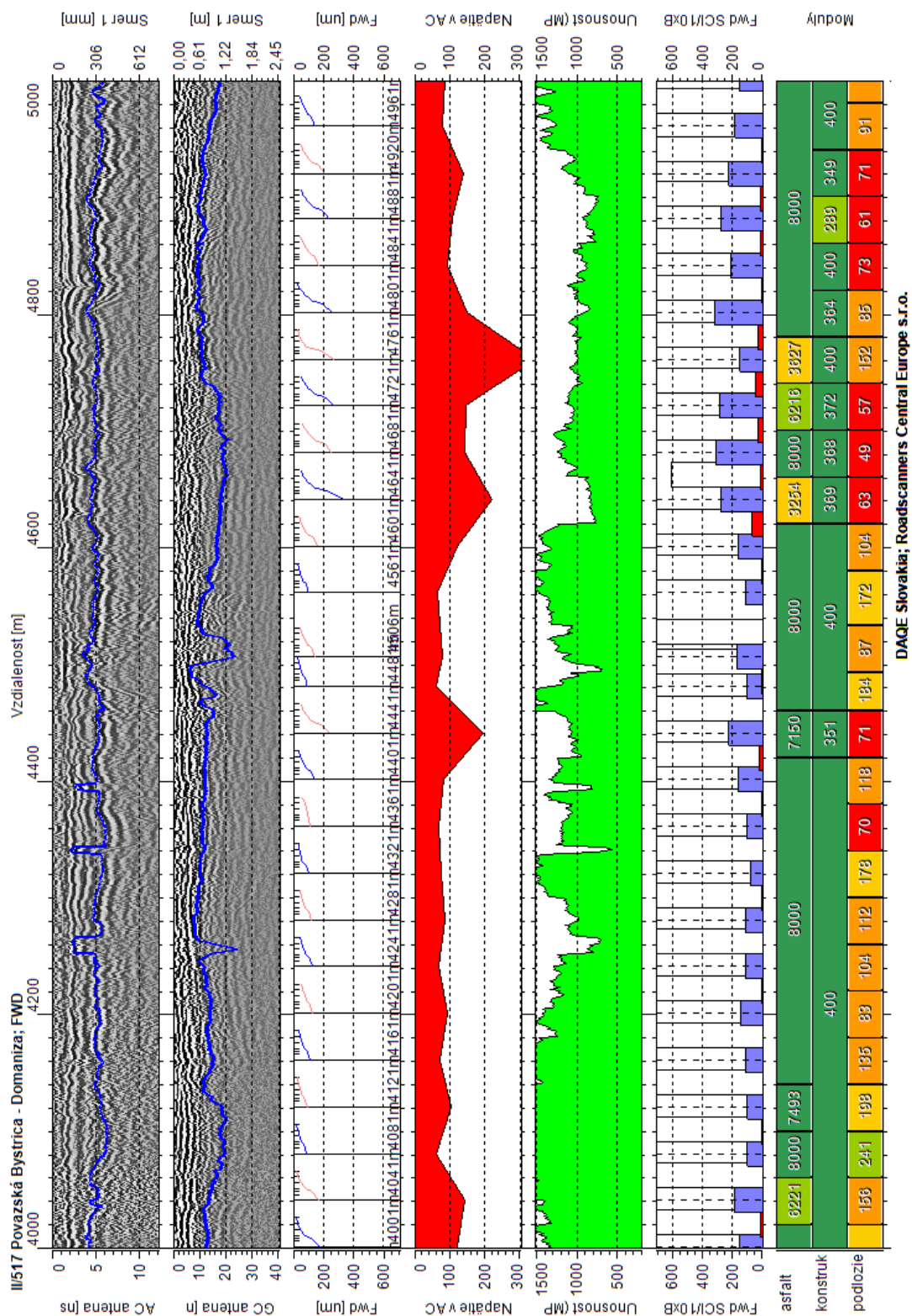


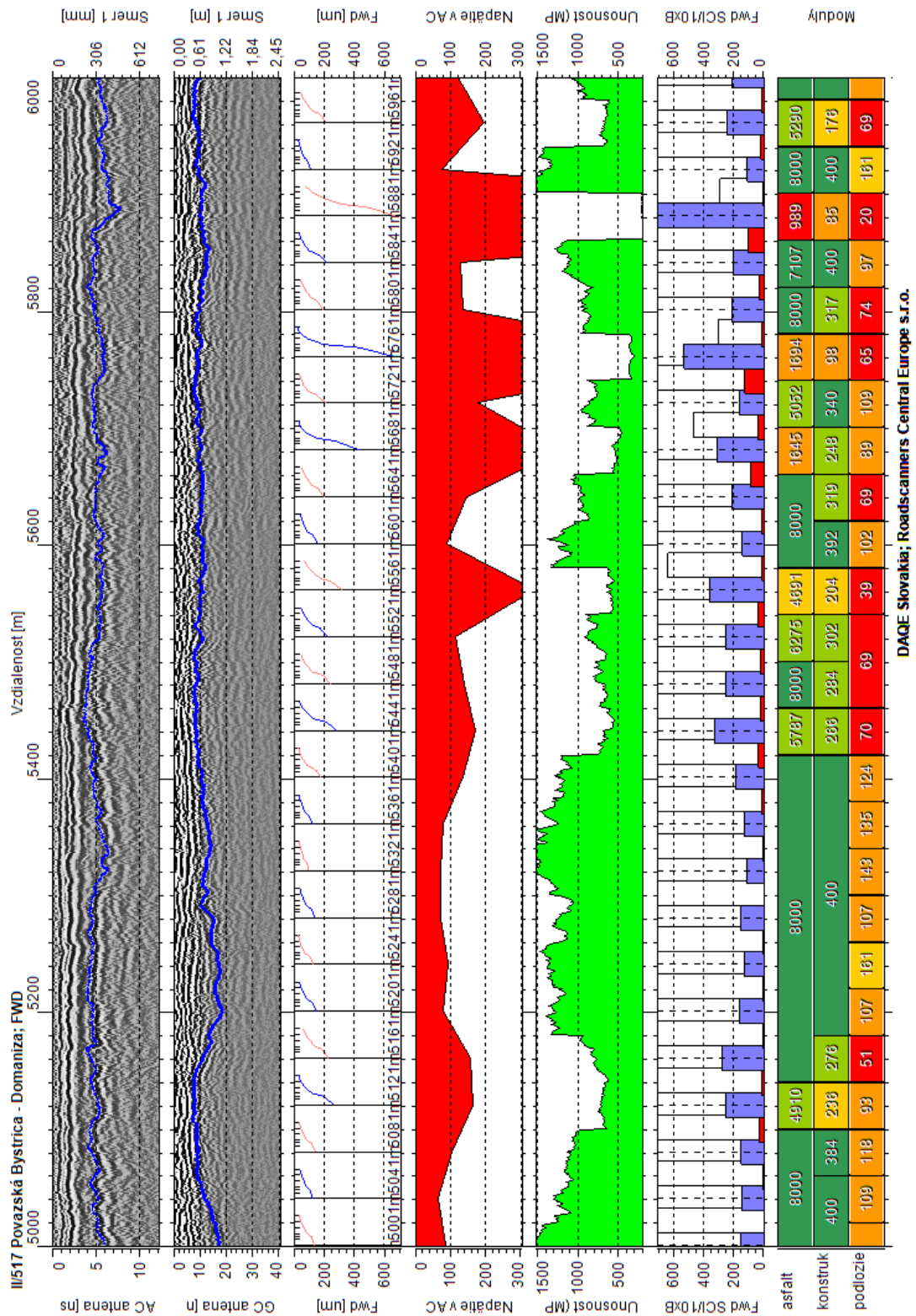




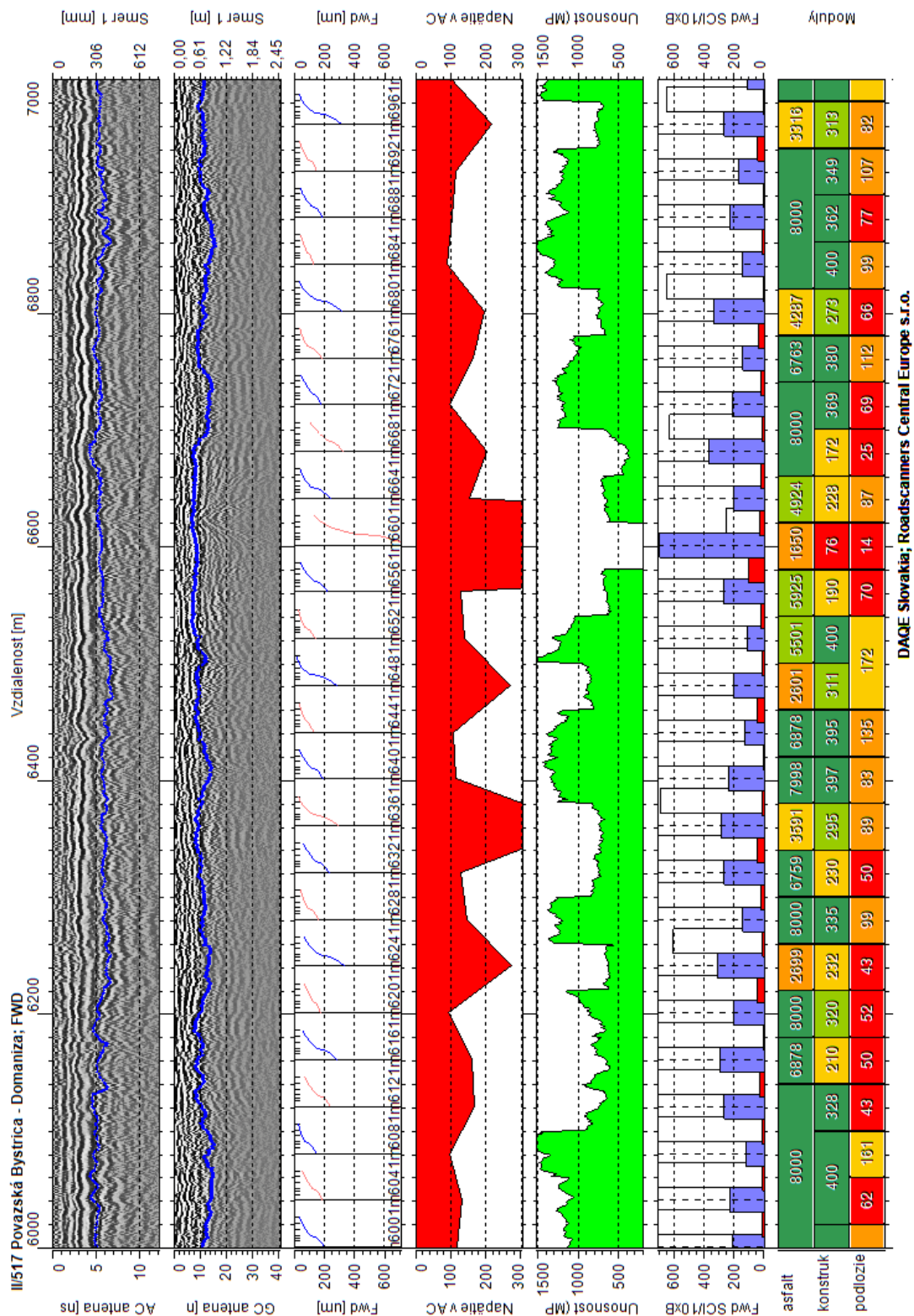




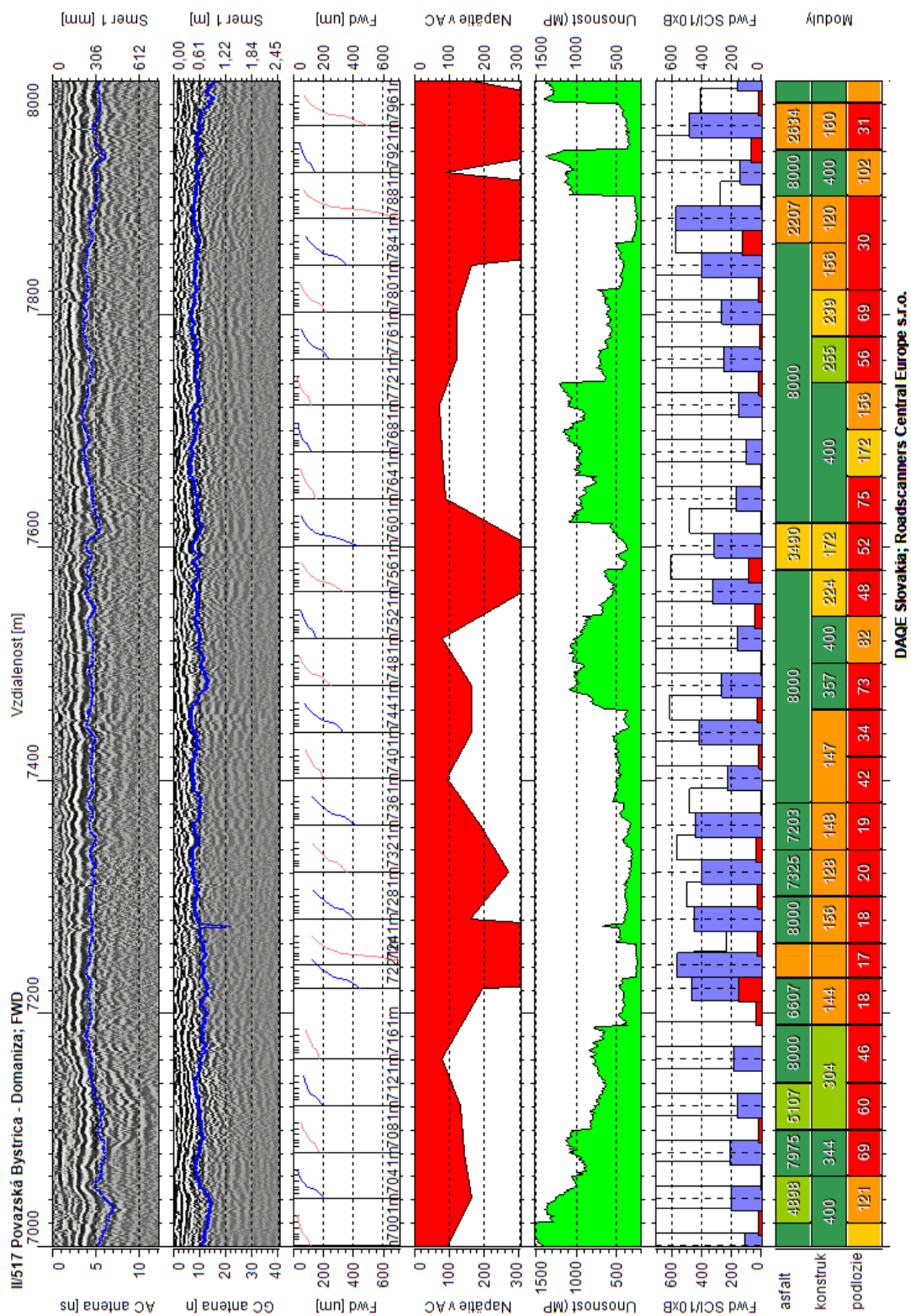


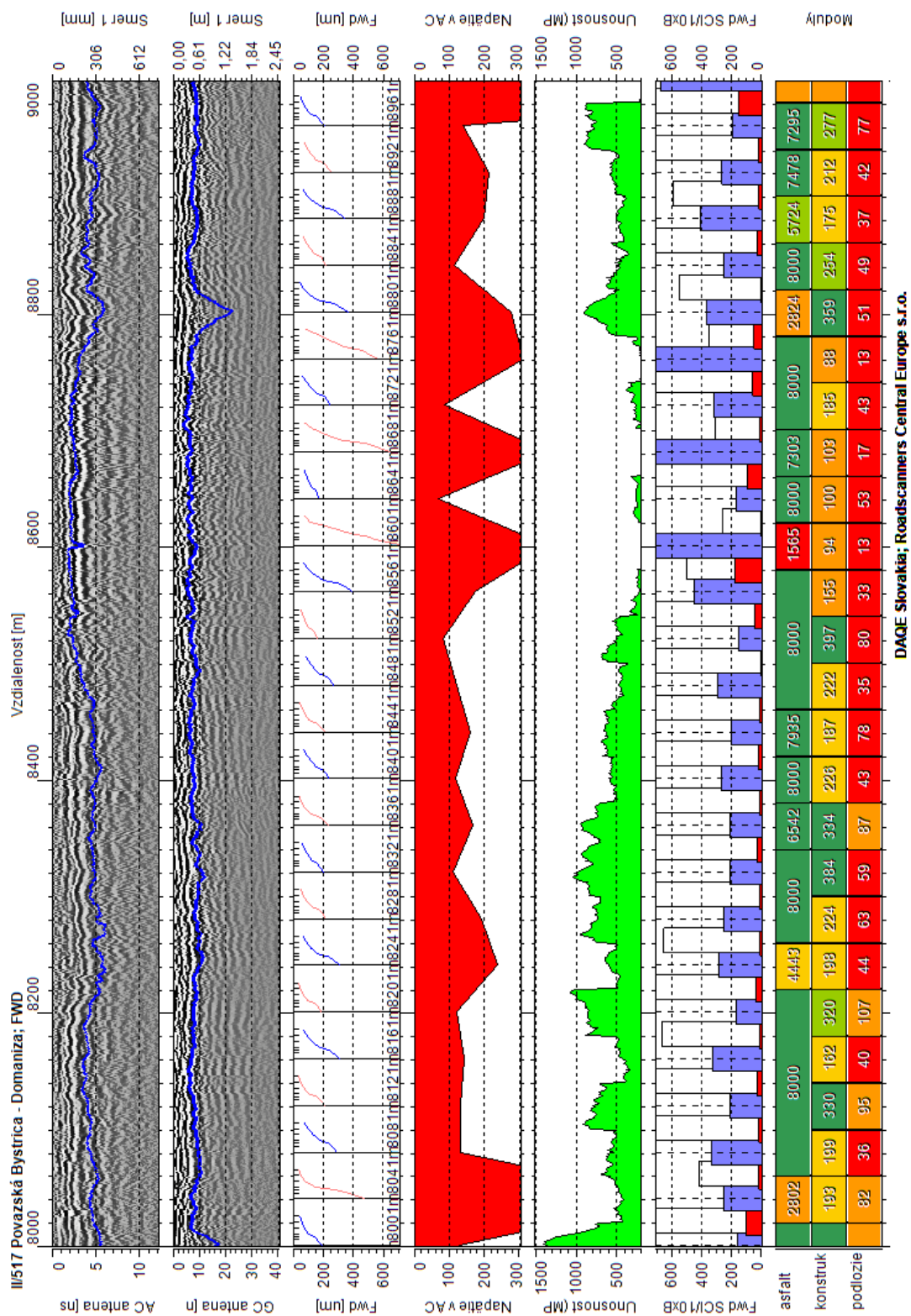


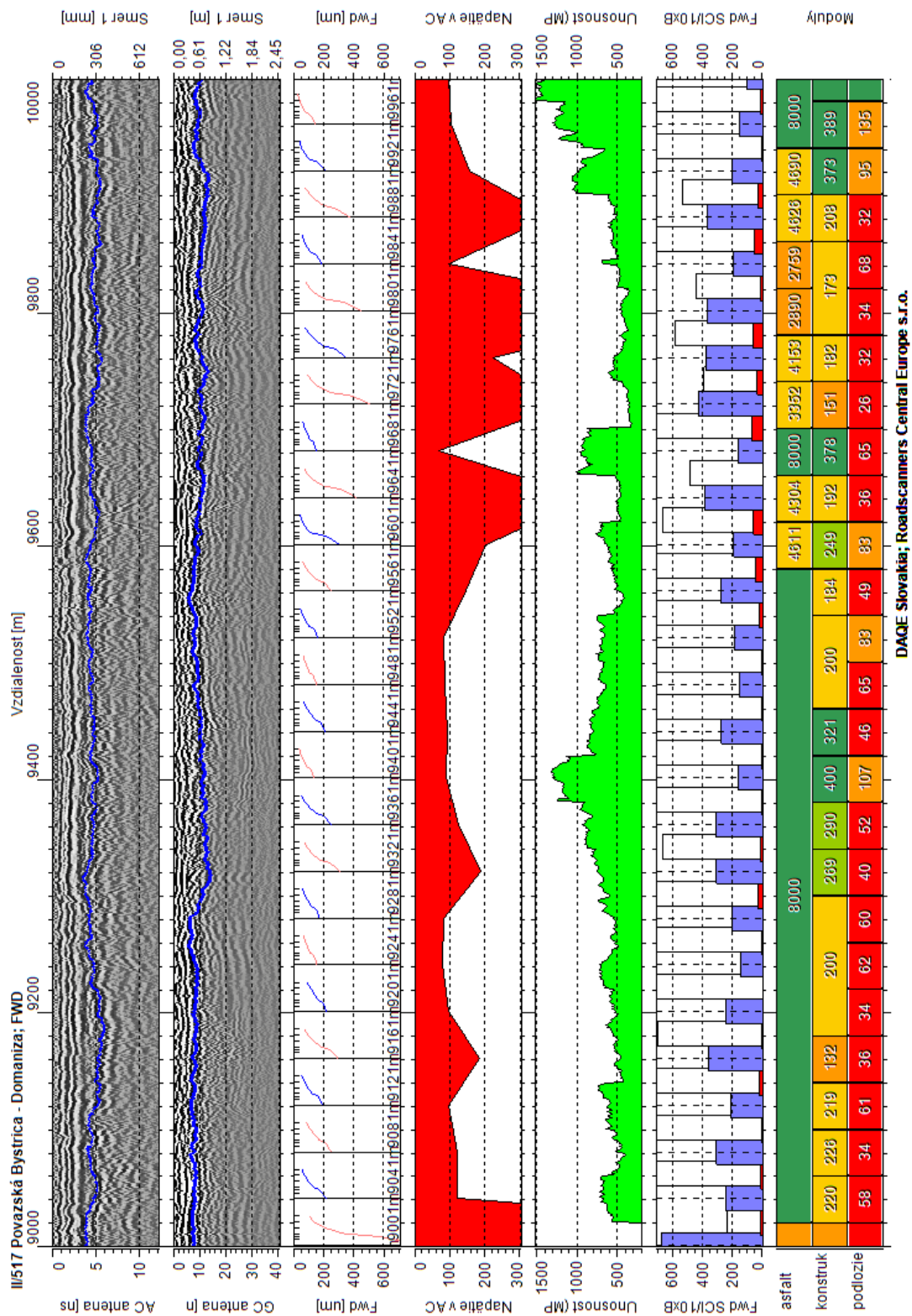
DAQE Slovakia; Roadscanners Central Europe s.r.o.

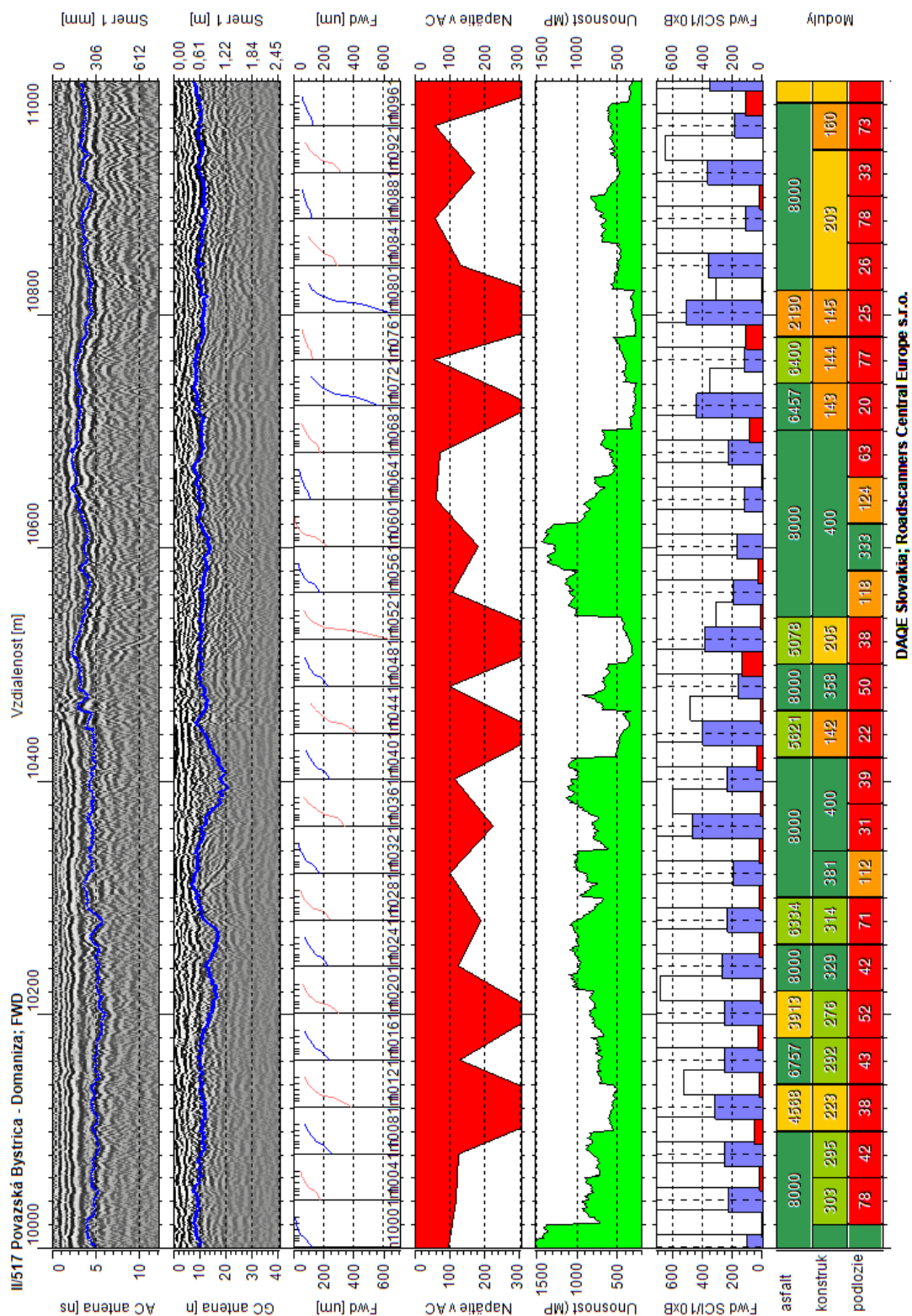


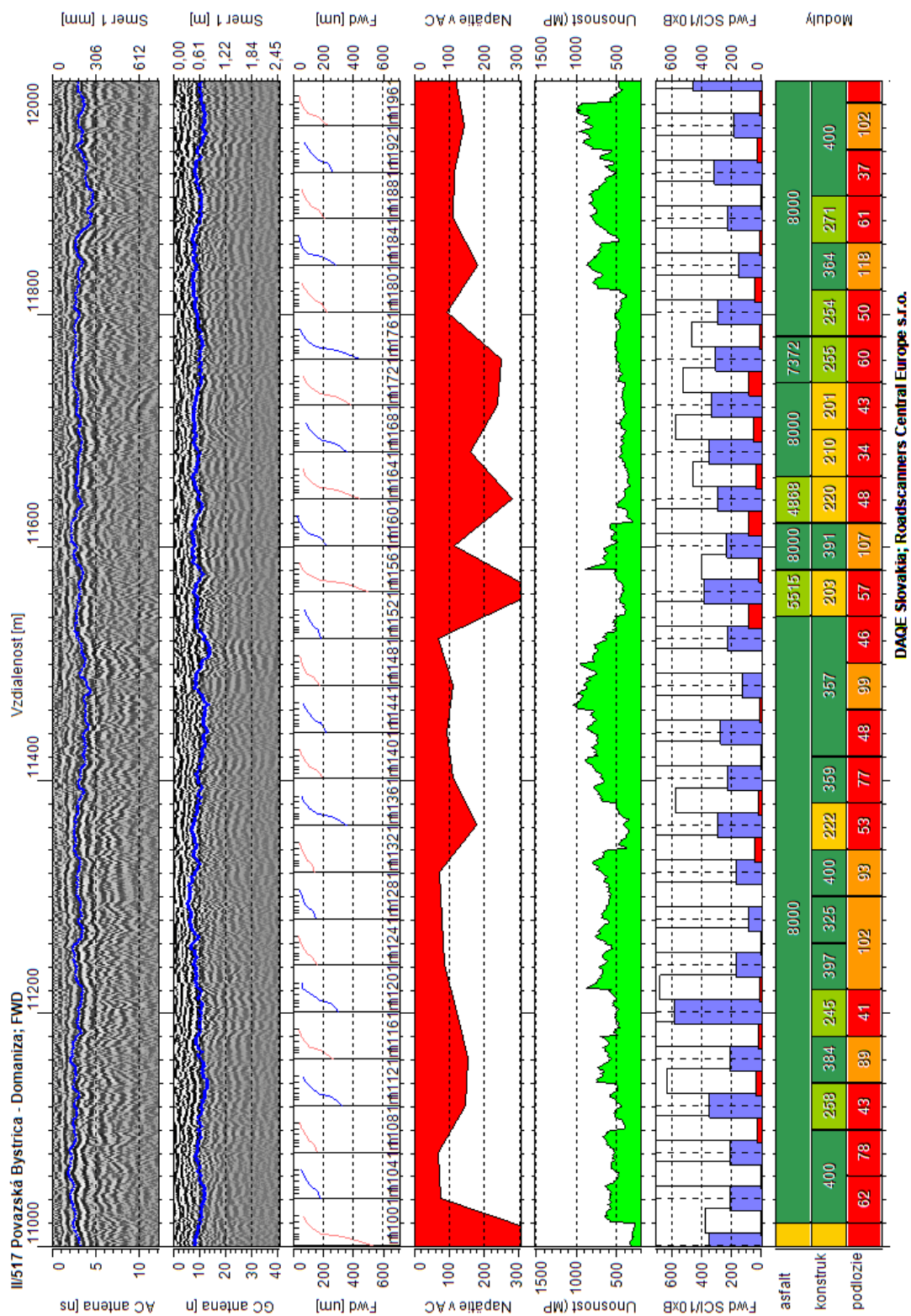
DAQE Slovakia; Roadscanners Central Europe s.r.o.

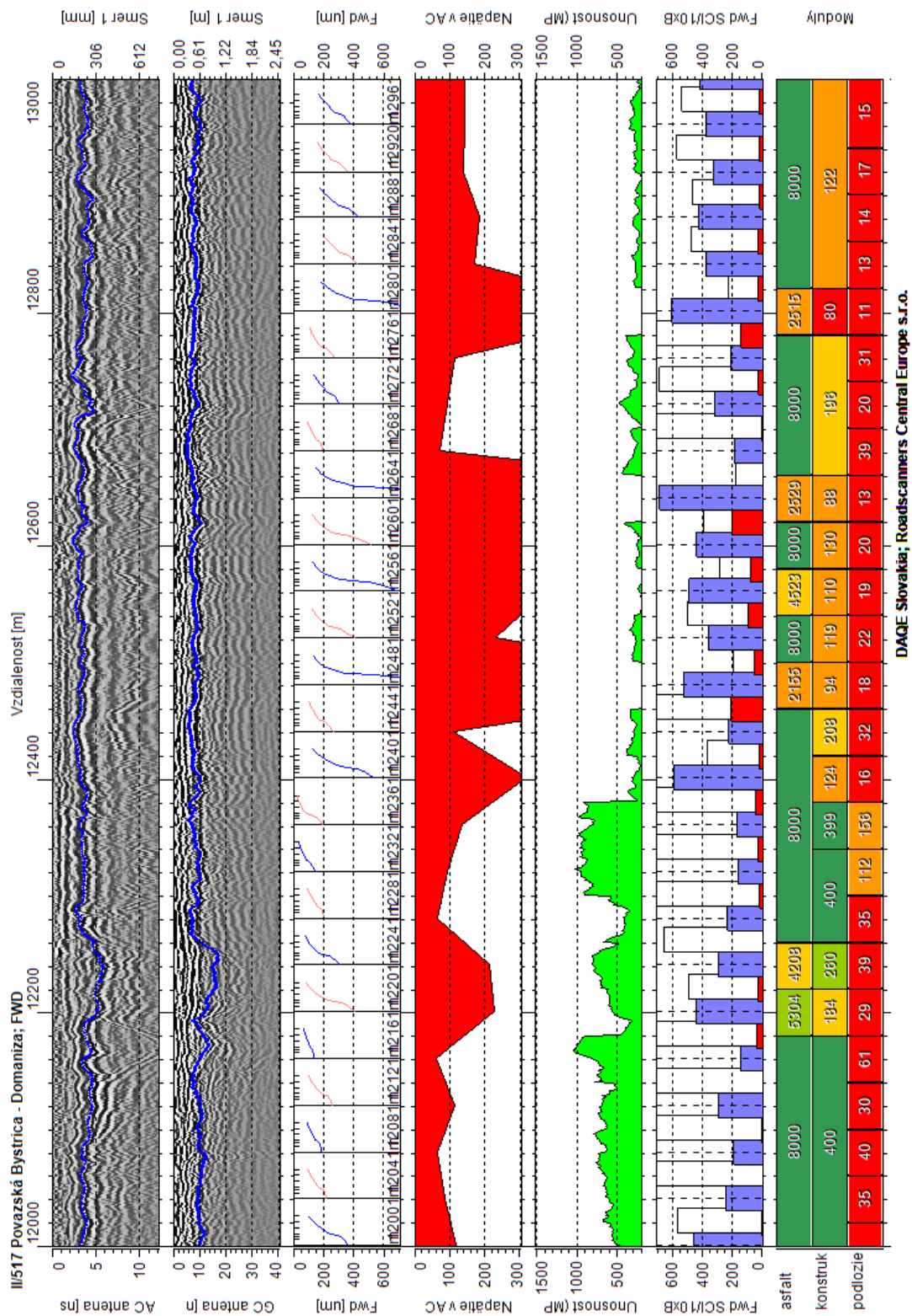


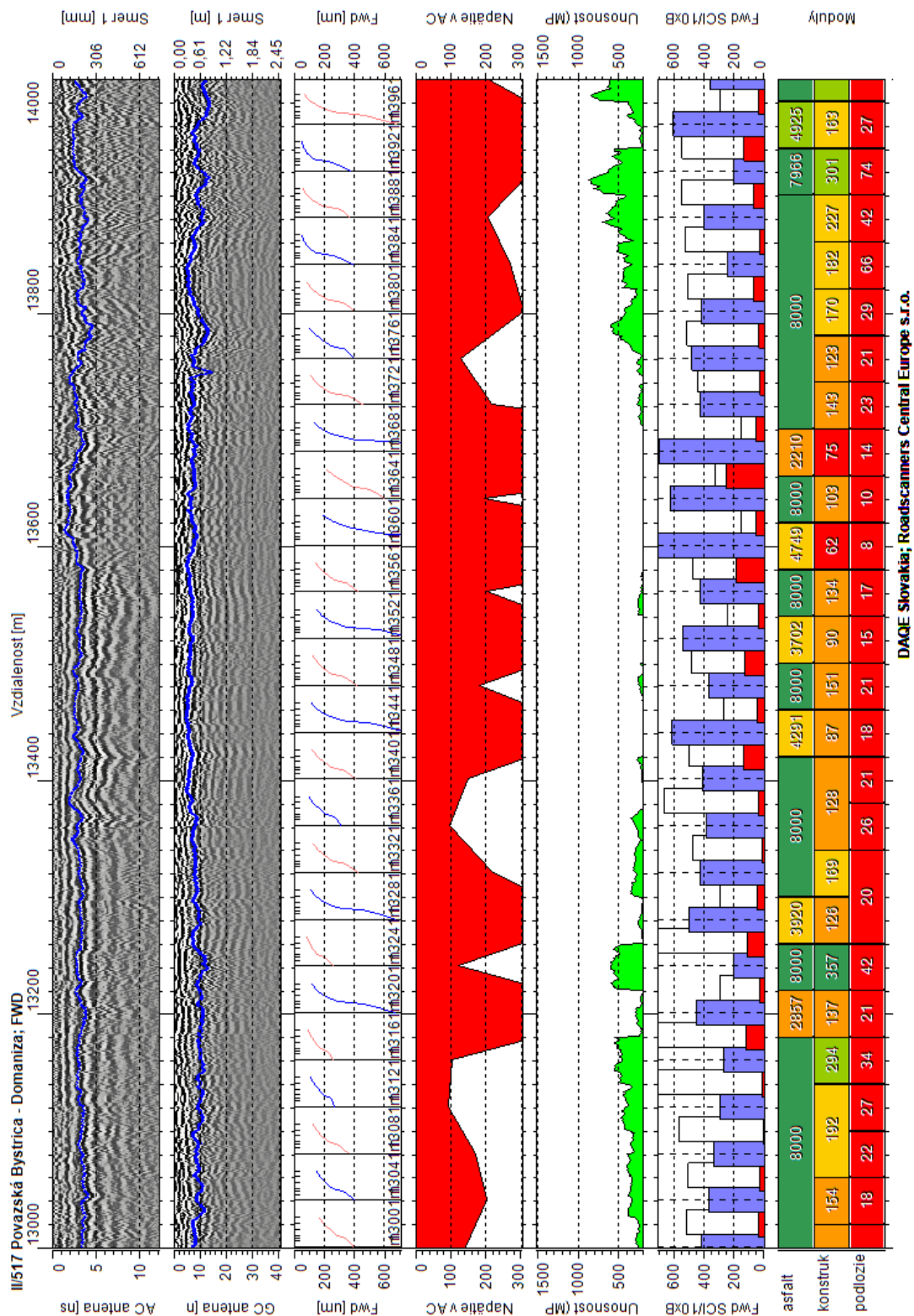


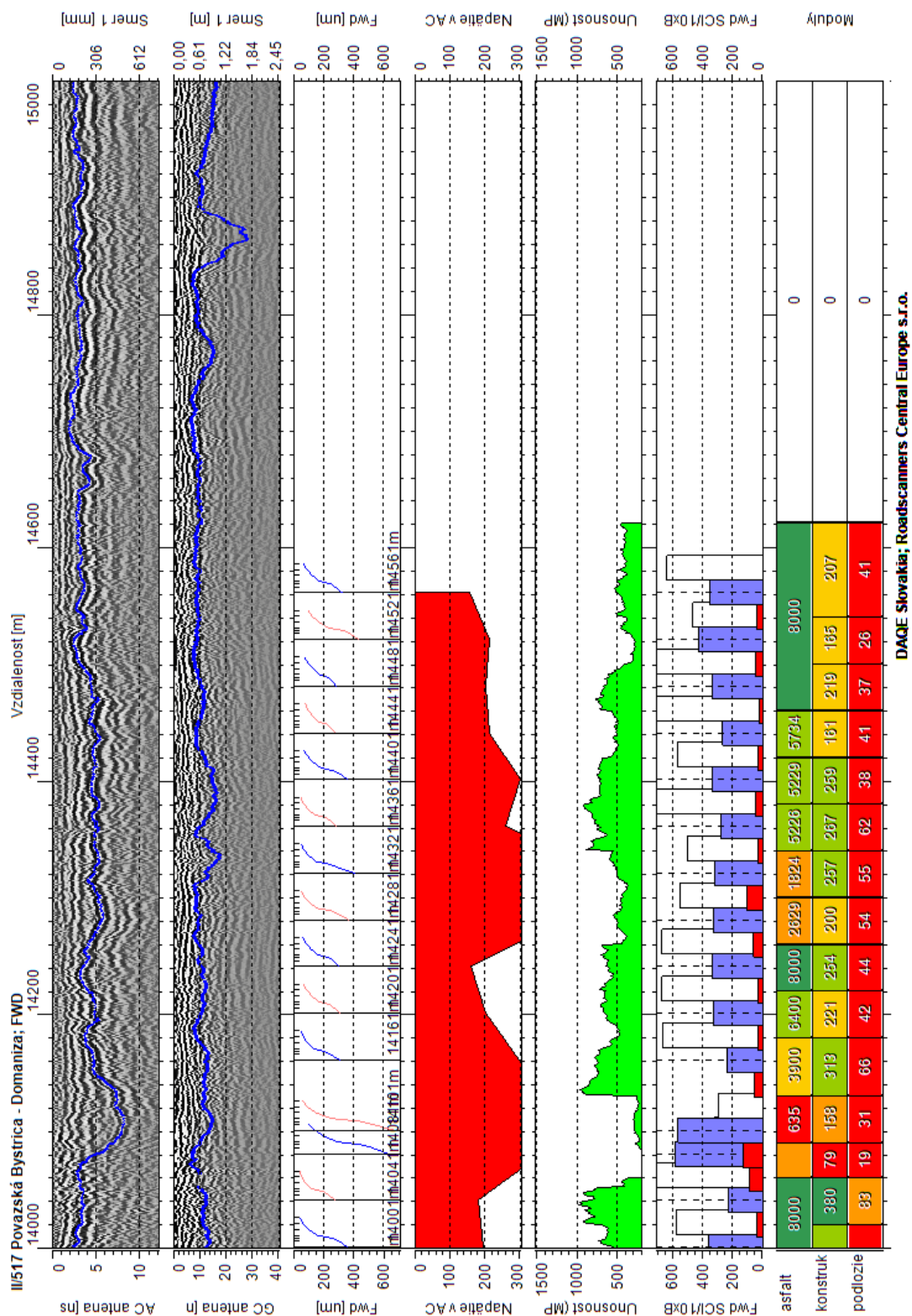


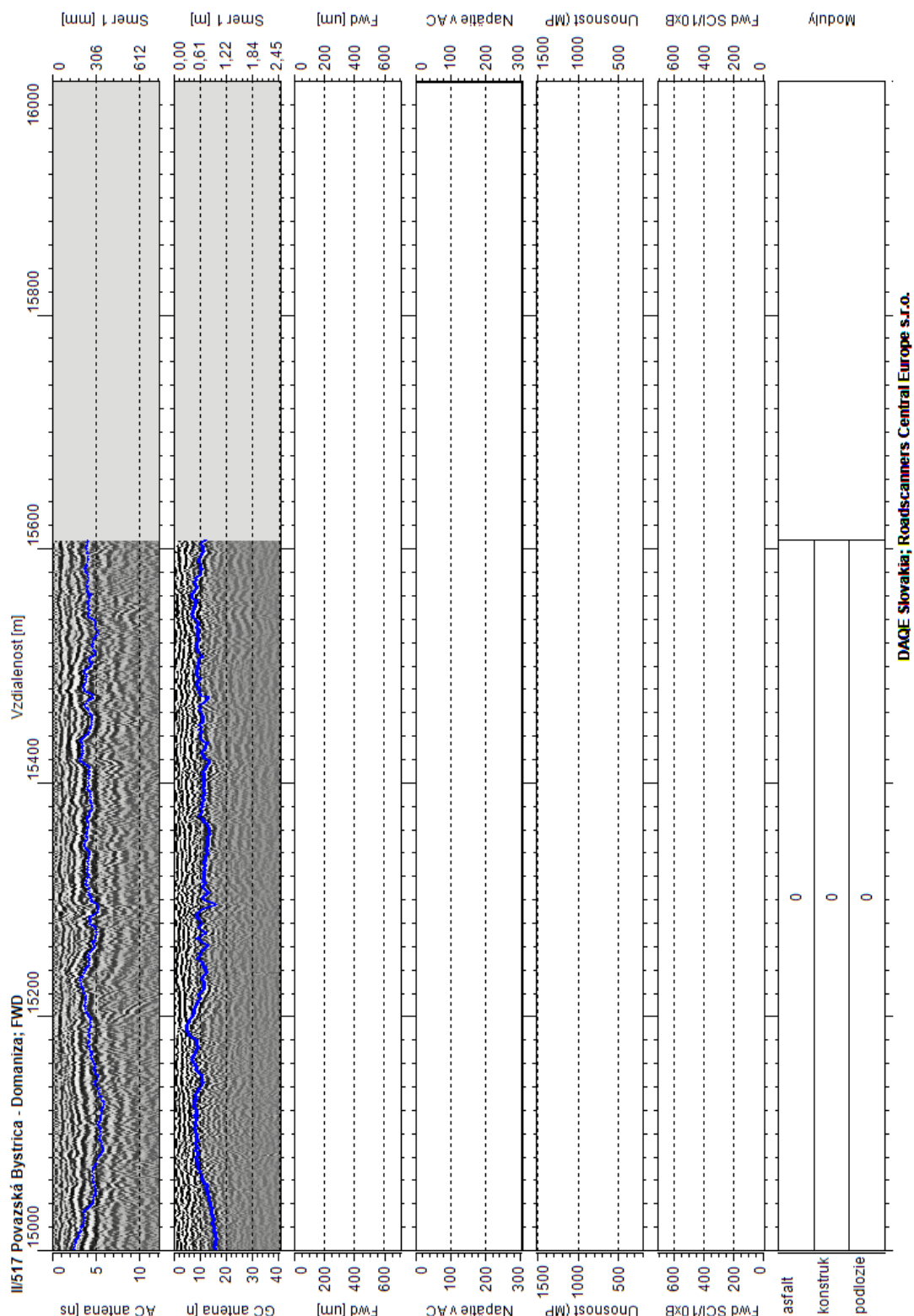


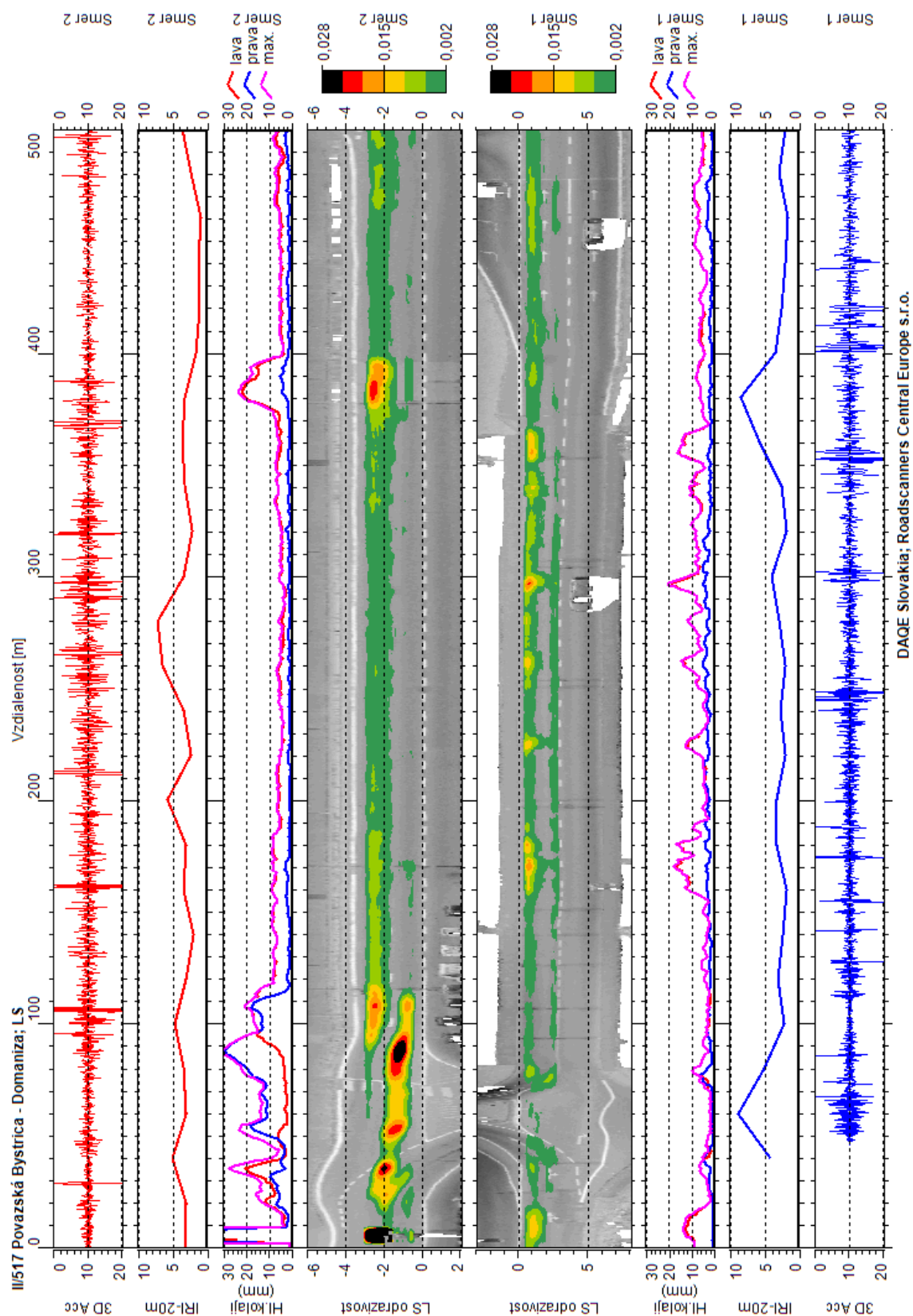


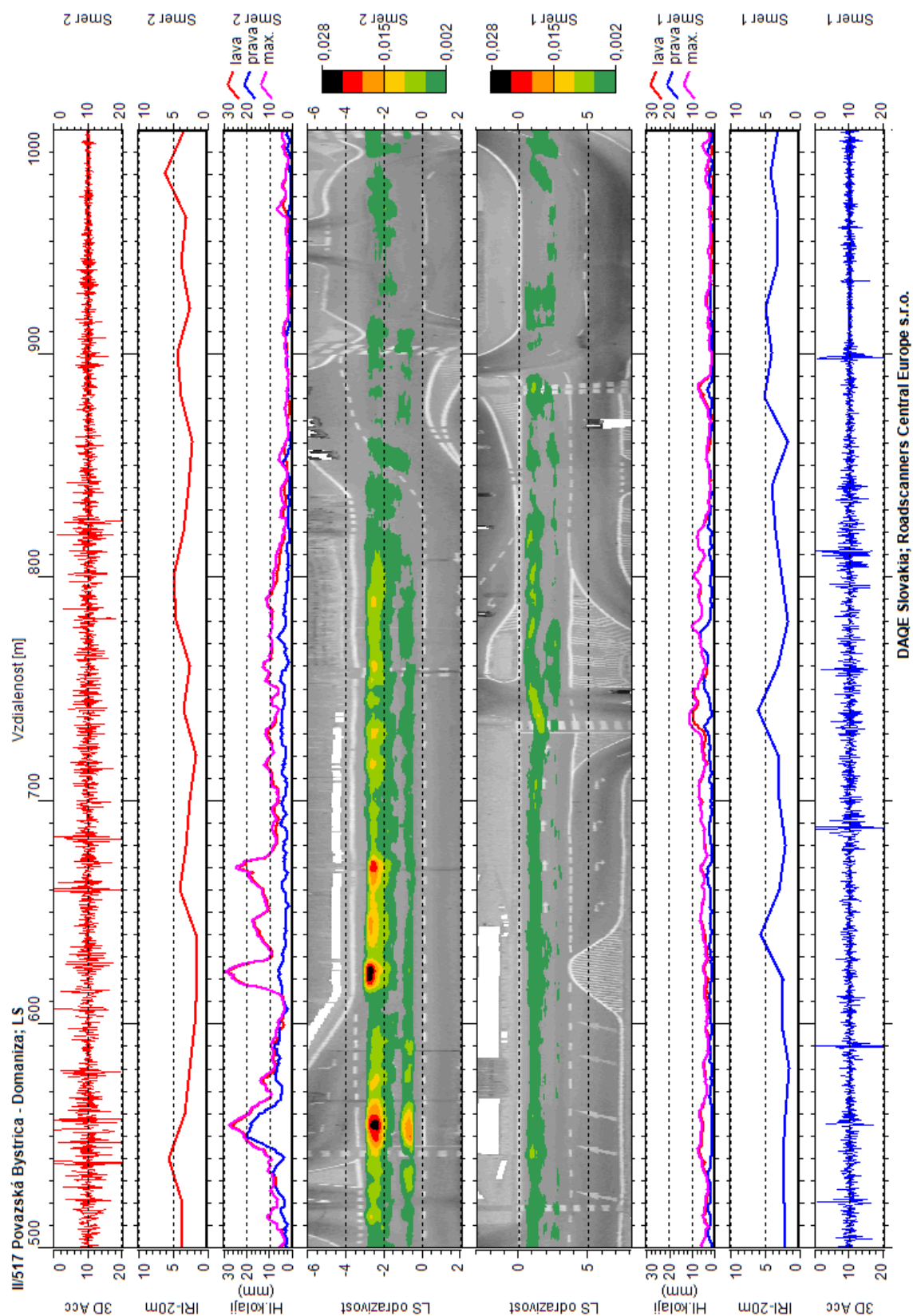


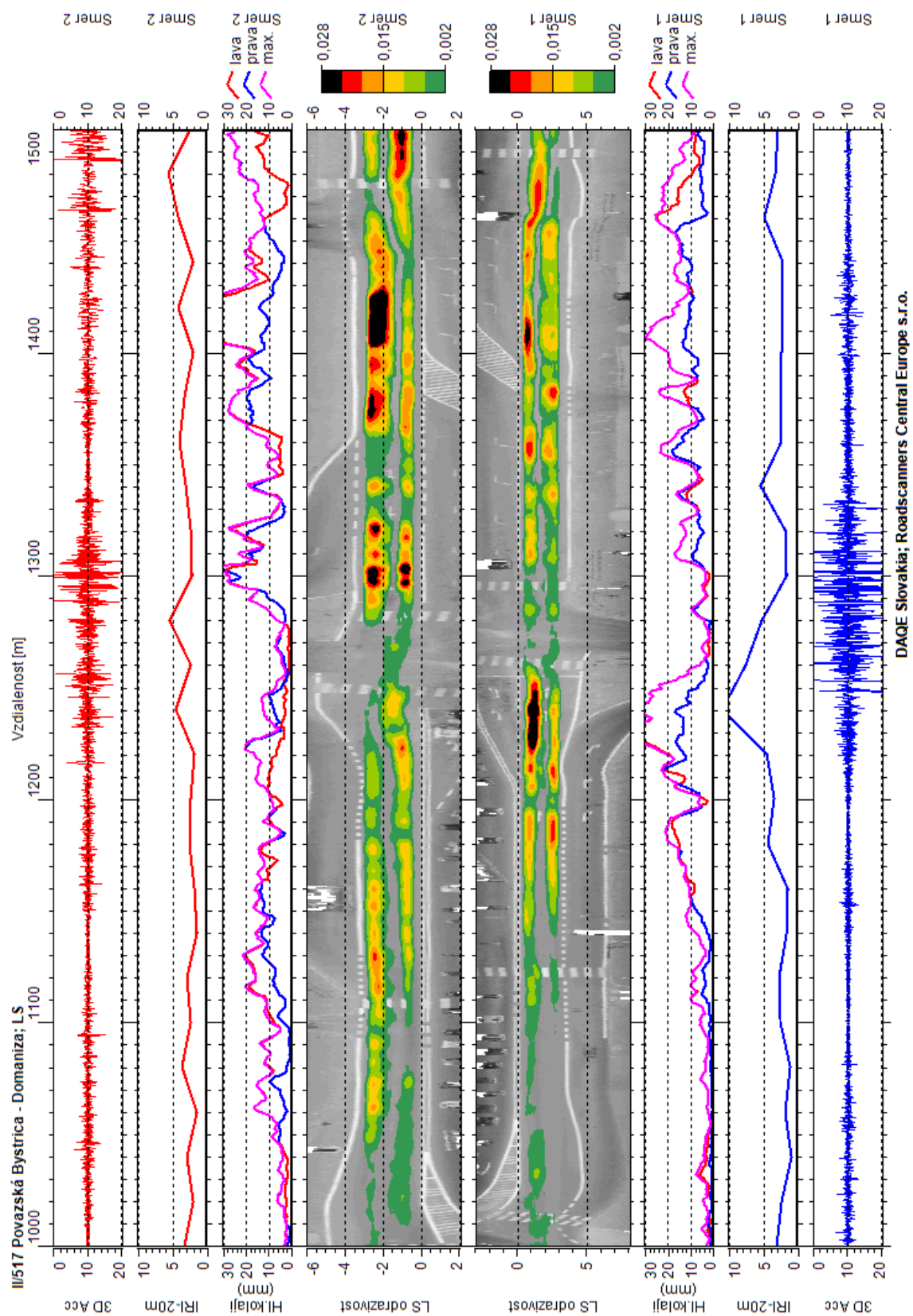


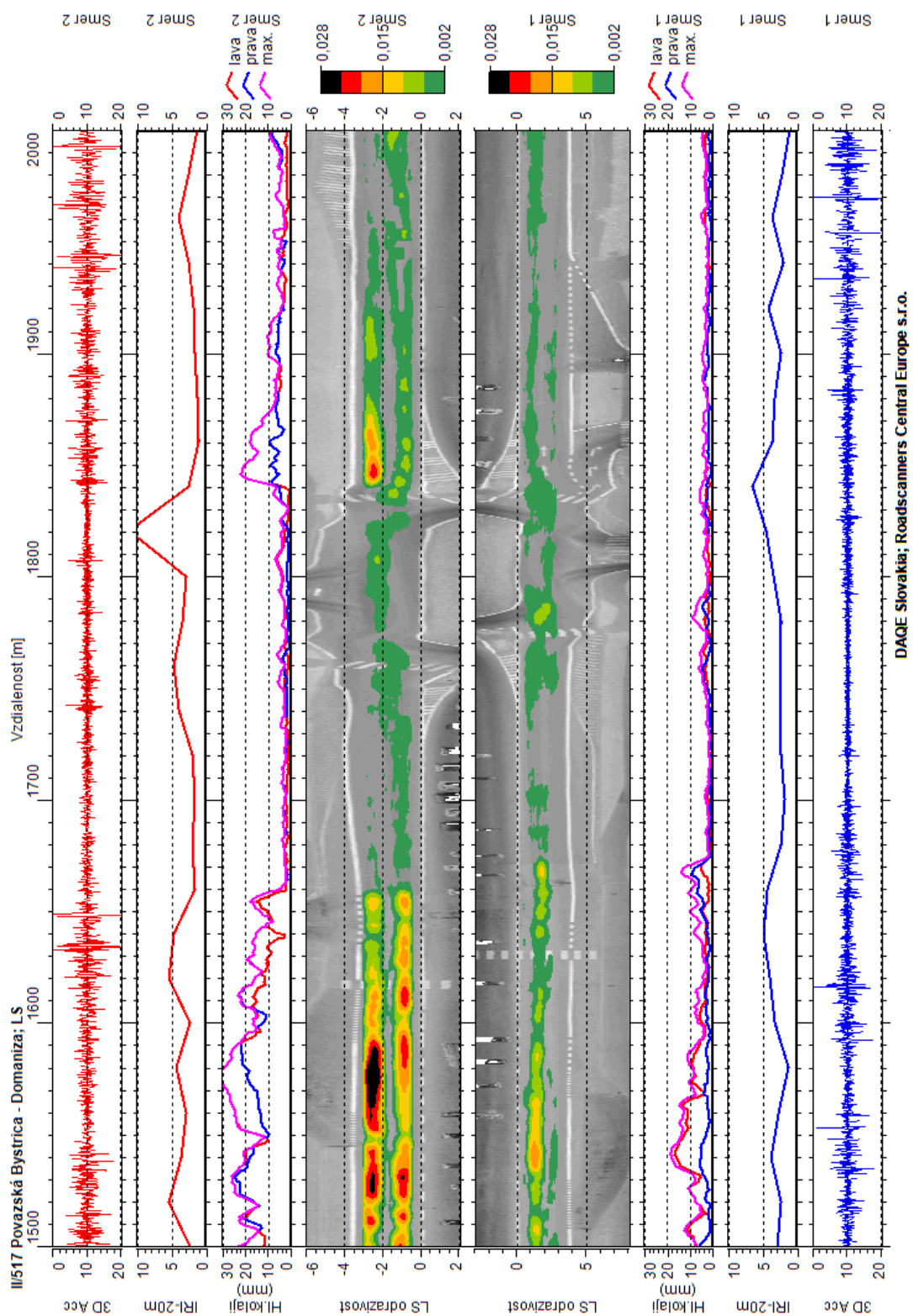


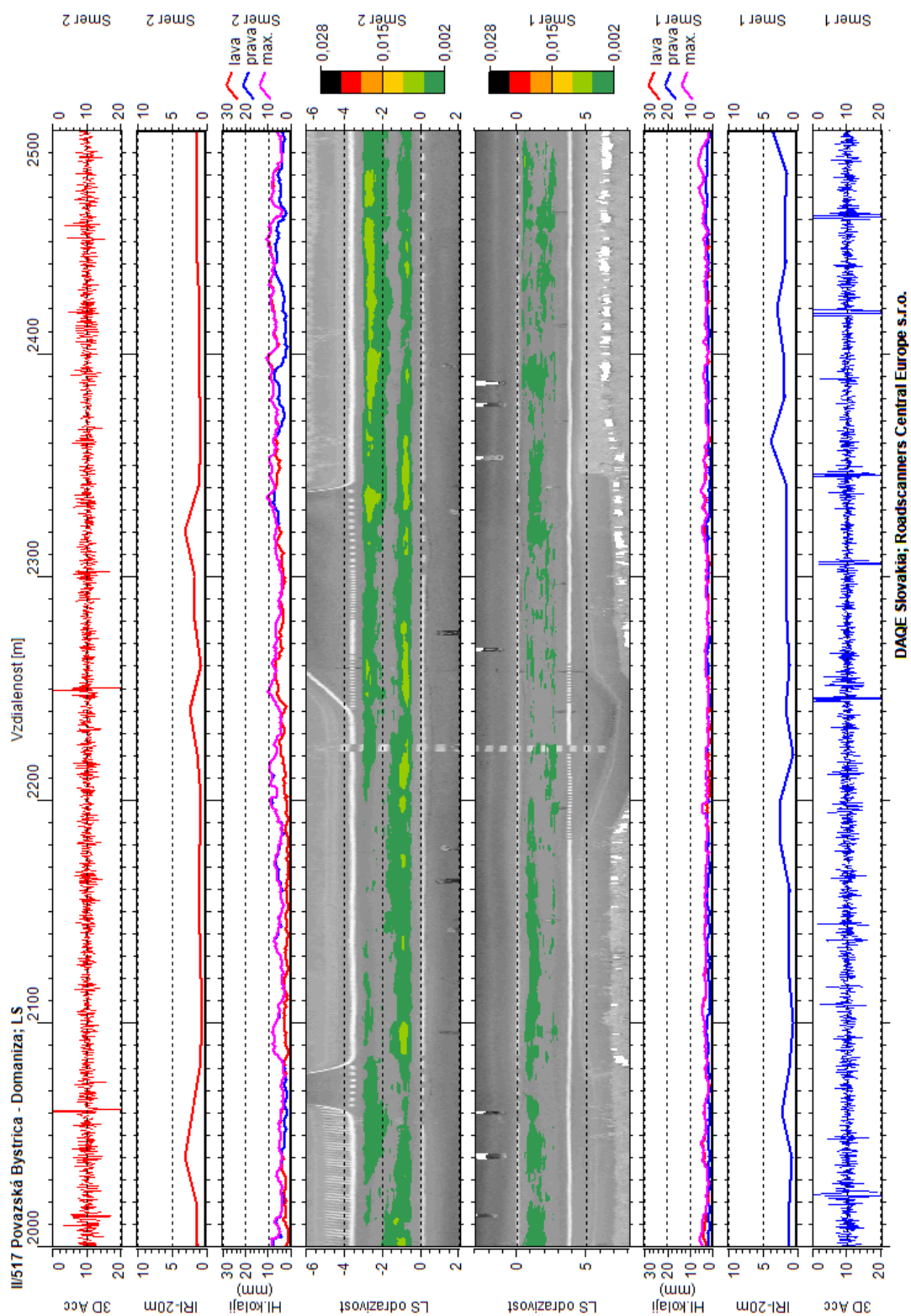


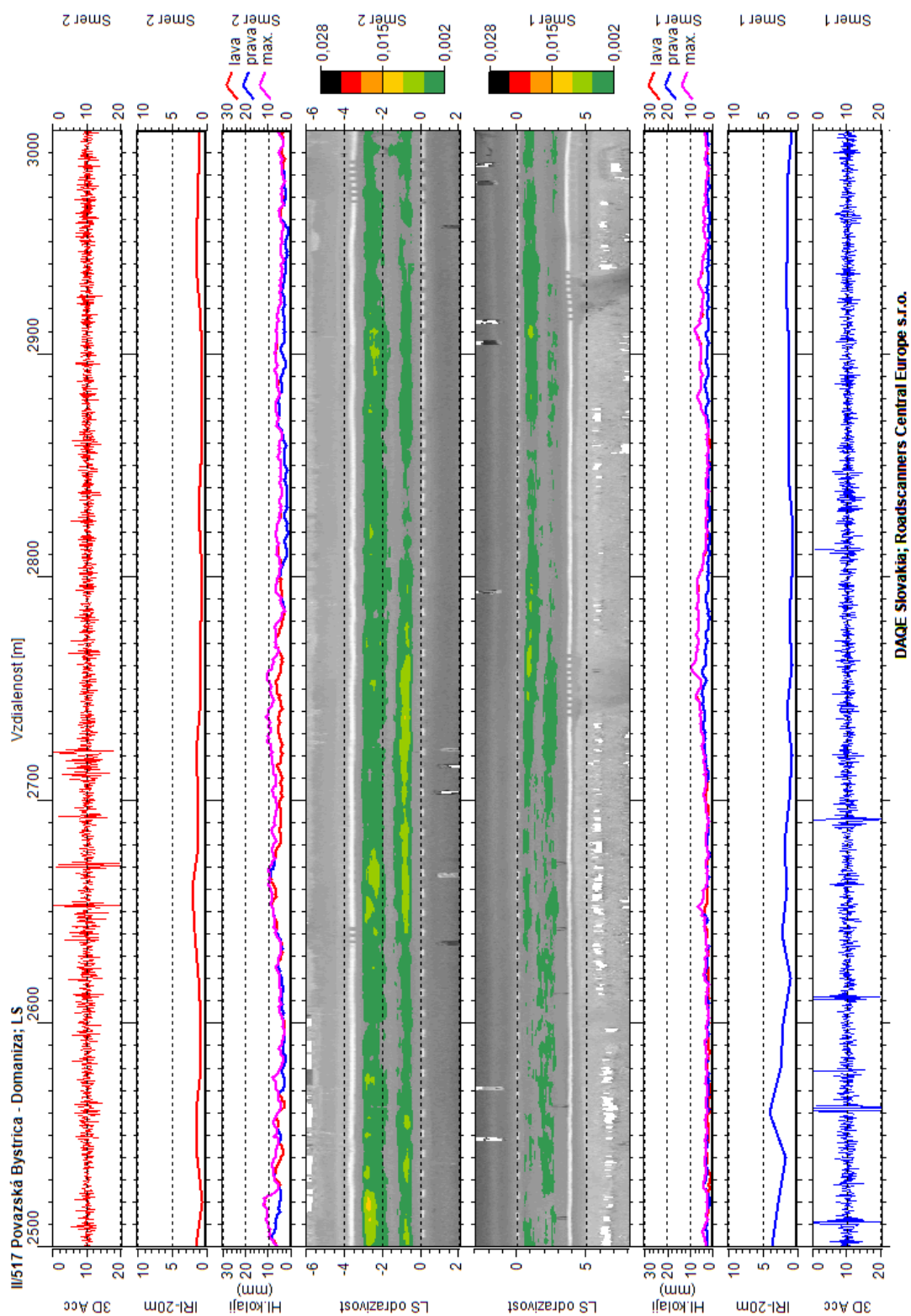


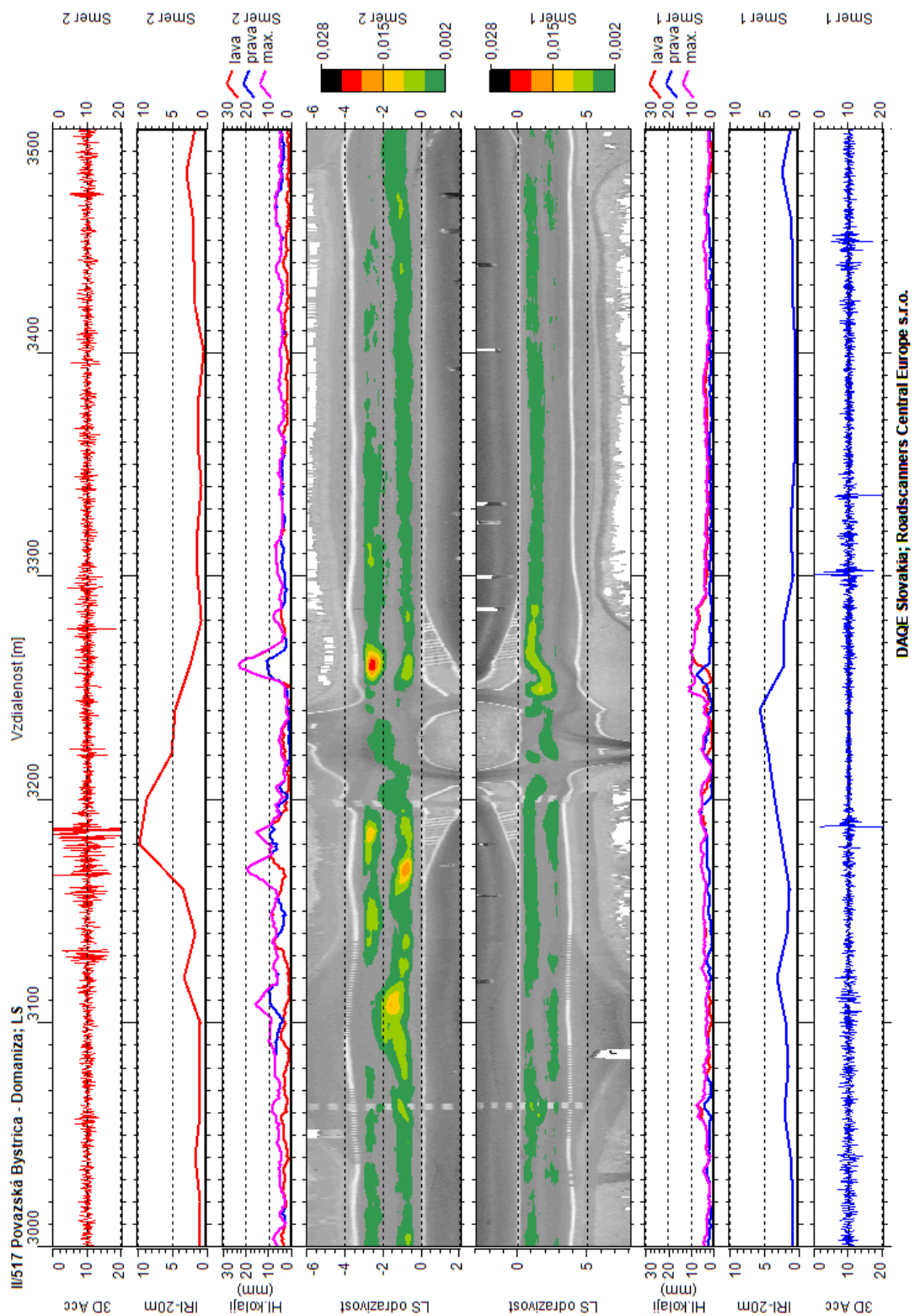


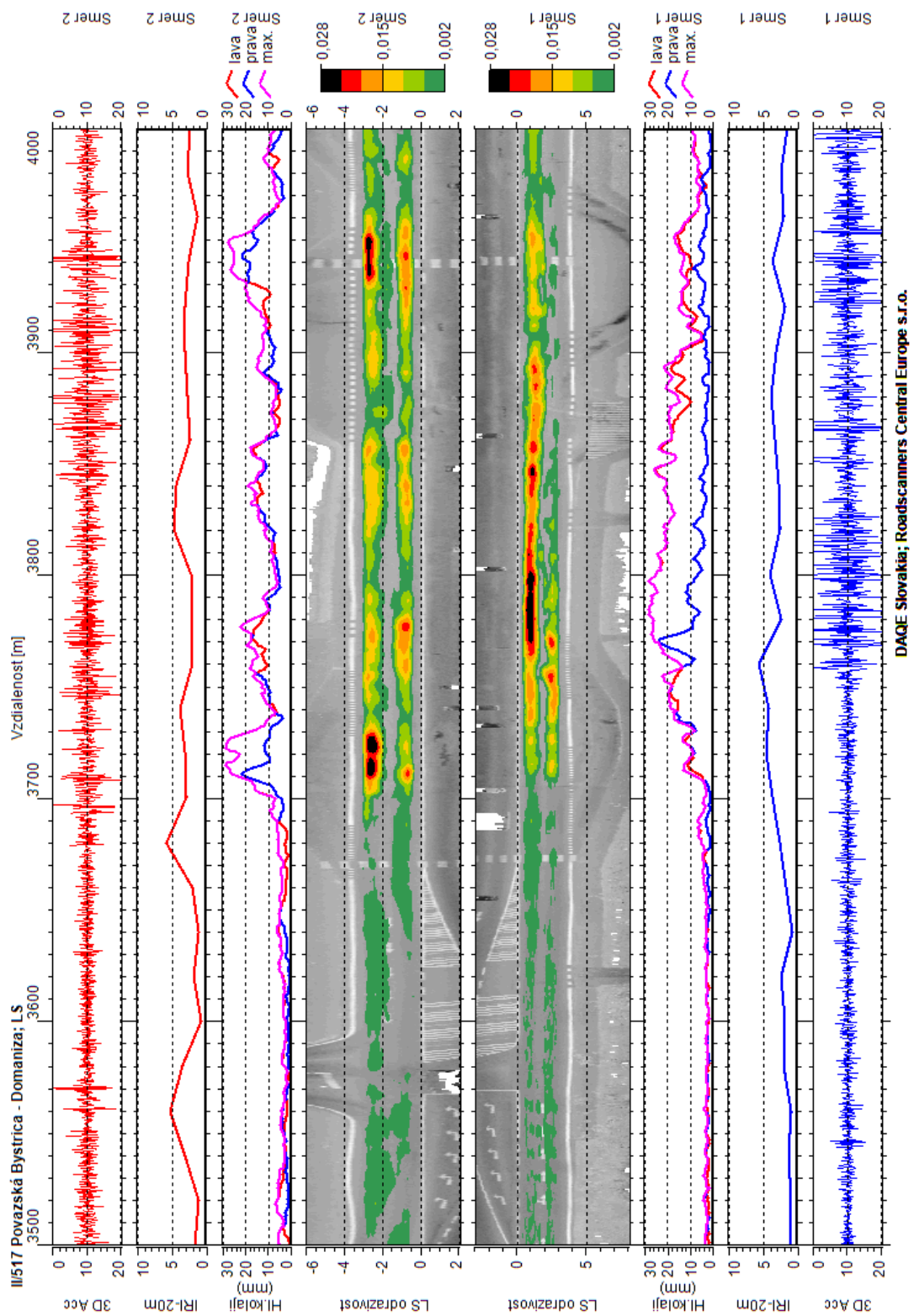


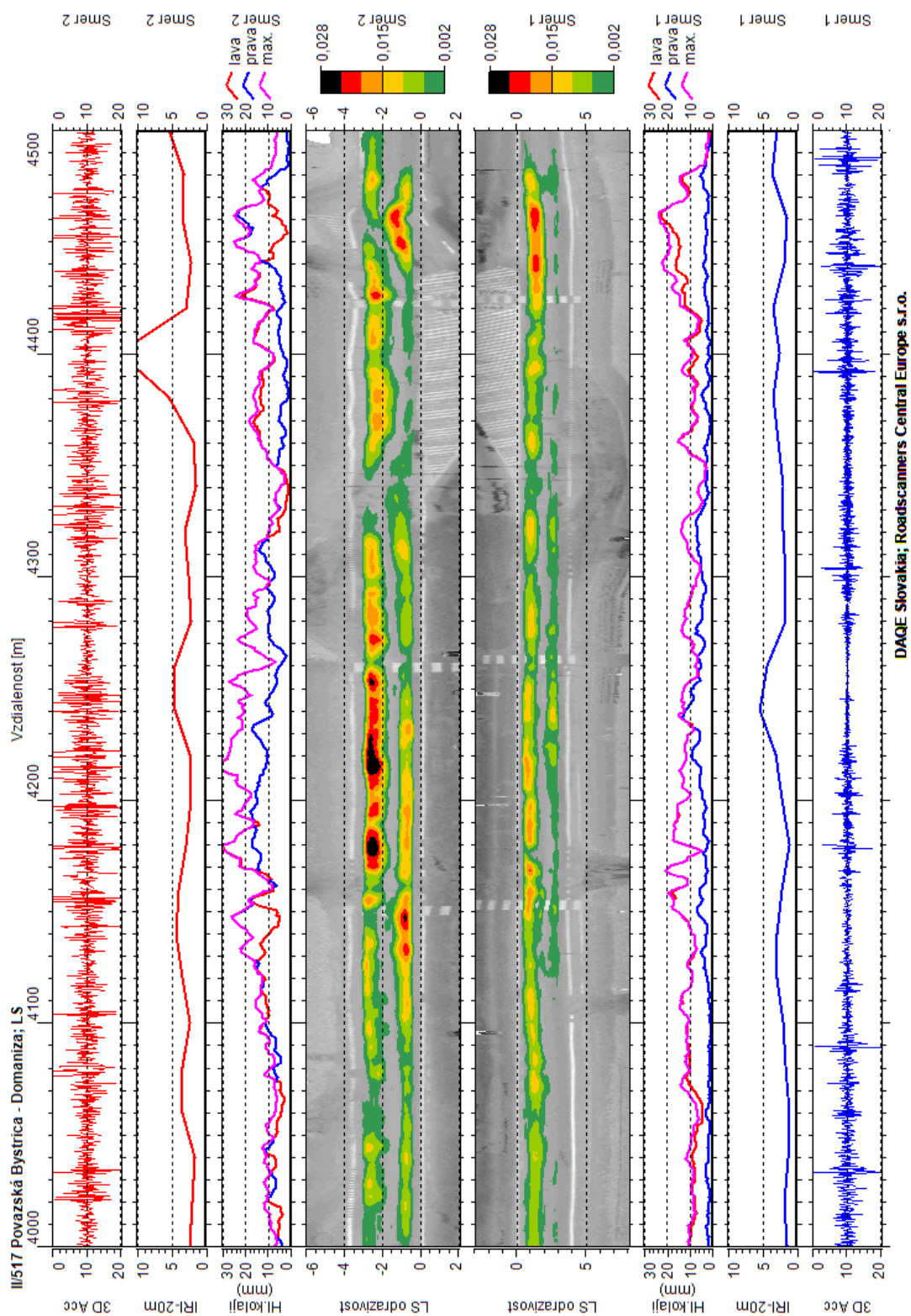


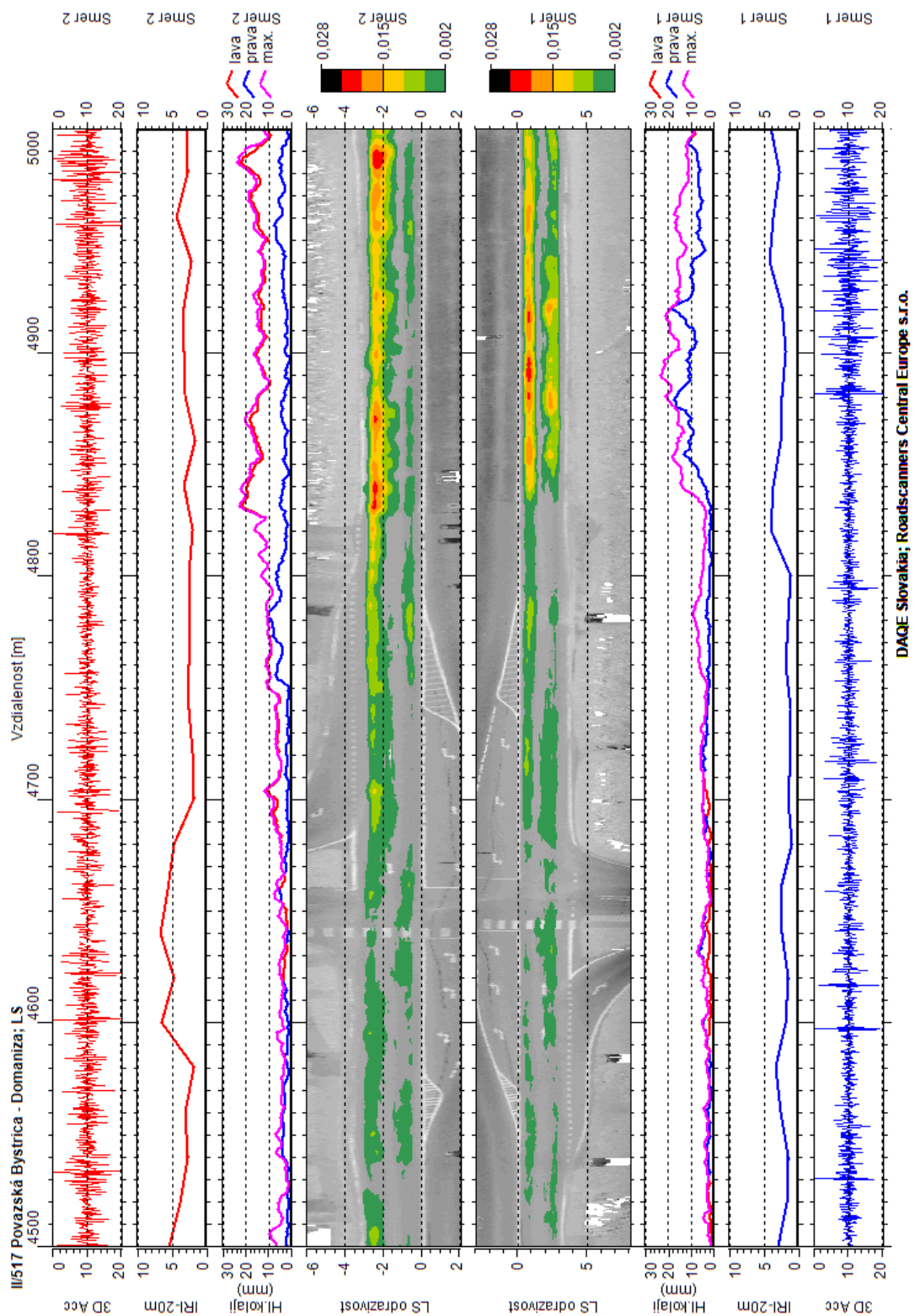


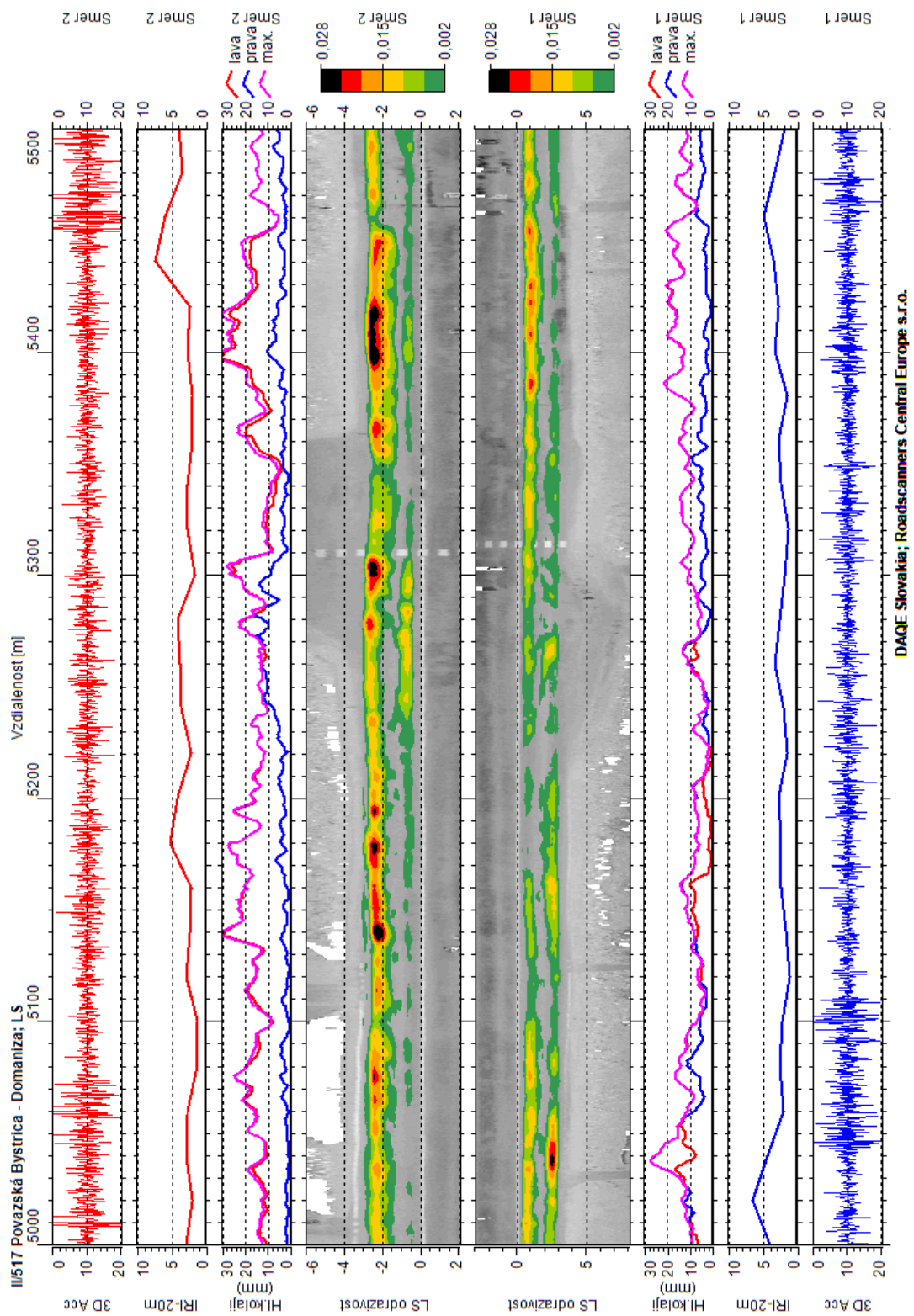


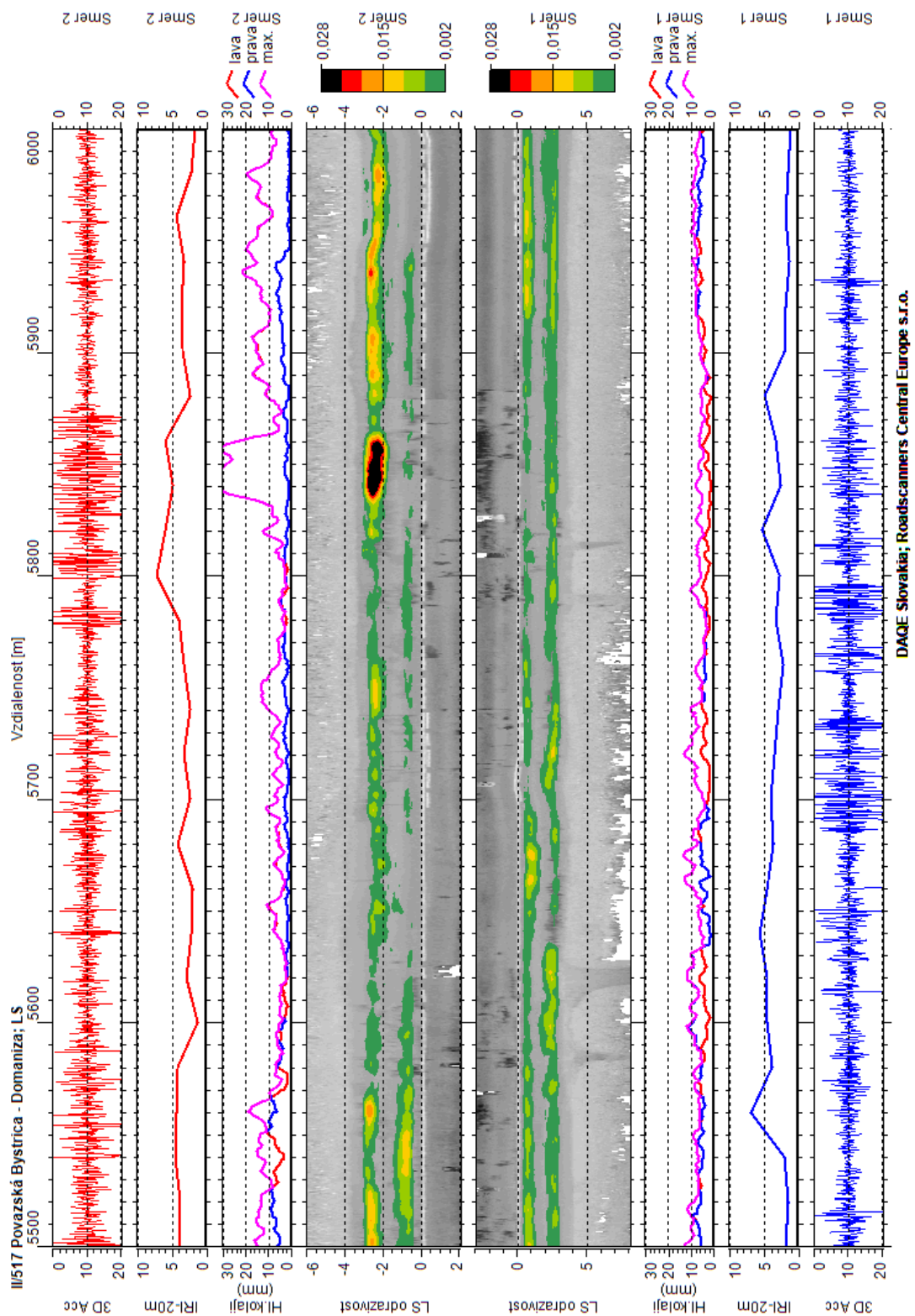


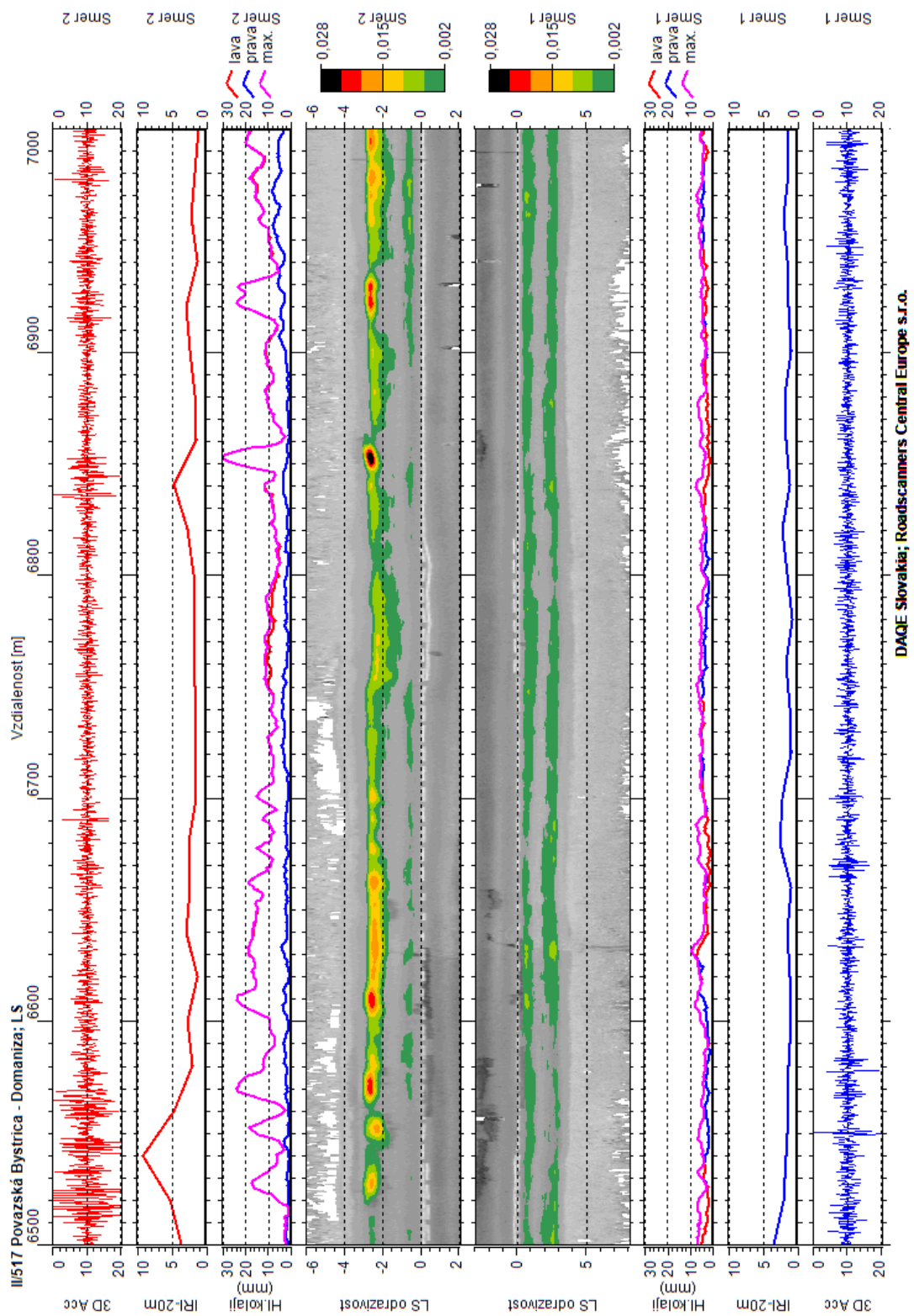


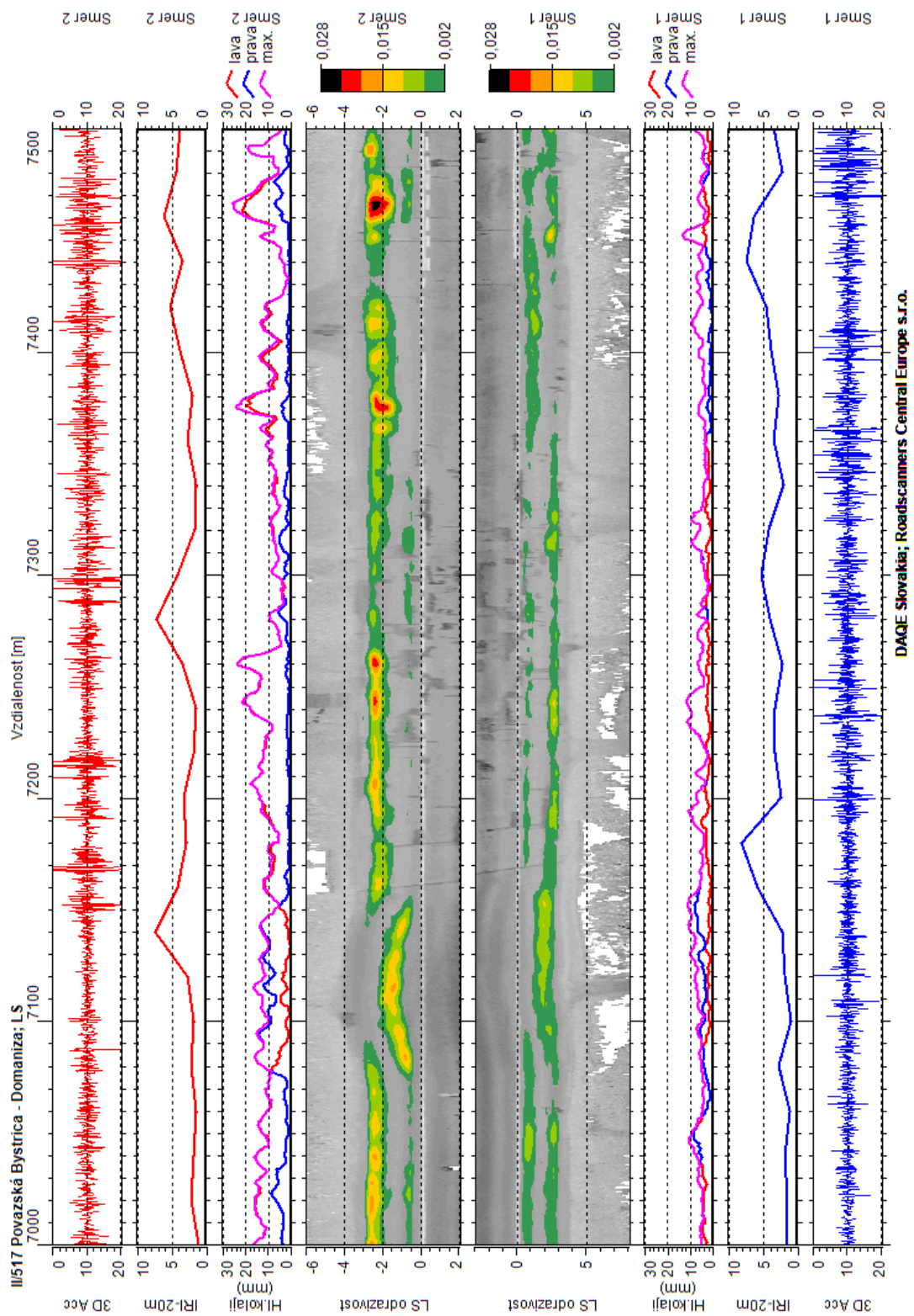


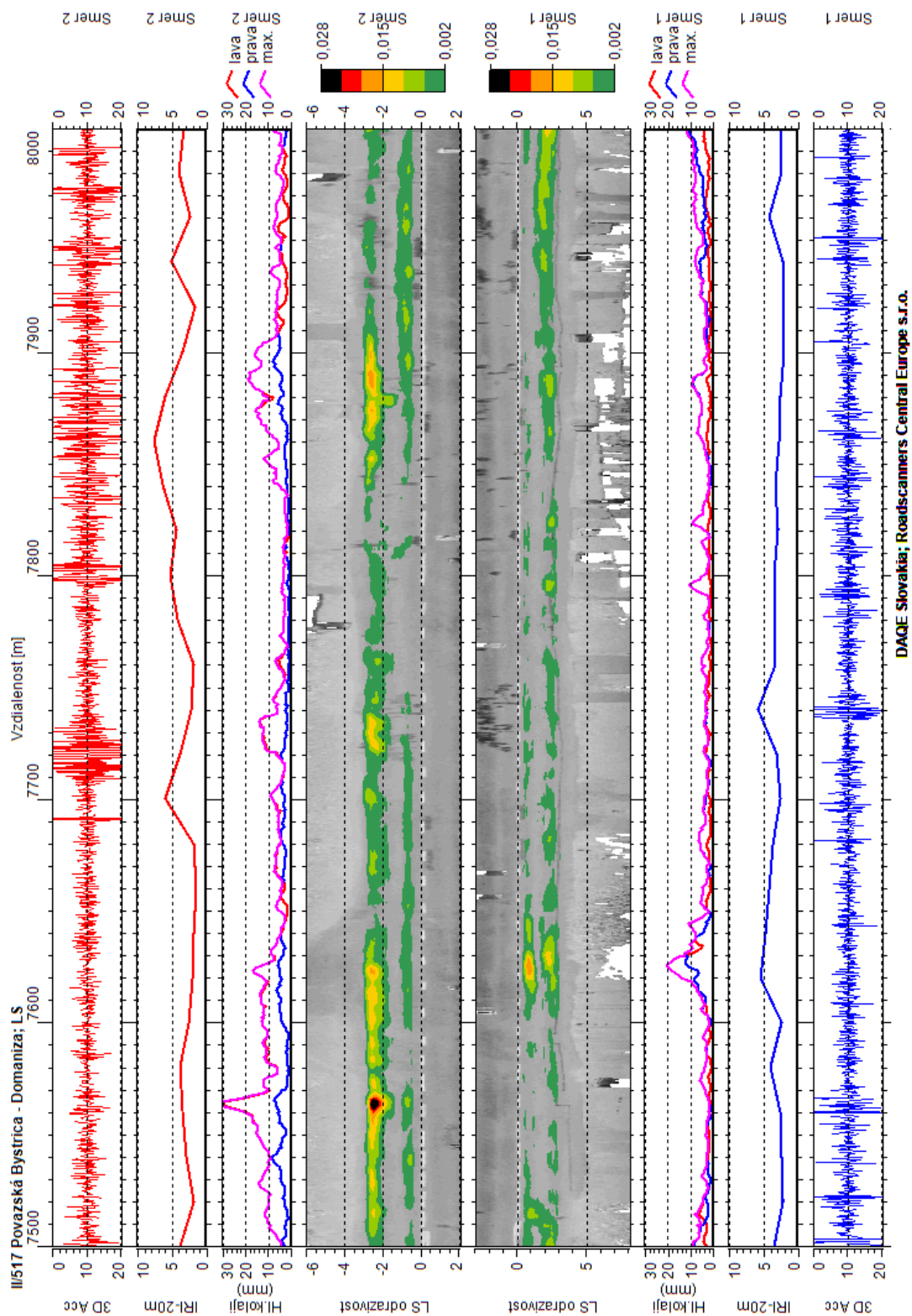


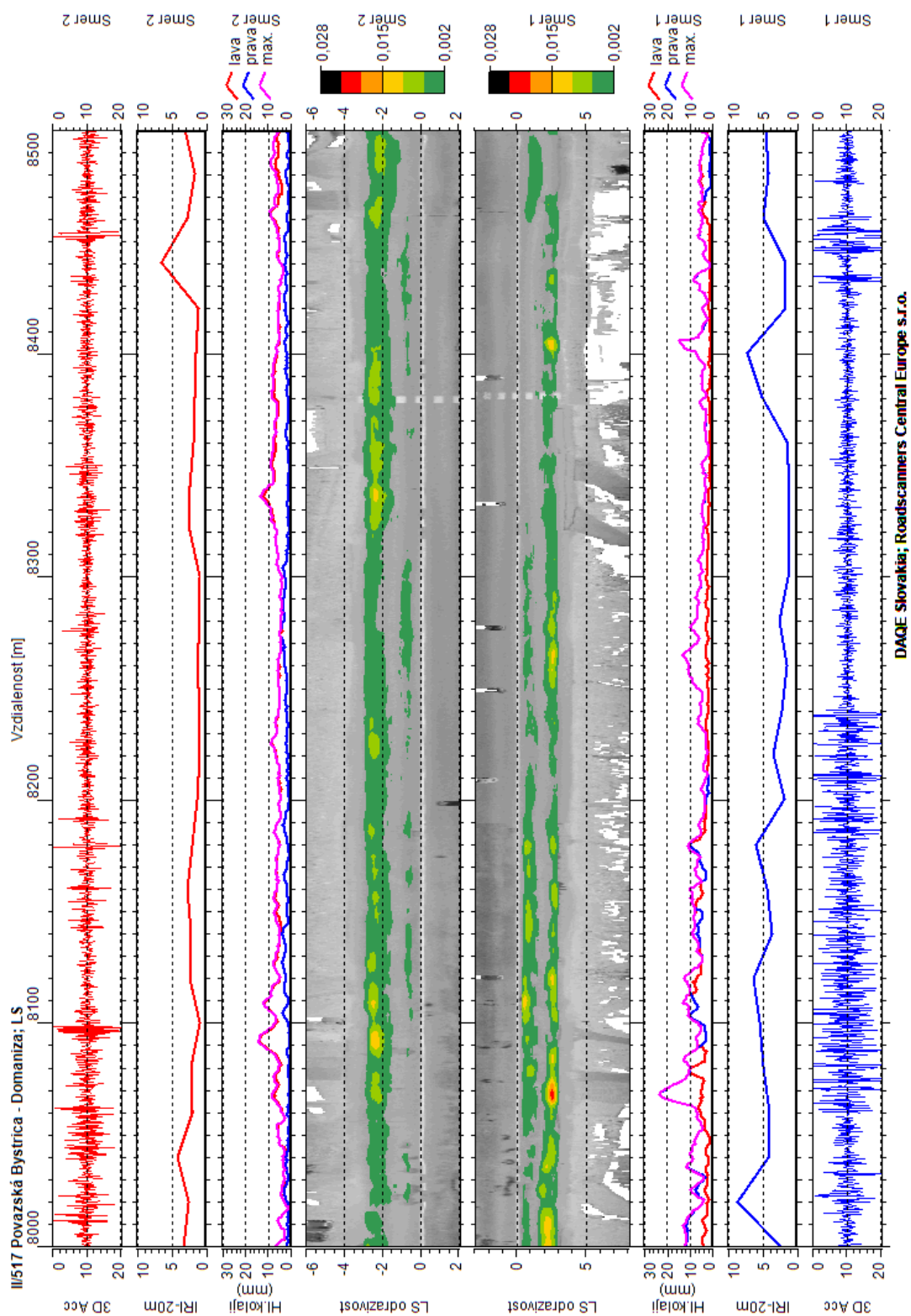


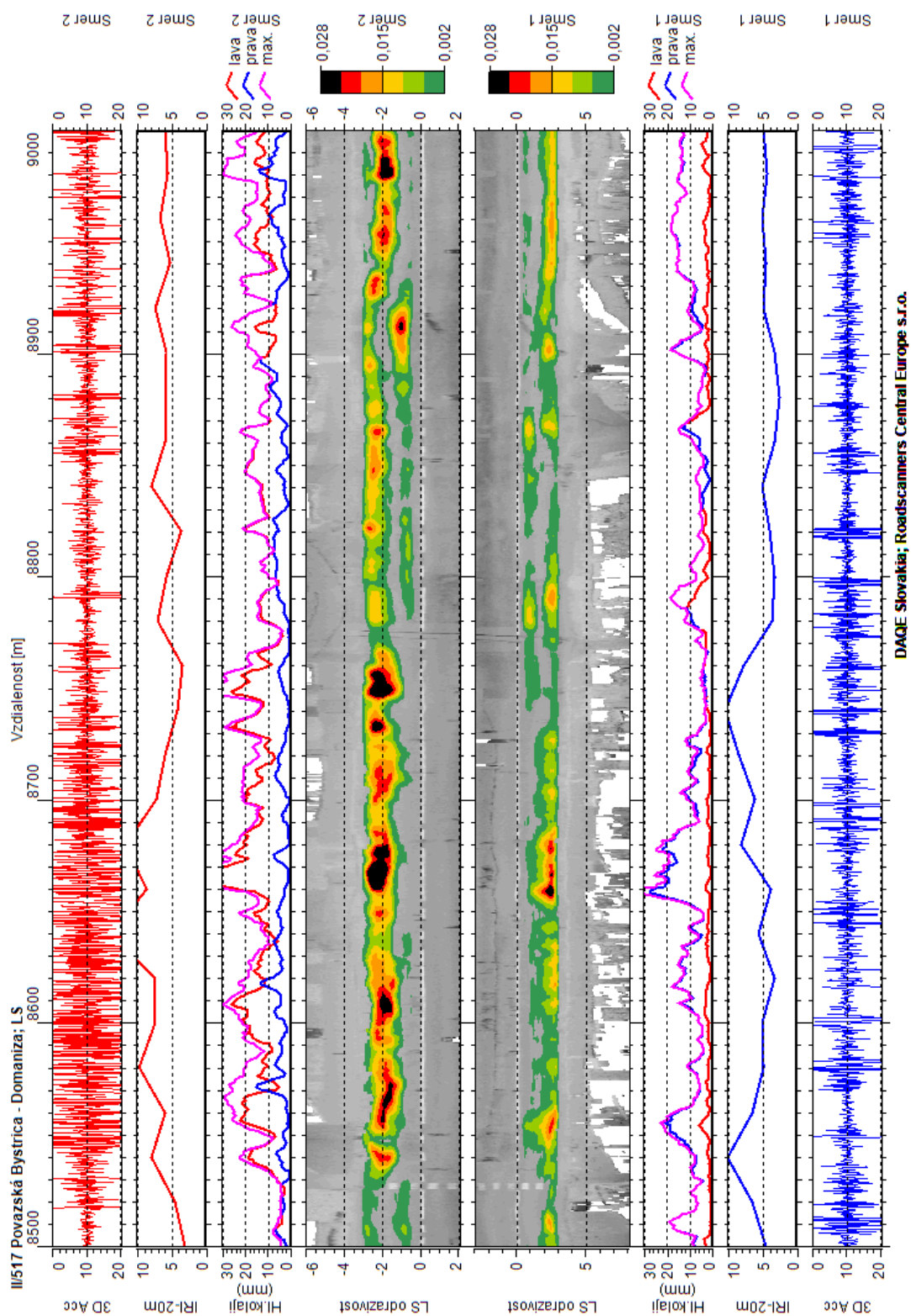


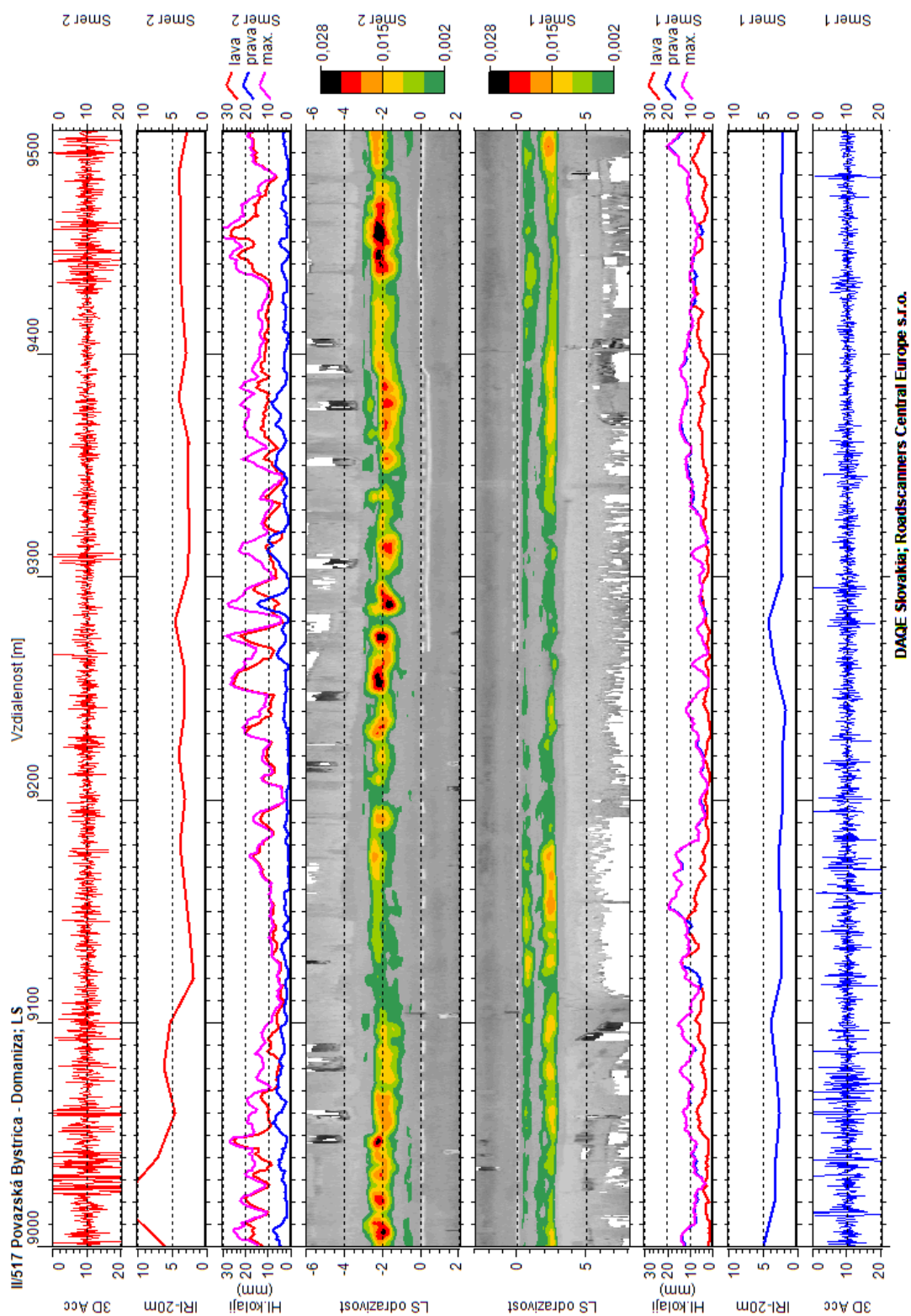


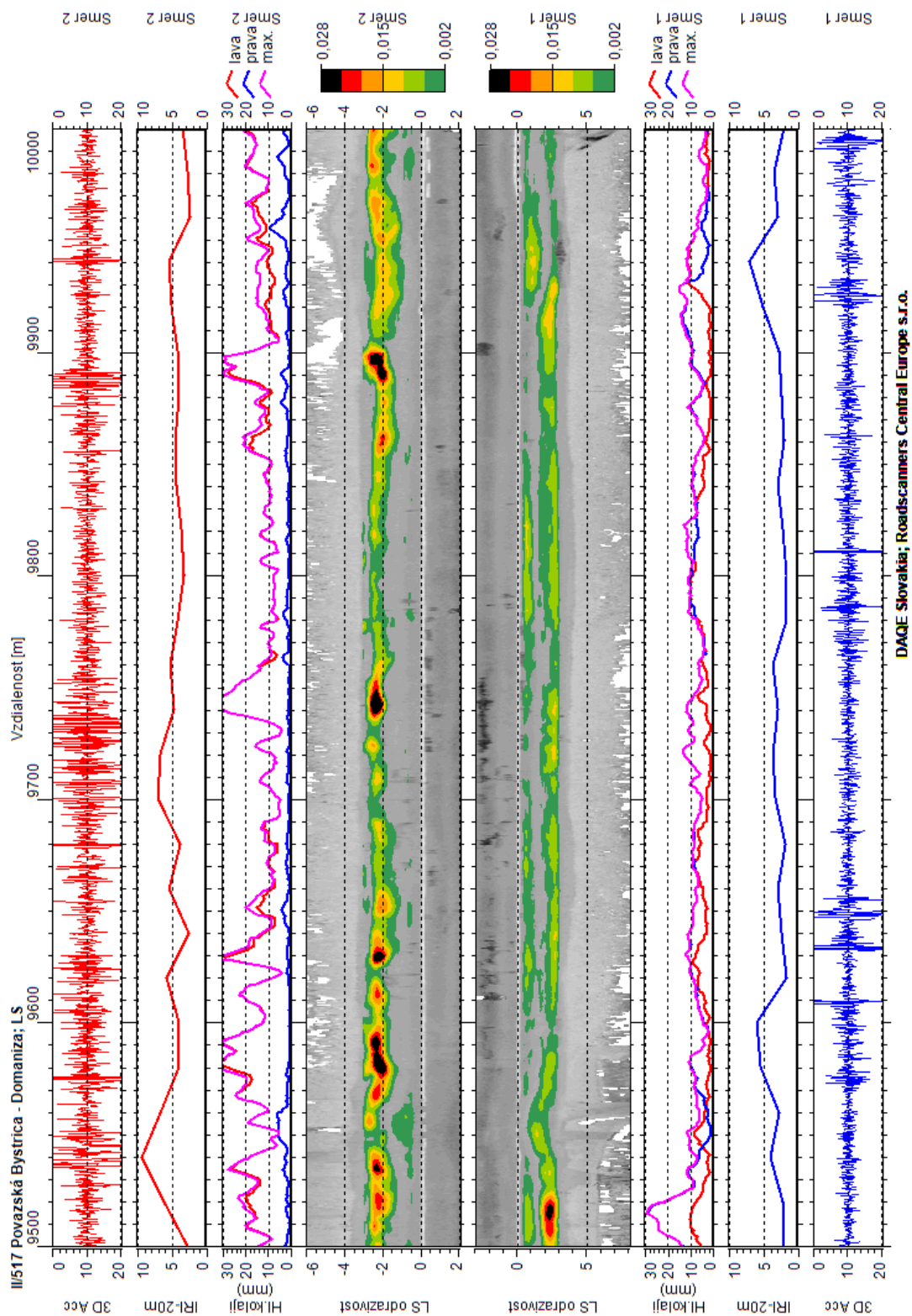


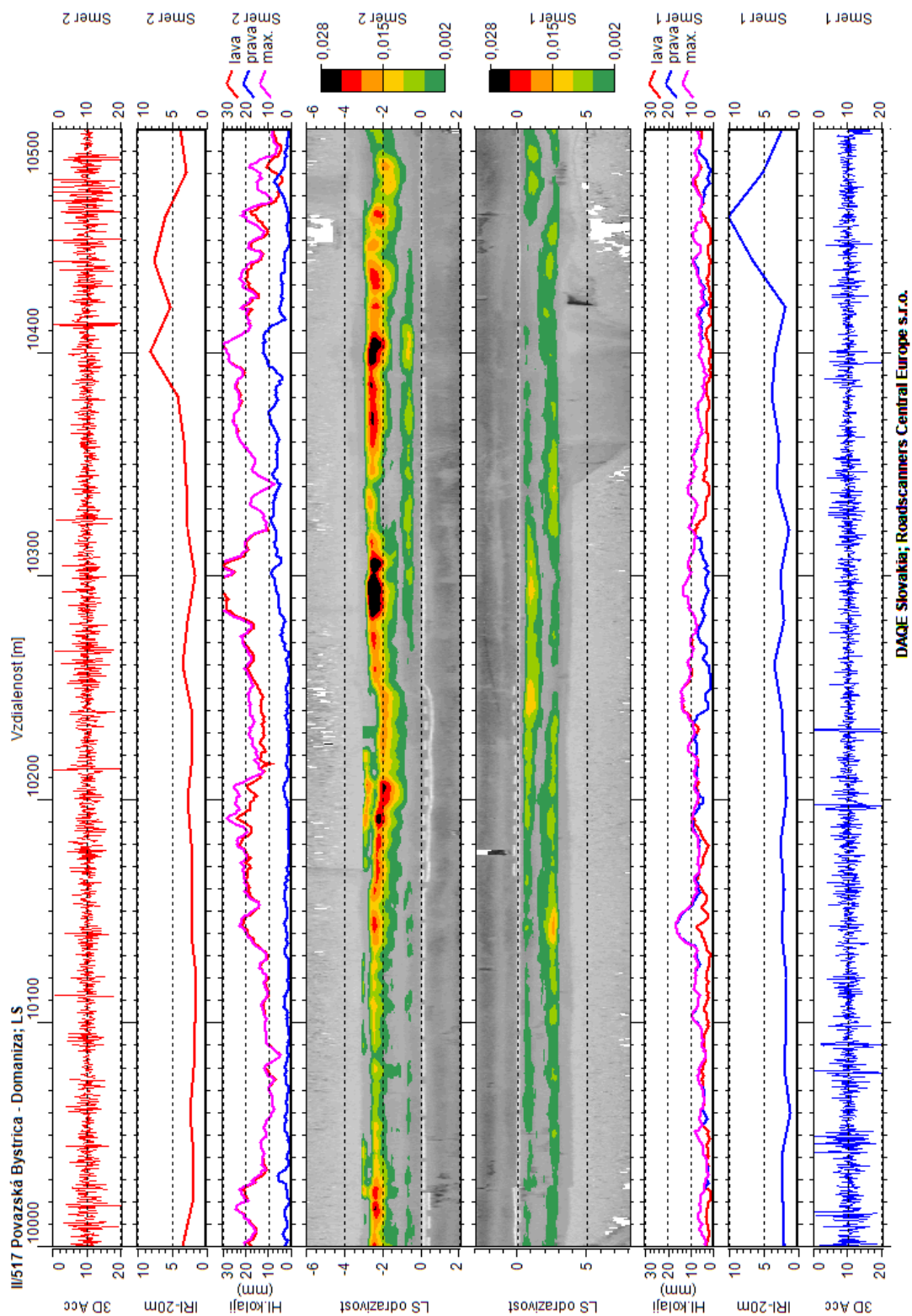


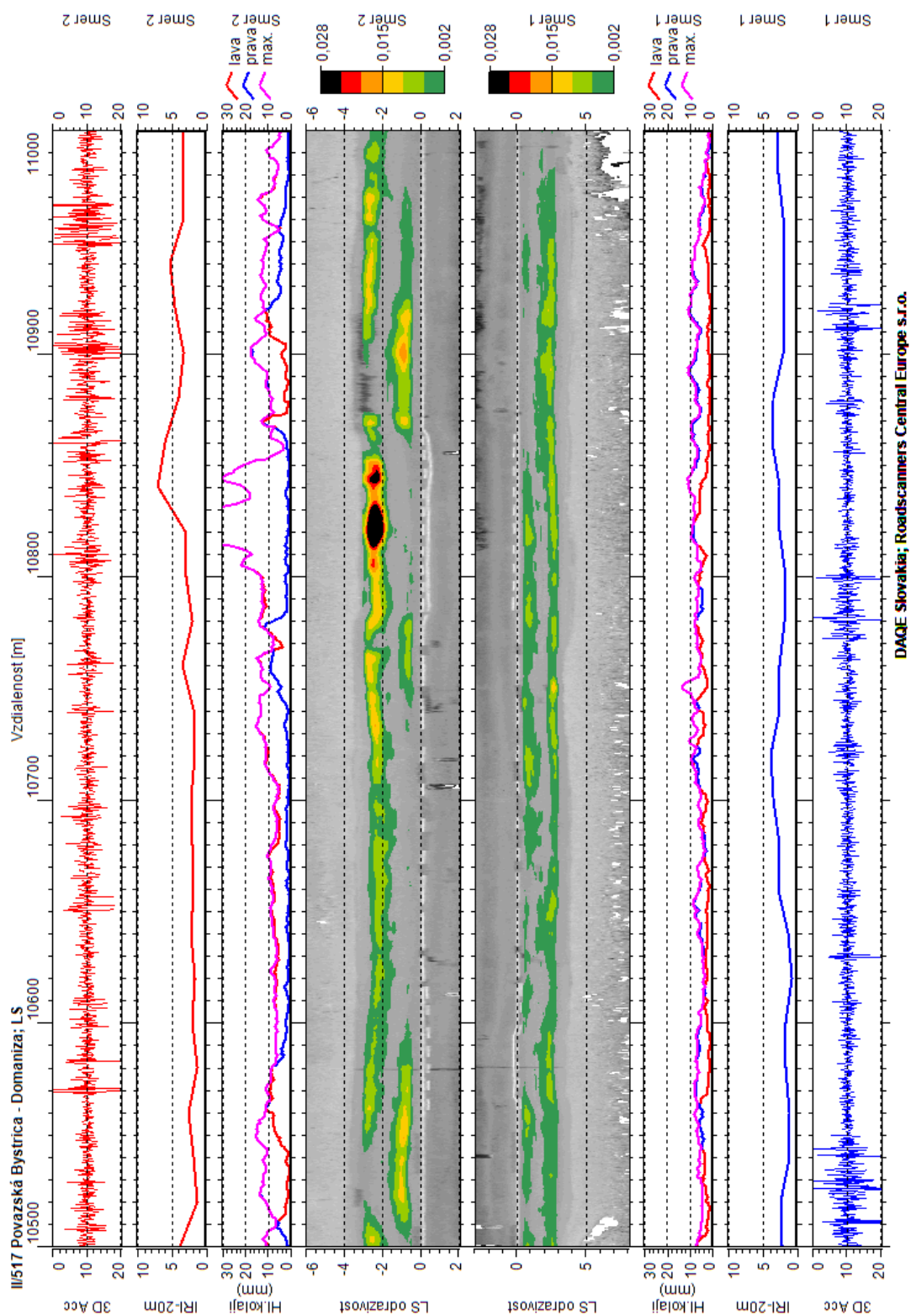


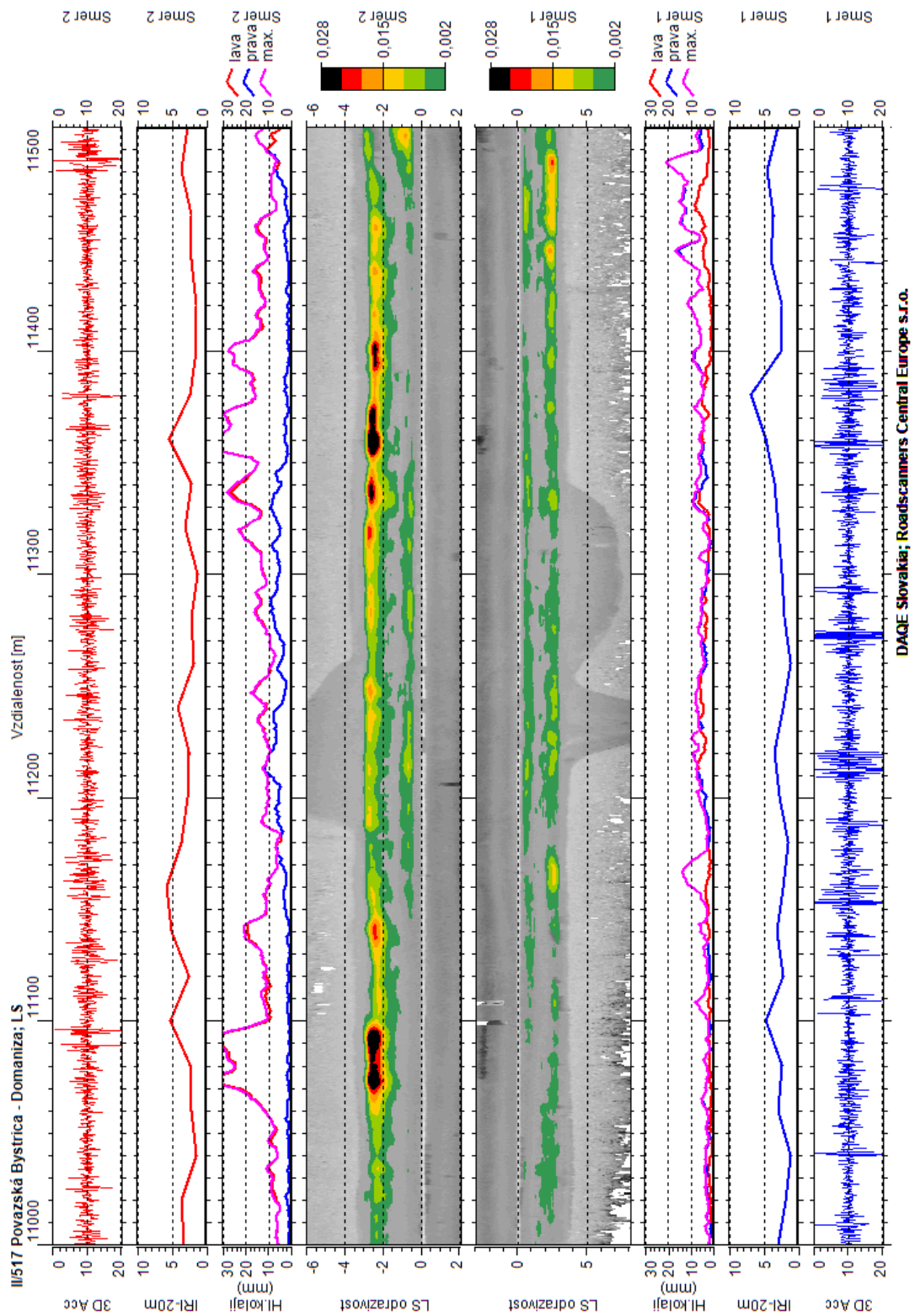


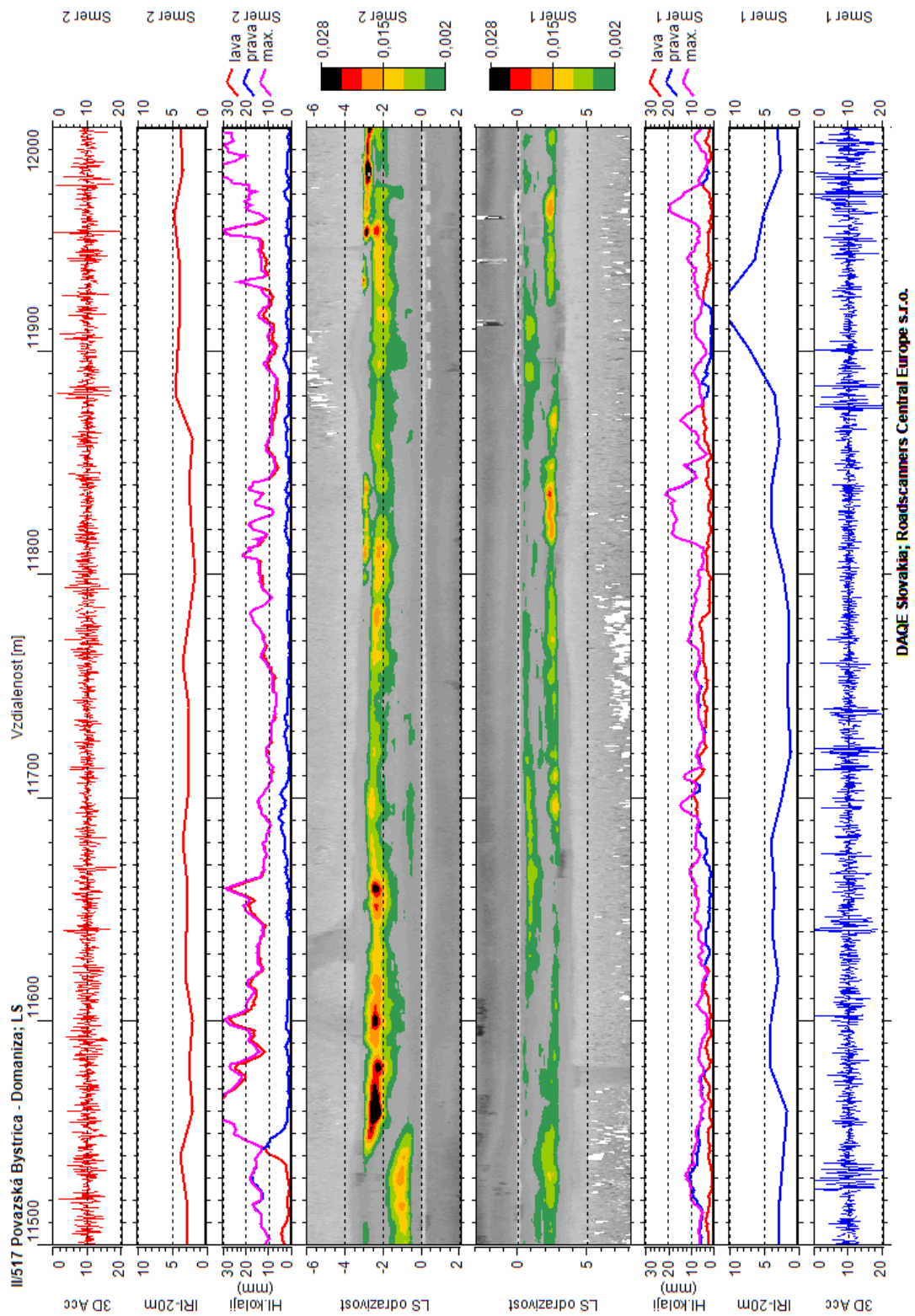


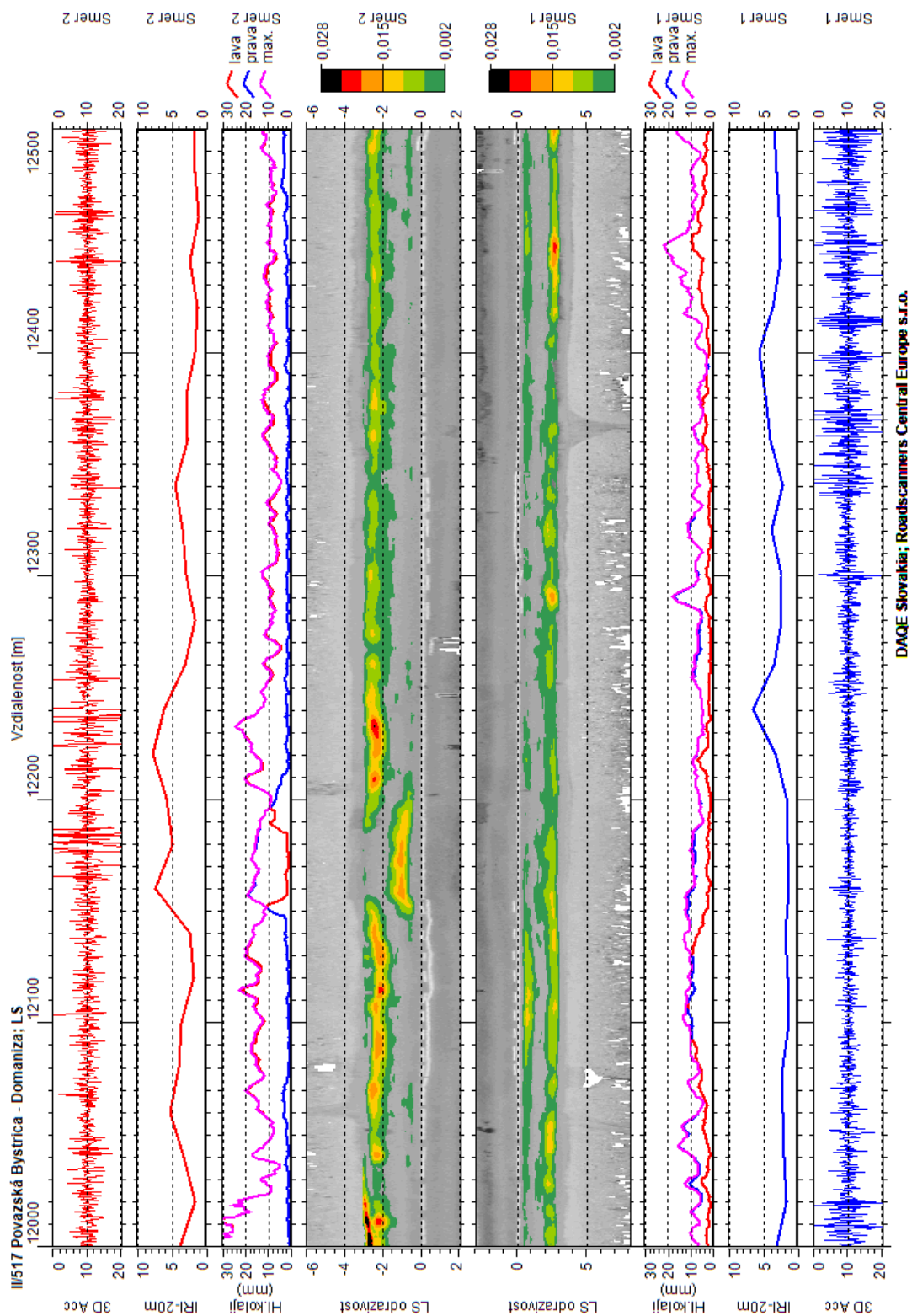


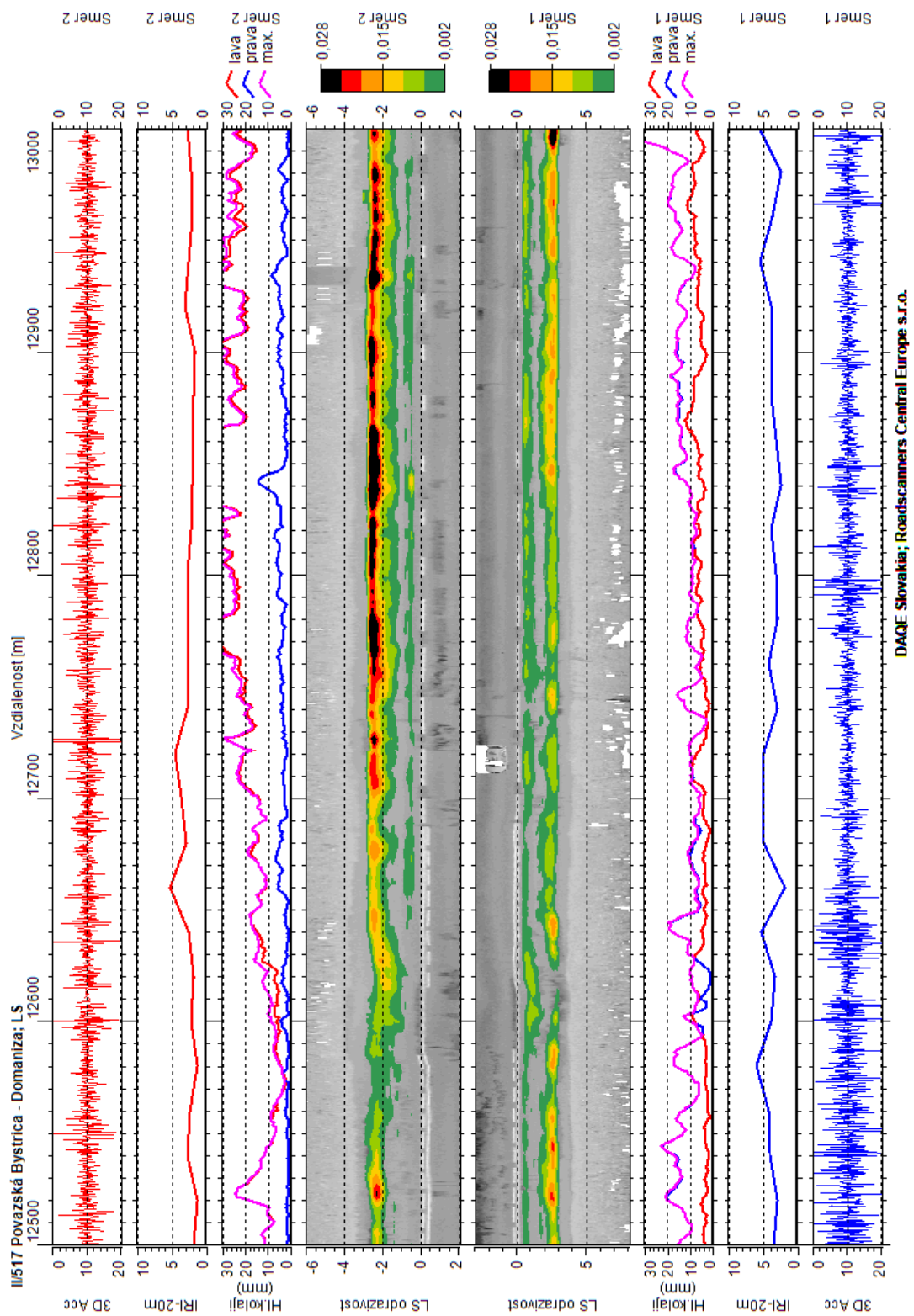


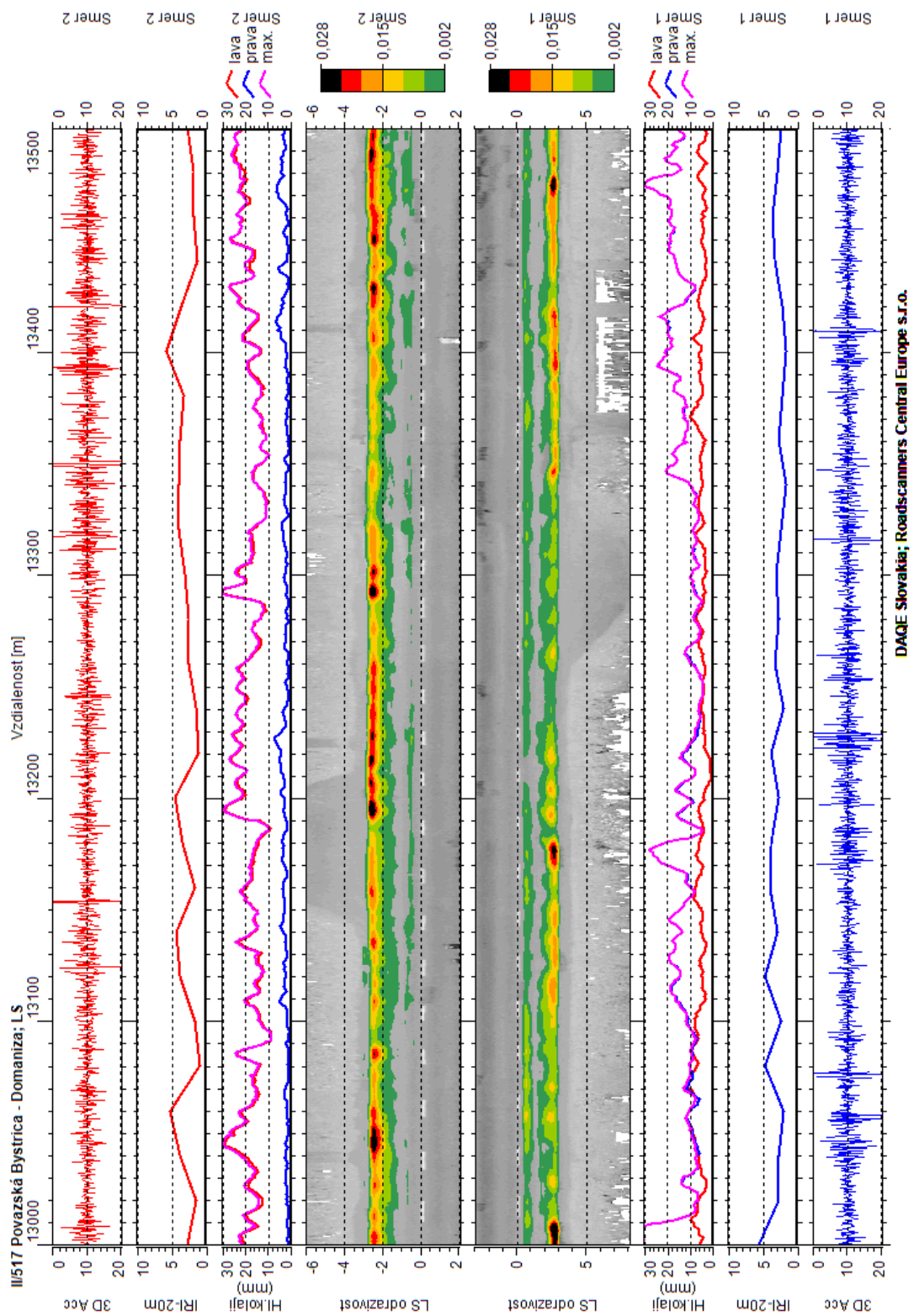


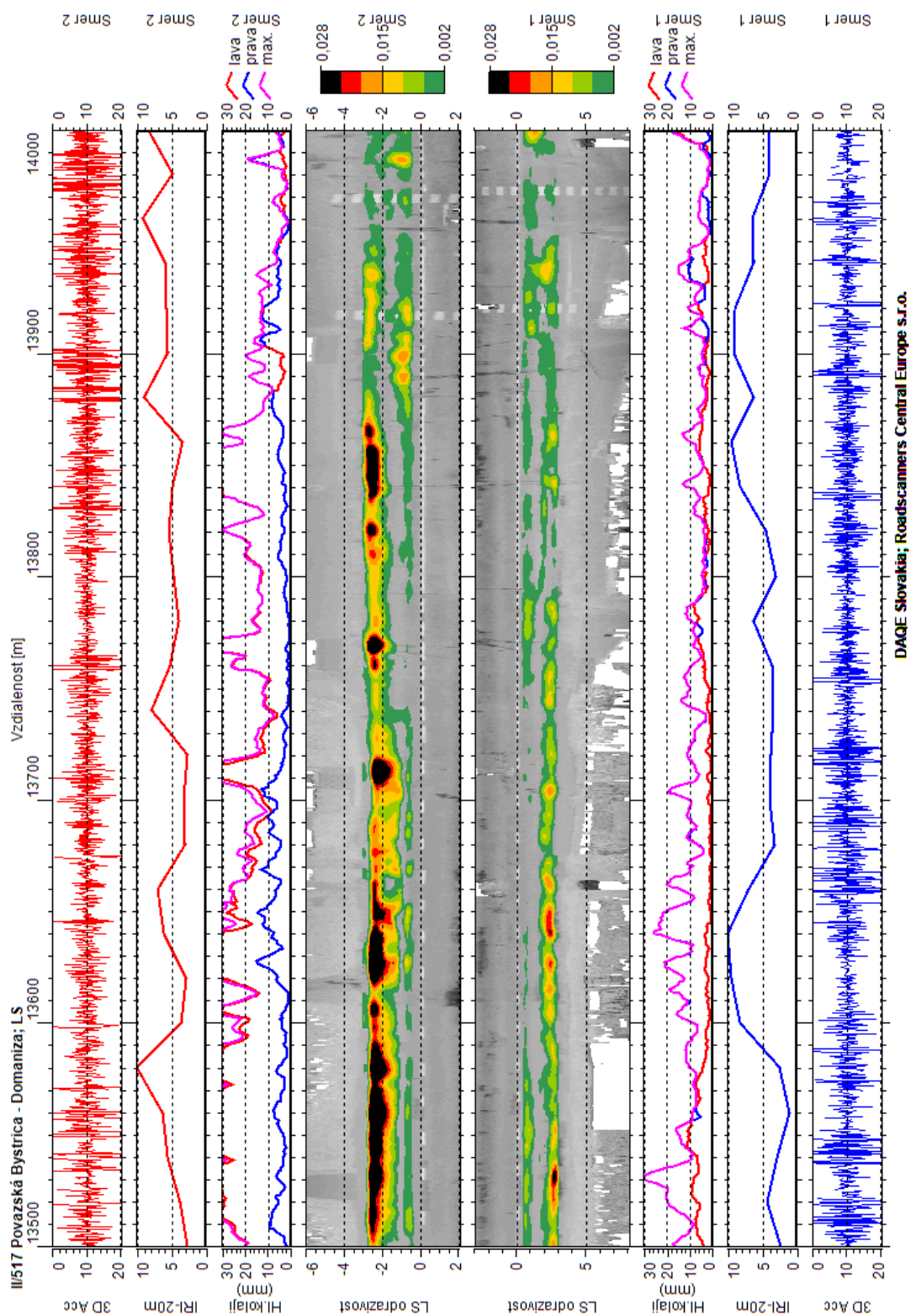


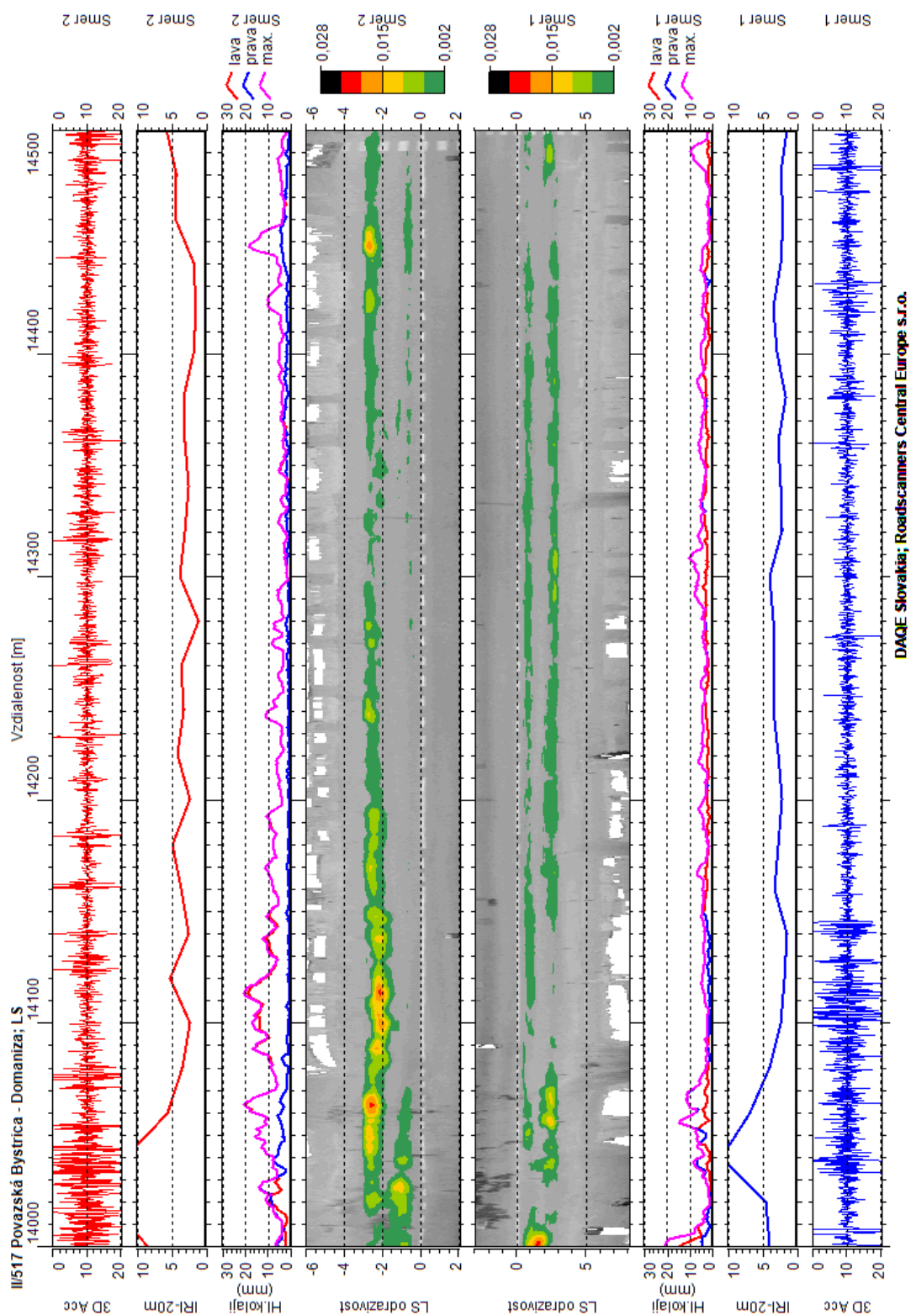


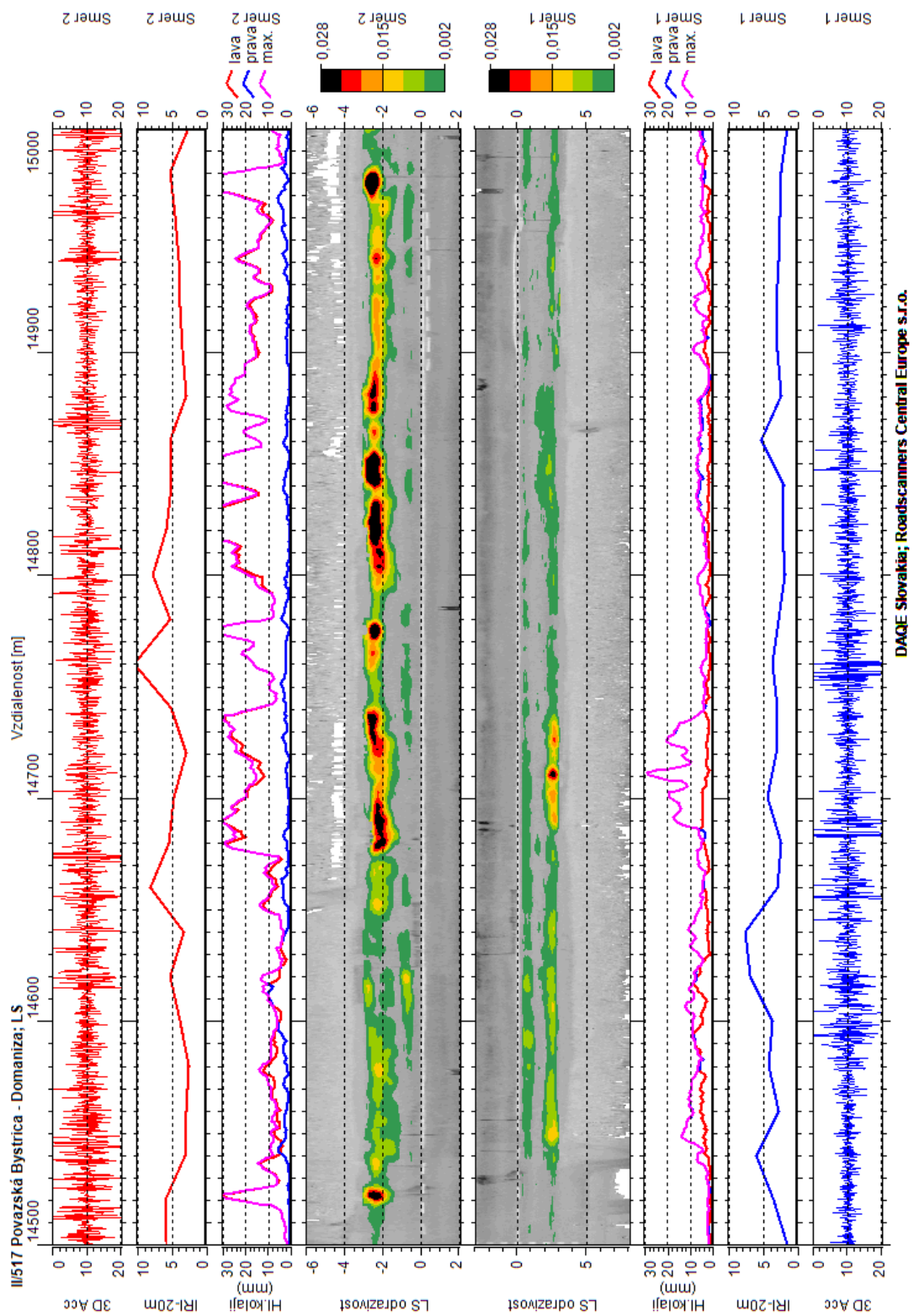


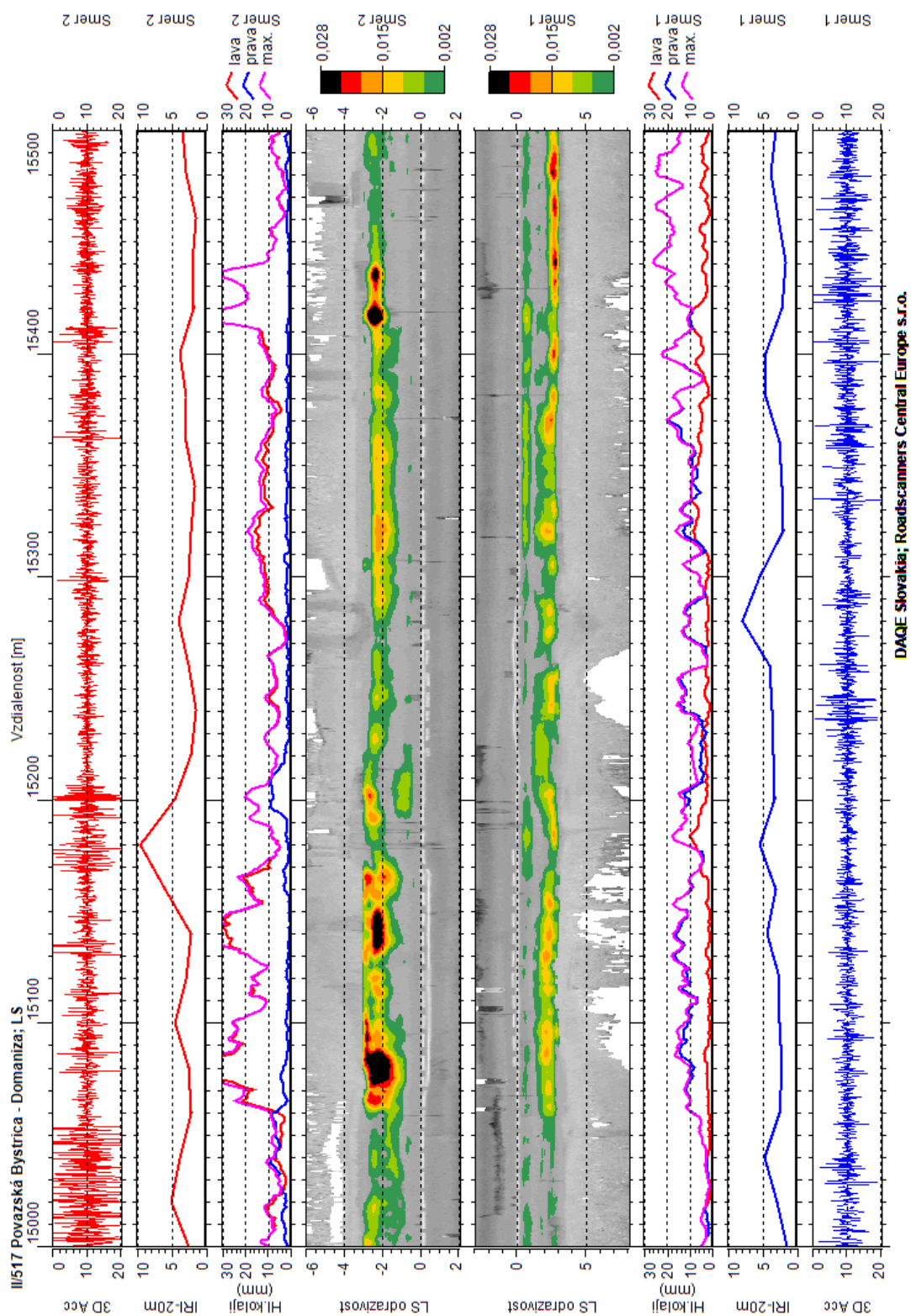


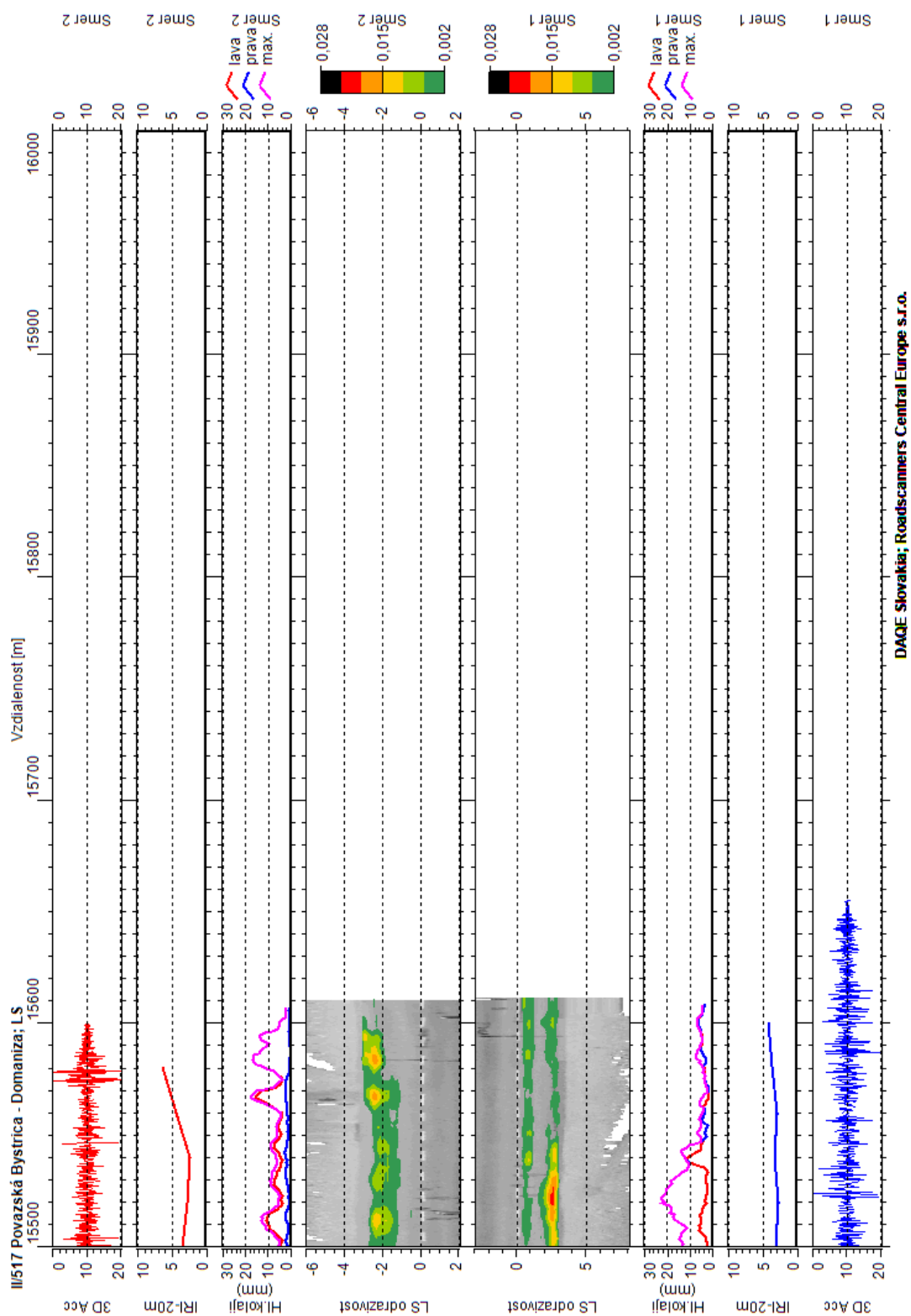












Spracovatelia:

Ing. Ján Filipovský, PhD., jan.filipovsky@roadscanners.com

Ing. Martin Pitoňák, PhD., pitonak@daqe.sk

Ing. Michaela Sekaninová, michaela.sekaninova@roadscanners.com

Ing. Gabriela Strečková

September 2016

**DAQE Slovakia s.r.o.**

Univerzitná 25, 010 08 Žilina, Slovensko

Tel. int. +421 908 047 197

**Roadscanners Central Europe s.r.o**

Červeňanského 2824/15, 155 00 Prague 5, Czech Republic

Tel. int. +420 601 325 131

Rovaniemi, Main Office:

Roadscanners Oy, Varastotie 2, FI-96100 ROVANIEMI, Finland

Tel. int. +358 (0)207 815 660

Fax int. +358 (0)207 815 662