

Název diagnostiky:

Diagnostika georadarem na železničných tratiach

Datum provedení:

2014

Provedl:

Proteo Consult a.s., Roadscanners Central Europe s.r.o.

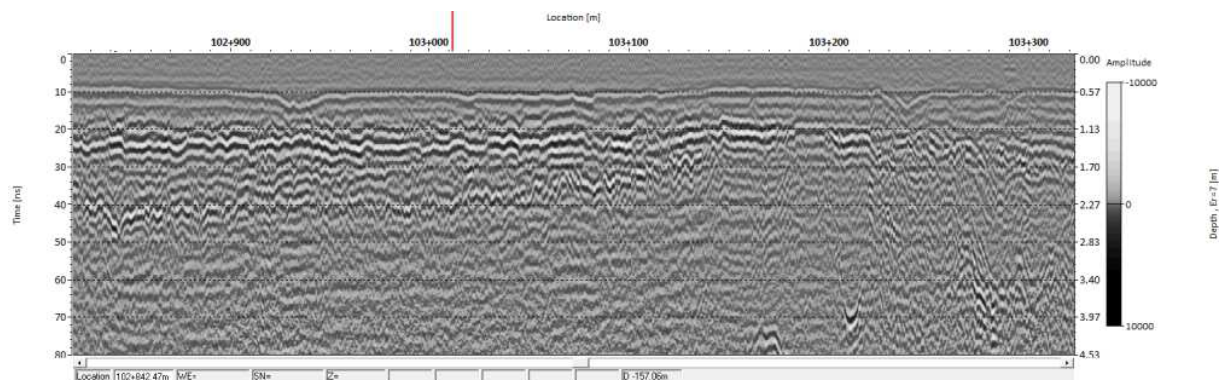
Stručný popis:

Aplikácia georadarovej (GPR) metódy na železničných tratiach pre určenie hrúbky konštrukčných vrstiev železničného zvršku a spodku, detekciu vlastností materiálov, relatívnej vlhkosti a stupňa znečistenia materiálu.

1 Provedení diagnostiky

1.1 Popis metody/zařízení

Georadar sa skladá z vysielача a prijímača, ktoré spolupracujú spoločne s GPR jednotkou. Princíp tejto metódy spočíva v opakovanom vysielaní vysokofrekvenčného elektromagnetického impulzu vysielacou anténou do testovaného prostredia. V miestach kde dochádza k zmene prostredia sa časť vyslaného elektromagnetického impulzu odrazí a zachytí sa prijímacou anténou. Tento signál je získavaný z rozličných druhov vrstiev, porúch spojitosti materiálov zapríčinených vlhkosťou alebo inými príčinami. Je meraný čas, za ktorý sa vyslaný impulz vráti do prijímača. Vďaka častému vysielaniu impulzov v krátkych intervaloch môžeme získať kontinuálne zobrazenie ako je možné vidieť na obr. 1. GPR profil je zobrazený v stupňoch sivej farby, alebo vo farebných stupniciach, kde rôzne odtiene reprezentujú rôznu veľkosť odrazených amplitúd.

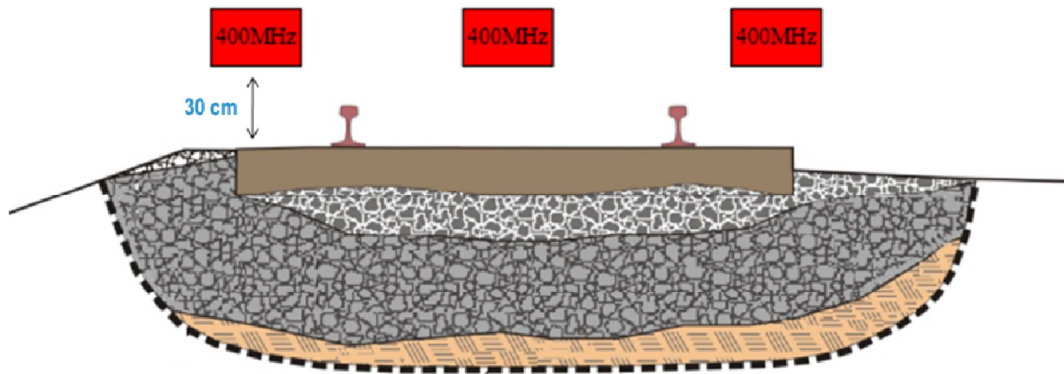


Obr. 1 Príklad zobrazenia GPR údajov z merania na železničnej trati.

Aplikáciou GPR metódy na železničných tratiach je možné detegovať vlastnosti materiálu železničného spodku, určiť hrúbku vrstvy, vlhkosť a stupeň znečistenia materiálu (Olhoeft & Selig, 2002; Sussmann et al, 2003; Hyslip et al, 2005; Silvast et al, 2010; Silvast et al, 2011). Odozvy signálu z rôznych vrstiev železničného spodku sú vnímané ako kontinuálne odozvy pozdĺž profilu. GPR údaje pomáhajú určiť a sledovať podpovrchové podmienky, ako je deformácia vrstvy, problémy s odvodnením a určenie stupňa znečistenia materiálu.

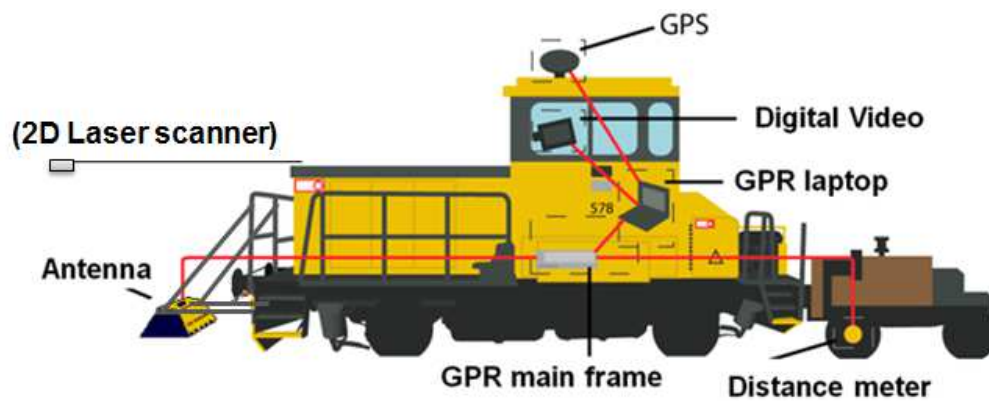
1.2 Popis postupu měření

Pri realizácii projektu bude použitý GPR systém GSSI SIR-30 GPR s tromi GSSI 400 MHz anténami (model 5103A/50400S). Tento systém je vytvorený spoločnosťou Geophysical Survey Systems Inc, USA. Systém zariadenia SIR-30 GPR je špeciálne navrhnutý pre vysoko rýchlostné, nedeštruktívne meranie koľajového zvršku a jeho stavu. Použitie 400 MHz antén umožňuje získať informácie až do maximálnej hĺbky 4 m (meraný časový rámeč 90 ns), v závislosti na vlastnostiach podložia. Ílovité a jemnozrnné zeminy v podloží môžu oslabiť signál a znížiť hĺbku signálu a merania. Antény budú umiestnené 30 cm nad meraným povrchom na špeciálnom úchytnom zariadení v troch miestach: v osi železničnej trate a po oboch stranách, tak ako je to zobrazené na obr. 2.



Obr. 2 Umiestnenie antén počas GPR merania na železničnej trati.

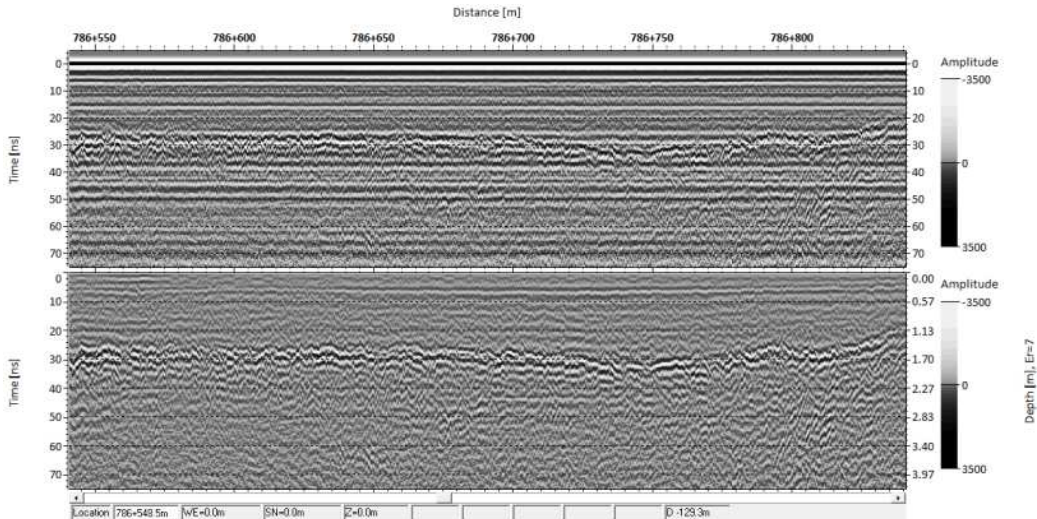
Systém na meranie bude upevnený na železničnú lokomotívu obr. 3. Rýchlosť merania pomocou tohto systému môže byť až 200 km / h. Rýchlosť zaznamenávania údajov je 10 meraní / meter, ktoré sú kontrolované pomocou optického snímača (DMI) alebo odometrom. GPS poloha a digitálne video z kameri je taktiež zaznamenávané počas merania pomocou softvéru RD Camlink vyvinutý spoločnosťou Roadscanners. Obr. 3 zobrazuje umiestnenie kameri.



Obr. 3 Príklady ROADSCANNERS rôznych GPR nastavení pri meraní na železničných tratiach.

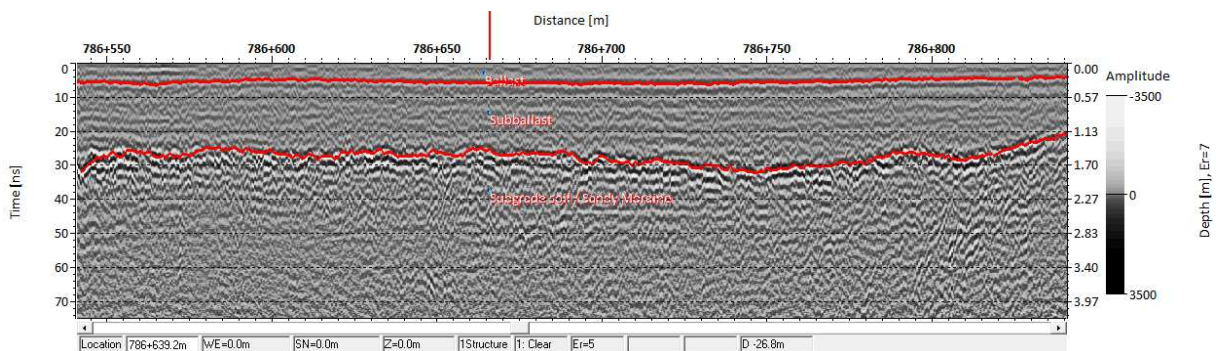
1.3 Zpracování údajů

Prvým krokem pri spracovaní a analýze GPR údajov je nastavenie správnej mierky dĺžok: km-dĺžka (alebo staničenie trate) a potom sa pridávajú GPR údaje do projektu v Railway Doctor. Program Railway Doctor má implementovanú možnosť zobrazenia dĺžky v km v horizontálnom mierke, vďaka čomu je možné zobrazit' kratšie, alebo dlhšie úseky ako 1000 metrov. Po zmene mierky zobrazenia nasleduje reálne hodnotenie priamo na obrazovke, čo je výhodou programu Railway Doctor. Postup analýzy a hodnotenia pozostáva z časovo nulovej odozvy a jej korekcie signálu z povrchu (alebo spodku) koľajnice, jej odozvy a horizontálneho filtrovania pre zredukovanie okolitého šumu, ktorý môže mať vplyv na hodnotenie (Obr. 4).



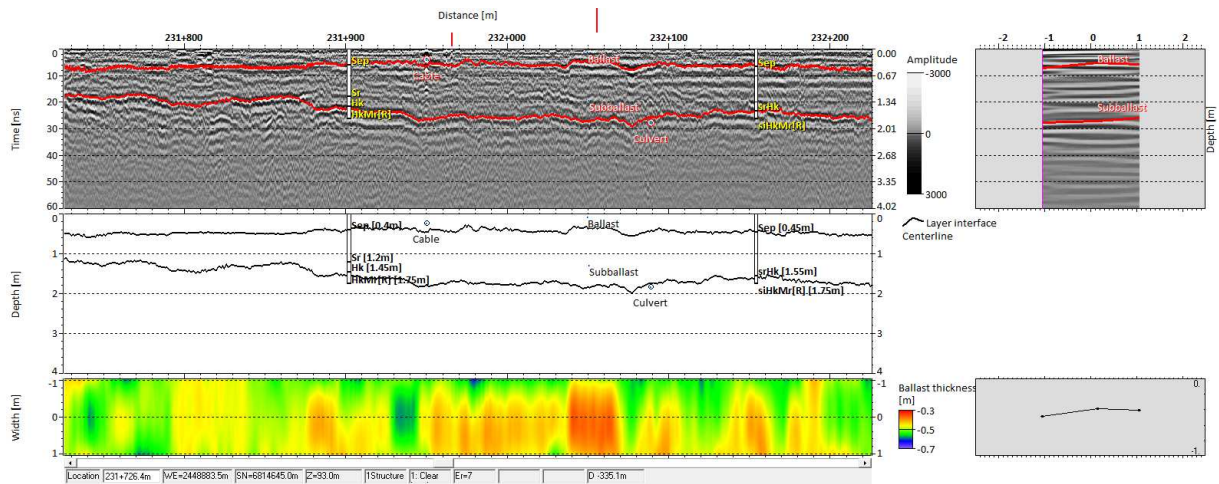
Obr. 4 Príklad zobrazenia GPR údajov pred (vrchný) a po (spodný) použití filtrov.

Po vytvorení projektu v programe Railway Doctor nasleduje interpretácia GPR údajov pomocou semi-automatickej hodnotiacej metódy, ktorá je rýchla a pomáha operátorovi pri spracovaní údajov. Pozdĺžne profily s interpretáciou sa môžu vytlačiť a číselné výsledky sú uložené v tabuľkovej forme v databáze. Pomocou programu Railway Doctor je možné vybrať formát uloženia súboru, ktorý je napr. kompatibilný s programom pre údržbu železničných tratí. Obr. 5 zobrazuje príklad interpretácie železničného zvršku a spodku v programe Railway Doctor.



Obr. 5 Zobrazenie nástroja pre interpretáciu GPR údajov v programe Railway Doctor. Červené priamy zobrazujú pozdĺžny priebeh železničného zvršku a spodku.

Interpretované GPR údaje sú zobrazené ako pozdĺžne profily, priamy, pôdorysná mapa a priečny rez. Obr. 6 zobrazuje príklad GPR údajov s líniovou interpretáciou, pôdorysnou mapou a priečnym rezom. Pokiaľ je vykonaných niekoľko meraní v paralelných priamkach, je možné zobrazit' 3D pôdorysnú mapu povrchu zhotovenú z nameraných konštrukčných hrúbok. Rôzne farebné škály v pôdorysných mapách zobrazujú zmenu hrúbky konštrukcie železničného zvršku v pozdĺžnom smere. Zobrazenie priečneho rezu je možné vidieť v samostatnom okne, ktoré zobrazuje tvar priečneho rezu. Tento údaj môže byť taktiež zobrazený spoločne s mapou a videom v zobrazení v RDMS.



Obr. 6 Príklad zobrazenia GPR interpretácie spoločne s výsledkami z výrtvov vykonaných na trati, s farebnou pôdorysnou mapou zobrazujúcou zmenu hrúbky zvršku v pozdĺžnom smere a tvar priečného rezu získaný z troch GPR profilov.

4 Výsledok diagnostiky a vyhodnocení

Všetky dáta (vrátane pôvodných a spracovaných GPR súborov vo formáte .dzt) budú doručené v elektrickej forme, ktoré možno prezerať pomocou špeciálneho programu na prehľadanie výsledkov RDMS Viewer.

Výsledky hodnotení hrúbok konštrukčnej vrstvy budú doručené v tabuľkovej forme. Obr. 7 zobrazuje výstupný formát vo formáte ASCII z programu Railway Doctor. Všetky výsledky môžu byť upravené tak aby boli kompatibilné aj s inými programami ako je Railway Doctor.

Distance(m)	WE(m)	SN(m)	Left_SA_RA	Center_SA	Right_SA_R
51+905.000	307454.797	6888285.905	0.66	0.603	0.576
51+906.000	307454.686	6888284.912	0.663	0.604	0.574
51+907.000	307454.574	6888283.918	0.667	0.606	0.573
51+908.000	307454.461	6888282.924	0.667	0.609	0.573
51+909.000	307454.348	6888281.931	0.668	0.612	0.574
51+910.000	307454.236	6888280.937	0.668	0.614	0.575
51+911.000	307454.123	6888279.943	0.668	0.614	0.576
51+912.000	307454.01	6888278.95	0.669	0.615	0.577
51+913.000	307453.898	6888277.956	0.666	0.615	0.578
51+914.000	307453.787	6888276.962	0.664	0.615	0.58
51+915.000	307453.678	6888275.968	0.662	0.616	0.581
51+916.000	307453.568	6888274.974	0.659	0.617	0.582
51+917.000	307453.459	6888273.98	0.657	0.618	0.584
51+918.000	307453.349	6888272.986	0.658	0.616	0.585
51+919.000	307453.239	6888271.992	0.659	0.615	0.587
51+920.000	307453.13	6888270.998	0.66	0.614	0.588
51+921.000	307453.02	6888270.004	0.661	0.613	0.589
51+922.000	307452.907	6888269.011	0.662	0.612	0.59
51+923.000	307452.795	6888268.017	0.661	0.611	0.589
51+924.000	307452.682	6888267.023	0.66	0.611	0.587
51+925.000	307452.57	6888266.03	0.66	0.612	0.585
51+926.000	307452.457	6888265.036	0.659	0.613	0.583
51+927.000	307452.344	6888264.043	0.658	0.614	0.581
51+928.000	307452.232	6888263.049	0.658	0.613	0.579
51+929.000	307452.117	6888262.055	0.658	0.612	0.577
51+930.000	307452.002	6888261.062	0.658	0.609	0.575

Obr. 7 Príklad zobrazenia z programu Railway Doctor vo formáte ASCII zobrazujúcu staničenie v km+m, GPS súradnice v osi trate a hrúbku koľajového zvršku z ľavej strany, zo stredu a z pravej strany meranej línie.