

## VYUŽITÍ GEORADARU PRO DIAGNOSTIKU ŽELEZNIČNÍHO SPODKU V PRAXI U SŽDC

**Mgr. Pavla Buřičová, Mgr. Aleš Fleischmann**  
**SŽDC, Technická ústředna dopravní cesty, Praha**

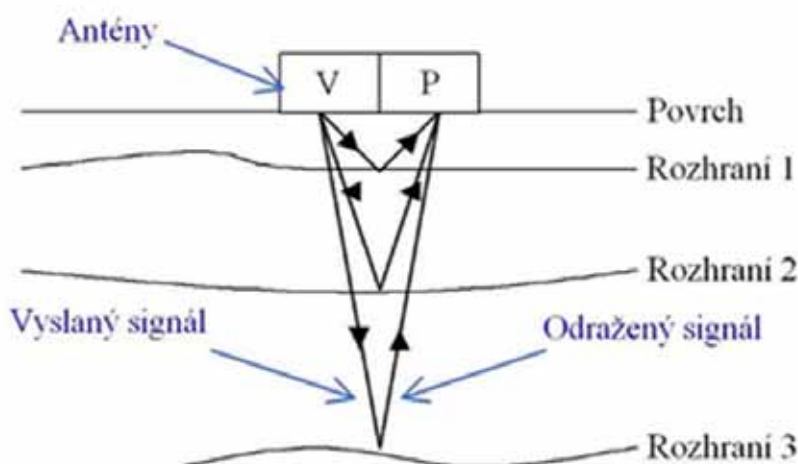
### 1. ÚVOD

Na základě více než dvacetiletých kladných zkušeností s využíváním georadarové metody (GPR) v České republice při diagnostice tělesa železničního spodku rozhodla v roce 2013 Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (dále jen „SŽDC“) o nákupu tohoto diagnostického zařízení do majetku organizace. Provozovatelem měřícího zařízení GPR je Technická ústředna dopravní cesty (dále jen „TÚDC“). Tento diagnostický systém (georadar SIR-30 a antény o frekvenci 400 MHz) umožňuje zajistit pravidelnou diagnostiku železničního spodku na tratích s právem hospodaření SŽDC.

V roce 2014 byl za účelem zahájení systémového používání georadaru vydán Pokyn generálního ředitele č. 2/2014 Diagnostika tělesa železničního spodku tratí SŽDC prostřednictvím georadaru. Ten ukládá TÚDC změřit v roce 2014 prostřednictvím diagnostické soupravy NDT (non-destructive testing) s využitím GPR tratě celostátní a v roce 2015 doměřit tratě regionální.

### 2. PRINCIP A METODIKA MĚŘENÍ GEORADAREM

Princip této metody spočívá ve vysílání a následném přijímání odražených radarových vln od fyzikálních rozhraní, ta tvoří např. geologická rozhraní, hladina podzemní vody, podzemní dutiny atd. Rychlost šíření elektromagnetických vln je dána především relativní permitivitou prostředí. Permitivitu zemin do vysoké míry ovlivňuje i obsah vzduchu a vody. Při zvýšení obsahu vody se permitivita prostředí zvyšuje.



Obr. 1: Princip měření metody GPR

Měřicí jednotka SIR-30 je namontována uvnitř diagnostické soupravy NDT a propojena s anténami, které jsou osazeny pod vozem. Vzájemný rozestup antén je 90 cm a jsou zavěšeny 13 cm nad spojnicí temen kolejnic. Měření je prováděno v režimu, kdy jedna anténa slouží zároveň jako vysílač a přijímač radarového vlnění a druhá slouží pouze jako přijímač odraženého signálu z antény první. Záznam z roku 2014 je tvořen jednotlivými stopami se vzorkovací frekvencí 1 stopa (záznam) na jeden metr. Tato vzorkovací frekvence umožňuje zachytit poruchy o délce kolem 10 m a větší. Záznam z roku 2015 je tvořen jednotlivými stopami se vzorkovací frekvencí 4 stopy (záznamy) na jeden metr. Takto pořízený záznam umožňuje zachytit poruchy o délce kolem 2,5 m a větší. Hloubkový dosah se v závislosti na permitivitě zemin pohybuje mezi 1,5 - 2,5 m.

Naměřená data jsou ukládána na pracovišti TÚDC, Oddělení diagnostiky železničního spodku (ODŽSp) v Praze, a to nejméně duplicitně. V současné době se pracuje na ukládání dat do DSD (datový sklad diagnostiky).



Obr. 2: Umístění antén na diagnostické soupravě NDT

### 3. VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Výsledkem vyhodnocení georadarových záznamů je radarogram (grafické zobrazení kontinuálního georadarového záznamu), který společně se závěrečnou zprávou popisuje skutečný stav železničního spodku v zájmovém úseku trati. Součástí závěrečné zprávy je kromě interpretovaného radarogramu i popis geologických a hydrogeologických poměrů, zhodnocení úseku, návrh na podrobný geotechnický průzkum a návrh sanačního řešení.

## 4. PŘÍKLADY Z PRAXE

V současné době řeší ODŽSp například tyto problémové úseky:

úsek	staničení	problém
Haviřov - Ostrava Bartovice	21,400 - 22,400	výšková deformace železničního svršku v důsledku jílovitého podloží
Převýšov - Choťovice	12,313 - 17,978	kontrola provedení stavebních prací
Moravský Písek - Nedakonice	128,000 - 131,335	bobří nory v tělese železničního spodku
Zámorsk - Choceň	276,900 - 277,300	panely v tělese železničního spodku
Březno - Droužkovice	3,100 - 3,400	sesuv náspu
Rohatec - Hodonín	108,500 - 109,500	spolupráce s VUT Brno
Karviná Darkov - Louky nad Olší	326,500 - 332,000	výšková deformace železničního svršku v důsledku důlní činnosti

Tab. 1: Seznam problémových úseků

## 5. PROBLÉMOVÝ ÚSEK ZÁMRSK – CHOCEŇ

V červenci 2015 dostalo ODŽSp k řešení koridorový mezistaniční úsek Zámorsk – Choceň ve staničení 276,900 - 277,300. Na tomto problémovém úseku byla zvolena konstrukce pražcového podloží s železobetonovými panely, která se z dlouhodobého hlediska neukázala jako vhodná a nyní způsobuje nestabilitu tělesa železničního spodku. Na úseku se již objevují i blátivá místa.

Pražcové podloží je v problémovém úseku tvořeno jednak kolejovým ložem s konstrukční vrstvou ze štěrkopísku o mocnosti 20 - 30 cm. Druhý typ je tvořen kolejovým ložem, železobetonovou deskou, vrstvou štěrkopísku o tloušťce min. 10 cm a netkanou geotextilií 400 g/m<sup>2</sup>. Desky jsou uloženy v příčném sklonu přibližně 4 % a byly provedeny na části obou kolejí nezávisle na sobě. Jejich rozměry jsou (200 x 300 x 10 cm). Tyto dva typy pražcového podloží se na problémovém úseku vzájemně střídají.

Na radarogramech (obr. 3 a obr. 4) je na vodorovné ose zobrazeno staničení, zatímco je na svislé ose vyznačena hloubka železobetonových panelů pod povrchem. Jednotlivé typy pražcového podloží jsou od sebe odlišeny svislými čarami přes celou hloubku záznamu. Průběh železobetonových panelů je zvýrazněn čarou.

### 5.1 Porovnání dokumentace se skutečným provedením trati podle georadarových záznamů

Na základě georadarového měření je možné „zmapovat“ skutečné provedení pražcového podloží trati. Na obr. 3 je viditelný rozpor ve stavební dokumentaci a v záznamu georadaru. Typ pražcového podloží byl navrhován na základě geotechnického průzkumu, ale mohl být změněn i geotechnikem přítomným při sanaci tohoto úseku. Změna typu pražcového podloží geotechnikem již však nebyla zanesena do dokumentace trati. Ve staničení 276,924 - 277,129 je podle dokumentace přítomná vrstva štěrkopísku s geotextilií. Z georadarového měření je však

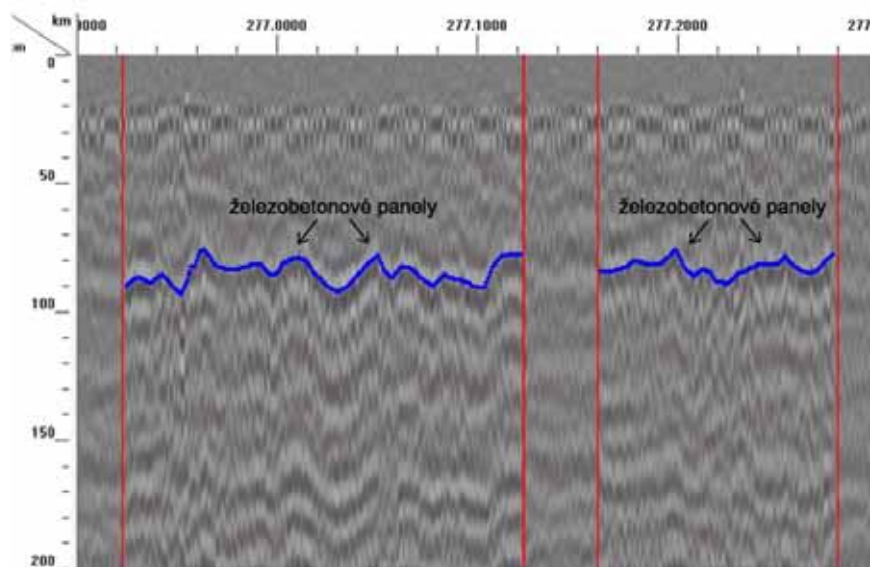
patrné, že se v tomto úseku nachází železobetonové desky. Dále můžeme vidět i malé odchylky v délce jednotlivých typů pražcového podloží.

Skladba pražcového podloží v koleji K1 je podle dokumentace následující:

- 276,900 – 276,924 Vrstva štěrkopísku o mocnosti 30 cm s geotextilií;
- **276,924 – 277,129 Vrstva štěrkopísku o mocnosti 20 cm s geotextilií;**
- 277,129 – 277,163 Vrstva štěrkopísku o mocnosti 30 cm s geotextilií;
- 277,163 – 277,279 Železobetonové panely + vrstva štěrkopísku o mocnosti 20 cm s geotextilií;
- 277,279 – 277,300 Vrstva štěrkopísku o mocnosti 30 cm s geotextilií.

Skladba pražcového podloží v koleji K1 je podle měření georadaru následující:

- 276,900 – 276,922 Vrstva štěrkopísku;
- **276,922 – 277,122 Železobetonové panely;**
- 277,122 – 277,160 Vrstva štěrkopísku;
- 277,160 – 277,280 Železobetonové panely;
- 277,280 – 277,300 Vrstva štěrkopísku.

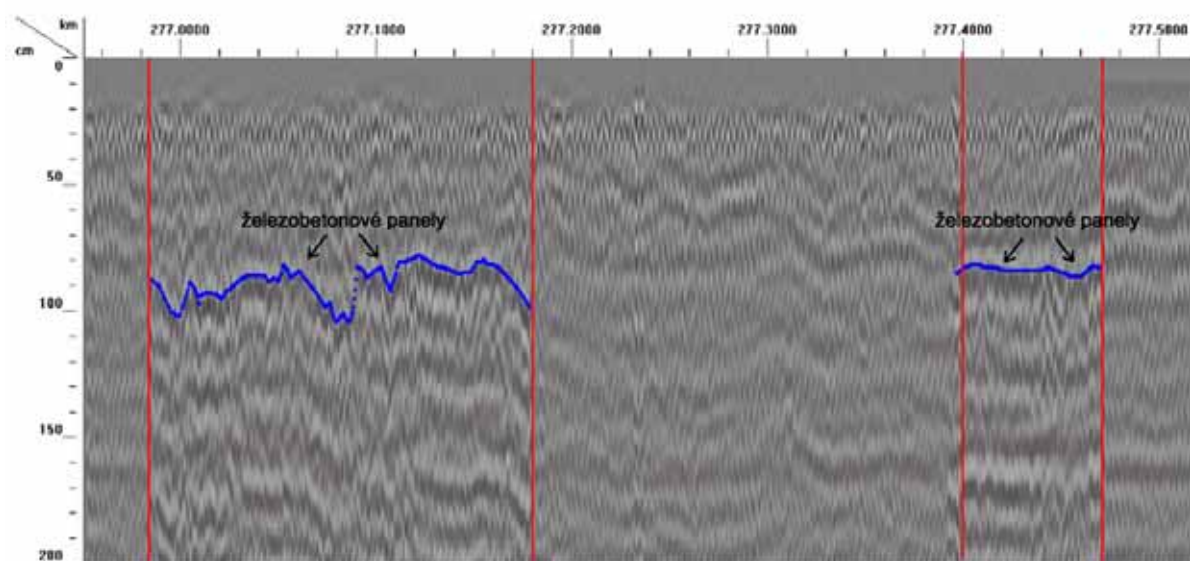


Obr. 3: Radarogram zobrazující skutečný stav trati na rozdíl od její dokumentace

## 5.2 Nerovnoměrné sedání železobetonových panelů v tělese železničního spodku

Na obr. 4 je vyobrazena část problémového úseku a část úseku, kde problémy nebyly hlášeny. V problémovém úseku je ve staničení 276,982 - 277,180 přítomný typ s železobetonovými panely. Železobetonové panely jsou také přítomné v záznamu i mimo problémový úsek ve staničení 277,400 - 277,470. V tomto úseku je průběh rozhraní rovinný, nedochází tedy k nerovnoměrnému sedání a ani k poruchám tělesa železničního spodku. Ve staničení 276,982 - 277,180 je naopak viditelný zvlněný průběh železobetonových panelů, který ukazuje na jejich neurovnanou vertikální polohu. Největší propad panelů (sedání) na záznamu je ve staniční 277,080, které velice dobře koresponduje s jediným blátivým místem

vyskytující se na dotčeném úseku trati (obr. 5). V záznamu v tomto staničení jsou viditelné odrazy již v kolejovém loži, které potvrzují jeho znečištění.



Obr. 4: Nerovnoměrné sedání železobetonových panelů ve staničení 276,982 - 277,180

## 6. ZÁVĚR

Výsledky měření georadarem ukazují, že je tato metoda velice vhodná pro určení délky typu pražcového podloží a jeho přesnou lokalizaci. Je to především díky vzorkovací frekvenci 4 záznamů na jeden metr tratě v porovnání s destruktivními metodami typu kopaných sond, které se běžně dělají po každých 100 m. Další předností georadaru je změření daného úseku v běžném provozu. Tím odpadají problémy s výlukami. Díky zobrazení průběhu pláně tělesa železničního spodku a případně i zemní pláně jsme ve většině případů schopni určit úseky, kde dochází k deformaci těchto vrstev. Následně můžeme přesně určit nejproblémovější místa, kde provést průzkum destruktivními metodami. V některých případech může georadar výrazně snížit cenu za geotechnický průzkum a v důsledku snížit cenu celkových stavebních nákladů na sanaci trati.





Obr. 5: Blátivé místo na koleji č. 2 velice dobře koresponduje se záznamem georadaru



Obr. 6: Vyhrabaná štěrkopísková vrstva pod kolejovým ložem

Lektoroval: Ing. Petr Jasanský, SŽDC Praha