

Georadarový průzkum drážního tělesa

Trat' Olomouc - Nezamyslice



Závěrečná zpráva

11/2024



Univerzita
Pardubice
Dopravní fakulta
Jana Pernera

Číslo zakázky: **SS524021/80/50250**

Číslo objednávky: **24OVSO0100000066**

Objednatel: **Ing. Ivan Šír, projektování dopravních staveb CZ s.r.o.**

Haškova 1714/3, 500 02, Hradec Králové

IČ: 25962914

DIČ: CZ25962914

Zhotovitel: **Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera**

Katedra dopravního stavitelství

Studentská 95

532 10 Pardubice

IČ: 00216275

DIČ: CZ00216275

Hlavní řešitel: Ing. Vladislav Borecký, Ph.D.

Spoluřešitelé: Ing. Pavel Lopour, Ph.D

Datum vyhotovení: 11/2024

Počet stran: 12

OBSAH:

1.	Předmět průzkumu	3
2.	Zájmová lokalita	3
3.	Použité podklady	4
4.	Metody průzkumu a technické vybavení	5
5.	Postup sběru dat	6
6.	Vyhodnocení měření	7
7.	Závěr	9

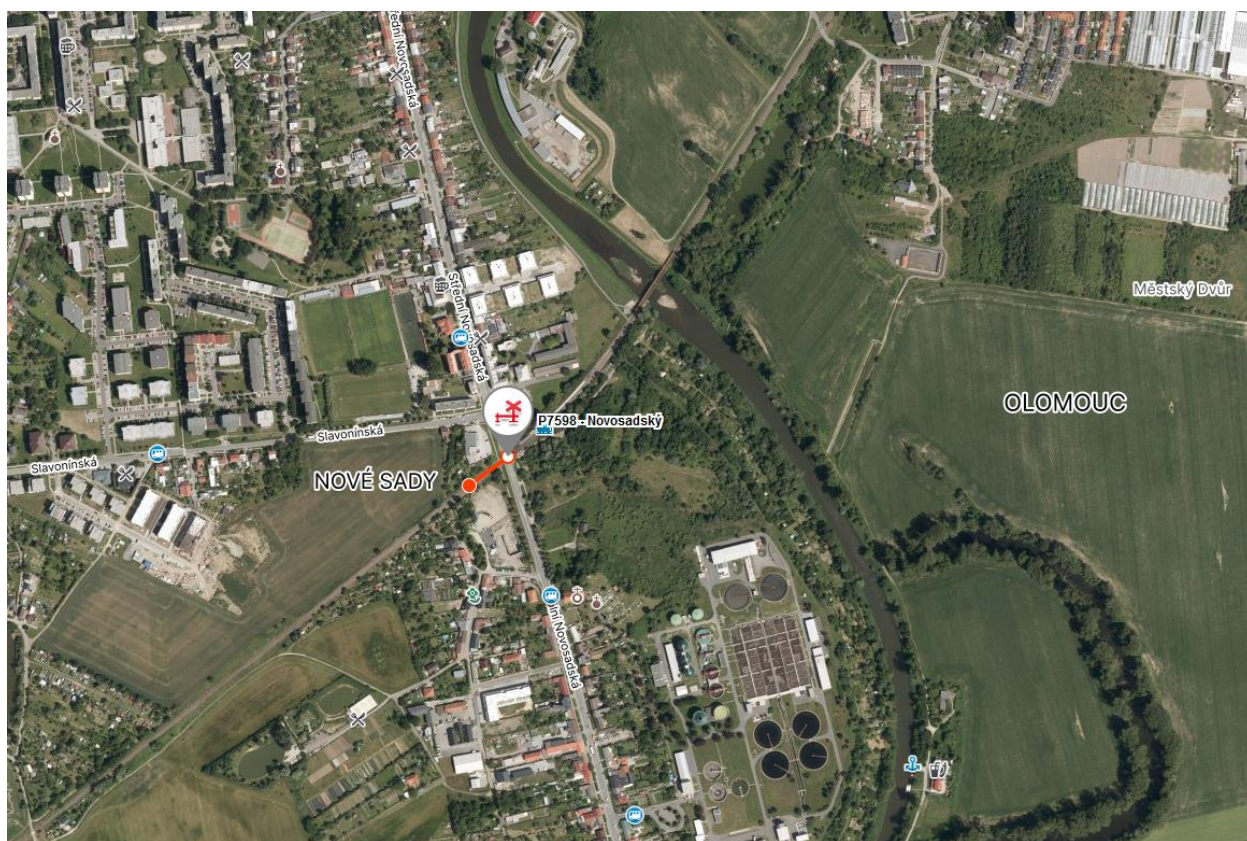
1. Předmět průzkumu

Na základě objednávky 24OVSO010000006 ze dne 17. 9. 2024 byl proveden georadarový (GPR) průzkum v úseku železniční trati Olomouc-Nezamyslice v blízkosti přejezdu P7598-Novosadský. Cílem provedeného průzkumu bylo potvrzení a případně lokalizace reliktu historického propustku v železničním tělese.

Průzkum realizovali pracovníci Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice (DFJP, UPCE). Vlastní měření bylo provedeno 10. 10. 2024. Výstupy průzkumu jsou sloučeny v závěrečné zprávě.

2. Zájmová lokalita

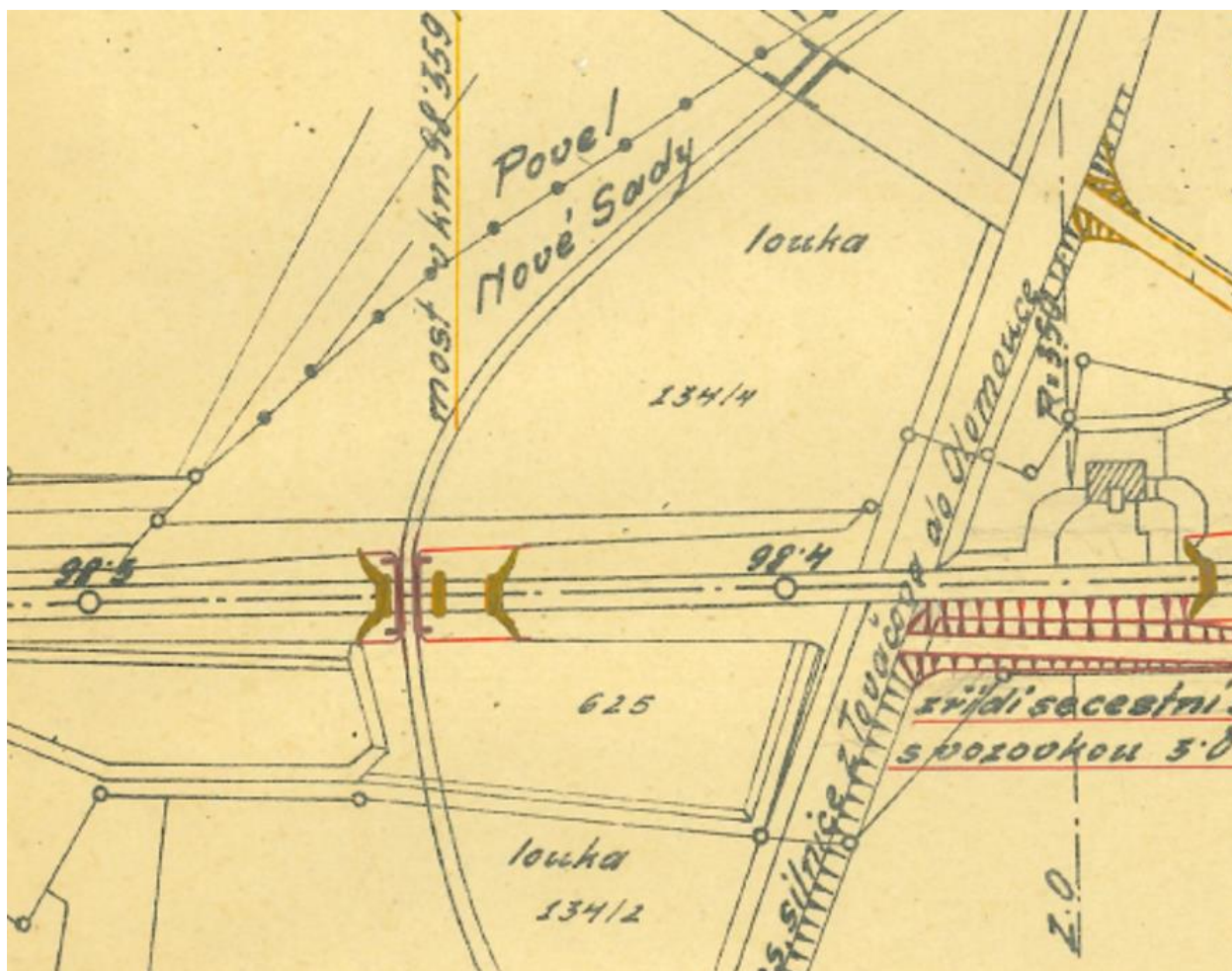
Lokalita se nachází v bývalé obci, nyní městské čtvrti a katastrálním území Nové Sady na jih od centra statutárního města Olomouce (viz *Obr. 1*). Porovnáním historických podkladů a aktuálních map byla určena předpokládaná poloha propustku cca 65 m JZ směrem od osy železničního přejezdu P7598 – Novosadský, tj. přibližně v km 98,400 dle traťového staničení na trati Olomouc-Nezamyslice.



Obr. 1 – Lokalita měření (zdroj: <https://mapy.cz/>)

3. Použité podklady

Jako podklady byly využity materiály předané objednavatelem. Jednalo se o výkresy situace stavby na podkladě archivní mapy, letecké snímky oblasti z let 1938 a 1966 a „prováděcí plán na přestavbu mostu v betonovou rouru v km 98,359“. Zde uvedené staničení objektu (viz *Obr. 2*) se liší od předpokládaného staničení objektu určeného dle aktuálního traťového staničení vyznačeného in-situ, tedy cca km 98,400. Propustek je zde vejčitého průřezu s vnitřním průměrem cca 1,5 m a tloušťkou stěny cca 0,4 m. V archivní mapě je propustek zakreslen v místě JZ pole mostního objektu o dvou polích, každé o světlosti cca 6 m. Podpěry s křídly vymezují MO ve staničení cca km 98,396 až 98,411 se střední podpěrou cca v km 98,403. Hloubka propustku je v jeho nejvyšším místě (osa koleje) 1,67 m pod plání tělesa železničního spodku.



Obr. 2 – Lokalizace propustku v archivní mapě (podklad objednatele)

4. Metody průzkumu a technické vybavení

GPR je druh radarového zařízení, které umožňuje detekci objektů a rozhraní pod zemským povrchem. Pomocí georadaru může být detekován jakýkoli objekt, který má odlišné elektromagnetické (EM) vlastnosti než okolní zeminy, určena jeho velikost, tvar a poloha. GPR systém používá krátké impulzy EM energie. Když impuls dosáhne rozhraní dvou materiálů s různými EM vlastnostmi, část energie se odrazí zpět, zatímco zbytek pokračuje dále do materiálu. Odražená energie je zaznamenána a zobrazena jako křivky skládající se z amplitud na časové ose znázorňující dobu mezi vysláním a přijetím signálu. Pokud se měření opakuje s určitou frekvencí a anténa se pohybuje po měřicí linii, lze takto získat měřicí profil. Měření v jedné poloze antény se nazývá stopa měření. Krok měření je pak vzdálenost sousedních jednotlivých stop v měřicím profilu.

Důležitým údajem při používání GPR je znalost rychlosti šíření emitovaného elektromagnetického záření ve zkoumaných materiálech a vrstvách zemin a hornin. Jestliže je známa rychlost šíření a je změřen čas signálu mezi vysláním a přijetím odraženého signálu, je možné přibližně stanovit hloubku objektu, nebo dielektrického rozhraní (ale i tloušťky jednotlivých vrstev materiálů). Rychlost šíření je však proměnná a závislá na fyzikálních vlastnostech materiálu. Dosah GPR zařízení je v závislosti na vlastnostech prostředí dán především použitou centrální frekvencí / vlnovou délkou. Zatímco dosah GPR s rostoucí vlnovou délkou stoupá, jeho rozlišení se naopak snižuje.

Při měření byly vzhledem k požadovanému hloubkovému dosahu použity ground-coupled antény TR DUAL-F s frekvencemi 200, 400, 600 a 900 MHz spolu s kontrolní jednotkou DAD FastWave výrobce IDS GeoRadar s.r.l. (viz Obr. 3). Sběr dat probíhal pomocí programu K2 FastWave. Pro zpracování a vyhodnocení dat byl využit software ReflexW (K. J. Sandmeier).



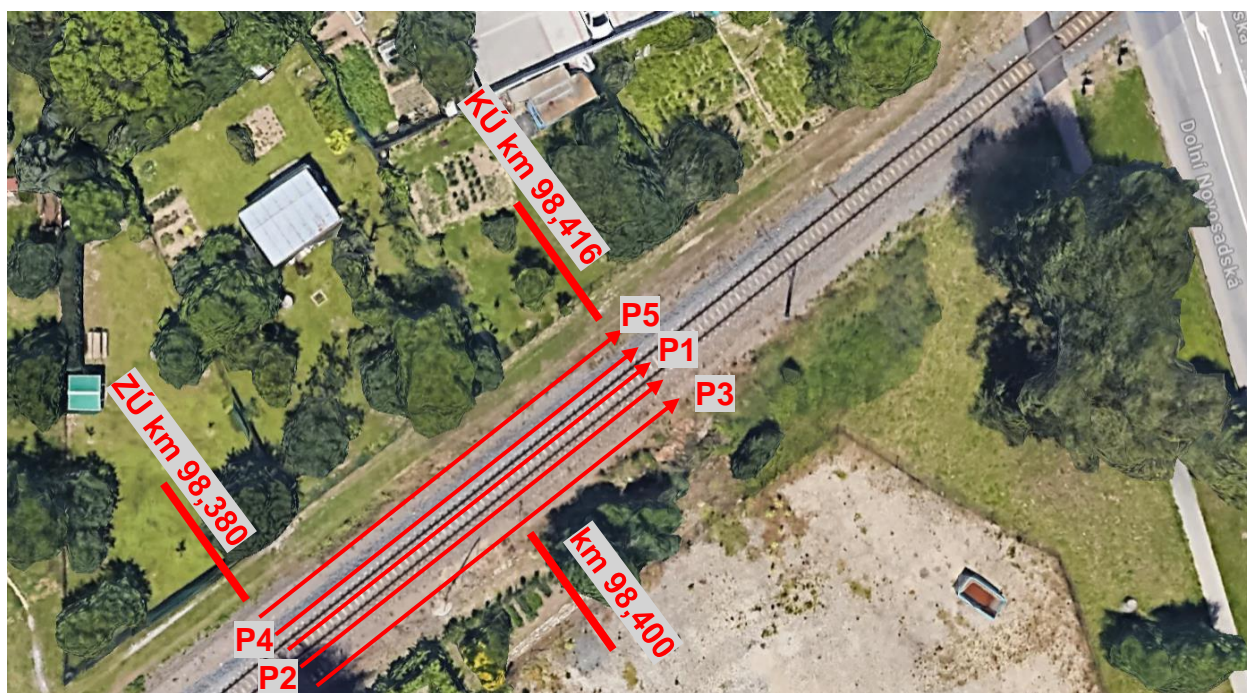
Obr. 3 – použité GPR vybavení

5. Postup sběru dat

Měření bylo uskutečněno 10. října 2024 v pěti paralelních profilech vedených rovnoběžně s osou koleje ve směru staničení. Antény byly taženy ručně po povrchu a staničení bylo měřeno připojeným odometrem. Začátek profilů je situován v místě lepeného izolovaného styku kolejnic (LIS) v km 98,380. Délka profilů je cca 36 m. Staničení profilů je orientováno ve směru staničení tratě, konec profilů tedy odpovídá staničení km 98,416. Bylo změřeno a vyhodnoceno přibližně 180 m profilů, a to pro každou z použitých frekvencí, celkem tedy 720 m. Pozice profilů je vyznačena na *Obr.4*.

- **Profil P1** je veden v ose koleje
- **Profil P2** je veden po šterkové loži za hlavami pražců vpravo ve směru staničení (1,5 m od osy koleje)
- **Profil P3** je veden po stezce vpravo ve směru staničení (3,0 m od osy koleje)
- **Profil P4** je veden po šterkové loži za hlavami pražců vlevo ve směru staničení (1,5 m od osy koleje)
- **Profil P5** je veden po stezce vpravo ve směru staničení (2,6 m od osy koleje)

Hloubkový dosah závisel na lokálních podmínkách a odpovídal zvoleným centrálním frekvencím GPR vybavení. Časové okno záznamu bylo stanoveno jednotně pro všechny frekvence na 100 ns, což by při rychlosti průchodu signálu 10 cm/ns odpovídalo dosahu cca 5 m. Krok měření byl zvolen 0,02 m. Počet vzorků/datových bodů na stopě byl zvolen 1024.



Obr. 4 – Umístění a orientace měřících profilů (<https://www.google.com/maps/>)

6. Vyhodnocení měření

Výstupem profilových GPR měření jsou tzv. B-skeny. Jde o svislé řezy s velikostí amplitudy registrované odražené vlny vyjádřené pomocí barevné škály a s přiřazenou orientační hloubkovou osou. Výřezy radargramů s grafickými poznámkami vložené v této zprávě, jsou pouze ilustrativní a zjednodušené výstupy ze specializovaných programů. Identifikace a určení pozic rozhraní a vyhodnocení anomálií probíhalo za použití více algoritmů vyhodnocení záznamu, které nemohou být sloučeny v jeden souhrnný grafický výstup. Hodnoty staničení jsou zde uvedeny dle staničení měřících profilů v metrech. Vyhodnocení je rozděleno primárně dle čísel profilů, kde jsou poté pro daný profil zhodnoceny výsledky měření různými frekvencemi (radargramy). Radargramy jsou značeny dle čísla profilu a následně dle použité frekvence.

Profil P1 (osa koleje)

Na radargramu o frekvenci 200 MHz nelze jednoznačně vlivem stínění pražců detekovat významnější anomálie, které by odpovídaly předmětu měření. U frekvencí 400, 600 a 900 MHz je možné identifikovat anomálie, které by mohly odpovídat mostním opěrám (líce ve st. 10,5 a 28,5) a podpěře s osou ve st. 20,2 (frekvence 600 a 900 MHz). Uvedené je znázorněno na interpretaci radargramu P1-600.

Profil P2 (štěrka vpravo)

Na radargramech o všech použitých frekvencích lze detekovat anomálie vyhodnocené jako mostní opěry. Díky poloze profilu až za hlavami pražců lze oproti profilům P1 určit rozměry podpěr v podélné ose a jejich přesnější polohu. Levou (ve směru staničení) opěru o šířce 1 m lze lokalizovat ve st. 8,9 - 9,9, pravou ve st. 29,9 – 30,9 a to od hloubky již 0,5 m pod povrchem (štěrkové lože). Prostor mezi podpěrami odpovídá cca 20 metrům. Na rozdíl od měření v P1 není detekována anomálie v oblasti střední podpěry. Uvedené je znázorněno na interpretaci radargramu P2-900.

Profil P3 (stezka vpravo)

Kromě radargramu s frekvencí 900 MHz lze identifikovat anomálie odpovídající pravděpodobně opěrám/křídům opěr mostního objektu osově ve st. 10,0 a 30,5. Levá opěra (na radargramu ve smyslu staničení) značně výraznější než pravá. Na počátku profilu se objevuje výrazná anomálie zasahující do hloubky min. 2,5 m způsobená pravděpodobně napojením LIS. Uvedené je znázorněno na interpretaci radargramu P4-200.

Profil P4 (štěrka vlevo)

Na radargramech o všech použitých frekvencích lze detekovat anomálie vyhodnocené jako mostní opěry. Staničení odpovídá přibližně profilu P2. Stejně jako u profilu P5 lze navíc detekovat spojitě, plynule stoupající rozhraní po celé délce profilu s hloubkou cca 2,8 m na počátku profilu a 2,3 m na konci profilu. Ve staničení 32 až 36 je dále patrné rozhraní, které by mohlo odpovídat části přechodové konstrukce MO, Uvedené je znázorněno na interpretaci radargramu P4-600.

Profil P5 (stezka vlevo)

Na radargramech o všech použitých frekvencích lze detekovat anomálie vyhodnocené jako mostní opěry/jejich křídla a to osově ve st. 10,2 resp. 30,1. U frekvencí 200 – 600 MHz lze navíc detekovat

spojité, plynule stoupající) rozhraní po celé délce profilu s hloubkou cca 2,2 m na počátku profilu a 1,6 m na konci profilu. Uvedené je znázorněno na interpretaci radargramu P5-600.

7. Závěr

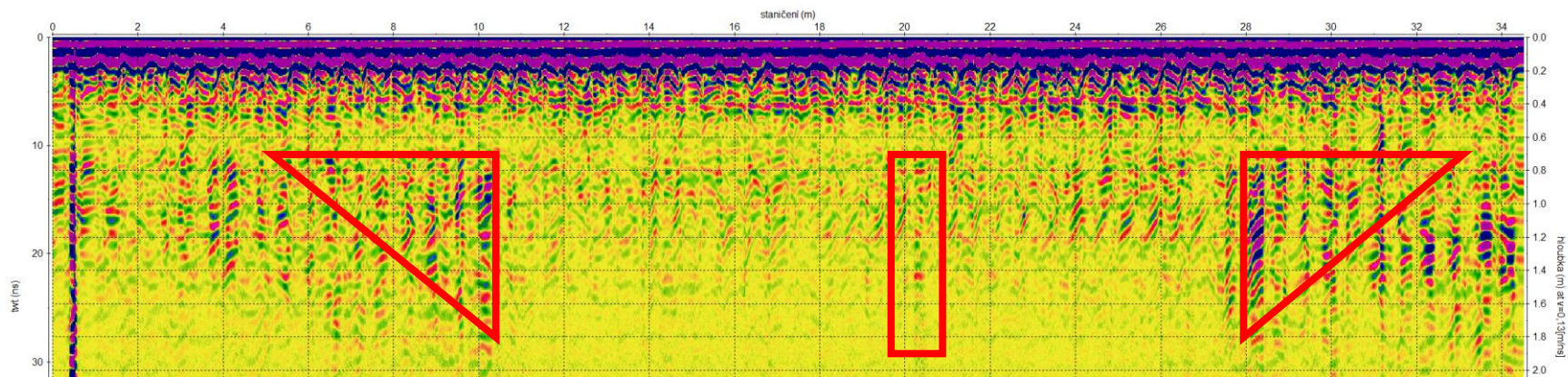
Na základě objednávky diagnostického průzkumu úseku žel. tratě, Olomouc – Nezamyslice bylo provedeno GPR měření v rozsahu pěti paralelních profilů o délce cca 36 m. Jednalo se o multifrekvenční měření v koleji a na zemním tělese s následným zpracováním naměřených dat, interpretací radargramů a vypracováním technické zprávy. Po zpracování dat a vyhodnocení/interpretaci radargramů (viz níže) lze výsledky průzkumu shrnout v následujících bodech:

- byly detekovány anomálie odpovídající pravděpodobně reliktním opěr mostního objektu přibližně v km 98,390 a 98,410 včetně navazujících křídel,
- mostovka uvažovaného MO nebyla detekována,
- anomálie detekovaná v ose koleje v km 98,400 může odpovídat reliktu střední podpěry mostního objektu,
- lineární anomálie v levé části zemního tělesa lze interpretovat jako rozhraní vrstev o různé propustnosti vody, která se dostává do tělesa z terénu severně od trati,
- v levé části trati (severní - orientace ve směru staničení trati) v m 12,5 - 16 profilů je předpoklad méně homogenního materiálu, resp. hrubší frakce; jinak nejsou významnější rozdíly v materiálu
- **propustek s předpokládaným umístěním v levém (dle směru staničení) poli mostního objektu nebyl detekován** a na základě naměřených dat není umístění jeho nevyplněného tubusu příliš pravděpodobné.

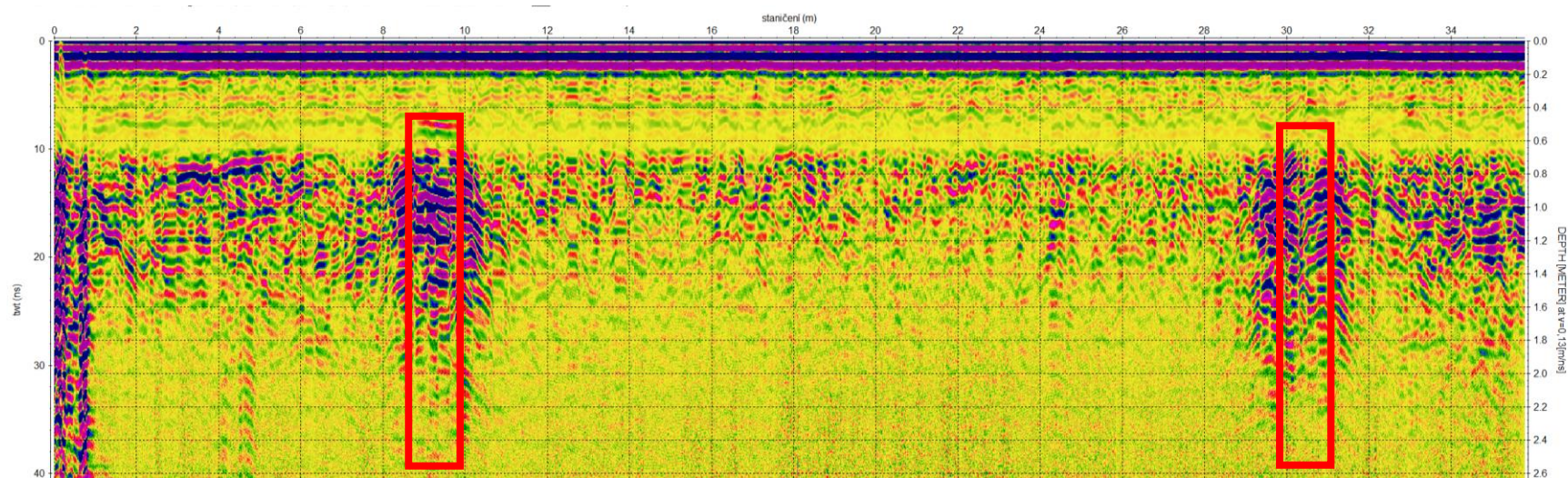
Je nutné mít na zřeteli, že georadar je geofyzikální metoda nepřímá, jejíž výsledky/závěry závisí na částečně subjektivní interpretaci radargramů. Je tedy nutné jejich přímé ověření, např. sondou.

Vložené interpretace radargramů

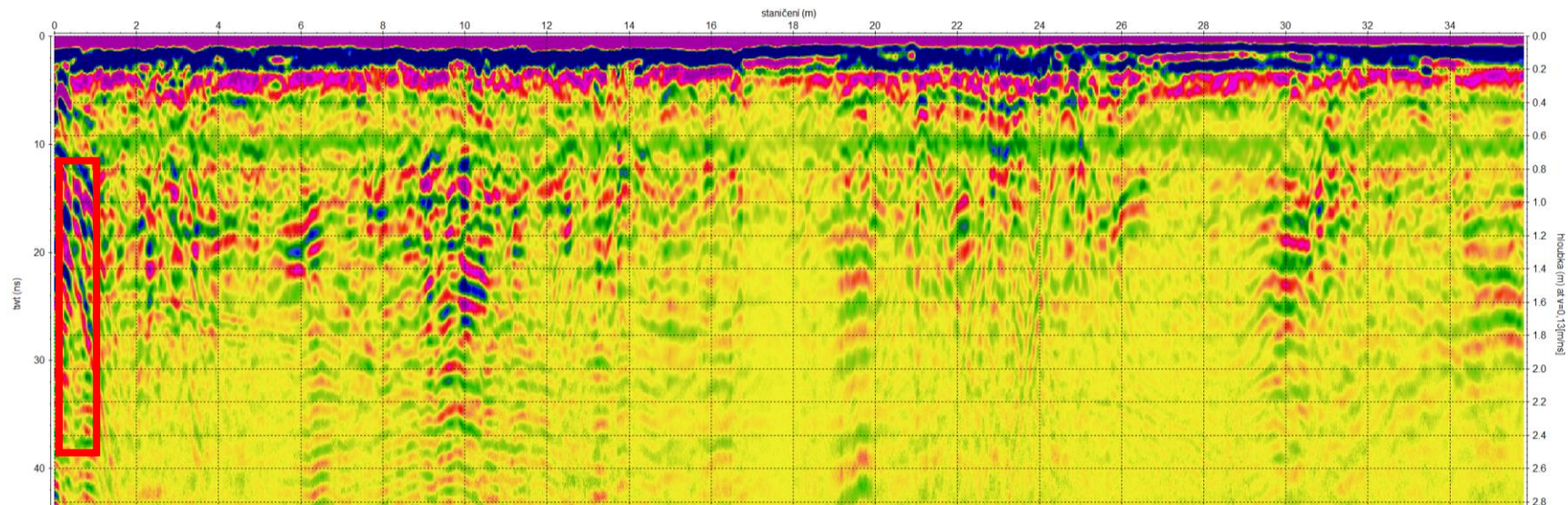
P1-600 (osa koleje)



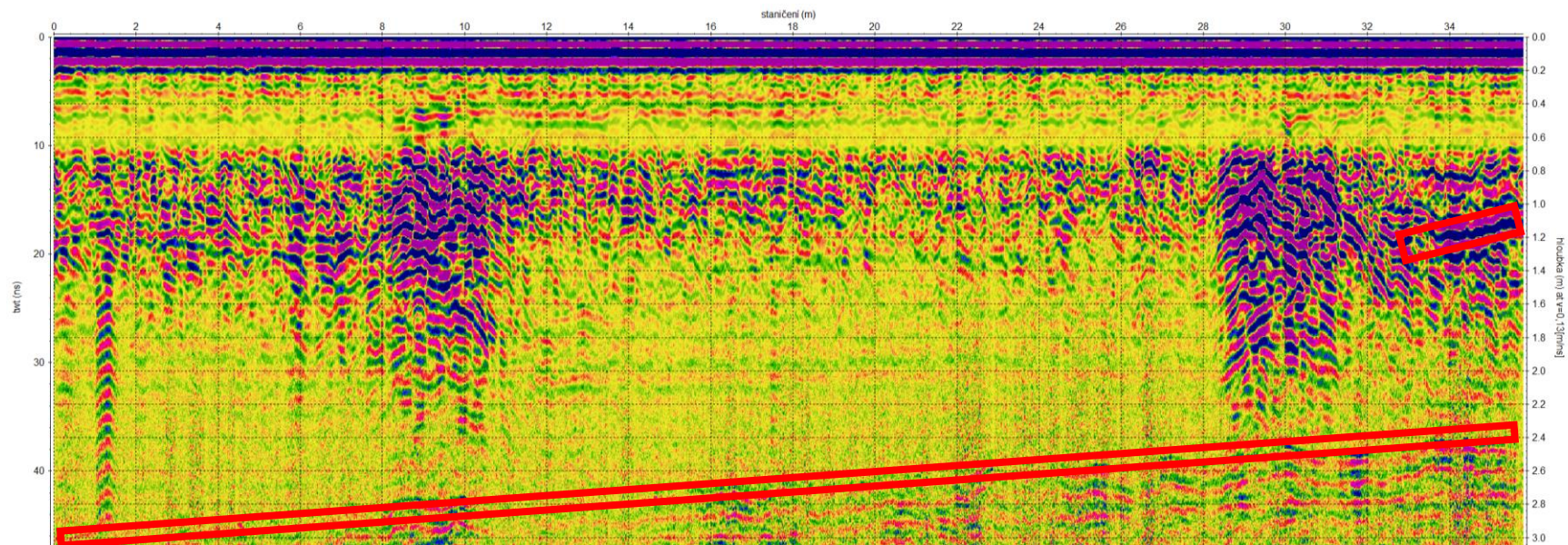
P2-600 (štěrk vpravo)



P3-200 (stezka vpravo)



P4-600 (štěrk vlevo)



P5-600 (stezka vlevo)

