

Název diagnostiky:

Diagnostika podloží PK - Pardubice, Palackého třída

Datum provedení:

duben 2017

Provedl:

Katedra dopravního stavitelství, Dopravní fakulta Jana Pernera, UPa

Stručný popis:

Detekce dutin a kaveren v podloží vozovky průtahu silnice I/36 – Palackého třída georadarem ve vybraném jízdním pruhu přibližně 1 m od obruby, jako doplňující průzkum během rekonstrukce PK.

1 Důvod provedení diagnostiky

Měření bylo provedeno na základě výskytu kaveren a následného propadu vozovky během rekonstrukce. Z tohoto důvodu byla provedena doplňková diagnostika PK georadarem za účelem detekce dalších možných dutin a kaveren.

2 Sledovaný úsek vozovky

Délka: 0,331 km

Jízdní pruh: pravý (severní)

Odfrézovaná obrusná vrstva vozovky a dlažba v zastávkovém zálivu. Velké množství zmapovaných i nezmapovaných inženýrských sítí, indukční smyčky, trolejové vedení a současně projíždějící vozidla. Sanace objevené kaverny po frézování betonovou směsí.



Obr. 1: Fotografie z místa měření

3 Provedení diagnostiky

3.1 Popis metody/zařízení

Zařízení GPR umístěno na ručním měřicím vozíku skládající se z těchto součástí:

- vícekanálová řídicí jednotka,
- Air-coupled anténa o frekvenci 2 GHz,
- dvoufrekvenční ground-coupled anténa o frekvenci 400/900 MHz
- toughbook pro ovládání měření a záznam dat,
- příslušenství ve formě baterie, propojovacích a datových kabelů,
- zařízení pro měření ujeté vzdálenosti - odometer.

Měření bylo provedeno v měřicím profilu tzv. B-scannu v místě vnější stopy vozidla. Měřeno bylo dvakrát s opačnou orientací (tam a zpět).

Vzhledem k malé délce úseku a požadovanému dosahu (až 4 m) byla použita ground-coupled anténa určená na měření v přímém kontaktu s povrchem vozovky. Z tohoto důvodu byl použit výše zmíněný ruční vozík a měření tedy probíhalo rychlostí chůze. Kombinace použitých antén umožňovala jak přesné stanovení tloušťek konstrukčních vrstev vozovky, tak požadovaný dosah měření.

Použitá sestava je znázorněna na obr. 2.



Obr. 2: Sestava georadaru pro měření s air-coupled i s ground-coupled anténou

3.2 Popis postupu měření

Při sběru dat byl použit software K2 FAST WAVE navržený pro práci s IDS DAD FastWave řídicími jednotkami. K2 FastWave poskytuje nástroje pro nastavení parametrů při sběru dat, nastavení antén a kalibraci jednotlivých kanálů. Umožňuje také předběžné stanovení rychlosti šíření signálu. Tento systém může být připojen k GPS a dalším externím zařízením jako digitální kamera apod.

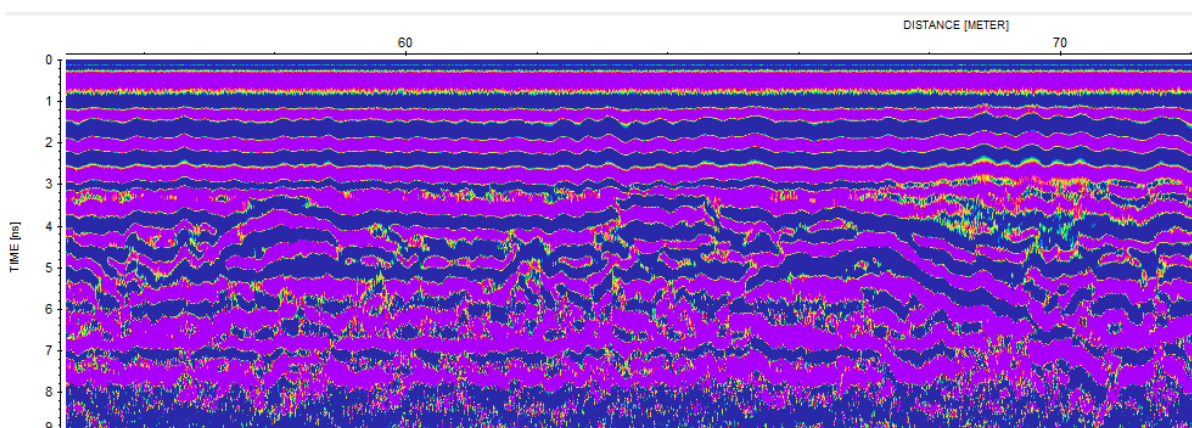
Po sestavení systému a jeho upevnění na měřicím vozíku následovalo jeho nastavení a kalibrace. Nejprve byl nastaven počet a druh antén, nastavena poloha vysílačů a přijímačů vzhledem ke zvolenému

relativnímu souřadnicovému systému. Dále byla provedena kalibrace měřícího kolečka. Po těchto činnostech následovalo vlastní nastavení pro sběr dat v programu K2 Fast Wave.

Konkrétně byl zvolen časový interval (*time window, range*) [ns] záznamu odraženého signálu pro každou jednotlivou frekvenci. Pro frekvenci 2000MHz byla tato hodnota na 15ns, pro frekvenci 900MHz na 60ns a pro frekvenci 400MHz na 90ns. Poté byla zadána předpokládaná rychlost šíření [m/ns] v diagnostikovaném médiu. Na základě těchto hodnot byla předběžně vypočtena maximální hloubka, ze které je odražený signál zaznamenáván. Po určení časového intervalu bylo další fází nastavení počtu vzorků (512, resp. 1024) pro záznam stopy odražené vlny. Následovalo nastavení faktoru odometru, konkrétně násobku, kterým je určen faktor měřítka ujeté vzdálenosti. Posledním krokem byla automatická kalibrace systému pro konkrétní prostředí na měřícím profilů.



Obr. 3: Situace s vyznačením měřícího profilu



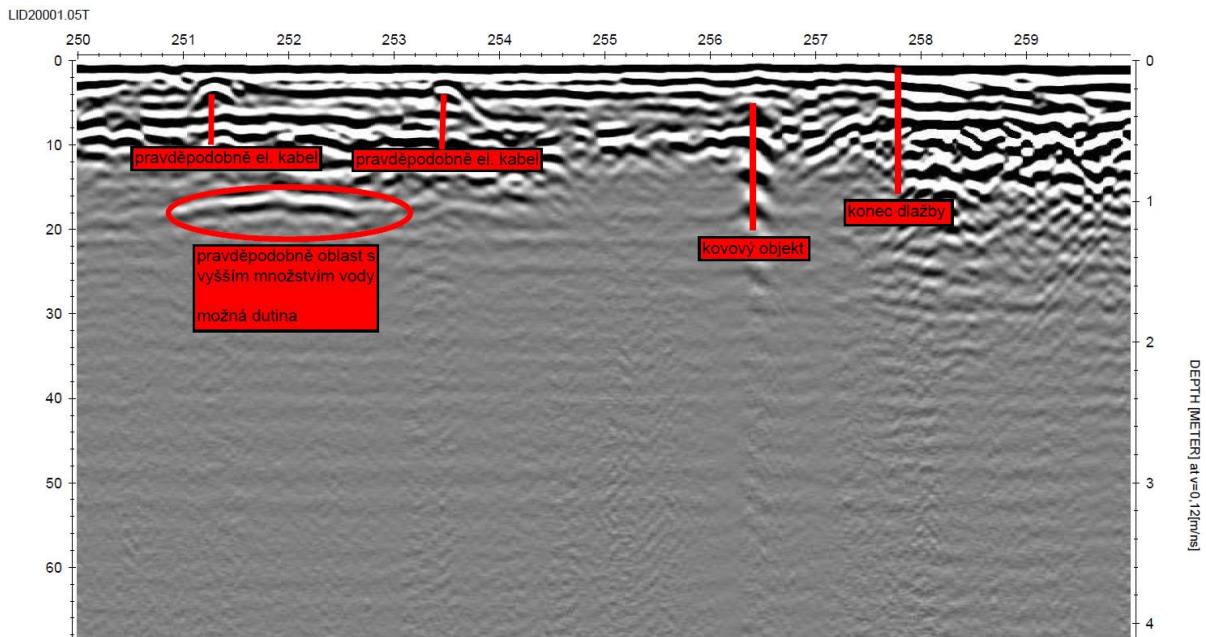
Obr. 4: Příklad radargramu – záznamu měření

4 Výstupy měření

Zpracování dat a jejich vyhodnocení včetně tvorby grafického výstupu probíhalo v programu ReflexW.

Jako jeden z prvních kroků zpracování dat po měření byla provedena úprava horizontálního i vertikálního měřítka, nastavení vertikálního rozsahu a další úpravy související s upřesněním rychlosti šíření signálu měřeným prostředím. Dalším krokem bylo odstranění inherentního nelineárního šumu o nízké frekvenci, který je vztažen k charakteristikám použité antény. Tímto filtrováním byly odstraněny nízkofrekvenční složky signálu každé stopy, které jsou zapříčiněny EM indukci v aparatuře („vnitřním šumem systému“). Dalším z aplikovaných kroků zpracování dat bylo také nastavení počátečního nulového odrazu a kompenzace vertikálního pohybu horní antény. Následovalo odstranění pozadí způsobujícího šum ve formě tzv. horizontálních pruhů v záznamu měřených profilů. Tento jev je způsoben tzv. „zvonením“ některých antén, jehož příčina může být jak „šum systému“, nebo externí EM rušení, ale také odrazy od povrchových objektů, které mají stejnou vzdálenost od antény jako vyhodnocované odrazy z diagnostikovaného materiálu. Ke zvýraznění utlumených odrazů byla poté použita funkce *pro zvýšení zisku signálu*, která umožnila identifikaci a vyhodnocení i anomálií ve větších hloubkách. Lokálně byly použity i další algoritmy postprocessingu ke zvýraznění různých druhů nehomogenit.

Po výše uvedeném zpracování dat následovala identifikace jednotlivých nehomogenit. Jako poslední krok pak bylo provedeno nastavení parametrů pro vykreslení měřicího profilu a vlastní export grafického výstupu s vyznačením nehomogenit viz. Obr. 5.



Obr. 5: Příklad vyhodnocení záznamu (400 MHz)

5 Závěr

Měření a následným zpracováním dat byla lokalizována místa výrazných nehomogenit. Tyto nehomogenity byly poté částečně identifikovány na základě dostupných informací o poloze inženýrských sítí a konstrukci pozemní komunikace.

Rychlost šíření signálu byla nastavena v závislosti na předpokládaných materiálech konstrukce vozovky a materiálů podloží. Pro přesnější nastavení rychlosti by bylo nutné provedení podrobnějšího průzkumu a doplnění dat z jádrových vrtů nebo kopaných sond.

Faktory, jež ovlivnily možnost detekce a přesného určení polohy jednotlivých rozhraní, byly kromě inherentních faktorů GPR systému také vlivy vnější. Jednalo o zařízení a stroje stavby a především vlivy z motorové dopravy na dané komunikaci. Tyto mají za následek překrytí některých relevantních odrazů.