

## Oponentní posudek disertační práce

ve studijním programu Technika a technologie v dopravě a spojích  
studijního oboru Dopravní prostředky a infrastruktura

Doktorand: Ing. Radek Matula  
Název práce: Nedestruktivní diagnostika konstrukcí vozovek pozemních komunikací georadarem  
Školitel: prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., MBA

Posudek vypracovala doc. Ing. Marta Kořenská, CSc. na základě výzvy předsedy komise č.j. dfj/1349/13 v požadované struktuře.

a) k aktuálnosti daného tématu

Téma disertační práce „Nedestruktivní diagnostika konstrukcí vozovek pozemních komunikací georadarem“ směřuje k vyvinutí nedestruktivní techniky pro určení přesných poloh výztužných prvků (kluzných trnů a kotev) v cementobetonových (dále CB) krytech vozovek. Disertační práce je součástí výzkumného projektu řešeného v Centru dopravního výzkumu, v.v.i. (CDV), který zkoumá vliv míry nesprávného uložení výztužných prvků na kvalitu výsledného díla a mechanismy, které se přitom uplatňují. Aktuálnost předložené disertační práce je tak velmi vysoká, neboť je podkladem pro novou aplikaci georadaru a rozšiřuje tak oblasti jeho efektivního využití.

b) ke zvoleným metodám zpracování

Metodika měření vycházela z předpokladu, že ke stanovení dosažitelné přesnosti polohy kluzného trnu nebo kotvy georadarem je nutné znát jejich skutečnou polohu. Pro první fázi experimentu byly zhotoveny vzorky z materiálů odpovídajících jejich používání při stavbách vozovek. Po realizaci rozsáhlých laboratorních experimentů byla stanovena metodika pro měření in-situ. Na základě výsledků laboratorních měření (zkreslení a snížení přesnosti měření v kritických místech) byl navržen a zkonstruován speciální vozík se dvěma anténami. Použitím vozíku se docílilo zvýšení přesnosti stanovení polohy a současně snížení časové náročnosti.

c) zda práce splnila stanovený cíl

Cíle disertační práce formulované v kapitole 3 jsou shrnuty do tří bodů:

- detekce vychýlení výztužných prvků v CB deskách a zjištění přesnosti jejich lokalizace
- detekce a zjištění přesnosti při stanovení tloušťky CB krytu
- detekce rozhraní CB krytu a nadměrného obsahu vody v konstrukčních vrstvách vozovek.

V disertační práci bylo prokázáno, že pomocí georadaru lze provádět kontrolu polohy zabudovaných výztužných prvků s dostatečnou přesností. Vytčené cíle lze považovat za splněné.

d) k výsledkům disertace s uvedením, zda a jaké nové poznatky přinesla

Výsledky disertace jsou prezentovány v mnoha tabulkách a grafech, přehledně pak shrnuty v kapitole 5, str. 114 – 121. Na základě předložených výsledků lze konstatovat, že při laboratorních měřeních bylo dosaženo vysoké přesnosti stanovení polohy výztužných prvků v měřených deskách a současně byla zjištěna kritická místa (konce kluzných trnů v blízkosti spáry), která snižují přesnost měření. Při zkouškách in-situ byly sledovány možné anomálie vzniklé z různých důvodů při pokládce CB krytu vozovky a jejich identifikace pomocí



georadaru. Za účelem verifikace výsledků byla navíc realizována ověřovací měření pomocí dalších nedestruktivních metod.

Při stanovení polohy kluzných trnů a kotev v terénu lze dosáhnout:

v horizontálním směru (na konci úseku délky 11,5 m) přesnosti +/- 15 mm

ve vertikálním směru (pro kryt tl. 300 mm) přesnosti +/- 10 mm.

Hodnoty rychlosti šíření EM signálu v CB krytech se nacházely v intervalu 0,085-0,114 m/ns a hodnoty relativní permitivity materiálů CB krytů se nacházely v intervalu 6,9 – 12,5.

e) k významu pro praxi nebo vývoj vědy

Disertační práci považuji (jak je uvedeno v úvodu posudku) za integrální součást výzkumného projektu řešeného v CDV, který zkoumá vliv míry nesprávného uložení výztužného prvku na kvalitu výsledného díla a mechanismy, které se přitom uplatňují. Těžištěm bezprostředního významu disertační práce pro praxi je využití potenciálu georadarové metody, který umožňuje provádět monitorování problematických úseků vozovek v časových odstupech. Hlavní význam disertace pro rozvoj vědního oboru spočívá v tom, že přinesla přesvědčivé důkazy o tom, že navržená metodika měření georadarem umožňuje získat relevantní informace o fyzikálních vlastnostech materiálů CB krytů a s dostatečnou přesností stanovit polohy výztužných prvků.

f) k formální úpravě mám následující připomínky:

- pro větší přehlednost by bylo vhodné kap. 4.9 (str. 113) zařadit před kap. 4.4 str. (52)
- postrádám seznam použitých symbolů
- často se vyskytuje nejednotná terminologie v tabulkách, dielektrická konstanta (Tab. 6, str. 33), relativní permitivita (Tab. 11, str.36)
- v případě Tab. 6, str. 33 se v posledním sloupci zřejmě jedná o měrnou elektrickou vodivost
- relativní chyba měření  $\delta_x$  (7), relativní chyba měření  $\sigma_r$  (8), str. 44
- kap. 6.1, str. 123 – chybně uvedená č. obr. 109 a 110, včetně chybného popisu.

V rámci vědecké rozpravy k disertační práci mám na disertanta následující dotazy:

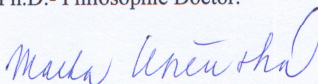
1. S jakým koeficientem (vyjadřujícím spolehlivostní interval) byly vypočteny relativní chyby tl. CB desek (str. 114)? Předpokládám, že byly pro výpočet použity hodnoty z Tab. 24 (str. 59) a Tab. 27 (str. 63).
2. Rozveďte diskuzi k obr. 104 (str. 115) a k obr. 106 (str. 117), zaměřte se na výsledky lineární regrese.

Závěr:

Konstatuji, že předložená disertační práce splňuje všechny požadavky, které jsou na disertační práci kladeny. Přínosy autora k naplnění cílů práce jsou jasně formulovány. Vytknuté formální nedostatky považuji za nepodstatné a mým míním je spíše jako doporučení pro další vědecké práce autora.

Proto doporučuji, aby práce byla přijata k obhajobě a po úspěšné obhajobě doktorské disertační práce byla Ing. Radku Matulovi udělena hodnost Ph.D.- Philosophie Doctor.

V Brně dne 30.10.2013

  
doc. Ing. Marta Kořenská, CSc.  
oponentka