



VÝSTAVBA A SLEDOVÁNÍ MODELU KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ S KONSTRUKČNÍ VRSTVOU Z R-MATERIÁLU

Zpracovali: Ing. Petr Kučera, Ing. Martin Lidmila, Ph.D. (Fakulta stavební ČVUT v Praze)

Souhrn

Klíčovou aktivitou v oblasti použití recyklovaných materiálů v roce 2014 byla výstavba a sledování fyzikálních modelů konstrukce pražcového podloží s konstrukční vrstvou tvořenou 100% recyklovanými asfaltovými směsmi (100% obsah R-materiálu). Na laboratorních modelech v měřítku 1:1 bylo možné provést statické zatěžovací zkoušky a stanovit tak vliv vrstvy, vzniklé hutněním R-materiálu za teploty 100 ± 5 °C, na únosnost konstrukce pražcového podloží. Následně byly modely podrobeny cyklickému zatížení, simulujícímu provoz železniční dopravy, a byla sledována odezva konstrukce na toto zatížení, zejména pak vývoj trvalých deformací na povrchu jednotlivých vrstev konstrukce. Získaná data budou v dalším průběhu řešení projektu použita pro porovnání s modelem konstrukce pražcového podloží s konstrukční vrstvou ze šterkodrti.

Oblast použití

Cílem použití 100% recyklovaných asfaltových směsí v konstrukčních vrstvách pražcového podloží, namísto dnes běžně užívané šterkodrti, je především zvýšení únosnosti konstrukce pražcového podloží při zachování stejné mocnosti konstrukční vrstvy. Další předpokládanou výhodou použití asfaltových materiálů je zlepšení ochrany zemní pláň proti účinkům mrazu a vody. Použití 100% recyklovaných asfaltových směsí lze tudíž považovat za přínosné zejména v místech se zvýšenými nároky na únosnost na pláni tělesa železničního spodku (PTŽS; např. oblasti železničních přejezdů) a v místech, kde je třeba dosáhnout vyšší únosnosti na PTŽS při zachování stávající tloušťky konstrukční vrstvy. Další možnou oblastí použití 100% recyklovaných asfaltových směsí v konstrukčních vrstvách jsou úseky železničních tratí, kde je zemní pláň tvořena namrzavými zeminami nebo zeminami a horninami, jejichž únosnost je významným způsobem negativně ovlivňována pronikáním srážkové vody.

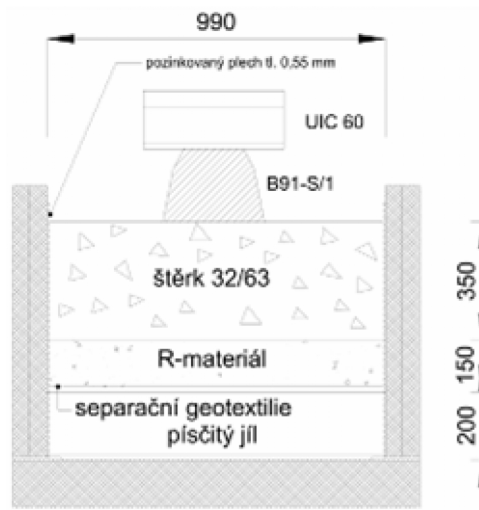
Metodika a postup řešení

Za účelem sledování konstrukční vrstvy tvořené 100% recyklovanou asfaltovou směsí byly

zhotoveny dva laboratorní modely konstrukce pražcového podloží v měřítku 1:1. Materiálové složení obou modelů bylo shodné a je patrné z obr. 1. Oba modely se lišily pouze únosností na vrstvě písčitého jílu, který v modelu simuloval materiál zemní pláň. Konstrukční vrstva tloušťky 150 mm byla tvořena R-materiálem zhutněným při teplotě 100 ± 5 °C. Kolejové lože bylo tvořeno šterkem frakce 32/63 mm.

Cílem provedených prací bylo především:

- stanovení vlivu vrstvy R-materiálu na únosnost konstrukce pražcového podloží,
- sledování rozvoje trvalých deformací v konstrukci při cyklickém zatěžování simulujícím provoz železniční dopravy,
- posouzení vlivu cyklického zatěžování na trvanlivost konstrukční vrstvy z R-materiálu.



Obr. 1 Složení modelu konstrukce pražcového podloží

Klíčovou činností při výstavbě modelu byl ohřev a pokládka R-materiálu. K ohřevu bylo použito plynových hořáků a běžné stavební míchačky. V průběhu výstavby modelu byly na povrchu každé vrstvy prováděny statické zatěžovací zkoušky dle ČSN 72 1006 [1]. U materiálu zemní pláň byla v průběhu výstavby modelu i při jeho rozebírání stanovena vlhkost a objemová hmotnost [2][3].

Povrch kolejového lože hotového modelu byl zatěžován prostřednictvím jedné poloviny

betonového pražce B91-S/1 s krátkým kusem kolejnice UIC 60. Velikost maximální síly při cyklickém zatěžování, které simulovalo provoz železniční dopravy, byla zvolena na základě výpočtu provedeného v rámci projektu INNOTRACK [4]. Řídící křivka zatížení byla tvaru sinu s maximem 42 kN a minimem 2 kN. Celkem byla konstrukce zatížena 500 000 cykly s frekvencí 3 Hz.

Během cyklického zatěžování byl sledován vývoj deformací v úrovni ložné plochy pražce, na pláni tělesa železničního spodku a na zemní pláni. Měření deformací probíhalo při přerušení cyklického zatěžování v krocích po proběhnutí 100, 1000, 10 000, 50 000, 100 000, 250 000, 375 000 a 500 000 zatěžovacích cyklů.

Při rozebírání laboratorního modelu byla jádrovým vrtáním odebrána zkušební tělesa pro stanovení dalších parametrů 100% recyklované asfaltové směsi. Na tělesech byla stanovena mezerovitost směsi a poté byly provedeny zkoušky pevnosti v prostém tlaku a pevnosti v příčném tahu (ITS).

Výsledky

Vlhkost zeminy při výstavbě obou modelů byla 18,6 %, resp. 18,1 %. Objemová hmotnost při výstavbě modelu č. 1 nebyla určena. Při rozebírání však bylo u obou modelů dosaženo hodnoty cca 1780 kg/m³. Moduly přetvárnosti v úrovni zemní pláně, PTŽS a na povrchu šterku zjištěné při výstavbě obou modelů jsou uvedeny v tab. 1. Patrná je nízká únosnost zemní pláně, vyjádřená moduly přetvárnosti $E_0 = 11,0$ MPa, resp. 19,2 MPa. Aplikací 150 mm silné konstrukční vrstvy z recyklované asfaltové směsi došlo k výraznému zvýšení modulu přetvárnosti, a to v průměru o 2 MPa na každých 10 mm vrstvy.

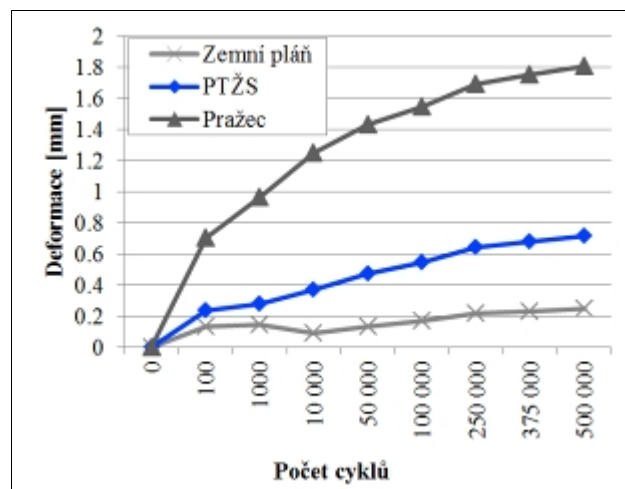
Tab. 1 Moduly přetvárnosti v jednotlivých úrovních

	Teplota [°C]	Modul přetvárnosti [MPa]		
		Zemní pláň	PTŽS	Šterk
Model 1	105	11,0	40,4	78,5
Model 2	97	19,2	48,3	80,7

Vývoj deformací způsobených cyklickým zatěžováním ve sledovaných úrovních modelu č. 2 je zobrazen na obr. 2. Po proběhnutí 500 000 cyklů došlo k deformaci v úrovni ložné plochy pražce 1,81 mm, v úrovni PTŽS 0,72 mm a v úrovni zemní pláně 0,25 mm. Detailnější zhodnocení těchto výsledků bude provedeno na základě porovnání s referenčním modelem s konstrukční vrstvou ze šterkodrti shodné tloušťky, tedy 150 mm.

Výsledky laboratorních zkoušek provedených na zkušebních tělesech z vývrtů odhalily nehomogenitu zhutnění směsi. Mezerovitost se pohybovala

v rozmezí 6,7 - 14,2 % u modelu č. 1 a 12,0 - 17,1 % u modelu č. 2. Rozdíl je patrně dán poněkud odlišnou teplotou hutnění. Pevnost v prostém tlaku dosahovala u zkušebních těles z obou modelů hodnoty 3,8 MPa. Pevnost v příčném tahu pak hodnoty 1,4 MPa, resp. 1,3 MPa.



Obr. 2 Vývoj trvalých deformací při cyklickém zatěžování

Závěr

Na základě výsledků získaných v popsané fázi projektu lze konstatovat, že zřízením konstrukční vrstvy ze 100% recyklovaných asfaltových směsí lze výrazným způsobem zvýšit únosnost konstrukce pražcového podloží. Detailnější zhodnocení, především z hlediska rozvoje trvalých deformací v konstrukci vlivem cyklického zatížení, vyžaduje porovnání s referenčním modelem s konstrukční vrstvou z běžně užívaných materiálů (šterkodrt').

Literatura

- [1] ČSN 72 1006. *Kontrola zhutnění zemin a sypanin*. Praha: Český normalizační institut, 1998. 52 p.
- [2] ČSN CEN ISO/TS 17892-1. *Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 1: Stanovení vlhkosti zemin*. Praha: Český normalizační institut, 2005. 12 p.
- [3] ČSN CEN ISO/TS 17892-2. *Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 2: Stanovení objemové hmotnosti jemnozrnných zemin*. Praha: Český normalizační institut, 2005. 16 p.
- [4] Deliverable 2.1.16 *Final report on the modelling of poor quality sites*, INNOTRACK, 2009.