

ASFALTOVÉ VOZOVKY VYZTUŽENÉ SKLOVLÁKNITÝMI MŘÍŽEMI

Dizertační práce

Autor: Ing. Pavel Šperka, Ph.D.

Školitel: prof. Ing. Jan Kudrna, CSc.

10. září 2025

Cíle práce

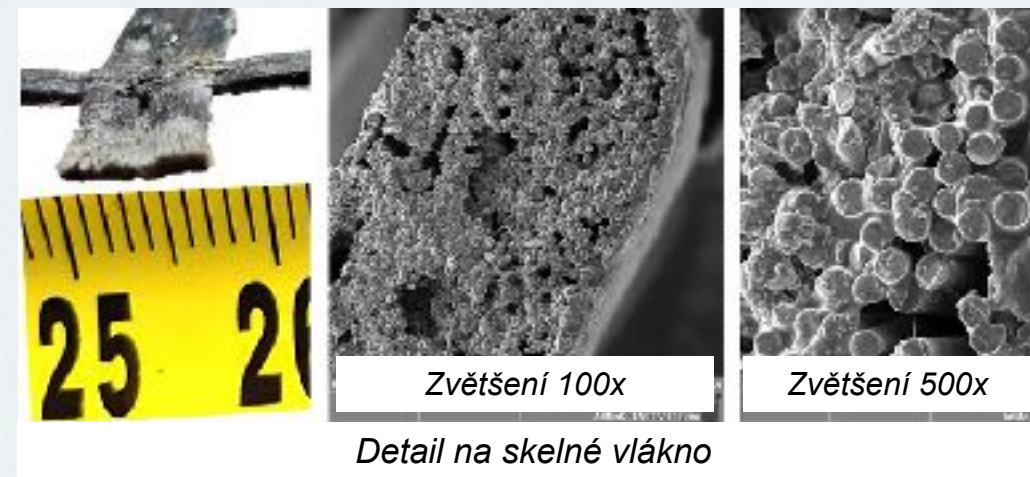
- **Ověření vlivu použití výztužných sklovláknitých geomříží na redukci šíření trhlin v asfaltových vrstvách a prodloužení životnosti netuhých vozovek.**

Dílčí cíle:

- Současný stav poznání, předpisová základna
- Faktory ovlivňující spojení vyztužených asfaltových vrstev
- Stanovení funkčních charakteristik vyztužených souvrství
- Ověření použití výztužných materiálů na pokusných úsecích
- Metodika k používání výztužných geosyntetik pro krajské a místní silnice

Geosyntetika pro asfaltové vozovky

- Geomříž (GGR):
 - samolepící/nesamolepící
 - použití na „hladký“ povrch
- Geokompozit (GCO):
 - sdružený materiál: geomříž + geotextilie
 - použití na frézovaný povrch
- Materiály geomříží:
 - sklo
 - karbon
 - aramid
 - ocel
 - polypropylen, polyester
- Sklovláknité mříže:
 - ze skelných vláken průměru do 20 μm
 - ochranný coating



Experimentální část: použité materiály

- Asfaltové směsi – Asfaltový beton pro obrusné vrstvy:

- **ACO 8**
- **ACO 11+**

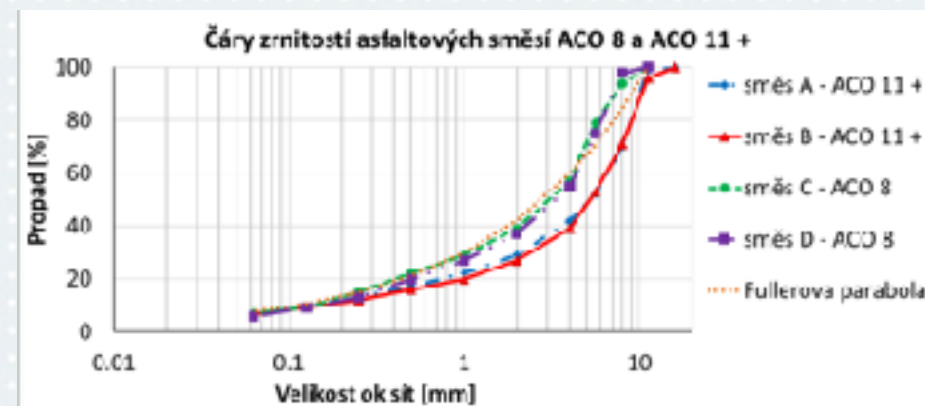
- Výztužné sklovláknité materiály:

- **Mříž 1:** (50 x 50) kN/bm, samolepící
- **Mříž 2:** (100 x 100) kN/bm, samolepící
- **Kompozit 1A:** (50 x 50) kN/bm, lehká textilie – hmotnost < 40 g/m²
- **Kompozit 1B:** (50 x 50) kN/bm, ultralehká textilie – hmotnost < 17 g/m²

Velikost ok osově: (25 x 25) mm

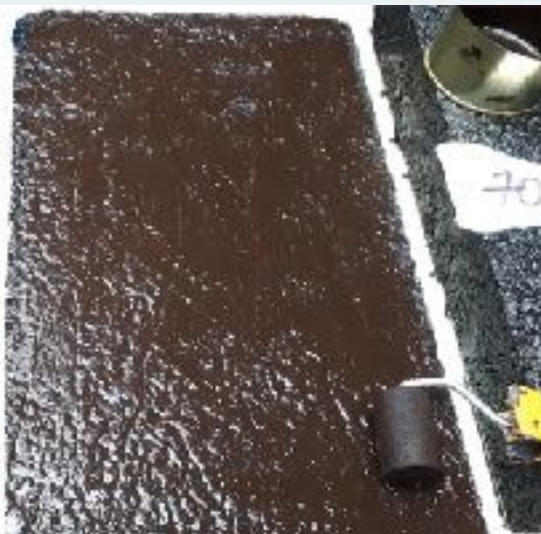
- Modifikované asfaltové emulze:

- **Emulze A** – obsah asfaltu **50 %**
- **Emulze B** – obsah asfaltu **60 %**
- **Emulze C** – obsah asfaltu **70 %**



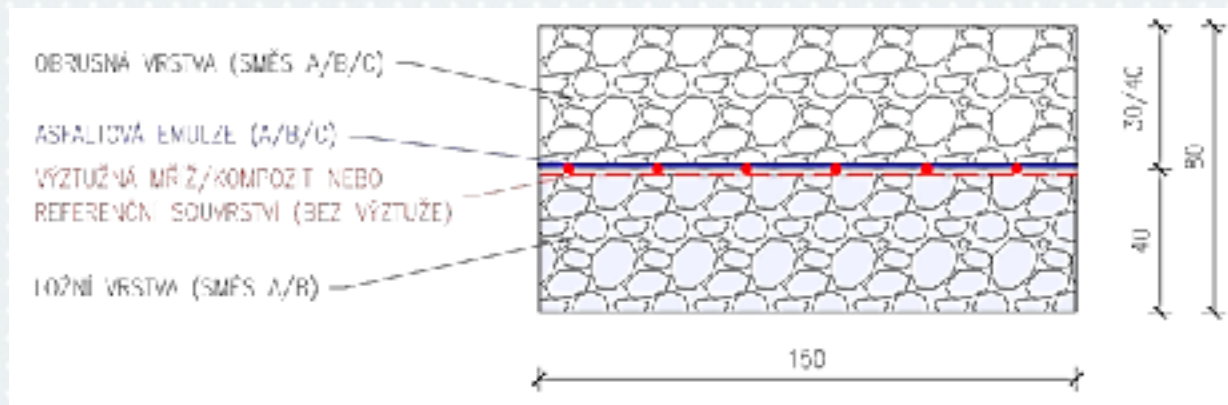
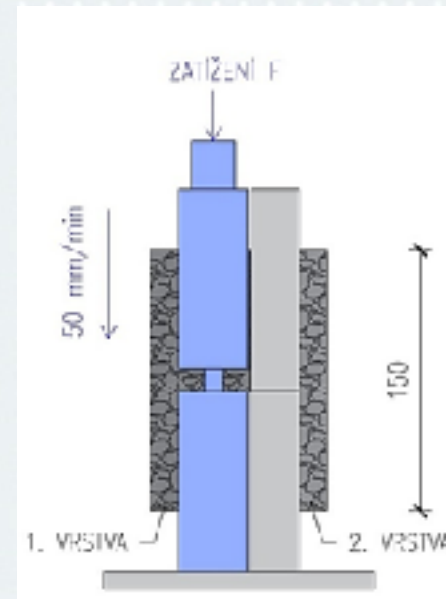
Experimentální část: Příprava zkušebních těles

- Zkušební tělesa získána z vícevrstevných desek (2 či 3 asfaltové vrstvy)
- Desky hutněny segmentovým zhutňovačem (podle ČSN EN 12697- 33+A1)
- Na desky aplikován spojovací postřík a instalovány výztužné materiály



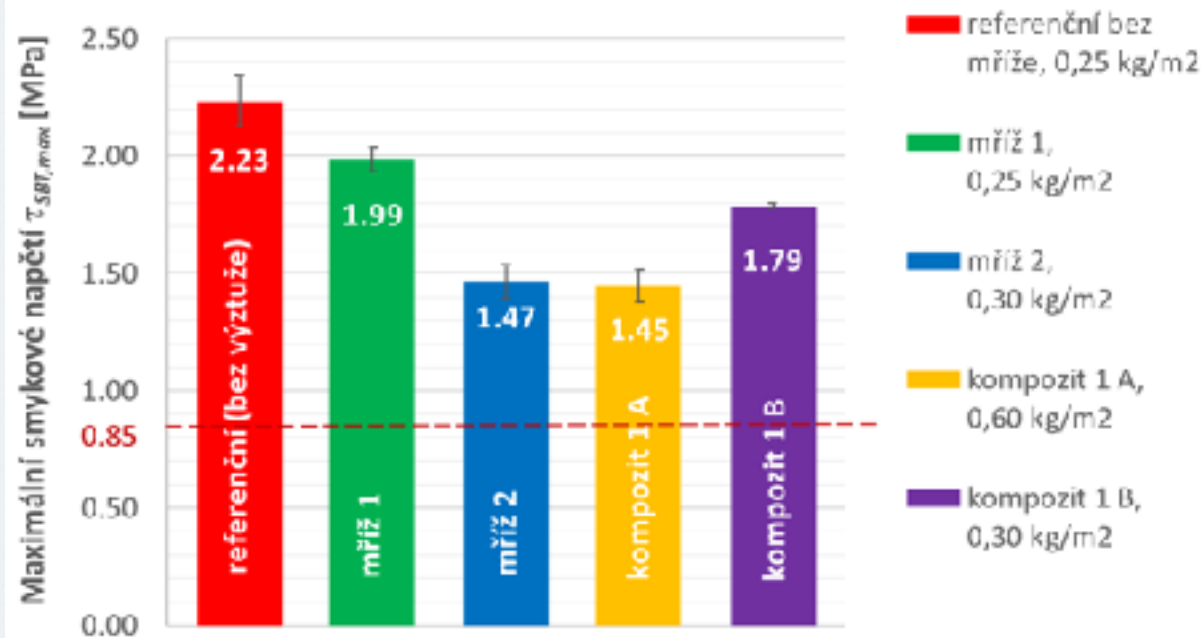
Etapa 1: Spojení vyztužených vrstev

- Smyková zkouška dle Leutnera (podle ČSN EN 12697-48)
- Zkušební teplota: 20 °C
- 2 asfaltové vrstvy: směsi ACO 11 + nebo ACO 8
- Tl. vrstev: 40 mm / 40 mm (resp. 30 mm / 40 mm)
- Na vývrtech průměru 150 mm
- Posuzovány dílčí faktory ovlivňující spojení vrstev

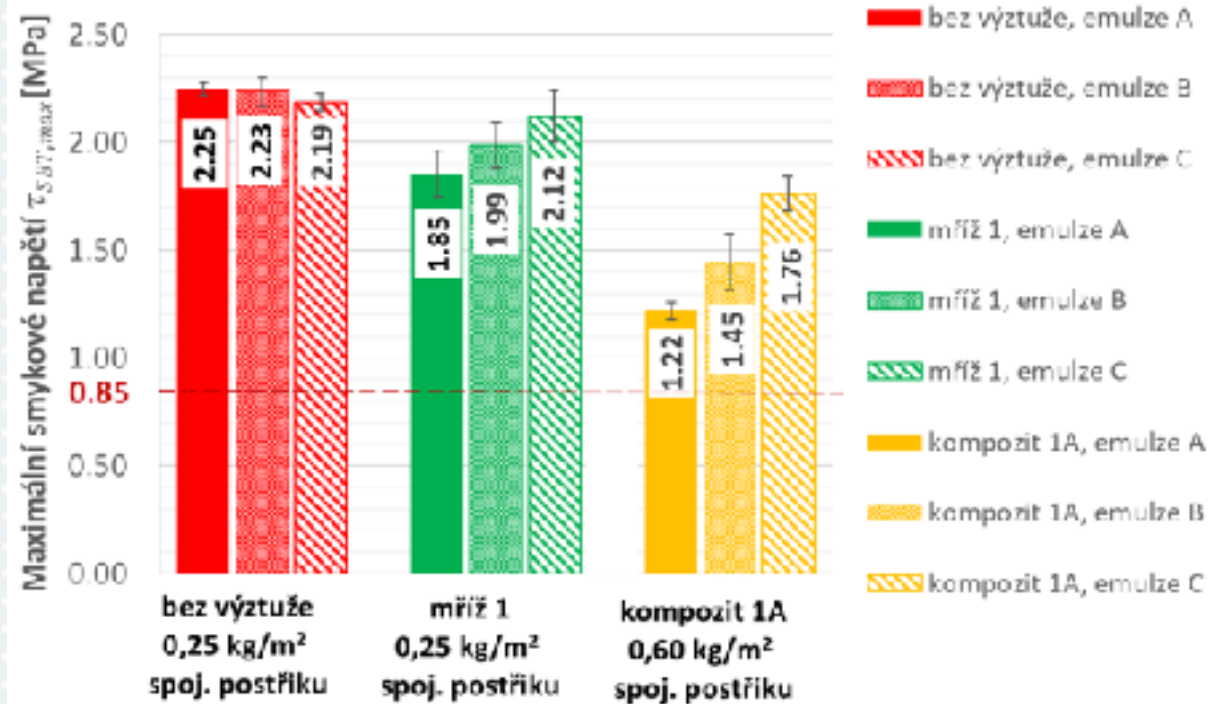


Etapa 1: Spojení vyztužených vrstev

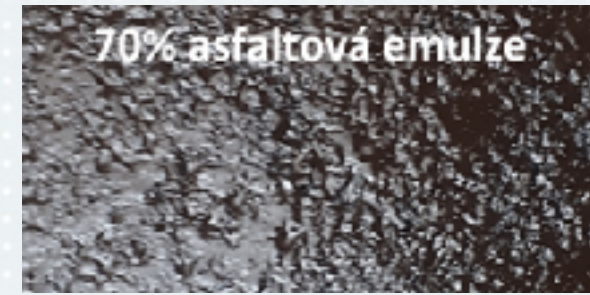
Etapa 1A: Vliv výztužných materiálů na spojení vrstev



Etapa 1B: Vliv obsahu asfaltu v asfaltové emulzi na spojení vrstev



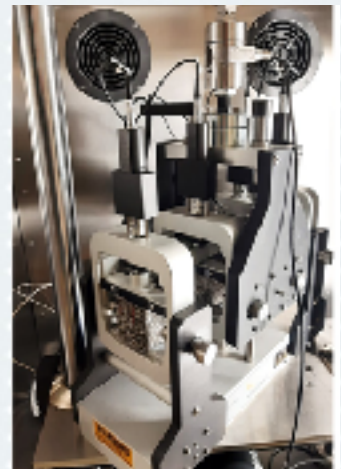
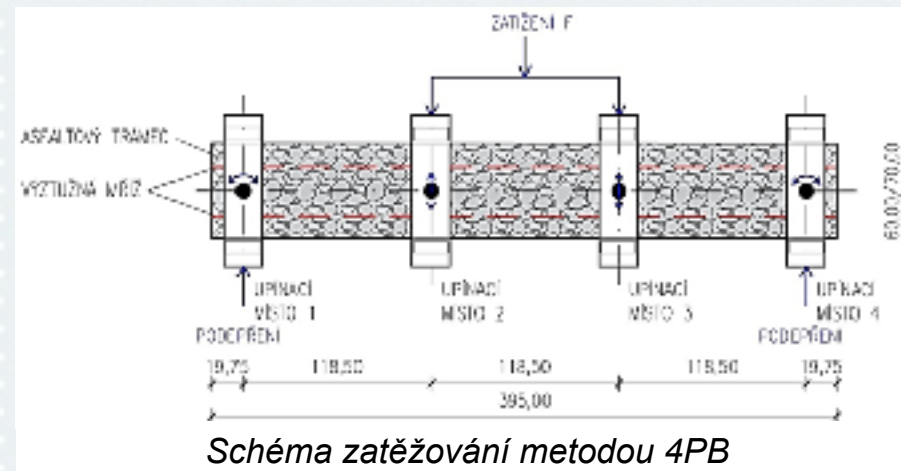
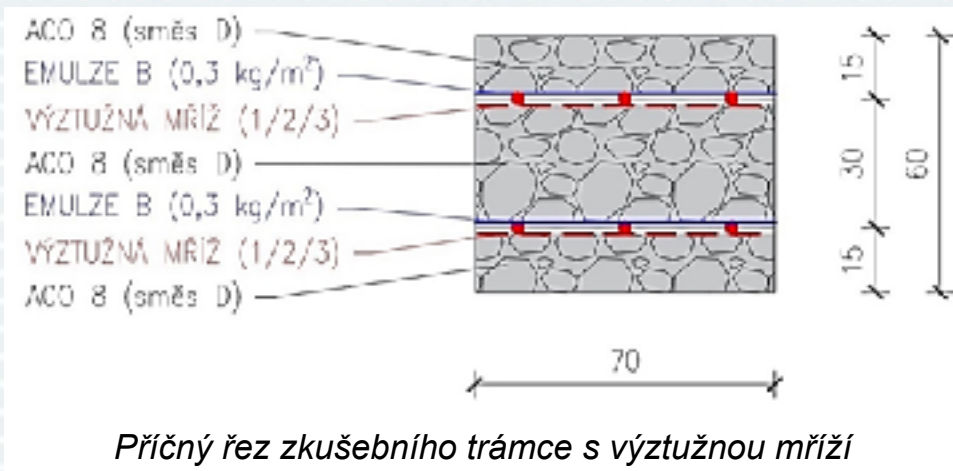
50% asfaltová emulze



70% asfaltová emulze

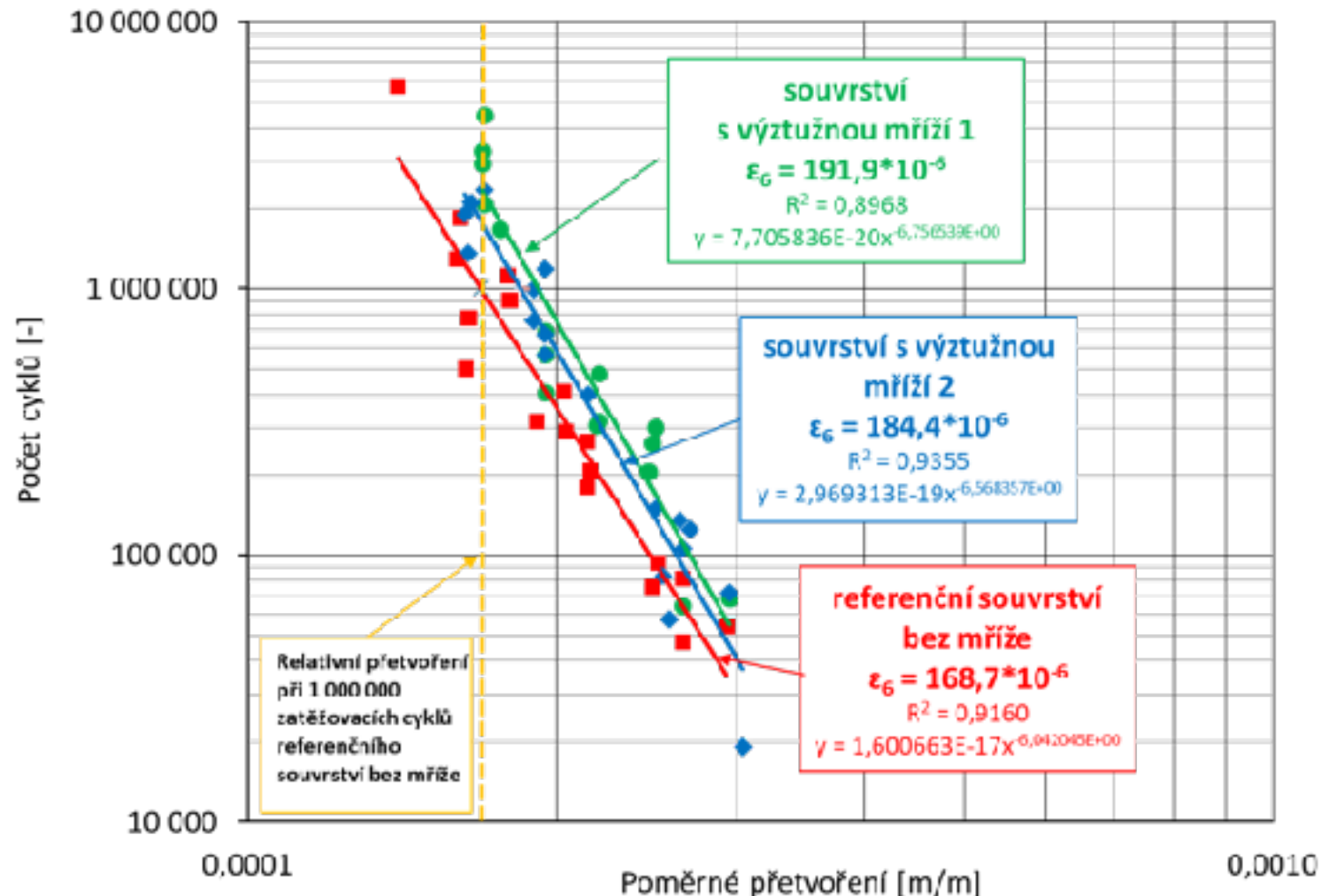
Etapa 2a: Odolnost souvrství vůči únavě

- Čtyřbodový ohyb (4PB), dle ČSN EN 12697-24
- Způsob zatěžování: strain control
- Zkušební podmínky: teplota 10 °C, frekvence 10 Hz
- Rozměry trámce: 395 mm x 70 mm x 60 mm
- 3 asfaltové vrstvy ze směsi ACO 8
- Tl. vrstev: 15 mm / 30 mm / 15 mm
- **3 posuzovaná souvrství: referenční bez mříže, s mříží 1 a 2**



Etapa 2a: Odolnost souvrství vůči únavě

Wöhlerův diagram závislosti počtu cyklů na poměrném přetvoření



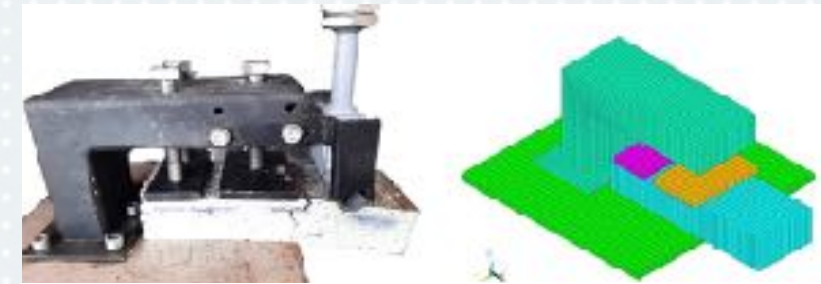
	Referenční souvrství	Souvrství s mříží 1	Souvrství s mříží 2
Poměrné přetvoření ϵ_6 ($t = 10^\circ\text{C}$, $f = 10\text{ Hz}$) při 1 milionu cyklů [*10 ⁻⁶ m/m]	168,7	191,9	184,4
Teoretický nárůst mezního počtu opakování zatížení vozovky $N_{ij,lim}$ [*10 ⁶]	1,00	2,39	1,90



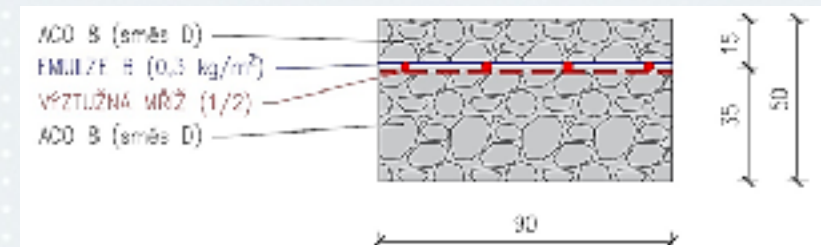
Zkušební trávce po zkoušce odolnosti vůči únavě

Etapa 2b: Odolnost souvrství vůči smyku

- Simulace účinku působení zatížení na okraji vozovky, zařízení vyvinuto v rámci projektu TA ČR CK01000033
- Zkušební podmínky:
 - Dynamická zatěžovací síla (800 ± 80) N nebo (1200 ± 80) N
 - Frekvence 10 Hz, Teplota 20 °C, max. posun hlavy válce: 7 mm
- Rozměry trámců: 250 mm x 90 mm x 50 mm
- 2 asfaltové vrstvy ze směsi ACO 8, tl. vrstev: 15 mm / 35 mm
- **3 posuzovaná souvrství: referenční bez mříže, s mříží 1 a 2**

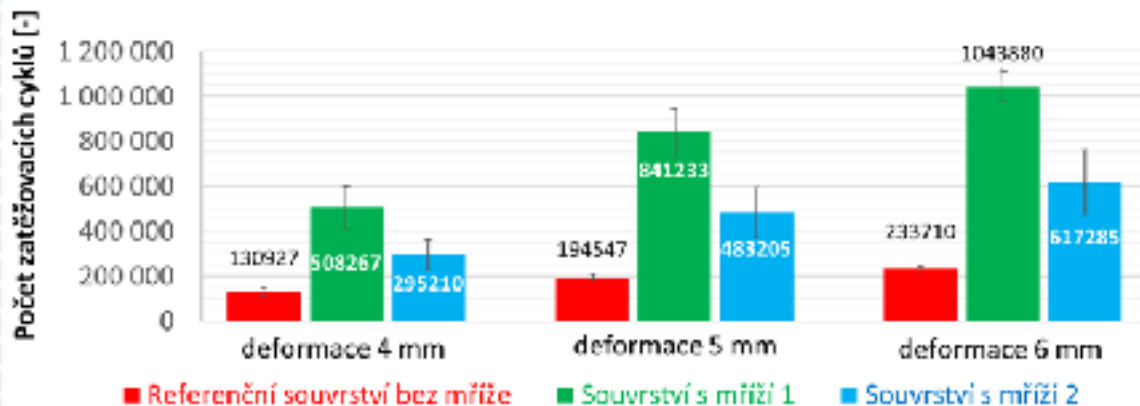


Vyvinuté zkušební zařízení

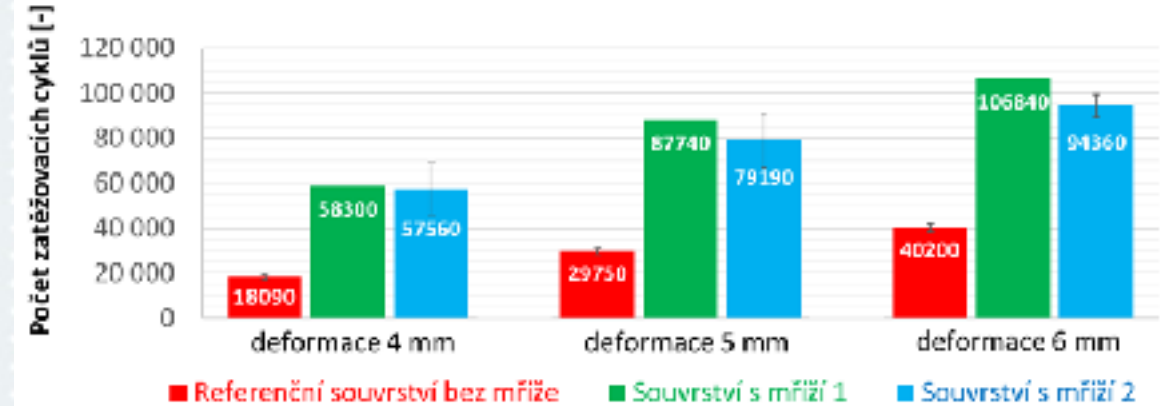


Příčný řez zkušebního trámce s výztužnou mříží

Průměrné deformace při zatěžování (800 ± 80) N



Průměrné deformace při zatěžování (1200 ± 80) N



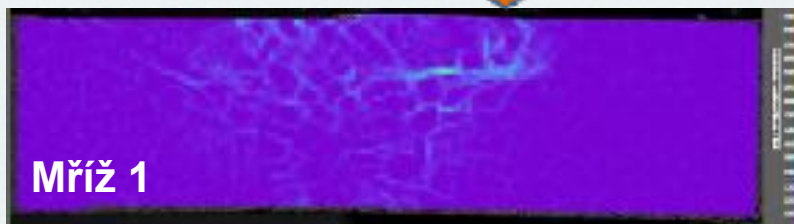
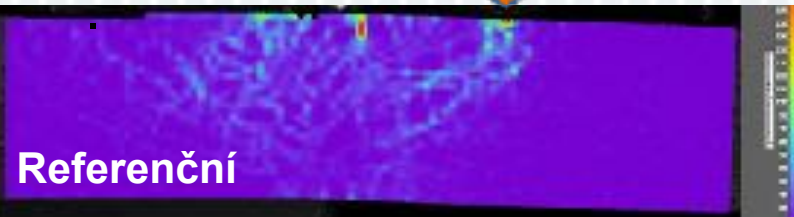
Etapa 2b: Odolnost souvrství vůči smyku

- Vyhodnocení za pomoci metody digitální korelace obrazu (DIC)
- Snímání tělesa před a během deformace s následnou korelací

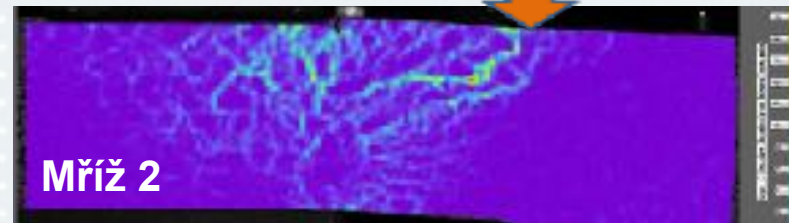
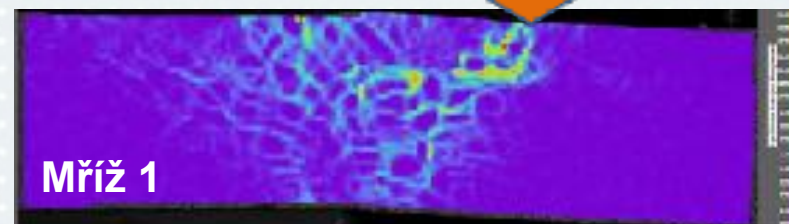
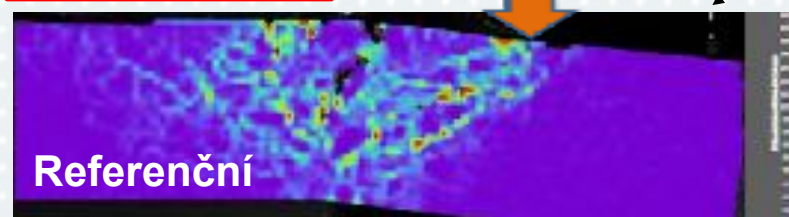
Dosažení maximálního posunu
referenčního trámce

Dosažení maximálního posunu
u trámců s mříží
PRODLOUŽENÍ DOBY ZKOUŠKY

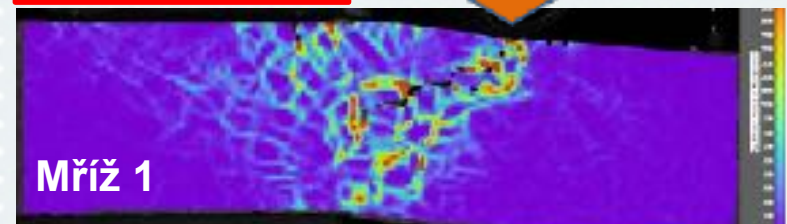
6 000 cyklů



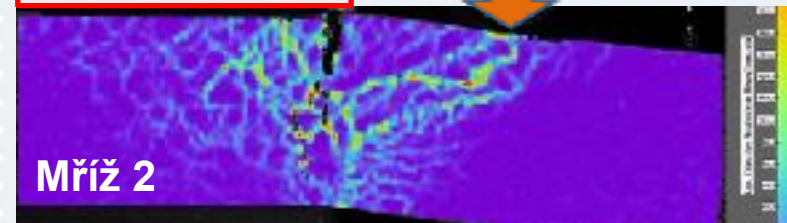
48 000 cyklů



114 000 cyklů



108 000 cyklů



Etapa 3: Realizace a sledování stavu pokusných úseků

Silnice III/3983 Přeskače – Tavíkovice (2021)

- V. TDZ, vozovka z penetračního makadamu
- Rozšíření vozovky, oprava poklesnutých okrajů
- Referenční část / mříž 1 / mříž 2
- Obrusná vrstva ACO 11+ tl. 50 mm
- **Spojení vrstev k 09/2025: mříž 1: 30 kN, mříž 2: 21 kN**



Úprava odvodnění



Pokládka ACO 11+ na mříž



Původní stav vozovky (2020)



Stav vozovky (2023)



Celoplošná instalace mříže 1 (2021)

Etapa 3: Realizace a sledování stavu pokusných úseků

Silnice III/36823 Kunčina – Sušice (2022)

- V. TDZ, vozovka z asfaltového betonu
- Výměna asfaltových vrstev (obrusná a částečně ložní)
- Mříž 1 na ložní vrstvu ACL 16
- Obrusná vrstva ACO 11+ tl. 40 mm
- Spojení vrstev ověřeno v roce 2023

Výsledky spojení vrstev

	Max. svislá smyková síla $F_{\text{SBT,max}}$ [kN]	Max. smykové napětí $\tau_{\text{SBT,max}}$ [MPa]	Max. posunutí ε [mm]
Průměrná hodnota	30,9	1,74	2,98
Směrodatná odchylka	2,8	0,16	0,42



Pokládka ACO 11+ na mříž



Realizace (2022)



Stav vozovky (2023)

Etapa 3: Realizace a sledování stavu pokusných úseků

Pokusný úsek v areálu obalovny firmy VIALIT Soběslav (2021)

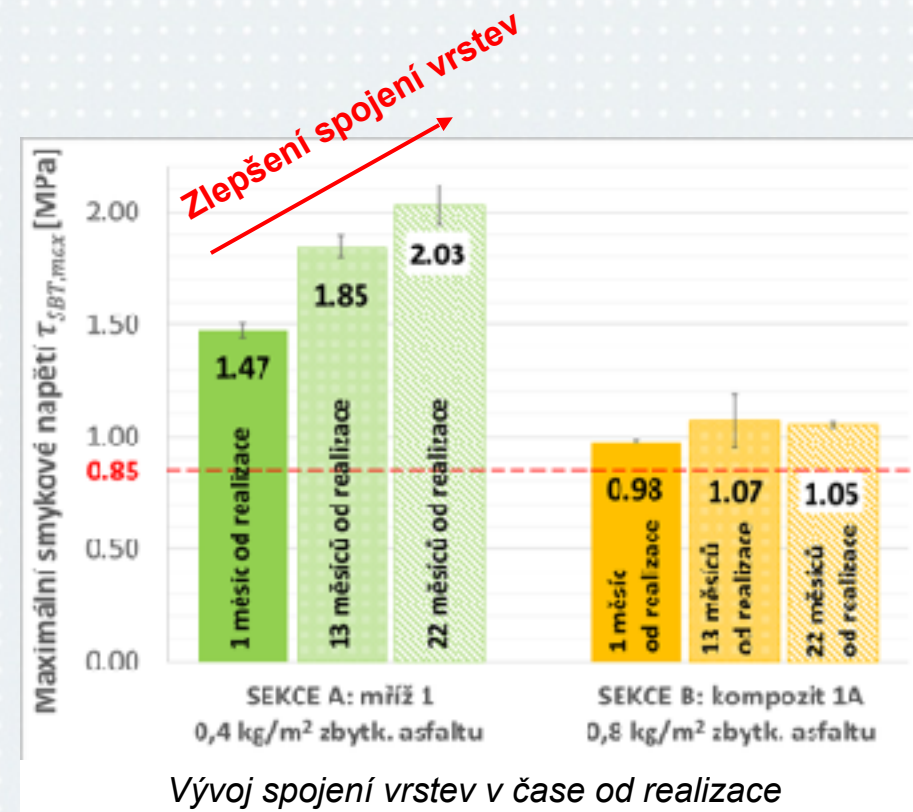
- Mříž 1 a kompozit 1A
- Příjezdová komunikace, průměrně 20 TNV/24 hod
- Tenká obrusná vrstva tl. 30 mm ze směsi ACO 8
- Sledován vývoj spojení vrstev v čase



Instalace výztužného kompozitu



Pokládka tenké obrusné vrstvy na kompozit



Závěry dizertační práce

- Asfaltové emulze s vyšším podílem asfaltu => kvalitnější spojení vyztužených vrstev
- Zvýšení odolnosti vůči únavě použitím geomříží: **až 2,4x**
- Vliv použití geomříží na omezení šíření trhlin v asfaltovém souvrství: **až 3x**
- Použití výztuží ověřeno na pokusných úsecích
- Výztužné geomříže lze aplikovat i pod obrusnou vrstvu, ale je nutná pečlivost při provádění

Uplatnění výsledků práce:

- **Certifikovaná metodika** k využití vysokopevnostních kompozitních materiálů pro opravy a zesilování netuhých vozovek asfaltovými vrstvami
- **Revize TP 147** Užití asfaltových membrán a geosyntetik v konstrukci vozovky

Děkuji za pozornost!

Výzkumné činnosti prováděné v rámci dizertační práce byly součástí řešení výzkumného projektu TA ČR CK01000033 s názvem „Prodloužení životnosti vozovek krajských a místních komunikací pomocí inovativních asfaltových vrstev s využitím vysokopevnostních kompozitních materiálů“.

T

A

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou
Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy
v rámci **Programu DOPRAVA 2020+**.

Č

R

www.tacr.cz

www.mdcrcz