

**Zpracovatelé
zprávy:**

***Fakulta stavební, ČVUT v Praze,
katedra silničních staveb***
Thákurova 7, 166 29, Praha 6



EUROVIA Services, s.r.o.
U Michelského lesa 370, 140 00, Praha 4 Krč



Souhrnná zpráva projektu

Vliv trojrozměrné výztuže FORTA FI na vlastnosti asfaltových hutněných směsí

Zadavatel:
eMZet s.r.o.
Evropská 112, 160 00 Praha 6



eMZet s.r.o.

Praha, duben 2010



Obsah

Obsah	2
1. Cíl projektu	3
2. Laboratorní zkoušky	4
2.1. Odolnost asfaltové směsi vůči tvorbě trvalých deformací	4
2.2. Odolnost asfaltové směsi vůči tvorbě trvalých deformací - velké zkušební zařízení 4	4
2.3. Odolnost asfaltové směsi vůči tvorbě trvalých deformací – malé zkušební zařízení	5
2.4 Pevnost v tahu za ohybu a relaxace asfaltové směsi	8
2.5 Modul tuhosti	9
2.5.1 Modul tuhosti (4BP-PR)	9
2.5.2 Modul tuhosti (IT-CY)	12
2.6 Únava	12
3. Závěr	14



1. Cíl projektu

Cílem úkolu bylo posoudit vliv vláken *FORTA FI* v asfaltových směsích na vybrané mechanicko-fyzikální a reologické vlastnosti. Soubor laboratorních zkoušek uvedených v tabulce 1 byl proveden na třech typech asfaltových směsí. Jednalo se o dvě směsi asfaltového betonu do obrusné vrstvy ACO 11 S a o asfaltový beton do ložné vrstvy ACL 22 S. Vlákno *FORTA FI* bylo přidáno do směsí s silničním nemodifikovaným pojivem gradace 50/70 tzn. do běžně vyráběných směsí na našem trhu.

Vliv trojrozměrné výztuže *FORTA FI* na chování asfaltových směsí byl sledován dvěma způsoby. V prvním případě byl sledován vliv přidávaných vláken do směsí porovnáním identických směsí s vlákny a bez nich. V druhém případě byla sledována možnost zaměnitelnosti asfaltových směsí s modifikovaným pojivem za směsi se silničním pojivem 50/70 a vlákny *FORTA FI*. Ve směsích bez vláken byla použita modifikovaná pojiva PmB 25-55/60 a PmB 45/80-55.

Základní srovnání požadavků na vlastnosti použitých asfaltových pojiv jsou uvedeny v tabulce č. 2. Vzhledem k použitým kombinacím asfaltových pojiv můžeme při srovnání výsledků hovořit o případné zaměnitelnosti výrobků resp. asfaltových směsí.

Tab. 1 Seznam provedených laboratorních zkoušek

Vlastnost	Zkušební předpis	Organizace
Odolnost asfaltové směsi vůči tvorbě trvalých deformací – velké zkušební zařízení	ČSN EN 12697-22 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 22: Zkouška pojíždění kolem	CL EUROVIA
Odolnost asfaltové směsi vůči tvorbě trvalých deformací – tzv. malé zkušební zařízení		FSv ČVUT v Praze, katedra silničních staveb, silniční laboratoř
Pevnost v tahu za ohybu	TP 151 - Asfaltové směsi s vysokým modulem tuhosti	CL EUROVIA
Relaxace		
Únava	ČSN EN 12697-24 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 24: Odolnost proti únavě	FSv ČVUT v Praze, katedra silničních staveb, silniční laboratoř
Modul tuhosti	ČSN EN 12697-26 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 26: Tuhost	
Nízkoteplotní vlastnosti		FAST v Brně, laboratoř Ústavu pozemních komunikací

Tab. 2 Požadavky na vlastnosti asfaltových pojiv

Vlastnost	50/70	PmB 25-55/60	PmB 45/80-55
Penetrace při 25°C v 0,1 mm	50 až 70	25 až 55	45 až 80
Bod měknutí v °C	46 až 54	větší než 60	větší než 55
Bod lámavosti podle Frasseho, maximum v °C	-8	-12	-12



2. Laboratorní zkoušky

Laboratorní zkoušky byly prováděny na třech různých pracovištích, z nichž dvě z nich jsou akreditovány systémem ČIA (CL EUROVIA Services, FSv ČVUT v Praze) a třetí se dlouhodobě zabývá zkušebnictvím a výzkumnou činností v oblasti silničních materiálů a technologií (FAST VUT v Brně).

2.1. Odolnost asfaltové směsi vůči tvorbě trvalých deformací

Odolnost proti tvorbě trvalých deformací byla zkoušena podle metodiky popsané v ČSN EN 12697-22. Účelem zkoušky je posoudit odolnost asfaltové směsi vůči tvorbě trvalých deformací vlivem pohybujícího se kola při dané teplotě. Zkouškou se simulují pouze svislé účinky silně usměrněné dopravy.

2.2. Odolnost asfaltové směsi vůči tvorbě trvalých deformací - velké zkušební zařízení

Výhodou tohoto zařízení oproti v ČR běžně používanému malému zkušebnímu zařízení, je lepší simulace skutečného zatížení (kontakt pneumatika – směs), možnost nastavit tlak v pneumatice, dle potřeb regulovat přítlak mezi kolem a zkušebním vzorkem a realistické hutnění dle stanoveného plánu.

Obr. 1 Pneumatikový zhutňovač desek, velké zkušební zařízení a vlastní měření deformace





Zkoušky jednotlivých vzorků probíhaly za těchto podmínek:

- zkušební teplota 60°C,
- teplota vzduchem,
- pneumatika typu Trelleborg special (6-PLY) huštěná na tlak 600±30 kPa,
- zatížení na kolo 5000 N,
- čtení v 15-ti bodech dle specifikací normy,
- velikost zkušební vzorku pro asfaltovou směs typu ACO 11 S 500x180x50 mm,
- velikost zkušební vzorku pro asfaltovou směs typu ACL 22 S 500x180x100 mm,

U zkoušky se vyhodnocuje toto kvalitativní kritérium:

- P_i je naměřená poměrná hloubka vyjeté koleje po 1000, 3000, 10 000 a 30 000 pojezdech, vypočítaná jako průměrná hloubka vyjeté koleje v i -tém sledu měření na předem stanovených bodech k průměrné tloušťce zkušební tělesa,

Tab. 3 Výsledky odolnosti asfaltové směsi ACO 11 S

Vlastnost	50/70 Forta FI 19 mm	PmB 45/80-55
$P_{1\,000}$ [%]	1,7	2,2
$P_{3\,000}$ [%]	2,1	3,4
$P_{10\,000}$ [%]	2,9	4,0
$P_{30\,000}$ [%]	3,9	4,9

Tab. 4 Výsledky odolnosti asfaltové směsi ACL 22 S vůči tvorbě trvalých deformací

Vlastnost	50/70 Forta FI 38 mm	PmB 25-55/60 (speciální směs)	PmB 25-55/60
$P_{1\,000}$ [%]	1,4	1,0	1,2
$P_{3\,000}$ [%]	2,1	1,3	1,5
$P_{10\,000}$ [%]	2,6	1,5	1,8
$P_{30\,000}$ [%]	3,1	1,9	2,5

V naší výrobní normě pro asfaltové směsi (ČSN EN 13108) nejsou stanoveny limity pro trvalé deformace touto zkušební metodou. Ze zkušeností laboratoře z dřívějších testů však lze konstatovat, že získané hodnoty jsou pro dané směsi dobré a ukazují na dobrou odolnost proti trvalým deformacím. Směsi s vlákny FORTA FI lze tedy použít i pro vyšší třídy dopravního zatížení.

Všechny naměřené výsledky lze zařadit dle EN 13108 do kategorie P5, tj. maximální poměrná hloubka vyjeté koleje je menší než 5%.

2.3. Odolnost asfaltové směsi vůči tvorbě trvalých deformací – malé zkušební zařízení

Zkoušky jednotlivých vzorků probíhaly za těchto podmínek:

- zkušební teplota 50°C,
- teplota vzduchem,
- tloušťka pryžové obruče 50 mm,
- zatížení na kolo 700 N,
- velikost zkušební vzorku pro asfaltovou směs typu ACO 11 S 320x260x40 mm,
- velikost zkušební vzorku pro asfaltovou směs typu ACL 22 S 320x260x60 mm.



U zkoušky se vyhodnocují tato kvalitativní kritéria:

- WTS_{AIR} je přírůstek vyjeté koleje vyjádřený v $\text{mm}/10^3$ zatěžovacích cyklů, stanovený z hloubek vyjetých kolejí po 5 000 a 10 000 pojezdy,
- PRD_{AIR} je poměrná hloubka vyjeté koleje vyjádřená v % vůči tloušťce zkušební vzorku po 5 000 pojezdech.

Obr. 2 a 3 Malé zkušební zařízení s zařízením pro přípravu vzorků „lamelový zhutňovač“



Tab. 5 Výsledky odolnosti asfaltové směsi ACO 11 S (Zbraslavice) vůči tvorbě trvalých deformací

Vlastnost	50/70 Forta FI	50/70	Požadavek ČSN EN 13108-1
WTS_{AIR} v $\text{mm}/10^3$ cyklů	0,026	0,032	0,070
PRD_{AIR} v %	3,93	5,15	5,00

Tab. 6 Výsledky odolnosti asfaltové směsi ACO 11 S (Eurovia) vůči tvorbě trvalých deformací

Vlastnost	50/70 Forta FI	PmB 45/80-55	Požadavek ČSN EN 13108-1
WTS_{AIR} v $\text{mm}/10^3$ cyklů	0,050	0,024	0,070
PRD_{AIR} v %	5,98	5,48	5,00

Tab. 7 Výsledky odolnosti asfaltové směsi ACL 22 S (Eurovia) vůči tvorbě trvalých deformací

Vlastnost	50/70 Forta FI	PmB 25-55/60 (speciální směs)	PmB 25-55/60	Požadavek ČSN EN 13108-1
WTS_{AIR} v $\text{mm}/10^3$ cyklů	0,050	0,024		0,050
PRD_{AIR} v %	2,91	2,05		3,00

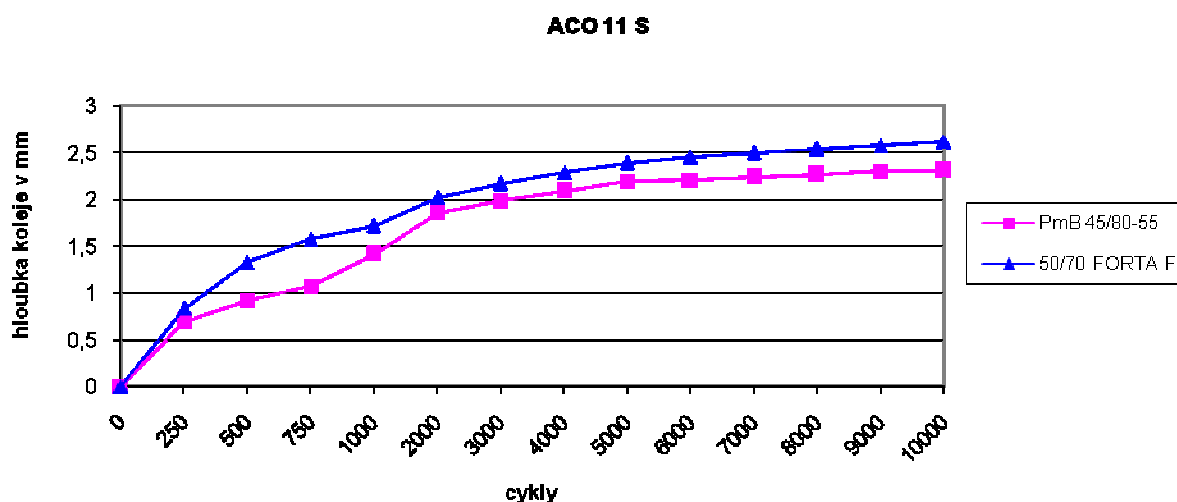
Vliv vyztužení vláknou asfaltové směsi byl sledován na směsi ACO 11 S, která byla složena z kameniva z lomu Zbraslavice s použitím pojiva Total 50/70. Klasická směs, bez použití vlákna, překročila mírně požadavek v parametru PRD_{AIR} . Z hlediska přírůstku hloubky vyjeté koleje na 1 000 zkušebních cyklů směs vyhověla požadavkům výrokové normy. Použitím vlákna FORTA FI u této směsi došlo k zlepšení odolnosti asfaltové směsi vůči tvorbě trvalých deformací. Parametr poměrné deformace PRD_{AIR} vyhověl požadavkům výrokové normy a snížil se o cca 24 %. Přírůstek hloubky vyjeté koleje na 1 000 cyklů se snížil o cca 18 %.

Při srovnání zaměnitelnosti modifikované asfaltové směsi se směsí se silničním pojivem a vláknem FORTA FI je možné prohlásit, v souvislosti se zkouškou tvorby trvalých deformací,



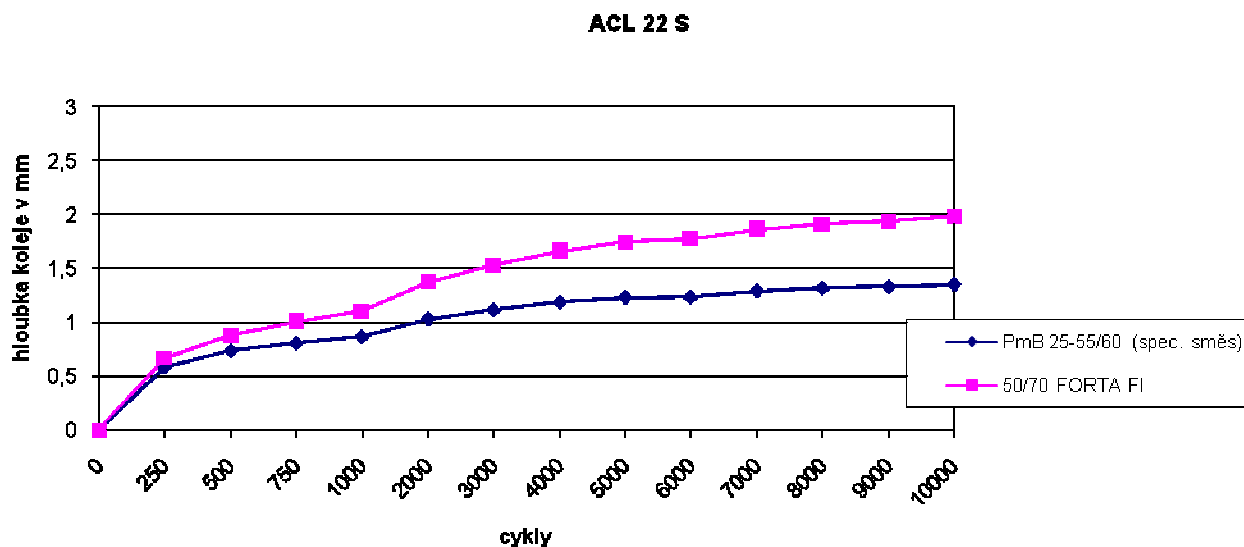
že je tato zaměnitelnost možná, aniž by došlo k výraznému zhoršení odolnosti asfaltové směsi vůči tvorbě „vyjetých kolejí“. Obě směsi typu ACO 11 S (Eurovia: s vláknem a bez) vyhovely požadavku výrobní normy na parametr WTS_{AIR} . Rozdíl mezi přírůstky vyjeté koleje na 1 000 zkušebních cyklů není i přes zjištěné hodnoty dramatický. Hodnota u referenční směsi je silně ovlivněna použitým asfaltovým pojivem a jeho vyšším bodem měknutí, než jaký vykazuje asfaltové pojivo použité v kombinaci s vláknem FORTA FI. Hodnota parametru poměrné deformace je u obou směsí srovnatelná. Směs s kombinací pojiva 50/70 a vláknem FORTA FI vykazuje dobré výsledky a může být alternativou k modifikovaným pojivům třídy 45/80-50 a 55.. Grafické zobrazení všech tří zkoušek je zachyceno na následujících obrázcích 4 až 5.

Obr. 4 Odolnost asfaltové směsi ACO 11 S (Eurovia) vůči tvorbě trvalých deformací



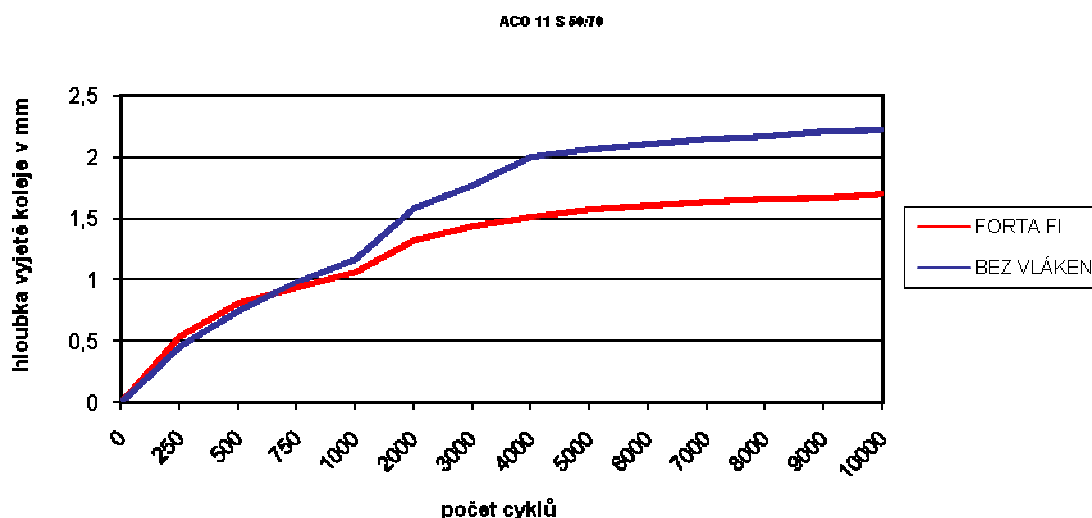
Obr.

5 Odolnost asfaltové směsi ACL 22 S (Eurovia) vůči tvorbě trvalých deformací





Obr. 6 Odolnost asfaltové směsi ACO 11 S (Zbraslavice) vůči tvorbě trvalých deformací



2.4 Pevnost v tahu za ohybu a relaxace asfaltové směsi

Pevnost v tahu za ohybu a zkouška relaxace asfaltové směsi byly měřeny dle metodiky uvedené v TP 151 – Asfaltové směsi s vysokým modulem tuhosti a firemních pravidel EUROVIA, a.s. - TPr 148.

Zkoušky jednotlivých vzorků probíhaly za těchto podmínek:

- rozměry vzorku 50x50x300mm,
- teplota vzorků v klimatizační komoře na teplotu 0°C po dobu min. 4 hod před zahájením zkoušky,
- zkušební teplota v izolované vodní lázni: 0°C ± 1°C,
- mechanický lis s maximální silou 100 kN umožňující nastavení rychlosti posunu čelistí a možnost držet konstantní přetvoření s měřením velikosti působící síly
- zatěžovací zařízení daných rozměrů (ČSN 736160 str.21 - obrázek 9)

Tab. 8 Hodnoty asfaltových směsí za nízkých teplot – směsi Eurovia

Asfaltová směs zkušební teplota 0 °C	Pevnost v tahu za ohybu R _i [MPa]	Relaxační zkouška dle dr. Gauera					
		čas v sec.					
		0	30	60	120	300	600
ACO 11 S 50/70 FORTA FI	9,3	100	67,4	60,1	52,1	41,1	33,4
ACO 11 S PmB 45/80-55	9,2	100	51,3	41,2	31,8	22,1	16,1
ACL 22 S 50/70 FORTA FI	6,8	100	53,3	43,5	35,7	26,0	20,5
ACL 22 S PmB 25-55/60 (ss)	7,5	100	68,8	61,0	52,6	40,0	32,4
ACL 22 S PmB 25-55/60	6,4	100	57,7	49,5	41,2	31,7	24,5

Hodnoty naměřené na směsi ACL 22 S s vlákny FORTA FI splňují požadavek Tab. 3 TP 151 na minimální pevnost v tahu za ohybu při 0°C. V porovnání s modifikovanými asfalty je možno brát dosažený výsledek za identický. Další parametr - pokles napětí na 50% původní hodnoty po 600



vteřinách (požadavek na ložní vrstvy) splňují všechny směsi, přičemž u směsi ACL s vlákny Forta FI dochází nejrychleji k vypouštění napětí.

Hodnoty směsí ACO 11 S mají pouze informační charakter. Z podstaty uložení směsí VMT v konstrukci nejsou v TP 151 hodnoty pro obrusné vrstvy definovány.

V dalším kroku byl stanoven vliv vláken FORTA FI na pevnostní charakteristiky při zkoušce v tahu za ohybu při zkušební teplotě 15°C. Srovnávána byla směs s vlákny se směsí bez použití vláken. V závislosti na rychlosti zatěžování narostla pevnost v tahu za ohybu za použití vláken o cca 42 % resp. o 81 %. Také byla zvýšena tuhost směsi při použití vláken.

Tab. 9 Zkouška pevnosti v tahu za ohybu při 15°C – ACO 11 S kamenivo Zbraslav

Vlastnost	Rychlost posunu lisu	50/70 Forta FI	50/70
Pevnost v tahu za ohybu v MPa	1.25 mm.min ⁻¹	2,53	1,78
Modul tuhosti v tahu za ohybu v MPa		350	210
Pevnost v tahu za ohybu v MPa	50 mm.min ⁻¹	9,09	5,02
Modul tuhosti v tahu za ohybu v MPa		1 750	700

2.5 Modul tuhosti

Moduly tuhosti byly měřeny dle ČSN EN 12697-26 na přístroji CRT SA4PT BFAT (Cooper Research Technology Stand Alone Four Point Bending Beam Fatigue System). Tuhost byla stanovena dvěma způsoby, směsi připravené firmou Eurovia byly odzkoušeny čtyřbodovým ohybem 4PB-PR. Na směsi ACO 11 S s kamenivem Zbraslavice byla tuhost stanovena zkouškou v příčném tahu na válcových tělesech IT-CY.

2.5.1 Modul tuhosti (4BP-PR)

Zkoušky jednotlivých vzorků probíhaly za těchto podmínek:

- rozměry vzorku 50x50x405mm,
- temperance vzorků 2 hod před zkouškou,
- zkušební teplota: 15 a 20°C,
- frekvence zatěžování: 2;5;8;10;20 a 30 Hz,
- velikost přetvoření (amplituda): 50×10^{-6} m/m,
- hodnota modulu odečtena po 100 cyklech,
- použitý snímač posunu: rozsah ± 1 mm, přesnost $< \pm 0,5\%$ F.S.,
- zkušební vzorek zatěžován kolmo na směr hutnění,
- vzorky zkoušeny bez přestávky pro všechny frekvence.

Předepsané podmínky pro stanovení modulu tuhosti dle normy jsou 20°C a zkušební frekvence 8 Hz. Z doposud získaných srovnávacích měření se však jeví, že vhodnější zkušební teplotou by měla být teplota 15°C, která odpovídá provedení zkoušky tuhosti na komolém klínu a také odpovídá teplotě, s kterou pracuje návrhová metodika TP 170.



Obr. 7 a 8 Čtyřbodové zkušební zařízení se zařízením pro přípravu vzorků „segmentový zhutňovač“



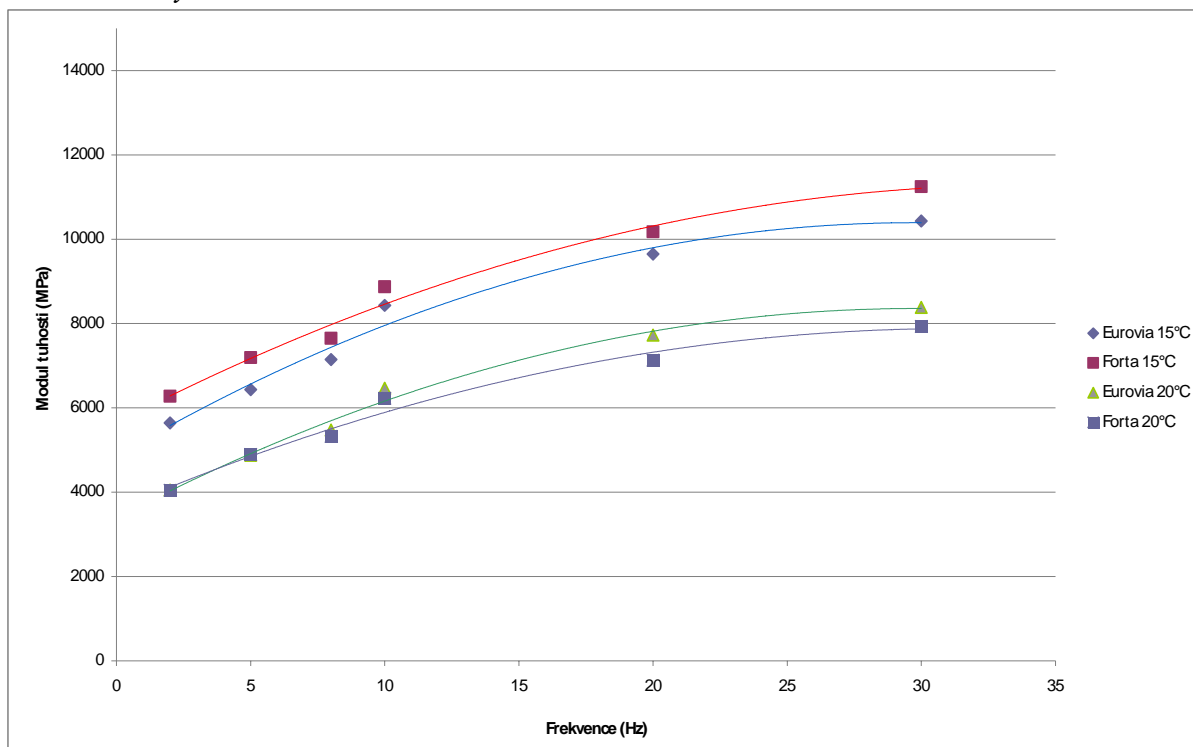
Tab. 10 Moduly tuhosti směsí v závislosti na zkušební teplotě a zkušební frekvenci zatěžování

Asfaltová směs	Teplota	Zkušební frekvence v Hz						
		2	5	8	10	20	30	2
<i>ACO 11 S 50/70</i> <i>FORTA FI</i>	15°C	6 273	7 191	7 650	8 874	10 175	11 246	6 350
	20°C	4 045	4 897	5 323	6 228	7 133	7 931	3 833
<i>ACO 11 S PmB</i> <i>45/80-55</i>	15°C	5 644	6 430	7 145	8 431	9 646	10 432	5 502
	20°C	4 054	4 875	5 478	6 464	7 724	8 381	3 944
<i>ACL 22 S 50/70</i> <i>FORTA FI</i>	15°C	7 683	9 189	10 135	11 766	13 399	14 669	8 025
	20°C	5 265	6 515	7 302	8 517	10 179	11 137	5 315
<i>ACL 22 S PmB</i> <i>25-55/60 (ss)</i>	15°C	8 134	9 506	10 199	12 036	13 680	14 759	8 349
	20°C	5 515	6 781	7 550	8 756	10 173	11 415	5 677
<i>ACL 22 S PmB</i> <i>25-55/60</i>	15°C							
	20°C							

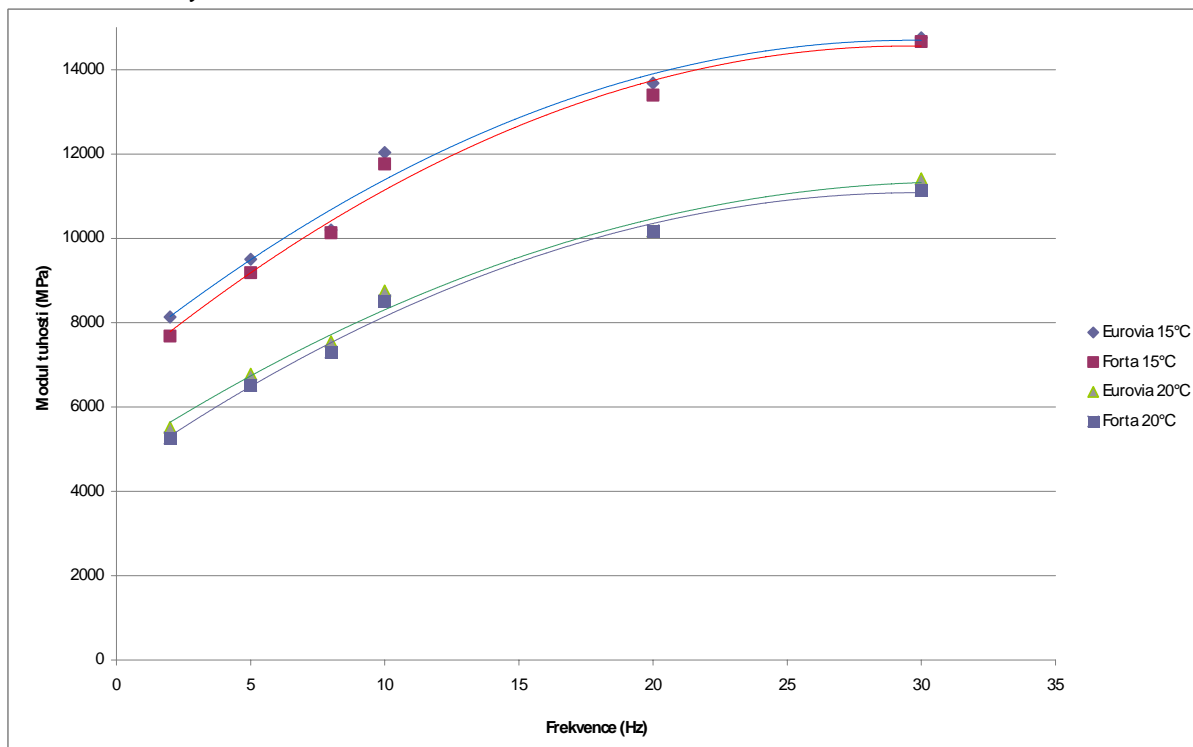
Naměřené hodnoty modulů tuhosti při obou zkušebních teplotách jsou srovnatelné. Rozdíly mezi získanými hodnotami jsou v rozsahu metodiky zkušebního postupu. Tuhosti směsí vykazují logickou teplotní závislost, která je obdobná, jak u směsí s modifikovanými pojivy, tak u směsí, kde byla použita kombinace vlákna *Forta FI* s klasickým asfaltovým pojivem 50/70. Z pohledu hodnocení tuhostí směsí jsou oba výrobky zaměnitelné.



Obr. 9 Moduly tuhosti směsí ACO 11 S – směs Eurovia



Obr. 10 Moduly tuhosti směsí ACL 22 S – směs Eurovia





2.5.2 Modul tuhosti (IT-CY)

Zkoušky jednotlivých vzorků probíhaly za těchto podmínek:

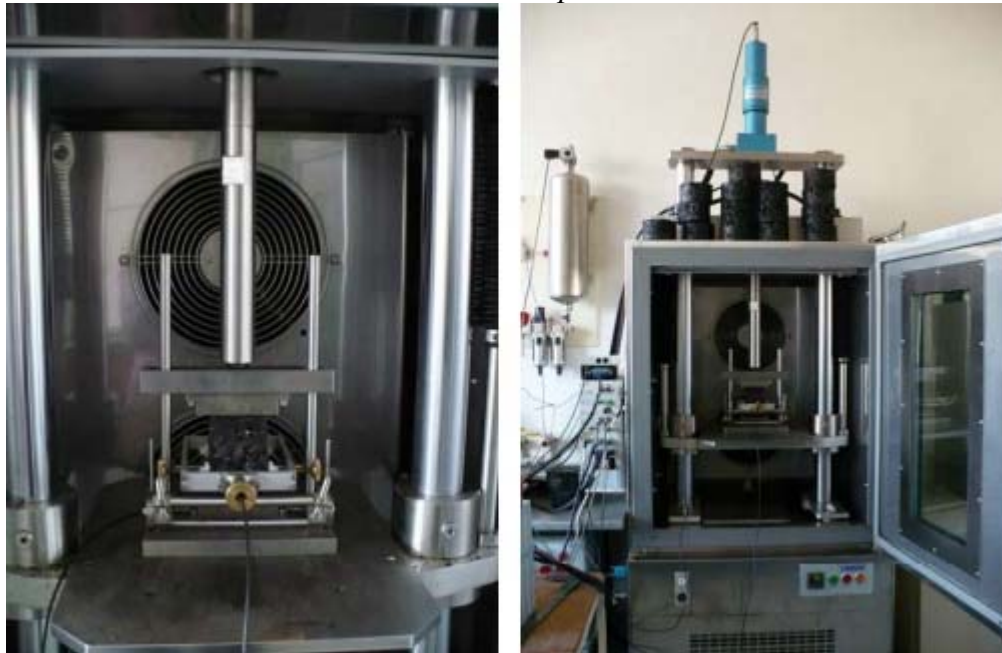
- rozměry vzorku 101,5x cca 60 mm,
- teplota vzorků 2 hod před zkouškou,
- zkušební teplota: 0°C, 15°C, 27°C a 40°C
- počet přípravných pulsů: 10,
- součinitel plochy zatížení: 0.5 – 0.7,
- velikost horizontální deformace 4 – 6 μm.

Výsledné hodnoty modulů tuhosti v závislosti na teplotě jsou uvedeny v tabulce 11. Použití vláken FORTA FI zvyšuje tuhost směsí. Větší poměrný nárůst tuhosti ve srovnání s nevyztuženou směsí se projevuje při vyšších teplotách. Výsledek koresponduje též s větší odolností asfaltové směsí vůči tvorbě trvalých deformací. Použitím vláken také došlo ke snížení teplotní citlivosti směsí a to z 15,2 na 11,2.

Tab. 11 Modul tuhosti v závislosti na zkušební teplotě – ACO 11 S kamenivo Zbraslav

Zkušební teplota	50/70	50/70 Forta FI	Nárůst modulu tuhosti v %
0°C	12 330	13 070	6,0
15°C	6 600	7 730	17,1
27°C	2 070	2 860	38,2
40°C	810	1 170	44,4

Obr. 11 a 12 Zkušební zařízení se vzorkem pro stanovení modulu tuhosti metodou IT-CY



2.6 Únava

Únavová zkouška byla provedena v zařízení NAT v příčném tahu na válcových tělesech za nestandardních podmínek. Výsledky zkoušky provedené na směsí ACO 11 S z kameniva Zbraslavice je nutno brát s rezervou. Absolutně naměřené hodnoty nejsou plně vypovídající vzhledem k použité metodice měření, avšak srovnání směsí s vláknem a bez něho je reprezentativní.



Na základě výsledků únavové zkoušky se usuzuje na odolnost zkoušené směsi proti účinkům opakovaného tahového namáhání. Zkouška simuluje tahové namáhání vyvozené v konstrukčních vrstvách vozovky pohyblivým zatížením. Podstata zkoušky spočívá v opakovaném přenášení tlakového zatížení v rovině svislého průřezu vzorku, které vyvolává opakované tahové namáhání v příčném směru, kolmo ke směru působení zatížení. V rámci této zkoušky se měří průběh vertikální deformace vzorku až do jeho porušení.

Výsledkem únavové zkoušky je průběh svislé deformace vzorku až do jeho porušení v závislosti na počtu zatěžovacích cyklů. Získané hodnoty se standardně vyhodnocují ve Wöhlerově diagramu, který udává závislost mezi působením zatížení (horizontálním namáháním) a životností (počtem zatěžovacích cyklů). Tato závislost obvykle představuje v logaritmickém měřítku přímku a předpokládá se, že její sklon dobře charakterizuje únavovou životnost asfaltové směsi.

Na základě Wöhlerova diagramu je následně možné určit a vypočítat únavové charakteristiky a , B a ϵ_6 .

Zkoušky jednotlivých vzorků probíhaly za těchto podmínek:

- 8 zkušebních vzorků od každé směsi,
- Rozměr zkušebních těles: 101,5 x 30 mm,
- zkušební teplota 27°C,
- úroveň zatížení: 800, 1000, 1200 kPa.

Obr. 13 a 14 Zkušební zařízení se vzorkem pro stanovení únavových vlastností směsí



Tab. 12 Závislost mezi úrovní zatížení a počtem opakovaných namáhání

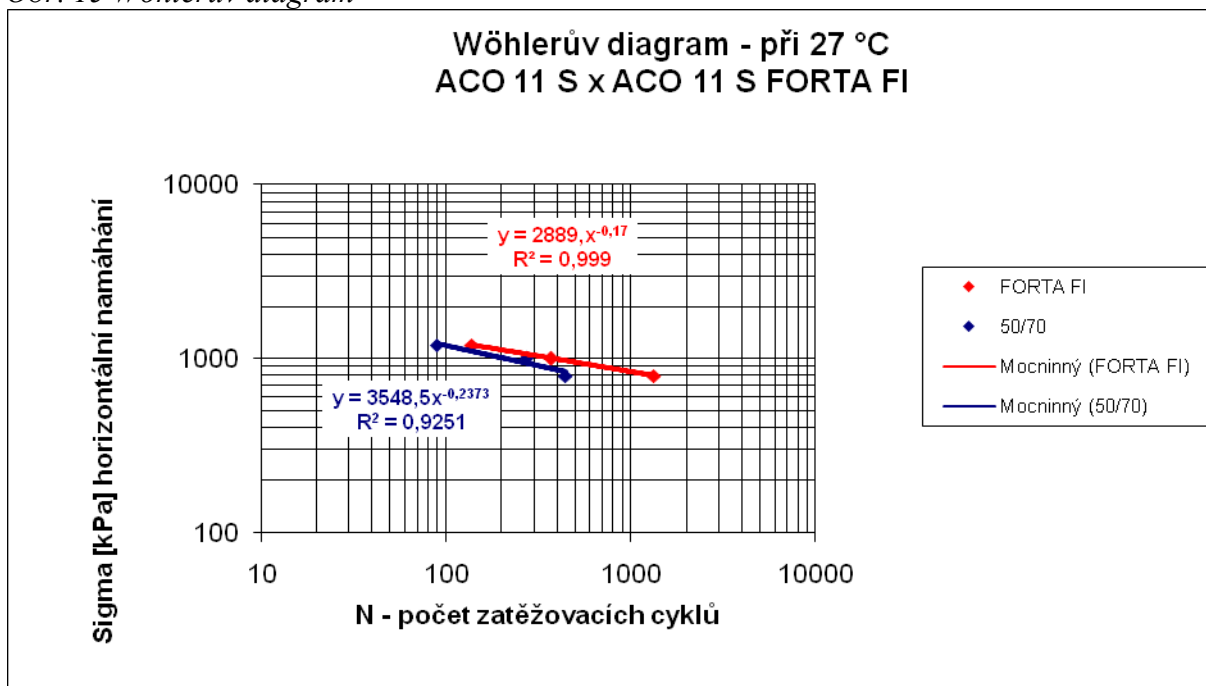
Úroveň zatížení	50/70	50/70 Forta FI	Nárůst počtu zatěžovacích cyklů v %
800 kPa	444	1 331	199,7
1 000 kPa	271	372	37,3
1 200 kPa	89	138	55,1

Tab. 13 Parametry únavové zkoušky směsi ACO 11 S (Zbraslavice)

Úroveň zatížení	a	B	ϵ_6 ($\times 10^6$)
50/70	2,4223	3,8993	109
50/70 FORTA FI	2,6966	5,5942	170



Obr. 15 Wöhlerův diagram



3. Závěr

- V případech kdy byla testována asfaltová směs vyztužená vlákny *FORTA FI* porovnána se stejnou kontrolní směsí bez vláken, bylo u směsi s vlákny vždy zjištěno zlepšení sledovaných vlastností.
- Přidáním vláken nedošlo ke zhoršení vlastností asfaltových směsí. Přidání vláken neovlivňuje zhutnitelnost směsi.
- Vlastnosti směsi používající nemodifikované asfaltové pojivo 50/70 vyztužené vlákny dosahovaly obdobných parametrů, jako modifikovaná směs a asfaltem třídy 45/80-55. V některých případech je i předčily. Z časových důvodů však nebyly doměřeny únavové vlastnosti směsí s modifikovanými asfalty.
- Použití vláken zvyšuje odolnost směsi vůči tvorbě trvalých deformací. Dále použití vláken zvyšuje tuhost a zlepšuje únavové chování směsi.
- Na základě těchto zjištění, lze předpokládat možnost zvýšení životnosti konstrukce vozovky resp. snížit tloušťku konstrukční vrstvy při zachování životnosti. Tento předpoklad je však nutno podložit dalšími zkouškami reologických vlastností s navazujícím výpočtem dle TP 170.

V Praze 5.4.2010

Ing. Petr Mondschein, Ph.D.
FSv, ČVUT v Praze

Ing. Petr Bureš
CL EUROVIA Services, s.r.o.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra silničních staveb
166 29 Praha 6, Tháková 7
IČO: 68407700