

Porovnání chování nízkoteplotních asfaltových směsí typu SMA

Autor: Jan Valentin, VUT, WP1
a kolektiv VUT, VUT, Eurovia CS a Total R

*Průspěvek byl zpracován za podpory programu Centra kompetence
Technologické agentury České republiky (TA ČR) v rámci projektu
Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI),
číslo projektu TE01020168*

Motivace pro nízkoteplotní asfaltové směsi

- celková energetická náročnost výroby asfaltové směsi v kontextu cen energií;
- snížení produkce skleníkových plynů (zejména CO₂);
- zmírnění dopadu povinné účasti zařízení s vyšším výkonem než 35 MW v systému hospodaření s emisními povolenkami (CO₂ Emission Trading);
- vývoj v oblasti DNEL a OEL limitů, což představuje zdravotní a bezpečnostní limity pro hygienu práce (vztahuje se k PAU);
- aplikace asfaltových pojiv z hlediska REACH a teplotní omezení (bezpečnostní kritéria zejména u litých asfaltů).



Využití nízkoteplotních asfaltových směsí

- běžné aplikace asfaltových směsí;
- asfaltové směsi používané ve vnitřních prostorách (podlahy v garážích a průmyslových prostorech – snížení emisí);
- asfaltové směsi v tunelech (snížení emisí);
- provádění krytů na mostech;
- dopravní plochy s požadavky na urychlené uvedení do provozu (např. vzletové a přistávací dráhy);
- asfaltové plochy s vysokými nároky na tuhost (např. manipulační plochy v přístavech, odstavné plochy kontejnerů).



Aplikace chemických přísad pro NT směsi

- organické přísady na bázi syntetických vosků (montánní a FT parafíny) => **Romonta, Sasobit, RH, VTB**;
- organické přísady na bázi amidů mastných kyselin => **Licomont BS**;
- organické přísady na bázi **kyseliny polyfosforené** (primárně není přísadou pro výrobu nízkoteplotních směsí);
- organické přísady na bázi aminů i povrchově aktivních látek ovlivňují smáčivost povrchu zrn kameniva a míru vnitřního tření:
 - **Rediset WMX; IterLow T; CECA Base; Evotherm MA3**,
- chemické přísady uplatňují nanotechnologické poznatky a zlepšující lubrikační efekt pojiva ve směsi (**Zycotherm**).



Probíhající rozvoj inovativních řešení

Prováděné experimenty – I. soubor – rok 2013:

- testovány směsi ACO11+ pro obrusné vrstvy;
- kamenivo: Libodice, Litice;
- asfaltové pojivo: 50/70 dvouřadných povodí;
- organické přísady: FT parafín, RH parafín, Zycotherm, IterLow; CecaBase
- pro mýslou připravená pojiva: NV40, NV41, NV42, 407, ECO²



Probíhající rozvoj inovativních řešení

Prováděné experimenty – II. soubor – rok 2014:

- testovány směsi SMA11S pro obrusné vrstvy;
- kamenivo: Litice;
- množství pojiva: 5,80 %-hm.;
- asfaltové pojivo: PMB 25/55-55 dvou různých výrobců, PMB45/100-60, 50/70 s PPA;
- organické přísady: FT parafín, RH parafín, Zycotherm, Rediset; CecaBase



Rozsah provedených porovnáání

- stanovení mezerovitosti, v . objemových hmotností;
- vodní citlivost dle SN EN a AASHTO (modifikovaný p ístup):
 - standardní ITSR po 72h ve vodní lázni @40°C, zkoušeno @15°C,
 - modifikovaný ITSR s jedním zmrazovacím cyklem (-18°C), vodní láze @60°C a zkoušeno @15°C.
- modul tuhosti dle SN EN 12697 26 (metoda IT-CY);
 - zkušební teplota 5°C, 15°C, 27°C.
- zkouška odolnosti proti tvorb trvalých deformací ve vzduchové lázni p i teplot 60°C a 50°C a s aplikací 10 000 cykl .



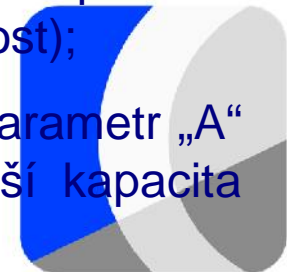
Rozsah provedených porovnání – chování při nízkých teplotách

Chování asfaltové směsi v oboru nízkých teplot stanovené na trámcích:

- pevnost v tahu za ohybu: teplota 0°C ; zatěžovací rychlost 50 a $1,25 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$, rozměry trámečku $50\times 50\times 300 \text{ mm}$;
- ochlazovací zkouška TSRST: zamezení smrštění tlesu ($t=0$); teplotní gradient $5^{\circ}\text{C}/\text{h}$; rozměry trámečku $50\times 50\times 200 \text{ mm}$ => stanovení maximálního napětí a kritické teploty.

Relaxace zkouškou tlesu bodového ohybu na trámcích:

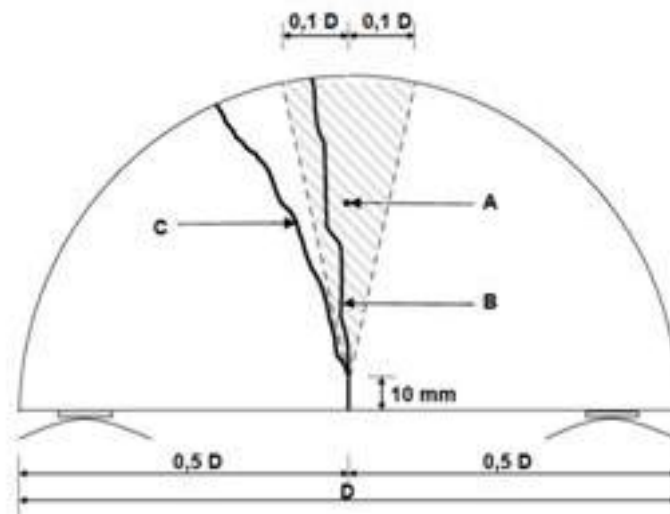
- zkušební teplota 0°C s využitím trámečku $50\times 50\times 300 \text{ mm}$;
- tlesu zatížena na úroveň $2/3$ maximální síly zkoušky pevnosti v tahu za ohybu;
- relaxace vyjádřena jako čas kdy během 10 minut dojde k 50% poklesu úrovně vneseného napětí (kratší doba = lepší relaxační schopnost);
- v typické $\ln(x)$ funkci koeficient „B“ popisuje míru relaxace a parametr „A“ výchozí úroveň z níž začne relaxovat (vyšší A = vyšší kapacita směsi z hlediska zatížitelnosti).



Rozsah provedených porovnání – chování p i nízkých teplotách

Odolnost proti ší ení trhliny:

- válcová t lesa s pr m rem 100 mm nebo 150 mm;
- zkušební teplota 0°C, -5°C nebo -10°C;
- konstantní rychlost zat žování 5,0 mm/min;
- p ímý záznam maximální síly a p etvo ení;
- výpo tové charakteristiky: max, max, geometrický faktor a lomová houževnatost K_{Ic} .

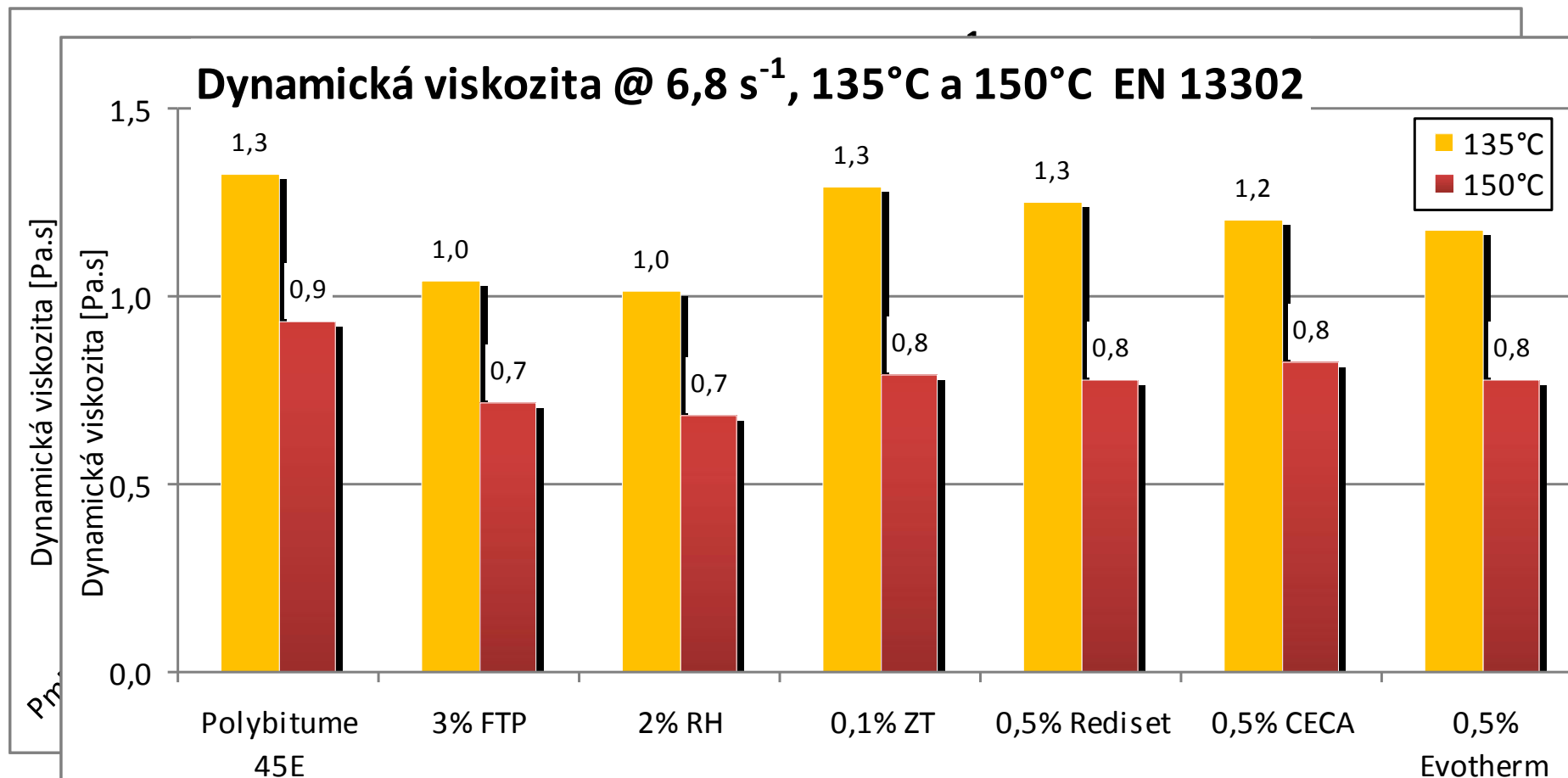


Základní empirické charakteristiky testovaných sm sí SMA

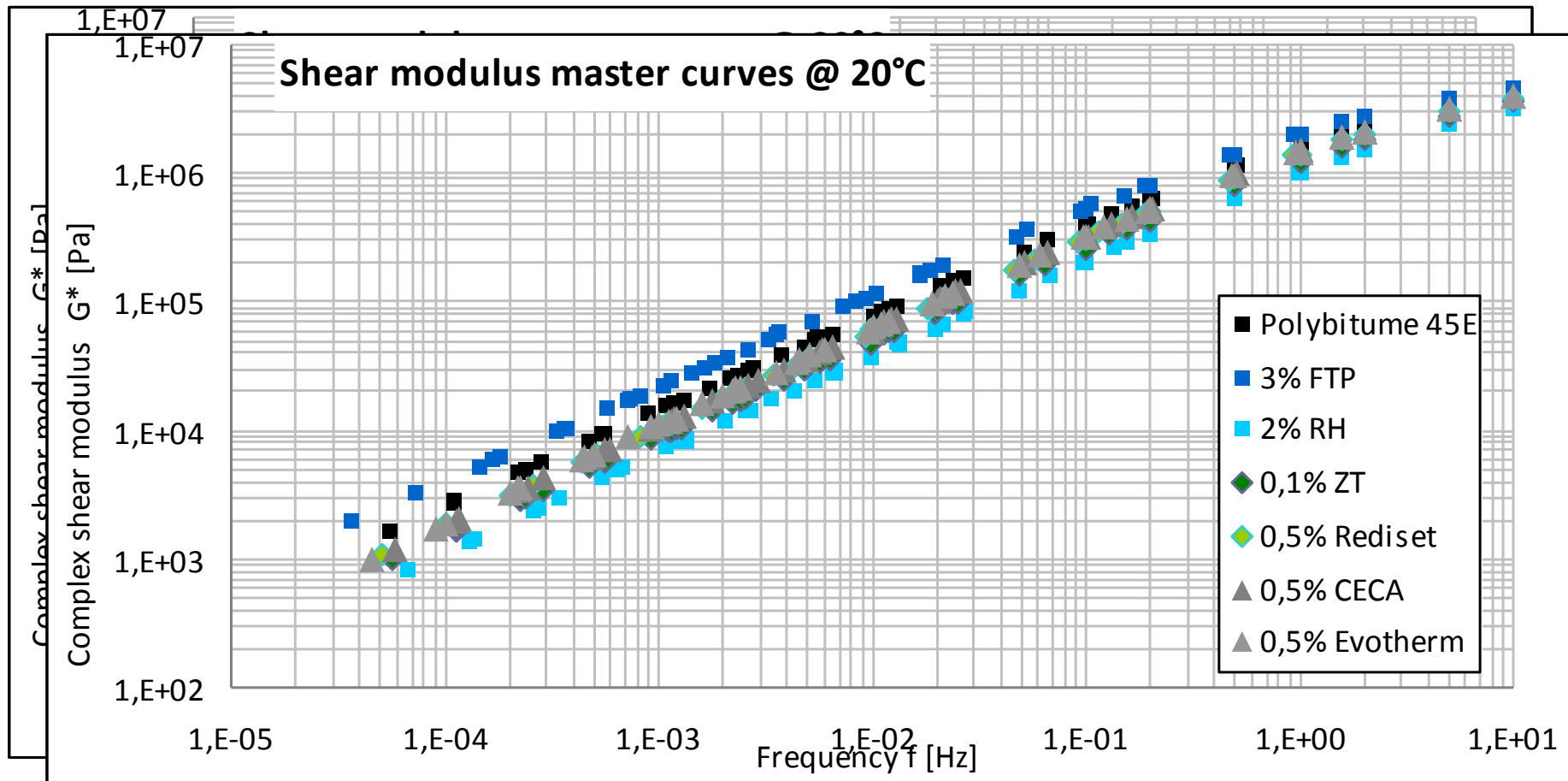
Ozna ení sm sí	Použité pojivo	Teplota hutn ní	Objemová hmotnost zhutn á	Maximální objemová hmotnost	Mezerovitost
		(°C)	(g.cm ⁻³)	(g.cm ⁻³)	(%)
sm s SMA_1	PMB 25/55-55	160	2,508	2,570	2,43
sm s SMA_2	PMB 25/55-55 + 3% FTP	140	2,476	2,577	3,91
sm s SMA_3	PMB 25/55-55 + 2% RH	140	2,503	2,534	1,21
sm s SMA_4	PMB 25/55-55 + 0,1% Zycotherm	140	2,514	2,539	2,92
sm s SMA_5	PMB 25/55-55 + 0,5% Rediset	140	2,460	2,584	4,79
sm s SMA_6	PMB 25/55-55 + 0,5% CECA	140	2,467	2,529	2,44
sm s SMA_7	PMB 25/55-55 + 0,5% Evotherm	140	2,468	2,532	2,53
sm s SMA_8	50/70 + 1% PPA	150	2,491	2,544	2,07
sm s SMA_9	PMB 45/100-65	160	2,505	2,586	3,13
sm s SMA_10	Polybitume 45E	160	2,526	2,613	3,32
sm s SMA_11	Polybitume + 3%FTP	140	2,463	2,564	3,95
sm s SMA_12	Polybitume + 2%RH	140	2,491	2,541	1,98
sm s SMA_13	Polybitume 45E + 0,1% Zycotherm	140	2,469	2,582	4,37
sm s SMA_14	Polybitume 45E + 0,5% Rediset	140	2,479	2,580	3,94
sm s SMA_15	Polybitume 45E + 0,5% CECA	140	2,493	2,553	2,35
sm s SMA_16	Polybitume 45E + 0,5% Evotherm	140	2,447	2,544	2,55



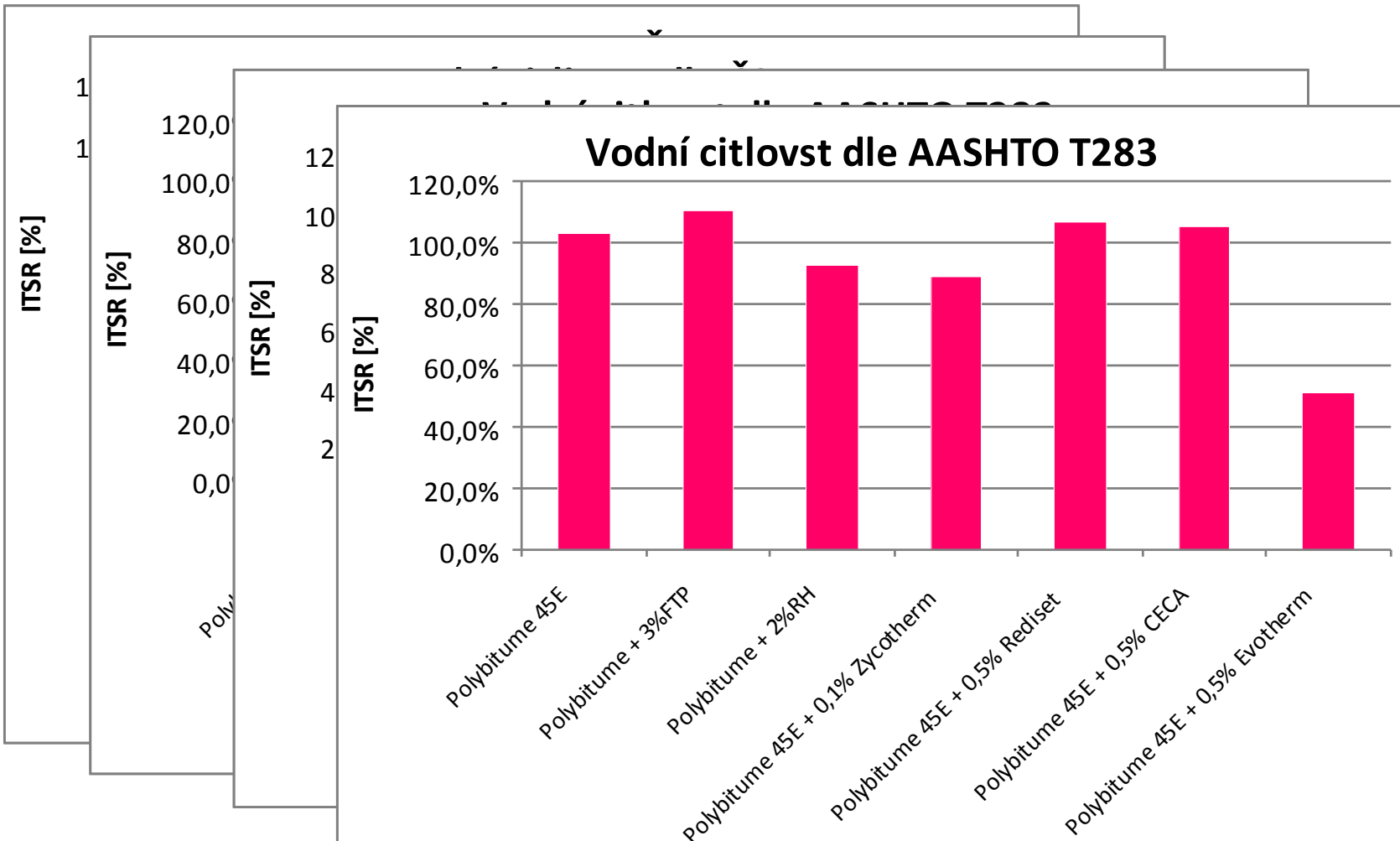
Vybrané charakteristiky PMB pojiv – dynamická viskozita



Vybrané charakteristiky PMB pojiv – komplexní smykový modul



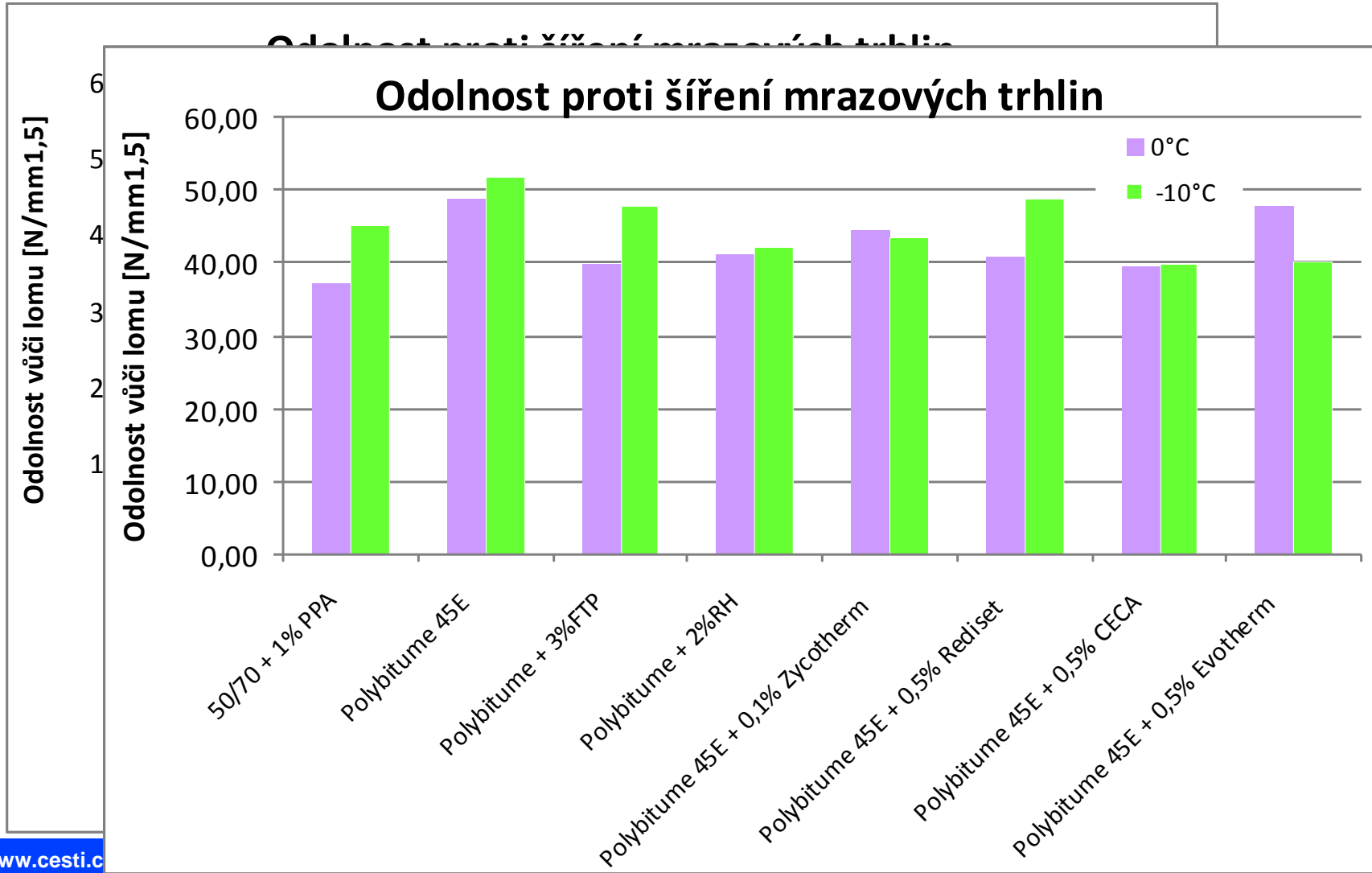
Trvanlivost nízkoteplotních SMA směsí



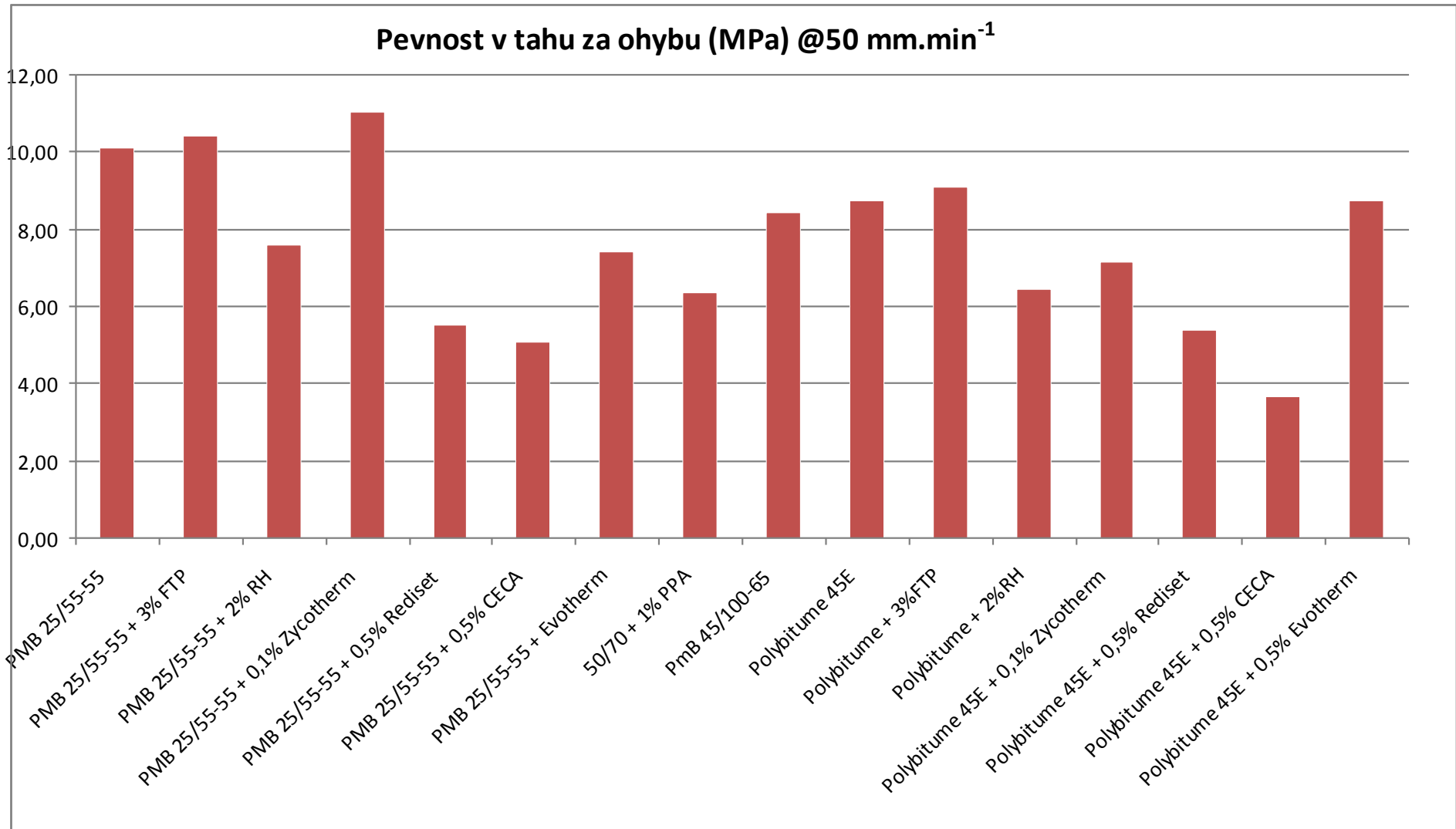
Deformační charakteristiky – tuhost směsí SMA

Označení směsi	Použité pojivo	Modul tuhosti (MPa) při teplotě		
		5°C	15°C	27°C
sm s SMA_1	PMB 25/55-55	16 915	7 007	3 090
sm s SMA_2	PMB 25/55-55 + 3% FTP	16 113	7 005	3 650
sm s SMA_3	PMB 25/55-55 + 2% RH	15 379	6 828	2 567
sm s SMA_4	PMB 25/55-55 + 0,1% Zycotherm	16 510	6 056	1 700
sm s SMA_5	PMB 25/55-55 + 0,5% Rediset	13 265	5 776	2 433
sm s SMA_6	PMB 25/55-55 + 0,5% CECA	15 072	6 626	2 070
sm s SMA_7	PMB 25/55-55 + 0,5% Evotherm	13 805	5 248	1 796
sm s SMA_8	50/70 + 1% PPA	13 805	6 542	2 840
sm s SMA_9	PMB 45/100-65	14 789	6 709	1 821
sm s SMA_10	Polybitume 45E	17 603	8 385	2 962
sm s SMA_11	Polybitume + 3%FTP	10 943	6 106	2 737
sm s SMA_12	Polybitume + 2%RH	13 726	6 722	2 798
sm s SMA_13	Polybitume 45E + 0,1% Zycotherm	10 859	5 608	1 793
sm s SMA_14	Polybitume 45E + 0,5% Rediset	13 499	5 952	1 908
sm s SMA_15	Polybitume 45E + 0,5% CECA	13 436	5 639	2 624
sm s SMA_16	Polybitume 45E + 0,5% Evotherm	14 345	6 646	1 843

Chování nízkoteplotních SMA směsí v oblasti teplot $<0^{\circ}\text{C}$

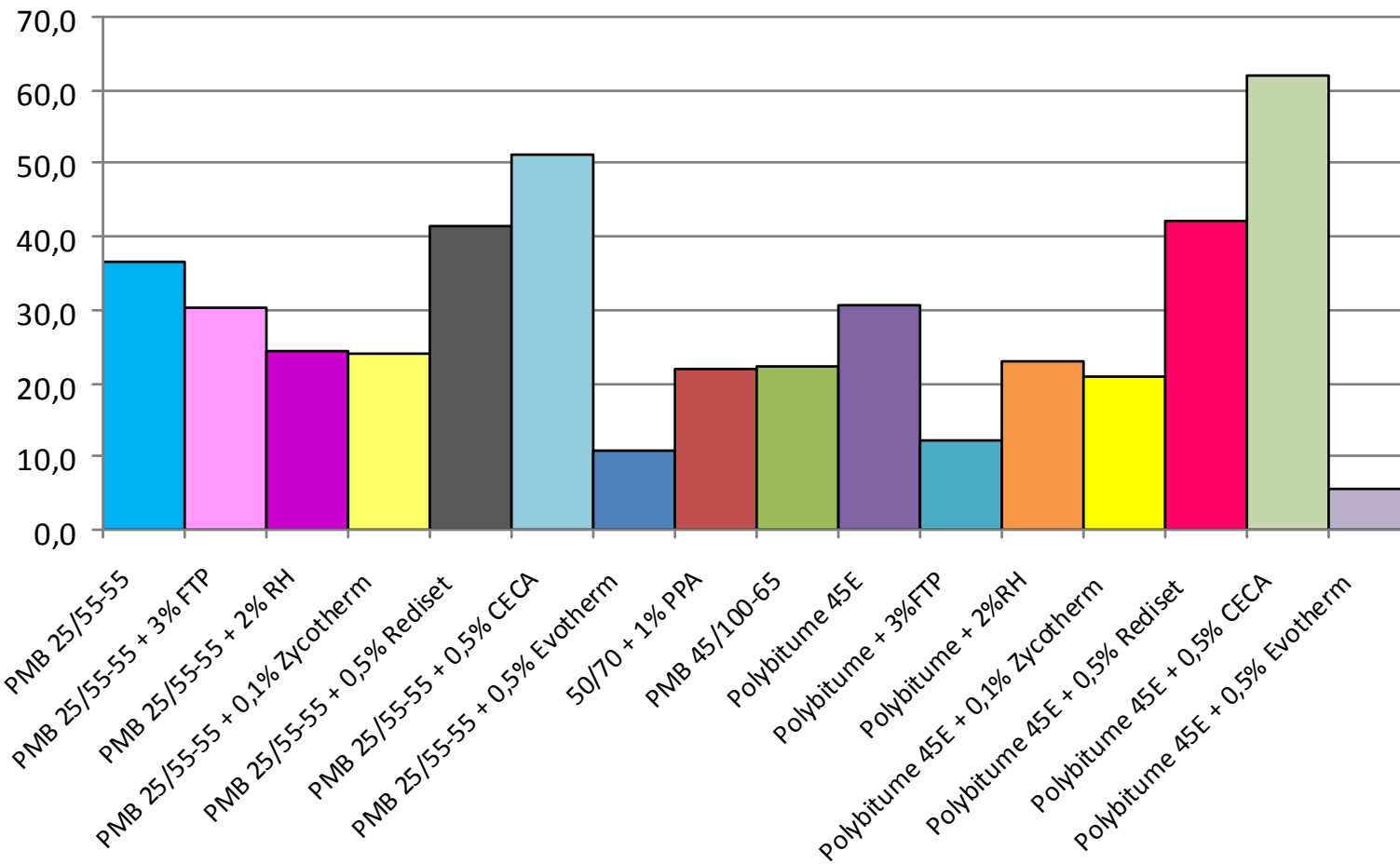


Chování nízkoteplotních SMA sm sí v oblasti teplot $<0^{\circ}\text{C}$



Chování nízkoteplotních SMA směsí v oblasti teplot $<0^{\circ}\text{C}$

Relaxace asfaltové směsi při 0°C



Q&A

A nighttime photograph of a construction site. Several workers in high-visibility vests and hard hats are visible, some standing on a platform or scaffolding. Bright work lights illuminate the scene, creating a hazy atmosphere. The background shows the dark sky and some distant city lights.

České vysoké učení technické v Praze
Stavební fakulta
Katedra silničních staveb
Thákurova 7
166 29 Praha
Česká republika

jan.valentin@fsv.cvut.cz