



## VÝCHOZÍ NÁVRHY ASFALTOVÝCH SM SÍ PRO TENKÉ OBRUSNÉ VRSTVY S VYUŽITÍM SM SÍ SMA I BBTM

Zpracovali: Bc. Monika Chmelíková, Ing. Jan Valentin, Ph.D. (Fakulta stavební VUT v Praze)

### Souhrn

Tenkové asfaltové vrstvy se ve velkém zastoupení a se slibnými výsledky používají již více než 15 let v mnoha zemích Evropy i v zámoří. Z hlediska náklad jde o efektivní typ konstrukce vrstvy vozovky, která se vyznačuje rychlou pokládkou a velmi dobrými povrchovými vlastnostmi. Typická tloušťka tenké asfaltové vrstvy je 10 – 30 mm. Liší se však například různými zeměmi a je často ovlivněna danými národními tradicemi, často spojenými s konkrétní dopravní intenzitou.

Vlastní řešení této aktivity v roce 2016 se zaměřilo na detailnější sledování této zástupce asfaltových směsí, z hlediska jejich využitelnosti potenciálně nejvhodnějších pro tento typ asfaltových vrstev. V provedené experimentální studii se jednalo o směsi SMA 8NH, BBTM 8A a ACO 5NH, přičemž pouze druhá z uvedených směsí má v současnosti platné technické specifikace pro využití v ČR. Tyto směsi byly nejprve navrženy s různým množstvím pojiva, jehož ideální množství bylo zjištěno pomocí výsledné mezerovitosti. Těleso těchto směsí byla hutněna standardně Marshallovým postupem a poté byly prováděny zkoušky: stanovení pevnosti v příčném tahu a stanovení odolnosti asfaltové směsi proti úniku vody a mrazu, určení modulu tuhosti zkouškou IT-CY pro zvolené teploty, stanovení odolnosti proti šíření trhliny na plovákových zkušebních tělesech, stanovení odolnosti proti trvalým deformacím a stanovení pevnosti v tahu za ohybu na tráme kovových zkušebních tělesech. Pro některá zkušební tělesa bylo simulováno stárnutí, což má vliv i do dalších aktivit v rámci CESTI.

### Oblast použití

Mezi hlavní přednosti tenkých asfaltových vrstev v porovnání se standardními obrusnými vrstvami vozovek patří nižší hlučnost, možnost docílení dobré makrotextury a obecně i nižší cena při správném provedení. Vyznačují se velmi dobrými povrchovými vlastnostmi zlepšujícími bezpečnost provozu, jako jsou například protismykové vlastnosti, lepší světelnými charakteristikami za mokra a menším valivým odporem. Tenkové asfaltové

vrstvy jsou trvanlivé a odolné proti vyjíždění kolejí, a kvůli této charakteristice není nijak determinující, protože díky své tloušťce zpravidla nejsou započteny do návrhu konstrukce vozovky z hlediska výpočtu celkové únosnosti. Díky poměrně rychlé pokládce nejsou nutné dlouhé uzavírky, tzn. periodické obnovy takové obrusné vrstvy lze provádět poměrně rychle s možností odfrézování materiálu z povrchu vrstvy pouze pro obrusnou vrstvu. Tato skutečnost do budoucna z hlediska jejich použití podporuje myšlenku trvanlivých a ekonomicky efektivních krytí vozovek, kdy tenká asfaltová vrstva bude chránit ložní vrstvu s prodlouženou životností. Neméně podstatným pozitivem z hlediska snížení ceny je využití menšího množství přírodních zdrojů.

Tab. 1 Porovnání vlastností pro tyto typy obrusných vrstev.

	BBTM	AC 11	SMA 11	PA 0/8	dvouvrstvi PA 8+16
Hluk	+	0	0	+	++
Protismykové vlastnosti	+	0	0	0	0
Cena	+	0	-	-	--
Pracovní prostor	+	0	0	0	-
Odolnost proti vyjíždění kolejí	+	0	+	+	+
Rychlost pokládky	+	0	0	0	-
Rozdrolení	-	0	0	-	--
Oddělování vrstev	-	0	0	0	-
Čitelnost na mraz	-	0	+	-	--
Povětrnostní podmínky během pokládky	-	0	0	-	-
Manuální pokládka	-	0	-	-	-
Trhliny	-	0	0	0	0
Životnost	-	0	+	-	--
Pokles redukce hluku po čase	-	0	0	-	--
Vznik vodní mlhy při dešti	0/+	0	+	++	++
Aquaplaning	0/+	0	+	++	++

### Metodika a postup řešení

V první fázi byly identifikovány současné trendy v oblasti tenkých asfaltových vrstev, přičemž byly vymezeny oblasti vyhledávané technologie prováděné za studena, které se využívají více jako opatření souvislé údržby. Současné pro rok 2016 byly vymezeny asfaltové směsi ultratenké, označované jako UTLAC. Dále byla věnována pozornost kritickým aspektům těchto vrstev z hlediska materiálového složení – kvalitní kamenivo s vyššími hodnotami PSV, jakož i vhodné typy asfaltových pojiv, které vytvoří dostatečně kvalitní asfaltový film odolný proti rychlé degradaci. Tato skutečnost byla dále kombinována s vlivy, které na takové úpravy bude mít klima. Z pohledu

asfaltového pojiva je uvedený kritickým aspektem, protože jeho viskoelastické vlastnosti závisí na teplotě a na dopravním zatížení. To znamená, že při vysokých teplotách se pojivo začne chovat jako viskózní kapalina a tím hrozí vznik trvalých deformací a vyjetí kolejí. Naopak při velmi nízkých teplotách se pojivo může stát velice křehké, čímž může dojít ke vzniku trhlin při zatížení dopravou. Tímto jevem musí být volba u tenkých asfaltových vrstev velmi dobře proizpůsobena. Jako pojivo pro výrobu asfaltových směsí byl použit polymerem modifikovaný asfalt (PMB) 25/55-60. Pro návrh asfaltových směsí bylo použito kamenivo frakcí 0/4 a 4/8 z kamenolomu Mladovice a kamenivo frakce 2/5 z kamenolomu Zbraslav pro návrh směsi ACO 5NH. Jako filer byla použita vápencová mouka z lokality Velké Hydčice.

Velkým problémem tenkých asfaltových vrstev s ohledem na klimatické podmínky je stárnutí. Ke stárnutí dochází reakcí asfaltu s kyslíkem obsaženým ve vzduchu. Důsledkem je ztvrdnutí pojiva, které se stává křehkým, a taková vozovka je pak náchylnější ke vzniku trhlin. Obvykle je stárnutí pomalý proces, horké klima s vysokými teplotami ho však může velmi zrychlit. Vzhledem k tomu, že ke stárnutí dochází rychleji na povrchu vozovky, jsou tenké asfaltové vrstvy náchylnější na stárnutí než vrstvy silnější. Z tohoto důvodu je nezbytné i tento aspekt při experimentálních návrzích a rozvoji asfaltových směsí pro tento typ vrstev sledovat.

V poslední kroku byly identifikovány a zvoleny vhodné zkušební postupy, které měly co nejlépe charakterizovat jednotlivé typy zvolených směsí. Zkušební postupy jsou uvedeny v souhrnu tohoto technického listu. Byly aplikovány na všechny rozvíjené asfaltové směsi a následně došlo k jejich vzájemnému porovnání.

## Výsledky

Na základě síťových rozborů kameniva a vápencové mouky byla navržena úroveň zrnitosti a byly stanoveny poměry jednotlivých frakcí.

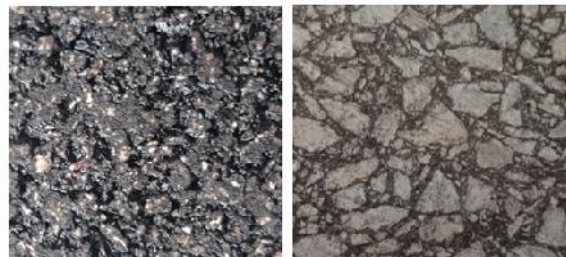
SMA 8NH		BBTM 8A		ACO 5NH	
Mladovice 4/0	02,0%	Mladovice 4/0	40,0%	Zbraslav 2/5	50,0%
Mladovice 0/4	10,0%	Mladovice 0/4	48,0%	Mladovice 0/4	46,0%
Filer	8,0%	Filer	4,0%	Filer	4,0%

Na následující sérii obrázků je možné porovnat strukturu povrchu laboratorně navržených asfaltových směsí a na příčných ezech je dobře vidět rozdíl v druhu i množství použitého kameniva. Pro směsi SMA 8NH i BBTM 8A bylo použito stejné kamenivo, avšak v případě SMA 8NH je patrně menší množství jemných částic a naopak větší podíl hrubé frakce v porovnání s BBTM 8A. Na prvním

pohled zcela odlišný je případ směsi ACO 5NH, kde nejvíce použitá frakce kameniva byla 2/5.



Obr. 1 SMA 8NH – povrch, ez.

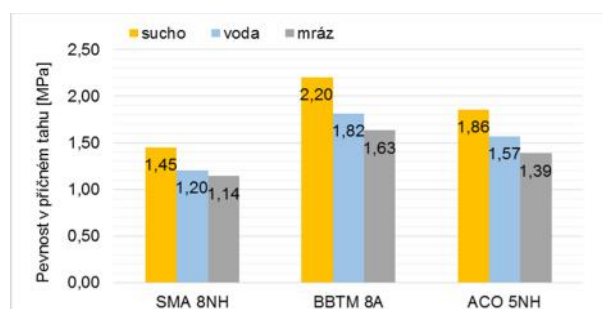


Obr. 2 BBTM 8A – povrch, ez.

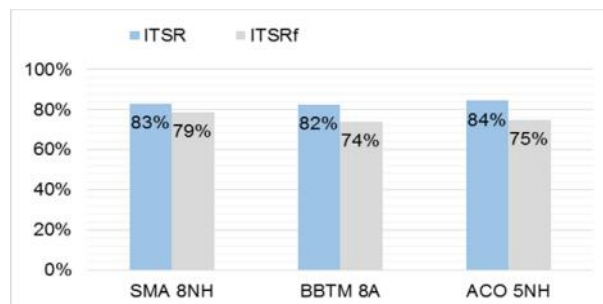


Obr. 3 ACO 5NH – povrch, ez.

Z hlediska provedených zkoušek je prvním důležitým parametrem hodnota odolnosti proti úniku vody, která byla stanovena standardně dle příslušné SN EN normy, jakož i modifikovaným způsobem dle americké AASHTO normy, což je poslední min. 4 roky zavedená praxe na VUT v Praze. Výsledky jsou uvedeny na dalším obrázku.



Obr. 4 Pevnost v příčném tahu.



Obr. 5 Odolnost proti úniku vody a mrazu.

Dalším důležitým parametrem je modul tuhosti, který byl stanoven při těchto teplotách, v závislosti na teplotní citlivosti, jak uvádí další tabulka. Jedním z důležitých poznatků je mnohem vyšší teplotní citlivost směsi SMA 8NH.

Tab. 2 Výsledky stanovení modulu tuhosti.

	Modul tuhosti [MPa]			Teplotní citlivost
	0 °C	15 °C	27 °C	
SMA 8NH	9593	3473	860	11,15
BBTM 8A	15603	7046	2653	5,88
ACO 5NH	13391	6391	2573	5,20

Z hlediska chování asfaltové směsi v oboru nízkých teplot se jako relativně jednoduchá, nicméně nadále diskutabilní jeví zkouška odolnosti proti šířící trhlině na plovákových zkušebních tělesech.

Tab. 3 Výsledky zkoušky šířící trhliny zkouškou SCB.

	Přehnutí	Síla	Hloubka drážky	Faktor $f$	Napětí při prorušení	Lomová houževnatost	Přehnutí
	$\Delta W$	F	a	$f(a/W)$	$\sigma_{max,i}$	$K_{ic,i}$	$E_{max,i}$
	[mm]	[kN]	[mm]	[-]	[MPa]	[N/mm <sup>3/2</sup> ]	[%]
SMA 8NH	0,83	4,51	10,00	7,46	3,89	29,01	1,70
BBTM 8A	0,95	6,55	10,00	7,45	5,54	41,26	1,74
ACO 5NH	0,77	5,39	10,00	7,45	4,33	35,77	1,57

U asfaltových směsí byla následně vyjádřena závislost množství pojiva a s tím spojené mezerovitosti na lomové houževnatosti. Výsledky jsou zobrazeny v následující tabulce.

Tab. 4 Závislost lomové houževnatosti na množství pojiva a mezerovitosti.

	Obsah pojiva	Mezerovitost	Lomová houževnatost $K_{ic,i}$
	[%]	[%]	[N/mm <sup>3/2</sup> ]
SMA 8NH	6,5	11,14	30,01
	6,8	9,97	29,01
	7,1	11,59	30,84
BBTM 8A	5,4	9,28	36,61
	5,7	6,81	38,71
	6,0	4,19	41,26
ACO 5NH	5,4	11,48	33,37
	5,7	10,93	33,90
	6,0	10,01	35,77

V neposlední řadě byly pro každou ze směsí SMA 8NH, BBTM 8A a ACO 5NH laboratorně vyrobeny dvě zkušební desky o rozměrech 320 x 260 x 40 mm. U každé desky byla změněna výška, jejíž hodnota odpovídala průměru z šesti měření. Dále byla stanovena objemová hmotnost desky dle SN-EN 12697-6 měřením na vzduchu a ve vodě.

Výsledky  $WTS_{AIR}$  dobře korelují s hodnotami modulu tuhosti. Na druhé straně je poměrně zajímavým výsledkem porovnání hodnot  $WTS_{AIR}$  a  $PRD_{AIR}$ , kdy druhá charakteristika vychází nejlépe pro směs SMA 8NH, která na druhé straně vykazovala nejvyšší průměrnou hloubku koleje.

Tab. 5 Výsledky zkoušky odolnosti proti trvalým deformacím.

	$WTS_{AIR}$	$PRD_{AIR}$
	[mm]	[%]
SMA 8NH	0,032	2,4
BBTM 8A	0,028	3,5
ACO 5NH	0,028	2,7

## Závěr

Výsledky ukázaly, že v podstatě u všech prováděných zkoušek vyšla srovnávací hodnota nejlépe asfaltová směs BBTM 8A, v tloušťce následovaná směsí ACO 5NH a téměř vždy dopadla nejhůř směs SMA 8NH. Lze předpokládat, že horší výsledky směsi SMA 8NH jsou způsobeny vyšším obsahem asfaltového pojiva, které nutně nemusí být již efektivní, a vyšší mezerovitostí oproti zbývajícím dvěma směsím. Lepší výsledky směsi BBTM 8A oproti ACO 5NH mohou zase v mnoha případech vyplývat z hrubší použité frakce kameniva. Na základě provedených zkoušek se dá říci, že směs BBTM 8A je pro tenké asfaltové vrstvy nejvhodnější a jejím jediným omezením bude použití průměru menší než 20 mm.

Součástí je třeba zdůraznit, že základní princip konceptu „včetně vozovky“ (vozovky s velmi dlouhou životností) je založen na tom, že pozemní komunikace s velmi vysokým dopravním zatížením jsou navrhovány s vysokou únosností konstrukčního souvrství, tzv. „jednou a navždy“ a v periodických intervalech dochází k výměně obrusné vrstvy. A kolik se již při návrhu počítá s tím, že bude obrusná vrstva asfaltová, je potřeba zajistit její extrémně vysokou odolnost a trvanlivost proti průměrným únikům dopravy a klimatu, jelikož stěny uzavírky nejsou z důvodu vysoké dopravní intenzity možné. Proto je nutné použít pouze kvalitní a zpravidla dražší kamenivo s vysokou odolností proti opotřebení a s velmi dobrou otvrditelností. U drahého kameniva je pak potřeba minimalizovat množství asfaltové směsi použité na m<sup>2</sup> vozovky. Tenké asfaltové vrstvy jsou nedílnou součástí tohoto konceptu, který bude dále pro praxi rozvíjen.

## Literatura

- [1] Danish road institute, Swedish national research centre a Belgian road research centre. Optimization of Thin Asphalt Layers: Final Report, 2011.
- [2] FprEN 13108-9. Bituminous mixtures - Material specifications - Part 9: Asphalt for Ultra-Thin Layer (AUTL), 2015.