

TP 151

**Ministerstvo dopravy
Odbor silniční infrastruktury**

Asfaltové směsi s vysokým modulem tuhosti (VMT)

TECHNICKÉ PODMÍNKY

**Schváleno MD – OSI, č.j. 543/10-910-IPK/1
ze dne 29.6.2010, s účinností od 1. července 2010
se současným zrušením TP 151, schválené MDS – OPK, č.j. 29044/01-123
ze dne 12. listopadu 2001.**



OBSAH

1	Předmět TP	3
2	Charakteristika směsí VMT	3
3	Termíny a definice, označování	3
4	Systém jakosti	5
5	Užití ve vozovce	5
5.1	Obecné zásady k použití VMT.....	5
5.2	Návrh a posouzení	5
5.3	Užití VMT v konstrukci vozovky.....	6
5.4	Tloušťky vrstev.....	6
6	Stavební materiály	7
6.1	Kamenivo	7
6.2	Asfalt.....	7
6.3	R-materiál	7
6.4	Přísady.....	8
7	Stavební směs	8
7.1	Složení	8
7.2	Návrh složení a technické požadavky	8
8	Stavební práce	11
8.1	Úprava podkladu	11
8.2	Výroba směsi	11
8.3	Doprava	12
8.4	Rozprostírání.....	12
8.5	Hutnění	13
9	Zkoušení a kontrola	14
9.1	Zkoušky typu	14
9.2	Kontrolní zkoušky	14
10	Klimatická omezení	17
11	Životní prostředí	18
12	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci	18
13	Citované a související předpisy	19
PŘÍLOHA 1 ZKOUŠKA RELAXACE ASFALTOVÝCH SMĚSÍ		22
PŘÍLOHA 2 STANOVENÍ VLASTNOSTÍ ASFALTOVÝCH SMĚSÍ ZKOUŠKOU V TAHU ZA OHYBU		25
PŘÍLOHA 3 ZÁSADY POSOUZENÍ NEBEZPEČÍ VZNIKU TRHLIN ZA NÍZKÝCH TEPLOT (INFORMATIVNÍ)		28



1 Předmět TP

Technické podmínky (dále TP) platí pro návrh, výrobu, dopravu, pokládku, kontrolu a zkoušení hutněných asfaltových směsí a vrstev typu VMT, tj. směsí a úprav s vysokým modulem tuhosti, určených pro podkladní a ložní vrstvy vozovek, zejména s velmi těžkým dopravním zatížením. TP uvádějí i některé základní údaje pro jejich aplikaci v konstrukcích vozovek.

Použití směsí a úprav VMT umožňuje:

- minimalizovat vznik nadměrných trvalých deformací ve formě vyjetých kolejí a jiných poruch podobného typu,
- dosáhnout vysoké odolnosti asfaltových vrstev proti únavě i proti působení vody a tím zajistit i jejich vysokou životnost,
- snížit tloušťky vozovky ve srovnání s klasickými typy úprav či zvýšit provozní výkonnost vozovky.

TP navazují na evropské normy pro asfaltové směsi řady ČSN EN 13108, ČSN 73 6121 a TKP a jejich rozsah rozšiřují.

2 Charakteristika směsí VMT

Směsi označované jako VMT (v dříve platném předpisu TP 151 z roku 2001 jako "VMT A") jsou za horka zpracovávané asfaltové směsi s vysokým modulem tuhosti, s relativně vyšším obsahem asfaltů tvrdších druhů (popř. dalších ztužujících přísad), nízkou mezerovitostí pro podkladní vrstvy a upravenou mezerovitostí pro ložní vrstvy. U těchto druhů směsí je nutné prokázat vlastnosti funkčním způsobem (kombinace všeobecných požadavků a funkčních požadavků) podle koncepce evropských norem pro asfaltové směsi řady ČSN EN 13108 (viz tab. 1).

Podle zrnitosti použité směsi kameniva se rozdělují směsi VMT na druhy 0/16 a 0/22.

3 Termíny a definice, označování

Základní termíny z oblasti pozemních komunikací jsou uvedeny v ČSN 73 0020, ČSN 73 6100-1, ČSN 73 6114, ČSN EN 13 108-1, ČSN 73 6121 a v dalších citovaných a souvisejících normách a předpisech.

Použité značky vrstev vozovek, vlastností asfaltových směsí a vstupních surovin odpovídají normám ČSN 73 6121, ČSN 73 6122 a ČSN 73 6160.

- AC - asfaltový beton (ČSN EN 13108-1),
- S - stabilita podle Marshalla (ČSN EN 12697-34),
- F - přetvoření podle Marshalla (ČSN EN 12697-34),
- V_m - mezerovitost asfaltové směsi (ČSN EN 12697-8),
- VFB - stupeň vyplnění mezer asfaltem (ČSN EN 12697-8),
- n - koeficient sytosti (ČSN 73 6160),
- Im_d - návrhová hodnota indexu mrazu dle TP 170 (pro střední dobu návratu 10 let),

- LA - odolnost proti drcení kameniva (ČSN EN 1097-2),
- SI - tvarový index (ČSN EN 933-4),
- ρ_d - objemová hmotnost směsi kameniva stanovená v pyknometru ve vodě ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$),
- ρ_{mV} - maximální objemová hmotnost asfaltové směsi (ČSN EN 12697-5),
- MB - hodnota methylenové modři (ČSN EN 933-9),
- PMB - polymery modifikovaný asfalt (ČSN EN 14023),
- TSA - tvrdý silniční asfalt (ČSN EN 13924),
- MG - multigrádový silniční asfalt (prEN 13924-2),
- DK - drobné kamenivo,
- HK - hrubé kamenivo,
- DDK - drobné drcené kamenivo,
- DTK - drobné těžené kamenivo,
- HDK - hrubé drcené kamenivo,
- ŠD - štěrkodrť (ČSN 73 6126-1),
- MZK - mechanicky zpevněné kamenivo (ČSN 73 6126-1),
- VŠ - vibrovaný štěrk (ČSN 73 6126-2),
- NAT - Nottingham Asphalt Tester (zkušební zařízení dle ČSN EN 12697-26 metoda C),
- TKP - Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací,
- ZTKP - Zvláštní technické kvalitativní podmínky,
- TNV₀ - průměrná denní intenzita provozu všech těžkých nákladních vozidel v roce sčítání dopravy

Vysvětlení dalších pojmů:

Multigrádový silniční asfalt MG - asfalt vyrobený v rafineriích speciální technologií, vyznačující se především rozšířeným oborem plasticity a vyšším penetračním indexem (vypočteným dle příl. A ČSN EN 13924) než obvyklé nemodifikované asfalty.

R-materiál - asfaltová směs dle ČSN EN 13108-8 znovuzískaná frézováním asfaltových vrstev nebo drcením desek vybouraných z asfaltových vozovek nebo velkých kusů asfaltové směsi a asfaltové směsi z neshodné nebo nadbytečné výroby, upravená následně tříděním (případně drcením) a homogenizací, která se přidává do asfaltové směsi.

Příklady označení:

Označení vrstvy VMT ze směsi s vysokým modulem tuhosti, zrnitost 0/16, s asfaltovým pojivem PMB 25/55-55, tloušťka vrstvy 60 mm: VMT 16 PMB 25/55-55; 60 mm.

4 Systém jakosti

Způsobilost zhotovitelů

Zhotovitel musí prokázat způsobilost pro provádění a pokládku asfaltových směsí podle MP SJ-PK část II/4 podle Věstníku dopravy č. 18/2008. Zhotovitel musí formou referenčních listů prokázat zkušenosti při provádění a pokládce asfaltových směsí na stavbách pozemních komunikací.

Před zahájením prací musí být zhotovitelem prokázána způsobilost pracovníků a strojního zařízení. Práce musí být prováděny zkušenými a zodpovědnými pracovníky, kteří byli proškoleni a poučeni o dané technologii.

Strojní mechanismy a dopravní prostředky musí být v dobrém technickém stavu a nesmí z nich odkapávat jakékoliv provozní kapaliny.

Zhotovitel musí rovněž prokázat smluvně zabezpečený vztah v oblasti zkušebnictví s laboratoří se způsobilostí podle téhož MP, část II/3, pokud zkoušky nezajišťuje vlastní ve smyslu citovaného MP SJ-PK způsobilou laboratoří.

Zhotovitel diagnostického průzkumu musí prokázat způsobilost pro jeho provádění podle téhož MP, část II/2.

Jakost výroby a provádění je považována za zajištěnou, jsou-li v praxi splněny požadavky MP SJ-PK, Obchodních podmínek staveb PK, ZDS, resp. smlouvy o dílo a příslušných ustanovení těchto TP.

5 Užití ve vozovce

5.1 Obecné zásady k použití VMT

Předpokladem úspěšného použití směsí a úprav VMT je splnění těchto základních požadavků:

- Technicky správný návrh konstrukce vozovky s dostatečnými tloušťkami vhodných konstrukčních vrstev navržených s ohledem na předpokládané dopravní zatížení, klimatické podmínky, vodní režim a únosnost podloží. V případě oprav je nutné důkladně posoudit technický stav konstrukce vozovky, zejména pak kvalitu níže ležících vrstev v souladu s TP 87,
- zajištění dobrého a trvalého spojení asfaltových konstrukčních vrstev,
- zohlednění předpokládaných teplotních a povětrnostních podmínek při provádění prací, a to již při návrhu konstrukce vozovky,
- zamezení vnikání vody do asfaltových vrstev vozovky (např. utěsnění okrajů vrstev asfaltovým postřikem) a podle potřeby zajištění dostatečného odvodnění vrstvy (např. provedením drenážních vrtů, rýh apod.),
- provedení návrhu složení směsí VMT a posouzení jejich vlastností v dostatečném rozsahu a s ohledem na předpokládané dopravní zatížení, působící klimatické podmínky (zejména možný vliv nejnižších zimních teplot) a umístění vrstev VMT v konstrukci PK.

5.2 Návrh a posouzení

Obecné zásady pro návrh vozovek obsažené v ČSN 73 6114 (t.zn. dopravní a klimatické zatížení, principy posouzení) platí i pro vozovky s VMT.

Typizované konstrukce vozovek s použitím vrstev s VMT s návrhovým modulem 9000 MPa při 15 °C jsou uvedeny v katalogu TP 170. Při použití směsi VMT s nemodifikovaným silničním asfaltem a tvrdým silničním asfaltem do vozovek s dopravním zatížením třídy S a I se doporučuje ověřit návrhové únavové charakteristiky dle tabulky B.5 TP 170 zkouškou dle ČSN EN 12697-24 metoda A. V případě, že by naměřená charakteristika ϵ_6 byla menší než návrhová hodnota dle tabulky B.5 TP 170, je třeba provést přepočítání vozovky s uvažováním předpokládaného dopravního zatížení. Vyšší tuhost směsi může kompenzovat mírně horší únavové vlastnosti směsi, takže konstrukce uvedená v katalogu vyhoví pro předpokládané dopravní zatížení. U směsi VMT je možné využít naměřených hodnot funkčních vlastností při návrhu vozovky při respektování omezení uvedených v poznámce pod tabulkou B.5 TP 170.

Pozn.: Aplikace výsledků laboratorních zkoušek funkčních vlastností směsí s VMT (tj. modul tuhosti, únavové charakteristiky) postupem dle platné TP 170 by mohla v některých případech (např. u vozovek s podkladními vrstvami stmelnými hydraulickými pojivy) vést k příliš velkému zmenšení tloušťky vozovky a tím k jejímu poddimenzování, protože únavová zkouška v laboratoři nemůže plně vystihnout dlouhodobé chování ve vozovce. K poddimenzování vozovky by mohlo dojít i v případě, že by únavové charakteristiky směsi VMT byly horší než návrhové hodnoty dle TP 170. Proto se doporučuje provádět v těchto případech návrh konstrukce vozovky s VMT ve spolupráci se specialisty, kteří jsou podrobně seznámeni s problematikou vlastností směsí VMT a též s aplikací výpočtové metody dle TP 170.

Posouzení vlastností při nízkých teplotách (dle přílohy č. 3) je nutné, pokud je směs s VMT z nemodifikovaného pojiva položena do ložní vrstvy vozovky a na ní položená obrusná vrstva má nižší tloušťku než 40 mm nebo jsou-li klimatické podmínky lokality velmi nepříznivé (Např.: $l_{m_d} > 600^\circ\text{C}$). (Pozn.: Na základě zhodnocení provedených zkoušek a údajů v literatuře lze konstatovat, že směsi s modifikovaným asfaltem gradace 25 v ložní vrstvě s obrusnou vrstvou 40 mm a hodnotou $l_{m_d} < 600^\circ\text{C}$ den z hlediska nízkých teplot vyhoví.)

5.3 Užití VMT v konstrukci vozovky

Směsi a úpravy typu VMT lze obecně použít pro podkladní a ložní vrstvy vozovek všech tříd dopravního zatížení. Mají se použít především na vozovkách s velkým dopravním zatížením (třída dopravního zatížení S, I, II a v úsecích s pomalou a zastavující dopravou), zejména na nestmelených podkladních vrstvách. U vozovek s menším dopravním zatížením je použití VMT možné použít pouze v odůvodněných případech.

Pozn.: Zvláštní pozornost je však nutné věnovat výběru druhu pojiva zejména při použití vrstev VMT do ložních vrstev při tloušťce obrusné vrstvy menší než 40 mm a při nepříznivých klimatických podmínkách (viz čl. 5.2).

Směsi VMT lze pokládat na všechny druhy podkladů zajišťujících možnost dosažení požadované míry zhutnění a předepsané mezerovitosti.

Použití směsí s VMT při rekonstrukcích vozovek je třeba individuálně zvážit, jestliže je podklad vrstvy VMT porušen trhlinami, podél kterých může docházet k pohybům i po opravách trhlin dle TP 115 (V případech horizontálních pohybů lze řešit například vložením asfaltové vrstvy SAL z modifikovaného asfaltu dle TP 147).

Při pokládce směsi VMT na nestmelené vrstvy je třeba věnovat náležitou pozornost rovnosti povrchu, aby se omezilo nebezpečí nadměrného lokálního snížení tloušťky vrstvy VMT.

Před pokládkou vrstvy VMT se musí provést vždy spojovací postřik dle ČSN 73 6129.

5.4 Tloušťky vrstev

Projektovaná tloušťka ložní vrstvy zrnitosti 0/16 musí být v rozmezí 50-80 mm, v případě zrnitosti 0/22 v rozmezí 60-100 mm.

Projektovaná tloušťka podkladní vrstvy zrnitosti 0/16 musí být v rozmezí 50-80 mm, v případě zrnitosti 0/22 v rozmezí 60-120 mm.

Jednovrstvou pokládku lze doporučit do tloušťek 80 mm u zrnitosti 0/16 a 100 mm u zrnitosti 0/22. Vyšší tloušťky, max. 120 mm, lze provádět podle druhu stavby a prováděcích možností ve dvou vrstvách nebo výjimečně i v jedné vrstvě (např. při použití finišerů s vysokým předhutněním, při optimálních podmínkách pro rozprostírání a hutnění). Zda-li bude provedena pokládka v jedné nebo ve dvou vrstvách, je nutno uvést v projektové dokumentaci.

V případě návrhu směsi VMT na asfaltovou membránu (SAMI) dle TP 147, je třeba postupovat individuálně. Zhotovitel musí volit pojiva směsi VMT a membrány, ochranu asfaltové membrány, tloušťku vrstvy VMT a pracovní postup tak, aby při pokládce vrstvy VMT nedošlo k takovému změknutí membrány, které by ovlivnilo její působení v konstrukci vozovky a znemožnilo kvalitní provedení vrstvy VMT.

6 Stavební materiály

6.1 Kamenivo

Požadované kvalitativní parametry drceného kameniva pro směsi typu VMT musí odpovídat požadavkům na kamenivo pro ložní a podkladní vrstvy dle ČSN EN 13108-1 Asfaltový beton (národní příloha NA – tabulky NA-E.4.2 a NA-E.4.3 pro směsi s označením S). Směs kameniva může obsahovat pouze drcené kamenivo.

Jako filer lze použít materiály splňující požadavky ČSN EN 13108-1, tab. NA-E.4.4.

6.2 Asfalt

Pro výrobu asfaltových směsí typu VMT se používají:

- silniční asfalt 20/30, 30/45, 35/50
- modifikované asfalty PMB 10/40-60,-65, PMB 25/55-55, -60, -65,
- multigrádové silniční asfalty MG 20/30 a MG 35/50
- tvrdé silniční asfalty TSA 15/25 (TSA 20/30)
- popř. jiné asfalty a/nebo ztužující přísady

Použití tvrdších gradací asfaltů a/nebo ztužujících přísad musí být technicky zdůvodněno a doloženo zkouškami pojiva i směsi včetně únavových vlastností a parametrů chování asfaltových směsí za nízkých teplot.

6.3 R-materiál

Použitý R-materiál musí být získán převážně frézováním krytů asfaltových vozovek (min. 75 %). V případě použití R-materiálu nad 10 % hmotnosti ze směsi kameniva, je zapotřebí, aby zhotovitel předložil objednateli společně se zkouškami typu technologický předpis na získávání, skladování, úpravu a zkoušení R-materiálu dle požadavků ČSN EN 13108-8 a těchto TP.

U použitého R-materiálu musí být zjištěna po extrakci čára zrnitosti kameniva, obsah asfaltu a základní vlastnosti asfaltu (minimálně bod měknutí metodou kroužek kulička a penetrace při 25 °C) – četnost zkoušek viz tab. 4. Použitý R-materiál nesmí obsahovat cizorodé částice v množství větším než je uvedeno v článku 4.1 "Znečišťující látky" normy ČSN EN 13108-8 kategorie F5: Obsah v materiálech skupiny 1 ne větší než 5 % (např. cementový beton včetně výrobků z cementového betonu, cihly, materiál spodních podkladních vrstev vyjma přírodního kameniva, cementová malta a kovy) a obsah v materiálech skupiny 2 ne větší než 0,1 % (syntetické materiály, dřevo, plasty).

6.4 Přířady

Na zlepšení přilnavosti asfaltu ke kamenivu, k úpravě zpracovatelnosti a reologických vlastností se mohou používat ověřené přířady.

7 Stavební směs

7.1 Složení

Směs kameniva se skládá z jednotlivých frakcí drceného kameniva, popř. z kameniva z R-materiálu tak, aby výsledná čára zrnitosti ležela uvnitř oboru zrnitosti podle tab. 1.

Nejvyšší přípustný obsah R-materiálu (v % hmotnosti asfaltové směsi) je:

- pro ložní vrstvy 25 %, v případě použití modifikovaných pojiv 15%
- pro podkladní vrstvy 30 %

V případě výroby směsi v obalovacích soupravách s přerušovaným cyklem výroby a dávkováním nepředehřivaného R-materiálu lze dávkovat max. 20%.

Pokud je průměrná hodnota bodu měknutí KK asfaltového pojiva přidávaného R-materiálu vyšší jak 70 °C, je nutno stanovit vlastnosti směsi za nízkých teplot.

Druh asfaltu se určí podle údajů uvedených v části 6.2 a údajů tab. 1.

Při provádění zkoušek typu musí být u směsi VMT vždy ověřena přilnavost použitého asfaltu k použitému hrubému kamenivu a musí být dosaženo hodnocení nejméně přilnavost dobrá (dle ČSN 73 6161).

7.2 Návrh složení a technické požadavky

Při návrhu složení směsi s VMT a stanovení optimálního množství asfaltu lze použít postupu uvedeného v ČSN 73 6160 (zhuťovací energie 2x75 úderů rázového zhuťovače dle ČSN EN 12697-30). Teplotu hutnění je nutné přizpůsobit viskozitě použitého asfaltu (obvykle 150 až 165°C); její hodnotu je nutné uvést v protokolu o zkoušce typu.

Při stanovení optima asfaltu je nutné dodržet požadovanou minimální hodnotu koeficientu sytosti (viz tabulka 1).

Při opakovaném provádění zkoušky typu, u které skončila doba platnosti, je možné odebrat směs k posouzení požadovaných parametrů z výroby na obalovně.

Tab. 1 Požadavky a doporučené parametry pro složení směsí VMT a jejich základní fyzikálně-mechanické vlastnosti

Směs		VMT 22	VMT 16
Všeobecné požadavky			
Propad sítem v % hmotnosti směsi kameniva ²⁰⁾	32	100	100
	22	90 – 100	100
	16	72 – 82	90 – 100
	8	50 – 60	54 – 70
	4	34 – 46	36 – 52
	2	24 – 34	26 – 38
	0063	5 – 9	5 – 10
Minimální mezerovitost V_{\min} (%) ¹⁾		3,0 (2,5)	
Maximální mezerovitost V_{\max} (%) ¹⁾		5,0 (6,0)	
Podíl R-materiálu ²⁾		max. 25 % (15%) pro ložní vrstvy max. 30 % pro podkladní vrstvy	
Podíl drceného kameniva (%)		100	
Minimální hodnoty koeficientu sytosti n		3,3 ³⁾	
Orientační obsah rozpust. pojiva v % hm. asf.směsi ⁴⁾		4,1 - 5,4 ^{5),7)}	4,3 - 5,6 ^{6),7)}
Druh asfaltu ⁸⁾		silniční asfalt 20/30, 30/45, 35/50, PMB 10/40-60,-65, PMB 25/55-55, -60, -65, MG 20/30, MG 35/50, TSA 15/25 ⁹⁾ , (popř. jiné asfalty a/nebo ztužující přísady)	
Zkouška pojždění kolem T= 50 °C ¹⁰⁾	Maximální poměrná hloubka koleje PRD _{AIR} (%)	3,0	
	Maximální přírůstek hloubky koleje WTS _{AIR} (mm/10 ³ cyklů)	0,05	
Minimální poměr pevnosti v příčném tahu ITSR (%) ¹¹⁾		min. 80	
Funkční požadavky			
Modul tuhosti T = 15°C (MPa) ¹²⁾	sinusoidální zatěžování ¹³⁾	min. 9 000	
	příčný tah (NAT) ¹⁴⁾	min. 9 000	
Odolnost proti únavě ϵ_6 ¹⁵⁾		min. 125	
Informativní hodnoty vlastností asfaltových směsí za nízkých teplot ¹⁶⁾			
Zkouška relaxace ^{17), 19)}	pokles napětí na hodnotu 50% při T = ± 0°C v (s)	ložní vrstvy max. 600 podkladní vrstvy max. 1 200	
Zkouška pevnosti v tahu za ohybu ^{18), 19)}	pevnost v tahu za ohybu R _i při T = ± 0°C v (MPa)	min. 6	

Poznámky:

- 1) Při stanovení ρ_{mV} ve vodě. Hodnoty v závorkách platí pro kontrolní zkoušky. Pro ložní vrstvy se doporučuje mezerovitost v intervalu 3,5 – 5,0 % s ohledem na možné dohutnění směsi a jako podklad pod lité asfalt (snížení rizika vzniku „puchýřů“). Pro podkladní vrstvy se doporučuje mezerovitost v intervalu 3,0 – 4,5 %.
- 2) Hodnota v závorce platí v případě použití modifikovaných asfaltů. V případě výroby směsi v obalovacích soupravách s přerušovaným cyklem výroby a dávkováním nepřehřívajícího R-

materiálu lze dávkovat max. 20%.

Pokud je hodnota bodu měknutí KK asfaltového pojiva přidávaného R-materiálu vyšší jak 70°C, je nutno stanovit vlastnosti směsi za nízkých teplot.

- 3) Uvedená hodnota platí pro objemovou hmotnost kameniva $\rho_d = 2,65 \text{ g.cm}^{-3}$; pokud se skutečná hodnota ρ_d liší, vynásobí se (pro porovnání) hodnota minimálního koeficientu sytosti součinitelem $k = 2,65/\rho_d$. Výpočet hodnoty koeficientu sytosti vychází z celkového obsahu pojiva.
- 4) Přesný obsah asfaltu se určí s využitím vypočítané hodnoty koeficientu sytosti dle ČSN 73 6160 s přihlédnutím k objemové hmotnosti kameniva. Hodnota se zpřesní podle výsledků volumetrických parametrů V_m , VMA, VFB.
- 5) Rozpustný obsah asfaltu v % obj. má být ve ztuhlé směsi (Marshallova tělesa) min. 10,5 % obj..
- 6) Rozpustný obsah asfaltu v % obj. má být ve ztuhlé směsi (Marshallova tělesa) min. 11,0 % obj..
- 7) Podle potřeby se pro zlepšení přilnavosti a zpracovatelnosti přidává vhodná přísada.
- 8) Použití jiných druhů asfaltů a modifikačních přísad musí být technicky zdůvodněno a doloženo zkouškami pojiva i směsi – včetně ověření modulů tuhosti a nízkoteplotních vlastností. Nízkoteplotní vlastnosti se ověřují pouze v případě použití asfaltů tvrdších gradací než jsou uvedeny. Toto ustanovení platí pro zkoušky typu.
- 9) Do zavedení nových národních příloh normy ČSN EN 13924-1 (do roku 2011) je asfalt TSA 15/25 nahrazen asfaltem TSA 20/30. Asfalt TSA 15/25 je možné použít pouze pro podkladní vrstvy. Při použití tohoto druhu asfaltu je zapotřebí stanovit vlastnosti směsi za nízkých teplot v rámci zkoušek typu.
- 10) Zkouška se provádí podle ČSN EN 12697-22. Pro podkladní vrstvy se zkouška provádí pouze v případě, že je vrstva položena v hloubce menší jak 100 mm.
- 11) Zkouška se provádí pouze pro ložní vrstvy podle ČSN EN 12697-12.
- 12) Stanovení modulu tuhosti se provádí vždy. Před stanovením modulu tuhosti, popř. dalších funkčních charakteristik lze provést stanovení stability S (min. 14 kN), přetvoření F (20-50, -60) a stupně vyplnění mezer VFB (70-80) s tím, že pro následné stanovení modulů tuhosti se doporučuje použít ty směsi, které splňují hodnoty uvedené v závorkách. Mezní hodnota 60 pro přetvoření platí při použití modifikovaných asfaltů.
- 13) Stanoví se na zkušebních tělesech tvaru komolého klínu dle ČSN EN 12697-26 příloha A.
- 14) Stanoví se na Marshallových tělesech dle ČSN EN 12697-26 příloha C.
- 15) Odolnost proti únavě uváděná mezní hodnotou ϵ_6 je doporučeným údajem. Stanovení odolnosti proti únavě se doporučuje provádět v případě použití nemodifikovaných silničních asfaltů a tvrdých silničních asfaltů použitých do směsí VMT u vozovek s dopravním zatížením S a I podle ČSN EN 12697-24 příloha A dvoubodovou zkouškou na trapezoidech.
Pokud není uveden druh asfaltového pojiva ve výčtu této tabulky, musí se na navrhované asfaltové směsi s tímto pojivem provést zkouška odolnosti proti únavě podle výše citované normy.
Stanovení únavových vlastností lze provádět i čtyřbodovou zkouškou dle normy ČSN EN 12697-24 příloha D. Uvedenou mezní hodnotu $\epsilon_6 = 125$ však nelze k čtyřbodové zkoušce vztahovat. Při navrhování je třeba postupovat dle čl. B.7.8.3 TP 170.
- 16) Speciální posouzení nebezpečí vzniku nízkoteplotních trhlin podle přílohy č.3, které se obvykle neprovádí v rámci zkoušek typu, nýbrž pro konkrétní stavbu, je nutné provést, je-li obrusná vrstva tenčí než 40 mm nebo jsou-li klimatické podmínky lokality velmi nepříznivé (například $Im_d > 600 \text{ }^\circ\text{C}$ den). Toto ustanovení platí pouze při použití směsí VMT do ložních vrstev vozovek.
- 17) Jen doporučené hodnoty. Zkouší se podle přílohy 1 tohoto předpisu.
- 18) Jen doporučená hodnota. Zkouší se podle přílohy 2 tohoto předpisu.
- 19) Pokud zjištěné výsledky nevyhoví, je nutné před použitím provést další ověření (např. stanovení kritické teploty atd.) či posouzení dle praktických zkušeností.
- 20) Při různé objemové hmotnosti HDK a DDK lze čáru zrnitosti vyhodnocovat v % objemu.

8 Stavební práce

Zhotovitel zpracuje pro pokládku a hutnění technologický předpis v souladu s TKP kapitolou 7.

8.1 Úprava podkladu

Stávající podklad musí být čistý s opravenými výtluky, trhlinami a spárami a jeho stav musí být v souladu s projektovou dokumentací a splňovat požadavky norem a předpisů, podle nichž se prováděl.

Nerovnosti podkladu nebo staré vozovky v podélném i příčném směru musí odpovídat příslušným ČSN nebo TKP (maximálně však 20 mm). Větší nerovnosti musí být odstraněny broušením, frézováním nebo vyrovnávací vrstvou.

Povrch podkladu (nebo stávající asfaltové vozovky) se před pokládkou vrstvy VMT opatří spojovacím postřikem podle ČSN 73 6129 a ČSN EN 13808.

8.2 Výroba směsi

K výrobě směsi VMT lze použít pouze automatizované obalovací soupravy s hodinovým výkonem odpovídajícím požadavkům plynulé pokládky.

Odchytky teplot asfaltu v provozním zásobníku a odchytky teplot hotové směsi od předepsaných hodnot musí odpovídat požadavkům uvedeným v tabulce 2.

Pracovní teploty asfaltů i pracovní teploty směsí musí být uvedeny v protokolu o zkoušce typu a ve výrobním předpisu. Musí být v souladu s druhem použitého asfaltu a technickými údaji výrobce asfaltu. Informativní údaje k nejčastěji používaným asfaltům jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2 Informativní hodnoty pracovních teplot pro obalování směsí VMT¹⁾

Druh asfaltu	Pracovní teplota (°C)	
	asfaltu	hotové směsi
Silniční asfalt 30/45, 35/50, MG 35/50	170 - 185	170 - 185
Silniční asfalt 20/30, MG 20/30	175 - 190	175 - 190
PMB 25/55-55, -60, -65	170 - 185	160 - 185
PMB 10/40-60, -65	175 - 190	170 - 190
TSA 15/25	180 - 195	180 - 195

1) Při použití jiných druhů asfaltů, popř. přísad, podle článku 6.2, se používají pracovní teploty odpovídající druhu asfaltu, popř. i účinku použité přísady.

Při použití R-materiálu v obalovnách s přerušovaným cyklem výroby se teplota dávkovaného kameniva zvyšuje v závislosti na množství, vlhkosti a teplotě R-materiálu; nesmí však přestoupit 250 °C. V případě výroby směsi VMT s R-materiálem je nutné dostatečně prodloužit dobu míchání směsi pro zajištění její homogenity.

Vratná moučka (vratný filer) se přidává pouze v množství, které odpovídá složení navržené a vyráběné směsi.

Výroba každé směsi musí být před zahájením prací přezkoušena formou poloprovazní zkoušky s provedením potřebných laboratorních zkoušek. Směsi musí být kvalitně promíchané a obalené, asfaltové pojivo musí být na jednotlivá zrna rovnoměrně rozdělené.

Doba skladování hotové směsi v silech nemá překročit 1,5 hod. Plnění zásobníků hotové směsi musí být i při krátkodobém uskladnění co největší.

Výrobce musí zabezpečit, aby nedocházelo k segregaci asfaltové směsi (např. rošty ve výsypkách atd.).

8.3 Doprava

Dopravní vzdálenost má odpovídat době přepravy směsi nejvýše 1,5 hod.

Proti nalepování směsi na dno dopravních prostředků se doporučuje použít vhodné látky, avšak v minimálním množství. Petrolej, nafta, benzin a jiná rozpouštědla je zakázáno používat.

Při dopravě je nutné chránit směs před ztrátou teploty, proti znečišťování i proti její segregaci. Přitom je nutné ochránit směs v celé ploše korby.

8.4 Rozprostírání

Pokládka asfaltové směsi s VMT musí splňovat všechny požadavky uvedené v příslušné kapitole ČSN 73 6121.

Směsi VMT se plynule rozprostírají finišery, jen výjimečně je možná ruční pokládka (na malých plochách, kde ji nelze provést strojně). Pro vrstvy dálnic, rychlostních silnic a rychlostních místních komunikací musí být použity finišery s automatickým nivelačním zařízením.

Směsi VMT se pokládají na suchý nebo zavlhlý a nepromrzlý povrch podkladu. Teplota vzduchu musí být nejméně +5 °C při pokládce ložní vrstvy a nejméně +3 °C při pokládce podkladní vrstvy. Doporučuje se, aby rychlost větru během pokládky nepřesáhla 7,5 m.s⁻¹.

V případě nebezpečí hnutí hutněné směsi po povrchu vrstev VMT je přípustné podrcení povrchu vrstvy VMT HDK frakce 4/8 (nejlépe předobalené) v množství 2-4 kg/m². HDK musí být včas zaválcováno do ještě horkého povrchu vrstvy VMT. Přitom se nesmí zhoršit spojení s následně pokládanou vrstvou.

Ložní vrstvy VMT se doporučuje pokládat na celou šířku vozovky bez podélných spojů (zejména u dálnic, rychlostních silnic a místních rychlostních komunikací).

V případě nutnosti provádění "studených" spojů, je nutné okraj prvního pruhu řádně zhutnit (nejlépe provést šikmé spoje, i z boku zhutněné) a styčnou plochu opatřit spojovacím postříkem. Potom je nutné položit s dostatečným převýšením další pruh a tento dobře zhutnit.

Podélné i příčné pracovní spoje ve vrstvách ležících nad sebou se musí vystřídat s přesahem nejméně 200 mm.

Při rozprostírání směsi nesmí docházet k jejímu rozměšování ani v násypce finišeru ani v pokládané ploše. Příliš ochlazené a ztvrdlé kusy směsi (rohové klíny z korby aut apod.) musí být z násypky finišeru odstraněny.

Pro akce většího významu (dálnice, rychlostní komunikace atd.) se doporučuje zpracování schématu pokládky s uvedením množství pokládané směsi, podmínek pokládky, druhu a počtu válců, délek záběru válců a jejich pracovní rychlosti. Správnost navržené sestavy a technologie hutnění je nutno prokázat při zahájení pokládky pomocí vývrtů či nedestruktivního měření dosažené míry zhutnění.

Přípustné teploty směsi VMT při rozprostírání musí být uvedeny v dokumentaci pro pokládku a musí být v souladu s druhem použitého asfaltu i technickými údaji výrobce asfaltu. Informativní údaje k nejčastěji používaným asfaltům jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3 Informativní hodnoty nejnižších teplot pro rozprostírání směsí VMT

Druh použitého asfaltu	Nejnižší přípustná teplota směsi podle tloušťky vrstvy v mm ^{1) 2)}		
	do 70	70 - 100	nad 100
Silniční asfalt 30/45, 35/50, MG 35/50	160	145	130
Silniční asfalt 20/30, MG 20/30	170	155	140
PMB 25/55-55, -60, -65	160	145	130
PMB 10/40-60, -65	170	155	140
TSA 15/25	175	160	145

¹⁾ Teplota směsi se měří v místě rozdělovacího šneku finišeru
²⁾ Pro nízkoteplotní směsi se řídí teploty pokyny výrobce asfaltu nebo přísady

8.5 Hutnění

Směsi s VMT se hutní takovými válci a jejich sestavami, které zajistí dosažení požadované rovnosti, míry zhutnění, mezerovitosti hotové vrstvy a dobré spojení s podkladem (viz příslušné požadavky na kontrolní zkoušky uvedené v tab. 7).

Hutnění směsí VMT se má provádět při co možná nejvyšších teplotách dále uvedených intervalů teplot obvykle ve dvou fázích s následným uhlazením. Přitom nesmí docházet k poruchám na hutněné vrstvě.

Pro první fázi hutnění bývá vhodné použít především vysoce výkonné vibrační válce a středně těžké až těžké statické válce; pneumatikové válce lze s výhodou použít obvykle jen pro speciální účely (velké tloušťky vrstev, zamezení vzniku trhlin apod.). Optimální teploty hutnění pro první fázi hutnění bývají obvykle v rozmezí 160 - 120 °C.

Pro druhou fázi hutnění bývají nejvhodnější především těžké statické válce. Hutnění s vibrací je třeba vyloučit nebo omezit (malý počet pojezdů s vibrací, malá amplituda a vyšší frekvence vibrace) tak, aby nedocházelo ke škodlivému drcení zrn. Optimální teploty hutnění pro tuto fázi bývají v rozmezí 120 - 90 °C.

Celkový počet pojezdů v téže stopě pro obě fáze hutnění bývá v rozmezí 6 - 8 při použití válců s ocelovými běhouny a 8 - 12 při současném použití válců pneumatikových. Uhlazení lze dobře provést cca 2 pojezdy tandemového válce. Vhodné teploty a způsob hutnění pro obě fáze se doporučuje upřesnit na základě dřívějších zkušeností z jiných staveb a zkušeností získaných při zahájení pokládky podle nové zkoušky typu. Další potřebné údaje k hutnění jsou uvedeny v TKP kap. 7, část 7.3.8.

9 Zkoušení a kontrola

Všechny výrobky, stavební materiály a směsi, které budou použity ke stavbě (kamenivo, asfalty, asfaltové směsi, přísady, i další materiály apod.) předloží zhotovitel objednateli ke schválení a zároveň doloží doklady o posouzení shody ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb., nebo ověření vhodnosti ve smyslu metodického pokynu SJ-PK část II/5 a to:

- Prohlášení o shodě vydané výrobcem/zplnomocněným zástupcem v případě stavebních výrobků, na které se vztahuje NV č. 163/2002 Sb. ve znění NV č. 312/2005 Sb. a pozdějších předpisů,
- ES prohlášení o shodě vydané výrobcem/zplnomocněným zástupcem v případě stavebních výrobků označených CE, na které je vydána harmonizovaná norma nebo evropské technické schválení (ETA) a na které se vztahuje NV č. 190/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů,
- Prohlášení shody vydané výrobcem/dovozcem nebo Certifikát vydaný certifikačním orgánem. Oba tyto dokumenty vydané v souladu s platným MP SJ-PK, č.j. 20840/01-120 část II/5 v případě "Ostatních výrobků".

9.1 Zkoušky typu

Zkoušky typu se pro asfaltovou směs podle zásad ČSN EN 13108-20 a přílohy C normy ČSN 73 6121 s tím, že jsou ověřovány vlastnosti směsi podle tabulky 1.

V rámci zkoušek typu asfaltové směsi s VMT je nutné zjistit alespoň:

- zrnitost, obsah jemných částic, kvalitu jemných částic (pokud je jejich obsah vyšší jak 3 %) a tvarový index,
- penetraci a bod měknutí KK použitého asfaltu,
- zrnitost, obsah asfaltu, penetraci nebo bod měknutí KK z asfaltu R-materiálu po extrakci (pokud je množství přidávaného R-materiálu větší jak 15 %, provádí se obě zkoušky)
- přilnavost asfaltu k hrubému kamenivu

Při návrhu složení směsi VMT a ověření jejich vlastností se provede či stanoví zejména:

- čára zrnitosti směsi kameniva,
- výpočet obsahu asfaltu podle koeficientu sytosti (ČSN 73 6160), druh asfaltu,
- mezerovitost,
- optimální obsah asfaltu,
- zkouška pojíždění kolem (je-li požadováno),
- modul tuhosti,
- odolnost proti únavě (je-li požadováno),
- odolnost proti vzniku trhlin (je-li požadováno),

Při opakovaném provádění zkoušky typu je možné odebrat směs k posouzení požadovaných parametrů z výroby na obalovně.

Doba platnosti zkoušky typu je maximálně 5 let.

9.2 Kontrolní zkoušky

Kontrolními zkouškami se ověřuje shoda vlastností stavebních materiálů, asfaltových směsí a hotových vrstev se stanovenými požadavky. Požadované vlastnosti a četnosti kontrolních zkoušek jsou uvedeny v tabulkách 4, 5 a 8. Jako kontrolní zkoušky stavebních materiálů lze

převzít výsledky výstupní kontroly jejich dodavatele, popř. výsledky z dozorových kontrol. Laboratoře poskytující tyto výsledky musí splňovat požadavky MP SJ-PK.

Výsledky kontrolních zkoušek kameniva včetně fileru musí vyhovovat požadavkům na kamenivo pro ložní a podkladní vrstvy dle ČSN EN 13108-1 Asfaltový beton (národní příloha NA – tabulky NA-E.4.2 a NA-E 4.3 pro směsi s označením S a tabulky NA-E.4.4 pro filer).

Výsledky kontrolních zkoušek asfaltových pojiv musí vyhovovat požadavkům odpovídajících norem pro silniční asfalty (ČSN EN 12591), polymerem modifikované asfalty (ČSN EN 14023), tvrdé silniční asfalty (prEN 13924-1) a multigrádové silniční asfalty (prEN 13924-2).

Výsledky kontrolních zkoušek asfaltových směsí musí vyhovovat požadavkům tabulky 1 (uvedené meze pro kontrolní zkoušky) těchto TP 151, dále požadavkům na kontrolní zkoušky asfaltové směsi na obalovně dle tabulky 5 a požadavkům tabulky 6 pro kontrolní zkoušky asfaltové směsi ze stavby. Kontrolní zkoušky se provádějí na vzorcích asfaltové směsi podle příslušných zkušebních norem řady ČSN EN 12697.

Tab. 4 Kontrolní zkoušky stavebních materiálů

Zkoušená hmota	Druh zkoušky	Minimální četnost ¹⁾	
Kamenivo	Zrnitost, obsah jemných částic	2 000 t (každé frakce)	
	Jakost jemných částic ²⁾ MB	5 000 t	
	Tvarový index SI	5 000 t (každé frakce HDK)	
	Otlukovost ³⁾	10 000 t	
Přídavný filer	Zrnitost ⁴⁾	500 t	
Asfalt ^{5) 6)}	Penetrace	150 t	
	Bod měknutí KK	150 t	
	Vratná duktilita ⁷⁾	600 t	
R-materiál	Zrnitost	1 x 2 000 (1000) ⁸⁾ t	
	Obsah asfaltu	1 x 2 000 (1000) ⁸⁾ t	
	Penetrace nebo KK asfaltu podle dosažené provozní úrovně shody obalovny.	OCL A	1 x 10 000 t
		OCL B	1 x 5 000 t
	OCL C	1 x 3 000 t	
¹⁾ Četnosti zkoušek jsou uváděny u kameniva včetně fileru a R-materiálu v tunách spotřebované frakce, u asfaltu v tunách spotřebovaného druhu asfaltu. ²⁾ Provádí se u DDK a SDK s obsahem jemných částic > 3 % hm. ³⁾ Zkouší se na frakci 8/16 u všech použitých druhů HDK. ⁴⁾ Zrnitost přídavného fileru se zkouší dle ČSN EN 933-10 nebo ČSN EN 933-1. ⁵⁾ Zkoušky jsou prováděny ve zvýšené četnosti oproti požadavku pro plán kvality, který je uveden v ČSN EN 13108-21. ⁶⁾ Vlastnosti asfaltu po extrakci asfaltové směsi se zjišťují navíc, nezapočítávají se do předepsané četnosti. Zjišťují se na požadavek objednatele/správce stavby. ⁷⁾ Pro asfalty modifikované elastomery. ⁸⁾ Četnost na 2 000 t platí při dávkování R-materiálu ≤ 20 % pro ložní a podkladní vrstvy; při dávkování vyšším platí četnost na 1 000 t.			

Při provádění se doporučuje sledovat i změny vlastností asfaltového pojiva v důsledku teplotního namáhání při výrobě, dopravě a pokládce. Doporučuje se, aby zvýšení bodu měknutí KK zjištěné po extrakci na vývrtech nebo na vzorku pokládané směsi bylo nejvýše +10 °C nad horní mezí pro použitý druh nemodifikovaného asfaltu. Při použití přísad zvyšujících bod měknutí použitého pojiva je nutno tuto skutečnost zohlednit. Pro ložní vrstvu se stanoví teplota bodu měknutí KK na vyextrahovaném pojivu v četnosti 1 zkouška na 10 000 t vyrobené asfaltové směsi. Zkouška se provádí pokud je požadována v ZTKP.

Výsledky kontrolních zkoušek hotových vrstev musí vyhovovat požadavkům tabulky 7 a 8. Pro tloušťky vrstev, pevnost spojení vrstev, rovnost povrchu, odchylky od projektových výšek a příčný sklon platí údaje ČSN 73 6121 čl. 6.4.2 až 6.4.6 a TKP kapitola 7.

Tab. 5 Kontrolní zkoušky asfaltových směsí

Zkoušená hmota	Druh zkoušky	Minimální četnost ¹⁾	
Asfaltová směs ⁶⁾	O b a l o v n a	Teplota směsi	Každá šarže (záznam)
		Zrnitost, obsah asfaltu, mezerovitost ²⁾	Ložní vrstvy každých 500 t, podkladní vrstvy každých 1000 t
		Odolnost proti trvalým deformacím ³⁾	15 000 ⁴⁾ t
	S t a v b a	Teplota u finišeru	1 x za hod.
		Zrnitost, obsah asfaltu, mezerovitost ⁵⁾	2 000 t pro ložní a podkladní vrstvy
		Tloušťka kladené vrstvy	1 x za hod.

¹⁾ Četnosti zkoušek jsou uváděny v tunách vyrobené směsi.

²⁾ Pro dokladování k přejímacímu řízení staveb lze použít výsledky zkoušek směsi, které nejsou starší než 21 dnů ke dni pokládky příslušné vrstvy. Pro směsi VMT 16 se požaduje při kontrolních zkouškách dodržení následujících tolerancí na sítích: Síto 16 mm: -9/+5 %, 8 mm: ±9 %, 2 mm: ±7 %, 0,125 mm: ±5 %, 0,063 mm: ±3 %, obsah rozpustného pojiva: ±0,6 %. Pro směsi VMT 22 se požaduje: Síto 22 mm: -9/+5 %, 8 mm: ±9 %, 2 mm: ±7 %, 0,125 mm: ±5 %, 0,063 mm: ±3 %, obsah rozpustného pojiva: ±0,6 %.

³⁾ Zkouška odolnosti proti trvalým deformacím nepatří do základních ani rozšířených zkoušek požadovaných v rámci systému řízení výroby na obalovně.

⁴⁾ Pro zkoušku je proveden odběr směsi na obalovně tak, aby výsledky zkoušek sloužily k dokladování při přejímacím řízení pro různé stavby (objekty) za období výroby 15 000 t směsi. Zkouška se provádí podle ČSN EN 12697-22. Pro podkladní vrstvy se zkouška provádí pouze v případě, že je vrstva položena v hloubce menší jak 100 mm.

⁵⁾ Zkoušky jsou prováděny v uvedené četnosti, ale vždy min. 1 krát na předávanou stavbu (objekt, úsek) na vzorcích odebraných v místě rozdělovacího šneku finišeru.

⁶⁾ V záznamu o odběru vzorku na stavbě nebo i na obalovně (pokud se jedná o vzorek, který bude dokladován k přejímacímu řízení) musí být uvedeny údaje o přesném určení místa odběru a místa uložení na stavbu.

Tab. 6 Dovolené odchylky kontrolních zkoušek asfaltové směsi ze stavby

Parametr	Dovolená odchylka aritmetického průměru od zkoušky typu při počtu zkoušek				
	1	2	3 – 8	> 8	
Obsah asfaltu (% hmotnosti směsi)	±0,60	±0,50	±0,40	±0,30	
Rozdíl propadu kameniva sítím (% hmotnosti) ¹⁾	4 a větší ²⁾	±10,0	±8,0	±7,0	±6,0
	2 a menší	±8,0	±6,0	±5,0	±4,0
	0,063	±3,0	±3,0	±2,5	±2,0
Mezerovitost směsi (% objemu)	2,5 - 6,0				

¹⁾ Čára zrnitosti se smí odchýlit od návrhu čáry zrnitosti zkoušky typu maximálně podle uvedených odchylek. Velikost ok sít, na kterých se provádí kontrolní zkoušky, je dána jejich výčtem u specifikace oboru zrnitosti v tabulce 1.

²⁾ Odchylka propadu horním kontrolním sítím největší použité frakce kameniva smí být nejvýše -6 % od hodnoty zjištěné při zkouškách typu. Propad nejbližším vyšším sítím musí být 98 % až 100 %.

Tab. 7 Požadované míry zhutnění a mezerovitosti na hotových vrstvách

Vrstva VMT	Míra zhutnění ¹⁾²⁾⁴⁾	Mezerovitost vrstvy ¹⁾
ložní	min. 96,0	2,5 - 7,5
podkladní	Ø 98,0 ³⁾	2,0 - 8,0

1) Požadované parametry se stanovují na vývrtech; nedestruktivně se stanovují při pokládce vrstvy a po dohodě zhotovitele s objednavatelem i při kontrolních zkouškách hotové vrstvy; u vozovek mostních objektů se stanovují též nedestruktivně.

2) Na hodnoceném úseku může být maximálně 20% výsledků v intervalu 96 až 97%, zbývajících 80% musí být min. 97%.

3) Platí v případě hodnoceného úseku jen pro dálnice, rychlostní komunikace a silnice I. třídy, a to v případě tloušťky vrstvy 60 mm a větší. V případě nesplnění požadované Ø míry zhutnění je rozhodující mezerovitost vrstvy.

4) Pokud se míra zhutnění stanovuje na základě vztažných objemových hmotností zjištěných z přeformovaných těles (vývrty, výseky), musí být minimální míry zhutnění 96% a neplatí poznámka 2) této tabulky.

Tab. 8 Četnosti kontrolních zkoušek hotových vrstev

Zkoušená hmota	Druh zkoušky, vrstva		Minimální četnost ¹⁾	
Hotová vrstva ³⁾	Míra zhutnění	Na vývrtech	ložní, podkladní	1/1 500 m ² (min. 2)
		nebo nedestruktivně ²⁾		1/500 m ² (min. 2)
	Mezerovitost vrstvy	Na vývrtech	ložní, podkladní	1/1 500 m ² (min. 2)
		nebo nedestruktivně ²⁾		1/500 m ² (min. 2)
	Tloušťka vrstvy	Vývrty	ložní, podkladní	1/1500 m ² (min. 2)
	Spojení vrstev	Vývrty	ložní, podkladní	1/1500 m ² (min. 2)
	Nerovnost			průběžně podélná, po 20 m příčná
	Příčný sklon			po 20 m
Dodržení výšek a tloušťky vrstvy – nivelací			po 20 m	

1) Četnosti zkoušek jsou uváděny na hotové vrstvě v m² položené plochy nebo metrech délky.

2) Do uvedené četnosti se nezapočítávají min. tři kalibrační měření, která se musí provést v místě vývrů. Postupuje se podle článku 7.5.4 TKP kapitola 7.

3) V protokolech o zkouškách musí být vždy údaje o přesném určení místa odběru.

10 Klimatická omezení

Postřiky s použitím asfaltové emulze lze provádět i na vlhký podklad při teplotách vyšších než 5°C. V průběhu provádění postřiků je nutné rovněž brát ohled na rychlost větru.

Pro asfaltové směsi platí ustanovení uvedená v ČSN 73 6121 a TKP kapitola 7.

S ohledem na použití relativně tvrdých asfaltových pojiv do směsí VMT se doporučuje, aby byly zhutněné vrstvy z těchto směsí před zimním obdobím zakryty další asfaltovou vrstvou (např. ACL, ACO apod.), tak, aby bylo minimalizováno nebezpečí vzniku nízkoteplotních trhlin.

11 Životní prostředí

Podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění NV č. 312/2005 Sb. o technických požadavcích na stavební výrobky je zhotovitel povinen dokladovat, že použité materiály nejsou nebezpečné pro životní prostředí. Postačujícím dokladem jsou příslušné bezpečnostní listy zpracované výrobcí v souladu s nařízením č.1907/2006 Evropského parlamentu (REACH), resp. zákonem č. 356/2003 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Běžné silniční asfalty nejsou klasifikovány za ekologicky závadné či zdraví škodlivé. Je zakázáno používat výrobky s obsahem dehtu.

12 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

1. Pokud jsou práce prováděny za omezeného provozu, musí být pracoviště zabezpečeno podle dopravně inženýrských opatření a TP 66.
2. Pracovníci musí být prokazatelně seznámeni se zásadami pohybu a bezpečnosti práce na pozemních komunikacích a musí dodržovat kázeň na pracovišti.
3. Práce s horkými asfalty mohou provádět pracovníci starší osmnácti let, kteří byli prokazatelně seznámeni s technologií provádění, technickými podmínkami, předpisy pro práci s propanbutanem a příslušnými předpisy BOZ.
4. Při práci s horkými asfaltovými hmotami musí mít pracovníci uzavřenou obuv, kožené rukavice s manžetami a pracovní oděv ze silnější látky s rukávy překrývajícími manžety rukavic. Pracovníci musí být vybaveni osobními ochrannými pomůckami, které jsou povinni udržovat v čistotě.
5. Všechny pohyblivé součásti strojů musí být opatřeny krytem. U strojního zařízení je povoleno provádět jakékoliv opravy a seřizování pohyblivých se součástí pouze k tomu určenými pracovníky.
6. Na staveništi musí být hasící přístroj, lékárnička s prostředky pro ošetření popálenin a kanystr s vodou.
7. Při práci s asfaltovou hmotou je nutno horkou hmotu chránit před vodou a vlhkostí z důvodů nebezpečí pěnění a stříkání.

První pomoc.

Při potřísnění horkým pojivem nebo směsí se chladí poraněné místo studenou vodou. Při větším rozsahu se ochlazený asfalt z pokožky neodstraňuje bez přítomnosti lékaře (nebezpečí porušení vzniklých puchýřů). Pouze v případě, kdy jsou zasaženy oči nebo uši, se použije na odstranění asfaltu vazelína nebo olej. V žádném případě se nesmí používat rozpouštědla. Při vniknutí asfaltu do oka a ve všech vážnějších případech poškození zdraví je nutné vyhledat lékařskou pomoc.

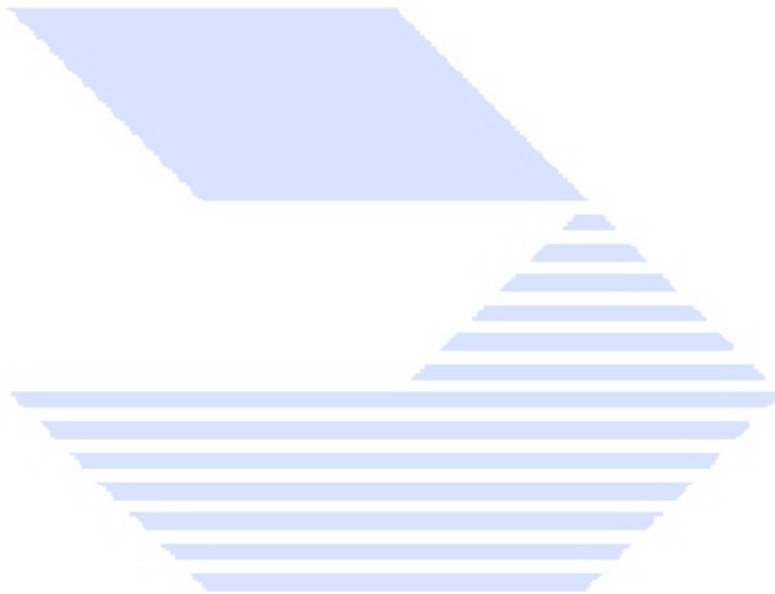
13 Citované a související předpisy

ČSN EN 933-1	Zkoušení geometrických vlastností kameniva – Část 1: Stanovení zrnitosti - Sítový rozbor
ČSN EN 933-4	Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 4: Stanovení tvaru zrn - Tvarový index
ČSN EN 933-9	Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 9: Posouzení jemných částic - Zkouška methylenovou modří
ČSN EN 933-10	Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 10: Posouzení jemných částic - Zrnitost filerů (prosévání proudem vzduchu)
ČSN EN 1097-2	Zkoušení mechanických a fyzikálních vlastností kameniva - Část 2: Metody pro stanovení odolnosti proti drcení
ČSN EN 12591	Asfalty a asfaltová pojiva - Specifikace pro silniční asfalty
ČSN EN 12697-1	Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka - Část 1: Obsah rozpustného pojiva
ČSN EN 12697-5	Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka - Část 5: Stanovení maximální objemové hmotnosti
ČSN EN 12697-8	Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka - Část 8: Stanovení mezerovitosti asfaltových směsí
ČSN EN 12697-22	Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka - Část 22: Zkouška poježdění kolem
ČSN EN 12697-26	Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka - Část 26: Tuhost
ČSN EN 12697-30	Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka - Část 30: Příprava zkušebních těles rázovým zhutňovačem
ČSN EN 12697-33	Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka - Část 33: Příprava zkušebních těles zhutňovačem desek
ČSN EN 12697-34	Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka - Část 34: Marshallova zkouška
ČSN EN 12697-42	Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka - Část 42: Obsah cizorodých látek v R-materiálu
ČSN EN 13043	Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch
ČSN EN 13108-1	Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 1: Asfaltový beton
ČSN EN 13108-8	Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 8: R-materiál
ČSN EN 13808	Asfalty a asfaltová pojiva - Systém specifikace kationaktivních asfaltových emulzí
ČSN EN 13924	Asfalty a asfaltová pojiva - Specifikace pro tvrdé silniční asfalty
prEN 13924-1	Asfalty a asfaltová pojiva – Specifikace pro tvrdé silniční asfalty
prEN 13924-2	Asfalty a asfaltová pojiva – Specifikace pro multigrádové a speciální silniční asfalty
ČSN EN 14023	Asfalty a asfaltová pojiva – Systém specifikace pro polymerem modifikované asfalty
ČSN EN 1426	Asfalty a asfaltová pojiva – Stanovení penetrace jehlou

ČSN EN 1427	Asfalty a asfaltová pojiva - Stanovení bodu měknutí – Metoda kroužek a kulička
ČSN 73 6100-1	Názvosloví pozemních komunikací – Část1: Základní názvosloví
ČSN 73 6114	Vozovky pozemních komunikací. Základní ustanovení pro navrhování
ČSN 73 6121	Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody
ČSN 73 6126-1	Stavba vozovek - Nestmelené vrstvy - Část 1: Provádění a kontrola shody
ČSN 73 6126-2	Stavba vozovek - Nestmelené vrstvy - Část 2: Vrstva z vibrovaného šterku
ČSN 73 6129	Stavba vozovek - Postříkové technologie
ČSN 73 6160	Zkoušení asfaltových směsí
ČSN 73 6161	Stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu
ČSN 73 6177	Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek
ČSN 73 6242	Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací
TP 87	Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek
TP 115	Opravy trhlin na vozovkách s asfaltovým krytem
TP 147	Užití asfaltových membrán a geosyntetik v konstrukci vozovky
TP 170	Navrhování vozovek pozemních komunikací
TKP	Technické kvalitativní podmínky pozemních komunikací: Kapitola 7 Hutněné asfaltové vrstvy. Kapitola 26 Postříky a nátěry vozovek.
MP SJ-PK	Systém jakosti v oboru pozemních komunikací (SJ-PK) č.j. 20840/01-120 z 10.4.2001 ve znění změn č.j. 30678/01-123 ze dne 20.12.2001, č.j. 47/2003-120-RS/1 ze dne 31.1.2003, č.j. 174/05-120-RS/1 ze dne 1.4.2005 a č.j. 678/2008-910-IPK/1 ze dne 1.8.2008 a opravy tiskových chyb.
TKP	Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací
ZTKP	Zvláštní technické kvalitativní podmínky

Přílohy TP

1. Metodika relaxační zkoušky
2. Metodika zkoušky pevnosti v tahu za ohybu
3. Zásady posouzení nebezpečí vzniku trhlin za nízkých teplot



Příloha 1

Zkouška relaxace asfaltových směsí

Všeobecně

Podstatou zkoušky je stanovení relaxačních charakteristik litých směsí a hutněných asfaltových směsí zkouškou v tahu za ohybu. Zkouška se provádí při teplotě ± 0 °C ve vodní lázni; při nižších teplotách pak pouze při možnosti použití klimatizační komory. Pro orientační stanovení relaxačních charakteristik lze zkoušku provést na vytemperovaném a povrchově izolovaném vzorku - avšak v časově omezeném rozsahu. V této metodice je detailně zahrnuto pouze stanovení relaxačních charakteristik zkouškou ve vodní lázni.

Při zkoušce je zkušební těleso tvaru hranolu namáháno ohybem - silou působící uprostřed vzdálenosti podpor; po vnesení zkušebního napětí je - při neměnném přetváření - v závislosti na čase sledován jeho pokles.

Zkušební zařízení a pomůcky

Ke zkoušce je zapotřebí zejména:

a) pro výrobu zkušebních těles

- zařízení pro výrobu zkušebních těles tvaru desky (viz ČSN EN 12697-33) t.zn. hutnicí lamelové zařízení, nebo zařízení pro přípravu desek hladkým ocelovým válcem (zahrnuje i segmentový zhutňovač). Pro výrobu desek či hranolů z litých asfaltových směsí přitom postačí pouze formy pro odlití vzorků požadovaných rozměrů.
- Pila na řezání zkušebních asfaltových těles.

b) k provedení zkoušky

- laboratorní váhy s možností vážení zkušebních těles na suchu i ve vodě s přesností 0,1g (do min. 3 000g),
- kovové plíšky pro omezení možnosti vtlačování podpor a zatěžovacího břítu do zkušební tělesa (obvykle rozměrů 50 x 10 x 3 mm pro zkušební vzorky velikosti 50 x 50 x 300 mm a 40 x 10 x 3 mm pro zkušební vzorky velikosti 40 x 40 x 160 mm),
- vteřinové lepidlo,
- posuvné měřítko (s přesností alespoň 0,1 mm),
- izolovanou temperovací zkušební lázeň s míchacím či vířícím zařízením,
- laboratorní lis (do min. 10 kN) umožňující po dosažení požadované síly udržet konstantní přetvoření s měřením velikosti působící síly (s přesností alespoň na 100 N) v závislosti na čase pomocí zapisovacího zařízení,
- Zatěžovací zařízení (odpovídající obr. 9, str. 23 ČSN 73 6160) s možností jeho umístění do zkušební lázně.

Příprava zkušebních těles

Pro stanovení relaxačních charakteristik zkoušené směsi při téže teplotě se zhotoví nejméně 6 zkušebních těles tvaru hranolu - obvykle velikosti 50 x 50 x 300 mm resp. 40 x 40 x 160 mm. Lze použít i zkušební tělesa jiných rozměrů odpovídajících výškou a šířkou velikosti největšího zrna kamenné směsi; přitom poměr délky ku výšce vzorku musí být alespoň 4 : 1. Tělesa se vyrobí vyříznutím ze zkušebních desek připravených podle ČSN EN 12697-33 s tím, že obě

delší boční stěny musí být zaříznuté a musí být odstraněny nedostatečně zhutněné okraje desek.

V případě litých směsí je možné zkušební tělesa vyrobit přímo - odlitím na požadované rozměry nebo odříznutím z odlitých desek.

Protilehlé stěny zkušebních těles musí být rovnoběžné, šířka a výška těles se od požadovaných rozměrů nesmí lišit o více než 5 %.

V místech působení zatěžovacího břitu a obou podpor (tělesa z hutněných asphaltových směsí se při zkoušce zatěžují rovnoběžně se směrem plnění při zhotovování ve formě!) se povrch vzorků zabrousí a po odmaštění (otření rozpouštědlem) se lepidlem nalepí kovové plíšky tak, aby vnější síly mohly při zatěžování působit ve středu plíšků.

Před nalepením plíšků je nutné změřit šířku (b) a výšku (h) všech zkušebních těles a zjistit jejich objemovou hmotnost. Hodnoty objemové hmotnosti zjištěné na jednotlivých vzorcích se nesmí vzájemně lišit o více než $0,04 \text{ g.cm}^{-3}$.

Zkušební tělesa (vždy alespoň 6) se temperují ve vodní lázni nejméně 1,5 hod s použitím drceného ledu - za stálého míchání. Teplota vodní lázně musí být v rozsahu $\pm 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+1 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Provádění zkoušky

Při provádění zkoušky se vždy zkontroluje činnost záznamového zařízení posunu a síly lisu včetně správnosti zaznamenávaných hodnot. Vlastní zkouška se skládá ze dvou fází.

V první fázi se alespoň na 2 vytemperovaných vzorcích (0 až $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$) určí největší dosažená síla a odpovídající pevnost v tahu za ohybu zkoušeného materiálu. Rychlost zatěžování (má být pokud možno co největší) se volí tak, aby během zatěžování nedocházelo k nežádoucím relaxačním účinkům a aby ve druhé fázi zkoušení bylo možné co nej přesněji nastavit požadovanou sílu a odpovídající napětí.

Pozn. 1) : Lze zkoušet ve vodní lázni nebo i na vzduchu, pokud je zkouška provedena do 60 s od vyjmutí vzorku z temperovací lázně.

Ve druhé fázi se vytemperovaná zkušební tělesa vkládají do zatěžovacího zařízení lisu - umístěného v izolované vodní lázni temperované na $\pm 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ drceným ledem za stálého míšení (víření) - tak, aby ležela na podporách zatěžovacími plíšky (zatěžování tak může v případě hutněných asphaltových směsí působit ve směru plnění při zhotovování ve formě).

Pak se uvede do činnosti grafické záznamové zařízení síly a posunu lisu a zajistí se možnost udržování konstantního přetvoření vzorku. Na to se lisem (přes břit a kovový plíšek) optimální a co největší rychlostí posunu zatíží vzorek silou odpovídající cca $2/3$ největší dosažené průměrné síly z první fáze zkoušky. Po dosažení této hodnoty se posun zastaví a udržuje se konstantní přetvoření zkušebního tělesa. Pomocí grafického záznamu za stálé teploty se sleduje pokles síly v závislosti na čase - pokud možno až na zmenšení její hodnoty na 50% (30%) původní velikosti.

Pozn.: Pokud není možné pokles síly sledovat průběžně pomocí grafického záznamu, je nutné od okamžiku dosažení největší síly (počátek jejího poklesu) v optimálních časových intervalech (5", 15", 30", 1', 2', 3', 5' atd.) sledovat a zaznamenávat velikosti působící síly.

Veškeré zjištěné údaje se uvedou v záznamovém listu; zaznamenat popř. vypočítat je nutné zejména:

- rozměry vzorků (šířka, výška, délka),
- největší dosaženou sílu a napětí při 1. fázi zkoušky, způsob porušení vzorků,
- největší dosaženou sílu (napětí), časovou závislost (poklesu) síly či velikosti odpovídajících vypočtených napětí z 2. fáze zkoušky.

Výpočet a vyhodnocení zkoušky

Z naměřených hodnot se pro příslušnou dobu relaxace vypočítá

- napětí v tahu za ohybu $\sigma(t)$ v MPa; určí se výpočtem ze vzorce :

$$\sigma(t) = \frac{3 Pr(t) \cdot l}{2 b \cdot h^2}$$

kde $Pr(t)$ je síla zaznamenaná v čase t v N (např. pro $t = 0, 15, 30$ s atd.),

l je vzdálenost podpor zkušební tělesa v mm,

b je šířka zkušební tělesa v mm,

h je výška zkušební tělesa v mm,

Pozn.: Čas $t = 0$ odpovídá dosažení největší síly (počátku jejího poklesu) tzn. je začátkem relaxace.

$$\sigma(t) = \frac{\sigma(t)}{\sigma(t_0)}$$

kde $\sigma(t_0)$ je napětí v tahu za ohybu v čase $t = 0$, tzn. největší dosažené napětí na začátku relaxace

$\sigma(t)$ je napětí v tahu za ohybu v čase t

- relativní relaxační napětí $\sigma_r(t)$ je možné též vypočítat z rovnice

$$\sigma_r(t) = \frac{Pr(t)}{Pr(t_0)}$$

kde $Pr(t_0)$ je největší dosažená síla (N) tzn. síla na začátku relaxace,

$Pr(t)$ je síla zaznamenaná v čase t (N).

Napětí v tahu za ohybu $\sigma(t)$ se uvádí s přesností na 0,01 MPa, relaxační napětí $\sigma_r(t)$ (bezrozměrné číslo) se uvádí s přesností na 0,001 nebo v procentech s přesností 0,1 %.

Výsledkem zkoušky je závislost relativního relaxačního napětí $\sigma_r(t)$ na čase vypočítaná jako aritmetický průměr hodnot zjištěných nejméně na 3 zkušebních tělesech.

Odchyłky jednotlivých hodnot pro každý čas relaxace se nesmí lišit od průměru o více než 25%.

Nevyhoví-li některé ze zkušebních těles výše uvedeným podmínkám, z vyhodnocení se vyloučí.

Příloha 2

Stanovení vlastností asfaltových směsí zkouškou v tahu za ohybu

Všeobecně

Podstatou zkoušky je stanovení deformačních charakteristik litých a zhutněných asfaltových směsí při nízkých teplotách (obvykle v rozsahu ± 0 °C až -20 °C) zkouškou pevnosti v tahu za ohybu, následně pak orientační posouzení jejich odolnosti proti tvoření trhlin.

Při zkoušce je zkušební těleso tvaru hranolu namáháno obvykle silou působící uprostřed vzdálenosti podpor.

Zkušební zařízení a pomůcky

Ke zkoušce je zapotřebí zejména:

a) pro výrobu zkušebních těles

- zařízení pro výrobu zkušebních těles tvaru desky (viz ČSN EN 12697-33) t.zn. hutnicí lamelové zařízení či zařízení pro přípravu desek laboratorním válcem; pro výrobu desek či hranolů z litých asfaltových směsí přitom postačí pouze formy pro odlití vzorků požadovaných rozměrů,
- pila na řezání zkušebních asfaltových těles,

b) K provedení zkoušky

- laboratorní váhy s možností vážení zkušebních těles na suchu i ve vodě s přesností 0,1g (do min. 3 000 g),
- kovové plíšky pro omezení možnosti vtlačování podpor a zatěžovacího břítu do zkušebního tělesa (obvykle 50 x 10 x 3 mm pro zkušební vzorky velikosti 50 x 50 x 300 mm a 40 x 10 x 3 mm pro zkušební vzorky 40 x 40 x 160 mm),
- vteřinové lepidlo,
- posuvné měřítko (s přesností alespoň 0,1mm),
- mrazicí box s možností temperování zkušebních těles při ± 0 °C, -15 °C atp. s tolerancí ± 2 °C,
- temperovací izolovanou vodní lázeň (pro temperování ve vodě při teplotě ± 0 °C ledovou drtí) s míchacím či vířícím zařízením,
- laboratorní lis (do min. 100 kN) umožňující dodržování konstantní rychlosti posunu $1,25$ mm.min⁻¹, s možností měření síly s přesností alespoň na 10 N a se zapisovacím zařízením síly a přetvoření (posun lisu),
- zatěžovací zařízení odpovídající ČSN 73 6160 kap.8.3.

Příprava zkušebních těles

Pro stanovení hledaných charakteristik zkoušených směsí při jedné teplotě se zhotoví nejméně 4 zkušební tělesa tvaru hranolu - obvykle velikosti 50 x 50 x 300 mm resp. 40 x 40 x 160 mm. Lze použít i zkušební tělesa jiných rozměrů odpovídajících výškou a šířkou velikosti největšího zrna kamenné směsi; poměr délky ku výšce musí být alespoň 4:1. Tělesa se vyrobí vyříznutím ze zkušebních desek připravených podle ČSN EN 12697-33 s tím, že obě delší boční stěny musí být zaříznuté a musí být odstraněny nedostatečně zhutněné okraje desek.

V případě litých směsí je možné zkušební tělesa vyrobit přímo - odlitím na požadované rozměry nebo odříznutím z odlitých desek.

Protilehlé stěny zkušebních těles musí být rovnoběžné, šířka a výška se od požadovaných rozměrů nesmí lišit o více než 5 %.

V místech působení zatěžovacího břitu a obou podpor (tělesa hutněných asfaltových směsí se při zkoušce zatěžují rovnoběžně se směrem plnění při zhotovování ve formě) se povrch vzorků zabrousí a po odmaštění (otření rozpouštědlem) se lepidlem nalepí kovové plíšky tak, aby vnější síly mohly při zatěžování působit ve středu plíšků.

Před nalepením plíšků je nutné změřit šířku (b) a výšku (h) všech zkušebních těles a zjistit jejich objemovou hmotnost. Hodnoty objemové hmotnosti zjištěné na jednotlivých vzorcích se nesmí lišit o více než $0,04 \text{ g.cm}^{-3}$.

Pevnostní a deformační charakteristiky se stanovují zpravidla při teplotách $\pm 0 \text{ }^\circ\text{C}$, $-10 \text{ }^\circ\text{C}$, $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ a $-20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Při teplotě $\pm 0 \text{ }^\circ\text{C}$ se zkušební tělesa (vždy alespoň 4) temperují ve vodní lázni nejméně 1,5 hod. s použitím drceného ledu za stálého míchání. Teplota vodní lázně musí být v rozsahu

$\pm 0 \text{ }^\circ\text{C}$ až $+1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Pro teploty $-10 \text{ }^\circ\text{C}$, $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ a $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ (popř. i jiné) se zkušební tělesa (vždy alespoň čtyři) temperují v mrazícím boxu nejméně 12 hod. za průběžné kontroly teploty v místě uložení. Zjištěné teploty za poslední 2 hodiny temperování musí být v rozsahu $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ od předepsané (požadované) hodnoty.

Provádění zkoušky

Před prováděním zkoušky se vždy zkontroluje činnost záznamového zařízení posunu a síly lisu včetně správnosti zaznamenávaných hodnot (!).

Vytemperovaná zkušební tělesa se vkládají do zatěžovacího zařízení lisu tak, aby byla zatěžována rovnoběžně se směrem plnění při zhotovování ve formě. Přitom musí vzorek ležet na podporách zatěžovacími plíšky. Na to se lisem vzorek - přes břit a kovový plíšek - zatíží rychlostí posunu $1,25 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$, a to při zapnutí grafického záznamu posunu a působící síly. Zatěžování končí po dosažení max. síly (po zlomení či plastickém porušení).

Zkouška musí být provedena co nejrychleji, od vyjmutí tělesa z lázně či mrazícího boxu do jeho porušení v lisu nesmí uplynout doba delší než 120 s.

Pozn.: Vzdálenost podpor musí odpovídat šířce vzorku (min. 2,5 x větší než výška vzorku).

Pro vzorky velikosti $50 \times 50 \times 300 \text{ mm}$ se doporučuje vzdálenost podpor 250 mm resp. 200 mm, pro vzorky velikosti $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}$ pak 100 až 140 mm.

Vzdálenost konce vzorku od středu podpory musí být alespoň 10 mm.

Veškeré zjištěné údaje se uvedou v záznamovém listu; zaznamenat je nutné zejména:

- rozměry vzorků (šířka, výška, délka) v mm s přesností na 0,1 mm,
- vzdálenost podpor (mm),
- způsob porušení vzorku (křehký, plastický, atd.),
- nejvyšší dosažená síla v kN s přesností alespoň na 0,1 kN (odečte se z grafického záznamu),
- průhyb uprostřed rozpětí při porušení vzorku Y_s v mm s přesností alespoň na 0,01 mm (odečte se z grafického záznamu - s redukováním vlivu dosednutí vzorku).

Výpočet a vyhodnocení zkoušky

Z naměřených hodnot se pro měřenou rychlost vypočítá:

a) pevnost v tahu za ohybu R_i (MPa); určí se výpočtem ze vzorce

$$R_i = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot l}{b \cdot h^2}$$

kde P je největší dosažená síla v N,
 l je vzdálenost podpor zkušebního tělesa v mm,
 b je šířka zkušebního tělesa v mm,
 h je výška zkušebního tělesa v mm.

b) modul tuhosti v tahu za ohybu E_s (MPa); určí se výpočtem ze vzorce

$$E_s = \frac{1}{4Y_s} \cdot \frac{P \cdot l^3}{b \cdot h^3}$$

kde Y_s je (korigovaný) průhyb zjištěný uprostřed rozpětí při okamžiku porušení vzorku v mm.

Význam ostatních veličin je zřejmý z výše uvedených údajů.

c) max.relativní přetvoření ε_s (%); určí se výpočtem ze vzorce

$$\varepsilon_s = \frac{600h}{l^2} \cdot Y_s$$

Pevnost v tahu za ohybu R_i se uvádí s přesností 0,01 MPa, modul tuhosti E_s se zaokrouhlením na 10 MPa, relativní přetvoření s přesností na 0,01%.

Výsledkem zkoušek je aritmetický průměr stanovený z hodnot zjištěných alespoň u tří zkušebních těles. Odchyly jednotlivých stanovení se nesmí lišit od průměru o více než 25%.

Nevyhoví-li některé ze zkušebních těles výše uvedeným podmínkám, z vyhodnocení se vyloučí.

Pozn. Modul tuhosti charakterizuje chování směsi pro danou rychlost zatěžování. Nelze ho proto srovnávat s moduly tuhosti stanovenými za jiných zkušebních podmínek.

Příloha 3

Zásady posouzení nebezpečí vzniku trhlin za nízkých teplot (informativní)

Posouzení se provádí individuálně s přihlédnutím k dostupným informacím a požadované spolehlivosti. Posouzení se má skládat z následujících kroků:

- 1) zhodnocení klimatických poměrů na lokalitě,
- 2) výpočet kritické teploty na povrchu a na spodu vrstvy s VMT,
- 3) stanovení kritické teploty porušení směsi s VMT při ochlazování,
- 4) posouzení nebezpečí vzniku trhlin jednorázovým překročením kritické teploty,
- 5) posouzení nebezpečí vzniku trhlin kombinací vlivu teploty a dopravního zatížení.

1) Hodnocení klimatických poměrů na lokalitě

Je nutné si vyžádat dostupné údaje od HMÚ. Buďto extrémní přízemní teploty vyskytující se průměrně jednou za N let nebo údaje potřebné pro zhodnocení návrhové teploty metodou navrženou v rámci amerického výzkumného programu SHRP.

Protože meteorologická stanice není obvykle přímo na lokalitě, je nutné zvážit ve spolupráci s meteorologem, jaké teploty jsou reprezentativní pro danou stavbu.

Pro postup dle SHRP je zapotřebí znát minimální roční teplotu v každém roce za dobu nejméně dvacet let. I tyto údaje HMÚ na vyžádání poskytuje.

Ze souboru ročních minim se vypočte hodnota, která bude překročena jen s malou pravděpodobností. Tato pravděpodobnost závisí na míře rizika, kterou je zadavatel ochoten připustit. Doporučuje se uvažovat s pravděpodobností překročení návrhové teploty 5 %.

2) Výpočet kritické teploty na povrchu a na spodu vrstvy s VMT

Z teploty vzduchu se vypočte teplota povrchu vozovky a teplota v zvolené hloubce pod povrchem. Lze použít například empirický vzorec, odvozený z řady měření v USA [1].

$$T_{min} = -1,56 + 0,72 T_{air} - 0,004 Lat^2 + 6,26 \log (H+25) - z (4,4 + 0,52 \sigma_{air}^2)^{0,5}$$

T_{min} teplota pod povrchem vozovky [°C]

T_{air} teplota vzduchu [°C]

Lat zeměpisná šířka [°]

H hloubka pod povrchem [mm]

σ_{air} směrodatná odchylka průměrné teploty [°C]

z hodnota z tabulek normálního rozdělení

($z = 2,05$ pro $p = 98 \%$ a $z = 1,65$ pro $p = 95 \%$)

3) Stanovení kritické teploty porušení směsi s VMT při ochlazování

Kritickou teplotu směsi je možné informativně stanovit:

- přímo z ochlazovací zkoušky (prEN 12697-46 např. zařízení VUT v Brně),
- z empirických vztahů s popisnými vlastnostmi pojiv (např. ze zkoušky BBR dle systému SHRP případně z bodu lámavosti Fraass),
- odhadem z relaxačních zkoušek a zkoušek pevnosti v tahu za nízkých teplot,
- na základě údajů o kritických teplotách směsí publikovaných v literatuře.

4) Posouzení nebezpečí vzniku trhlin jednorázovým překročením kritické teploty

Teplota na povrchu vrstvy s VMT se porovná s kritickou teplotou z ochlazovací zkoušky. Teplota na spodu vrstvy s VMT bude vždy vyšší. Proto není pro jednorázové překročení kritické teploty spodek vrstvy s VMT rozhodující.

5) Posouzení nebezpečí vzniku trhlin kombinací vlivu teploty a dopravního zatížení

V současné době neexistuje spolehlivá metoda tohoto posouzení. Je třeba postupovat individuálně. Hlavní faktory které by měly být vzaty do úvahy jsou dále uvedeny.

Pod zatěžovanou plochou bude v horních vrstvách vozovky od dopravního zatížení působit vždy tlak. Bude snižovat tahová napětí od ochlazování. V dolních vrstvách vozovky budou působit od dopravního zatížení napětí tahová a budou se sčítat s tahovými napětími od ochlazování.

Při použití směsí s VMT do ložních vrstev budou napětí od dopravy v této vrstvě obvykle tlaková. Při použití směsí s VMT do podkladních vrstev budou tahová napětí od ochlazování malá. Nebezpečí kombinace účinků dopravy a ochlazování bude tedy v těchto případech malé.

Pouze při velmi nepříznivých klimatických poměrech nebo velmi tvrdých směsích by mohlo vznikat nebezpečí vzniku trhlin při opakovaném zatížení dopravou (obdoba únavového porušení).

Kombinace zatížení dopravou a ochlazováním může být nebezpečná při použití pružných membrán zpomalujících šíření trhlin z podkladu k povrchu vozovky. Důvodem je to, že membrána působí při zatížení dopravou jako prvek, který nepřenáší do spodních vrstev plně napětí od zatížení (obdoba nedokonalého spojení vrstev). Ve vrstvě nad membránou pak mohou vzniknout od dopravy tahová napětí, i když tato vrstva neleží na spodu vozovky.

Tahová napětí v horních vrstvách vozovky by mohla vzniknout i tehdy, pokud by nebyly vrstvy dobře spojeny.

Podle prof. Aranda [2] jsou nebezpečná místa ve vozovce mimo zatěžovací plochu, tam kde působí od dopravního zatížení napětí v tahu. Ta se sčítají s tahovými napětími od ochlazování.

Tahová napětí mimo zatěžovanou plochu je možné určit programy pro navrhování vozovek, které umožňují vypočítat napětí v libovolném bodě vozovky nebo jinými numerickými metodami. Celý postup posouzení dle Aranda je pro praktické účely příliš složitý. Obvykle by mělo postačit například zjednodušené posouzení, zdali je součet tahových napětí od dopravy a ochlazování pro rozumně zvolený obor zimních teplot dostatečně daleko od pevnosti směsi v tahu.

Literatura

- [1] Anderson D., Superpave binder tests and specifications, PIARC Seminar, Eurobitume Workshop 99,
- [2] Arand W., Asphalt roads under the influence of weather and traffic, Eurasphalt & Eurobitume Congress 1996, Paper 4.059

Název : Asfaltové směsi s vysokým modulem tuhosti (VMT)

Vydal : Ministerstvo dopravy, odbor silniční infrastruktury

Zpracovatel : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav
pozemních komunikací, Veveří 95, 662 37 Brno
doc. Dr. Ing. Michal Varaus
Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Ing. Dušan Stehlík, Ph.D.
TP 151 byly zpracovány s podporou projektu
MSM 0021630519 "Progresivní spolehlivé a trvanlivé nosné
stavební konstrukce".

Spolupracovali doc. Ing. Václav Hanzík, CSc.
Ing. Jiří Fiedler, Ing. Petr Bureš
Ing. Jiří Plitz
Ing. Ján Marusič

Náklad : 150 ks

Počet stran : 32

Formát : A4

Tisk a distribuce : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební,
Ústav pozemních komunikací, Veveří 95, 662 37 Brno
Tel. 541 147 341, fax: 541 213 081