

Zkouška otěrem za třepání na zkušebních tělesech z emulzní kalové směsi pro posouzení afinity mezi pojivem a kamenivem i odolnosti vůči vodě

(Martin Schneider a Hans J. Hager, *Strasse und Autobahn*, č. 1/2006, str. 16 – 23)

Tenké emulzní kalové vrstvy jsou využívány v rámci preventivní údržby dopravních ploch, mimo jiné při opravách ploch z asfaltových směsí. Pro zajištění kvality je k dispozici mezi jinými také **zkouška otěrem za třepání**, které je věnován tento článek.

Přitom se vychází z v praxi potvrzeného předpokladu, že matice pojiva a drobného kameniva v emulzní kalové směsi je nejdůležitějším faktorem pro pevnost přilnavosti v kostře kameniva nesoucí dopravní zatížení. Pro posuzování afinity mezi pojivem a kamenivem je používána zkouška otěrem za třepání, která je součástí evropských norem. Zkouška se provádí na zkušebních tělesech z emulzní kalové směsi, která je připravena z normalizované frakce kameniva a emulze pro kalové směsi.

Na základě hodnocení „otěru za třepání“ a „odolnosti vůči vodě“ je možné posoudit jakost emulzní kalové směsi.

Pomocí zkoušky otěrem za třepání je také možné stanovit vhodnost emulze v kombinaci s jakýmkoliv druhem kameniva pro specifické použití. Ukázalo se, že činnosti vycházející z praxe Společnosti pro jakost emulzních kalových vrstev (Gütegemeinschaft für **Asphalt-Kaltbauweisen** zur Erhaltung von Strassen – AKB) byly v tomto ohledu velmi úspěšné a návrh této zkoušky, který byl iniciován Německem a statisticky podpořen „malou mezilaboratorní analýzou“, byl přijat jako evropská norma pro zkoušení kalových vrstev EN 12274-7. V srpnu 2005 bylo zveřejněno německé vydání.

1. Úvod

V odborné literatuře bývá asfaltová směs označována jako „tříšložkový systém“, který se skládá z kameniva, pojiva a vzduchu. Po výrobě asfaltové směsi následuje lití a rozprostírání (litý asfalt) nebo hutnění (asfaltové směsi za horka nebo za tepla). Také v průběhu výroby příp. zpracování se u těchto druhů asfaltových směsí jedná o tříšložkový systém. U asfaltových směsí pro emulzní kalové vrstvy existuje během výroby a zpracování kameniva, pojiva (emulze), vzduchu a vody tzv. „čtyřšložkový systém“. Jak již napovídá německé označení Kalteinbau, emulzní kalová směs se vyrábí a zpracovává za studena.

Emulzní tenká kalová vrstva (TKV) je regulovaná technologie pro stavební údržbu vozovek z asfaltových směsí podle doplňujících technických smluvních podmínek ZTV BEA-StB [1], použitelná pro vozovky třídy dopravního zatížení SV a I používaného v Německu (SV odpovídá v ČR denní intenzitě těžkých nákladních vozidel > 3 200 a I = 1 800 – 3 200 těžkých nákladních vozidel). V principu je míseno drobné kamenivo různé frakce s kalovou emulzí (podle technických dodacích podmínek TL PmBE-DSK [2]), vodou a přísadami, jako je např. cement, a tak vzniká emulzní kalová směs, která je pomocí pojízdny míchačky a pokladače kalových směsí pokládána na určeném místě.

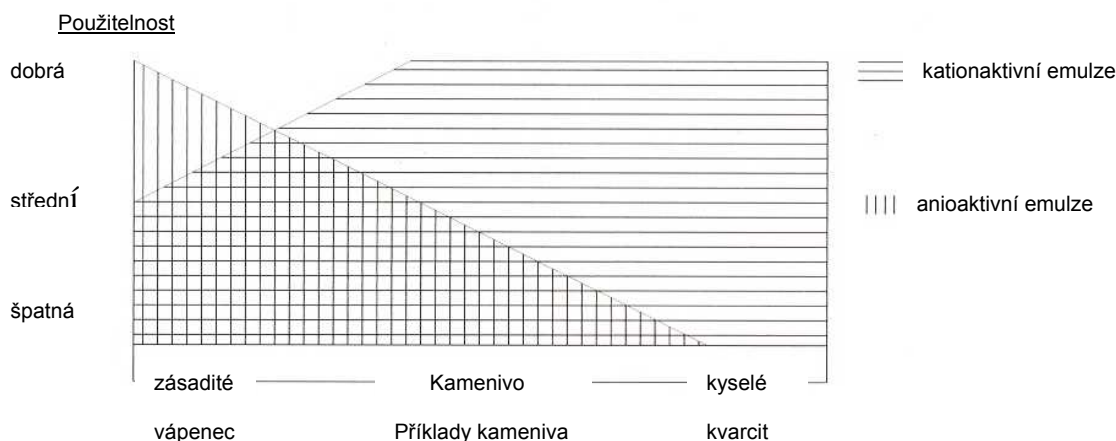
Přilnavosti pojiva ke kamenivu se u emulzních kalových směsí na rozdíl od asfaltových směsí za horka nedosahuje skrápěním, ale elektrofyzikálními srážecími procesy. Koheze jednotlivých částíček asfaltu a tedy soudržnost vrstvy nevzniká ochlazením, nýbrž spojením jednotlivých „kapiček“ asfaltu do fáze asfaltu uzavřeného ve tvaru filmu na povrchu kameniva po vytlačení vody [3]. Tento proces vytvoření filmu zahájí štěpení emulze.

Položená směs se hutní pouze pojížděním dopravou, čímž je u hotové asfaltové vrstvy s emulzní kalovou vrstvou bez vody dosaženo mezerovitosti mezi 6 % a 9 % objemu.

2. Zkoušky kompatibility na zkušebních tělesech ze směsí pro tenké kalové vrstvy (TKV)

Pro provedení průkazných zkoušek pro emulzní kalové směsi byl v roce 2001 na podnět výzkumného projektu společnosti FGSV (Forschungsgesellschaft für **Straßen- und Verkehrswesen** – Výzkumné společnosti pro silniční stavitelství a dopravu) pomocí Institutu pro zkoušení materiálu Dr. Schellenberga (IFM – Institut für **M**aterialprüfung) předložen návrh, který vzhledem k optimalizaci obsahu pojiva pro emulzní kalové směsi vedl k velmi poučným výsledkům [4]. Tím vyvstaly otázky, nakolik mohou předběžné průkazné zkoušky pro emulzní kalové vrstvy vypovídat o kompatibilitě kameniva a emulzí. Proto byla ve třech laboratořích zahájena „malá mezilaboratorní zkouška“, pro přezkoušení kontextu pro hodnocení zkoušky otěrem za třepání, která je k tomuto účelu používána. Pomocí provedených výzkumů bylo možné objasnit mechanicko-fyzikální závislosti zkoušky na obsahu

pojiva a na způsobu temperování. Základním poznatkům získaným za vedení IFM při zkoušení otěru za třepání na zkušebních tělesech z emulzních kalových vrstev budou věnovány následující řádky. Základní zkouška kompatibility mezi kamenivem a emulzí do kalové směsi pomocí zkoušky otěrem za třepání stojí v popředí při volbě a stanovení kameniva pro emulzní kalovou směs a představuje spolu s tzv. zkouškou ručního míchání pro kalové směsi a se zkouškou metylénovou modří pro filer ne příliš nákladnou první vylučovací metodu, když je např. potřeba použít kamenivo z nového lomu nebo např. při použití materiálu z určité oblasti lomu pro technologie TKV. Intenzita vyrovnání el. náboje mezi pojivem a kamenivem jako ukazatel kompatibility záleží v prvé řadě na hodnotě pH druhu kameniva. Obrázek 1 uvádí princip použití druhů asfaltových emulzí „kationaktivních“ a „anionaktivních“ s různými druhy kameniva.



Obrázek 1 – Vliv druhu kameniva na průběh štěpení /5/

Kompatibilita kameniva a emulzí do kalových vrstev se zkouší zkouškou otěrem a odolnost vůči vodě zkouškou otěrem za třepání na zkušebních tělesech z emulzní kalové směsi, ve tvaru válce o průměru 30 mm a výšce 25 mm. Cílem je zkoušení soudržnosti (adheze/koheze) vyštěpené zkušební směsi pro kalové vrstvy v oblasti fileru a drobného kameniva. Výhodnost zkoušky otěrem za třepání záleží v jednoduché a rychle možnosti zjištění vhodnosti daného kameniva v kombinaci s emulzí pro TKV, k výrobě směsi pro TKV, popř. vlivu jiných dalších přísad podle druhu a množství. Vyhodnocení zkoušky lze pak provést rychle a důsledně.

3. Problematika

První odkaz v literatuře na zkoušku odolnosti pískaasfaltových zkušebních těles vůči vodě na základě postupu stanovení otěru za třepání pochází z roku 1967. Zkušební tělesa zhotovená za horka z fáze asfaltové malty o průměru 30 mm a výšce 25 mm byla zkoušena na pevnost v tlaku a otěru třepáním po uložení ve vodě [6]. V 90. letech minulého století docházelo přes Společnost pro jakost emulzních kalových vrstev při údržbě pozemních komunikací (Gütegemeinschaft für Asphalt-Kaltbauweisen zur Erhaltung von Straßen) k intenzivním snahám, tento postup podle [7] transformovat na zkušební směs pro kalové vrstvy, podobně také ve fázi malty 0/2 mm. Výsledkem byly dva rozdílné druhy výroby (za studena, příp. za tepla) a temperování ve vodě při rozdílných teplotách a při rozdílných poměrech tlaků [8]. Postup byl sice jednoznačný, avšak existovaly různé laboratoře, u kterých byla zkouška otěrem za třepání důležitější součástí zkoušky a které svými dlouholetými zkušenostmi dále experimentovaly a dodatečně obměňovaly výrobu a podmínky temperování. Rozdíl v postupech různých laboratoří vedl podle okolností k rozdílnému hodnocení při posuzování kameniva ve spojení s emulzemi pro kalové vrstvy.

Zároveň je nutno připomenout, že pracovní skupina CEN/TC227/WG2 v této fázi přesně převzala popsanou zkoušku otěrem za třepání v prEN 12274-7 [9] od Společnosti AKB. V roce 2003 bylo provedeno na základě komentářů z Evropy přepracování a modifikování pracovního návodu ke zkoušce otěrem za třepání [10]. V roce 2004 byla prEN 12274-7 na základě změn schválena [11].

Modifikace zkoušky otěrem za třepání se skládá z následujících zajímavých bodů:

- sjednocení podmínek výroby a temperování;
- závislost stanovení obsahu pojiva pro směs zkušebních těles TKV na objemové hmotnosti kameniva;
- transformace křivky zrnitosti kameniva na evropské velikosti sít;
- zkouška důležitého vylučujícího parametru.

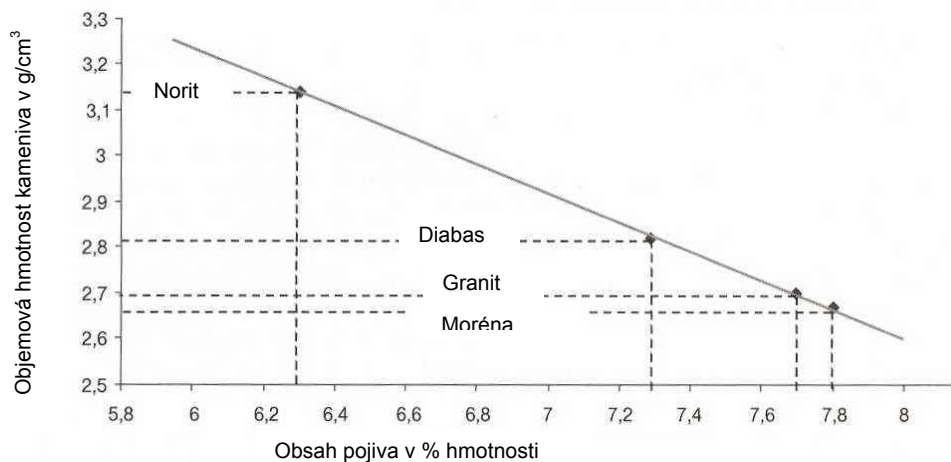
Doba pro sjednocení a pro evropskou normalizaci zkušební metody činila cca. 10 let, někdy diplomaticky brizantní, ale nutná.

Výhody modifikované zkoušky otěrem za třepání jsou jasné a přehledné:

- jednoduché použití;
- nízké pořizovací náklady;
- vypovídací schopnost ve velmi dobrém rozptylu;
- získání výsledku během jednoho dne;
- použití frakce malty 0/2 mm ve zkušební směsi a tím dosažitelné malé odchylky zkušebního tělesa;
- zostření zkušebních podmínek redukováním obsahu pojiva ve zkoušené směsi pro kalové vrstvy.

4. Vyčíslení souvislostí

Měření pojiva ve zkušební směsi pro emulzní kalové vrstvy (TKV) může podle [12] na základě teoretického výpočtu obsahu pojiva následovat, přičemž je předpokládána konstantní tloušťka asfaltového filmu vztahující se na určitou zrnitost. Ve zkušební metodě ke stanovení otěru za třepání je zrnitost pomocí normalizovaného složení z 5 frakcí přibližně konstantní. Pomocí mezilaboratorní zkoušky IFM (Institut für Materialprüfung – Institutu pro zkoušení materiálu) mohl být odvozen graf na obrázku 2 v závislosti na různých druzích kameniva. Pro zvětšení šířky rozptylu zkoušky zkušební směsi pro emulzní kalové vrstvy byl vymezen srovnatelný teoretický optimální obsah pojiva o cca 2,0 % hmotnosti podílu pojiva ve zkušebním tělese.



Obrázek 2 – Hodnoty pro stanovení obsahu pojiva při různé objemové hmotnosti kameniva

To poskytuje tu výhodu, že je zkoušena buď pouze varianta druhu kameniva nebo varianta emulze pro kalové směsi. Jako konstanty jsou přitom použita zkušební tělesa o průměru 30 mm a výšce 25 mm a relativní tloušťka asfaltového filmu. Dodržování rozměrů zkušebního tělesa je především za tím účelem, aby byly při každé zkoušce otěrem za třepání v třepacím válci stejné podmínky mechanického proudění a aby u zkušebního tělesa existovaly konstantní zkoušené plochy. Z toho vyplývá výlučné zhodnocení vlastností přilnavosti zkušebních těles z kalových směsí vázaných emulzí v závislosti na temperování, druhu emulze a druhu kameniva. Bez dodržení normalizovaných rámcových podmínek by byla zkouška otěrem za třepání ovlivněna objemem zkušebního tělesa, zhutnitelností, difuzí vody, druhem kameniva, druhem emulze a nadbytkem pojiva.

5. Ohlédnutí za počáteční situací před vznikem EN 12274-7

5.1 Složení směsi a výroba směsi pro zkušební těleso

Zkušební směs pro tenké kalové vrstvy (TKV) se skládá z fileru, jemného kameniva, vody a přísad. Kamenivo se skládá ze 4 frakcí s následujícím odstupňováním:

0	– 0,09 mm:	20 % hmotnosti
0,09	– 0,25 mm:	15 % hmotnosti
0,25	– 0,71 mm:	40 % hmotnosti
0,71	– 2,00 mm:	25 % hmotnosti

Množství pojiva v suchém výrobku bylo stanoveno konstantní 7,45 % hmotnosti. Byly vyrobeny 4 zkušební tělesa ve dvou sériích. Série A byla sušena a temperována při laboratorní teplotě a série B poté při teplotě 60 °C. Jedna série byla vyrobena za použití 200 g kameniva s výše popsaným složením. Filer, drobné kamenivo, cement, emulze se míchají rychlostí 60 ot/min tak dlouho, dokud nedojde k vyštěpení směsi. Poté se vyrobí zkušební těleso série A po 30 minutách temperování na teplotě vzduchu. Série B se zpracuje nejdříve po 24 hodinách v sušárně o teplotě 60 °C. Pak následuje výroba zkušebního tělesa v předepsaných hutnících formách a při předepsaném průběhu zhutnění pomocí procesově řízeného lisu.

5.2 Kontext pro hodnocení

5.2.1 Stanovení nasákavosti

Stanovení nasákavosti se provede ve vakuu podle DIN 1996-8 [13], pouze se zde zvolí teplota temperování 25 °C. Podmínky temperování byly fakticky rozdílné v různých laboratořích, což eventuálně vedlo k rozdílnému posouzení směsi pro kalové vrstvy. Jako kritérium pro posouzení nasákavosti byla považována maximální hodnota 10 % objemu.

5.2.2 Stanovení otěru za třepání

Stanovení otěru za třepání následuje po stanovení nasákavosti, tzn. že tělesa již byla vystavena působení vody. Zkušební tělesa se jednotlivě umístí v třepacím válci definovaných rozměrů a při teplotě 25 °C se v 750 ml vody po 3 hodiny zatěžují při rychlosti otáček 20 ot/min. Jako mezní hodnota pro posouzení otěru byla považována maximální hodnota 5 % hmotnosti.

5.2.3 Stanovení ztráty ve vařící vodě

Po zjištění otěru se zkušební tělesa uloží v drátěném koši na 30 minut do vařící vody. Přitom dochází ke ztrátě ve vařící vodě, což lze použít pro vizuální posouzení stability zkušebního tělesa pro kalové směsi.

6. Nedostatky zkoušky otěrem za třepání před vznikem EN 12274-7

Z podmínky, že musí být použito přesně 200 g kameniva, vyplývalo, že u různých objemových hmotností kameniva vznikaly různé výšky zkušebního tělesa a tedy i různé objemy. Při zkoušce otěrem, která se provádí v třepacím válci naplněném vodou, hraje důležitou roli vztlak zkušebního tělesa a „vybublání“ až ke dvěma uzávěrům válce.

Dodatečně má rozdílná objemová hmotnost kameniva za následek, že vznikají asfaltové filmy o rozdílné tloušťce, tzn. zkouškou otěrem je kamenivo s menší objemovou hmotností vždy systematicky hůře hodnoceno než kamenivo s vyšší objemovou hmotností, neboť tloušťka asfaltového filmu má významný vliv na otěr.

Dále pak byly v různých laboratořích pro stanovení nasákavosti využívány různé, zkušenostmi podmíněné, podmínky temperování. Cyklus 6 dnů při 25 °C, 3h ve vakuu při 25 °C, 3 h ve vakuu při 1 °C. Toto nás přivádí k domněnce, že při zkouškách prováděných v minulosti byl kontext pro hodnocení rozdílný.

7. Srovnávací výzkumy

7.1 Použité vstupní látky

Ve srovnávacím výzkumu prováděném IFM bylo použito následující kamenivo s objemovými hmotnostmi uvedenými v tabulce 1.

Tabulka 1 – Druhy kameniva

Druh kameniva	Objemová hmotnost v g/cm ³
N	≈ 3,130
D	≈ 2,802
M	≈ 2,650

Tři druhy kameniva jsou kombinovány se třemi emulzemi pro výrobu kalových vrstev. Obsah asfaltu v jednotlivých emulzích se stanoví předem, hodnoty jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2 – Druhy emulzí

Druh emulze	Obsah asfaltu v emulzi v % hmotnosti
E	65,0
C	65,0
R	64,0

7.2 Průběh zkoušky a složení směsi

Pro výrobu zkušební směsi pro kalové vrstvy se použije množství vstupních látek podle tabulky 3.

Tabulka 3 – Množství přidávaného pojiva

	Přídavek emulze pro kalové vrstvy (v g) ke 200 g kameniva, 2 g cementu a 40 g vody		
	N	D	M
E	21,2	24,5	26,3
C	21,2	24,5	26,3
R	21,6	24,9	26,7
Výsledný obsah pojiva v % hmotnosti	6,4	7,3	7,8

Zrnitost je složena podle známého složení frakcí (tabulka 4).

Tabulka 4 – Navážka kameniva

N	D	M
0 – 0,09	20 % hmotnosti	40 g
0,09 – 0,25	15 % hmotnosti	30 g
0,25 – 0,71	40 % hmotnosti	80 g
0,71 – 2,0	25 % hmotnosti	50 g
	Celkem: 100 % hmotnosti	Celkem: 200 g

Navážka zkušební směsi pro kalové vrstvy (obsahující vodu) musela být upravena tak, aby u všech zkušebních těles vznikla téměř konstantní zkušební výška. Tabulka 5 uvádí výsledek.

Tabulka 5 – Navážka směsi

N + (E, C, R) + H ₂ O	53 g
D + (E, C, R) + H ₂ O	52 g
M + (E, C, R) + H ₂ O	48 g

Podmínky temperování byly v různých laboratořích odlišné:

Laboratoř 1: 6 dnů temperování ve vodě při teplotě 25 °C;

Laboratoř 2: 3 h ve vakuu při teplotě vody 25 °C;

Laboratoř 3: 3 h ve vakuu při teplotě vody 1 °C.

7.3 Vyhodnocení výsledků

V tabulce 6 jsou uvedeny vypočtené hodnoty z různých zkušebních podmínek, hodnoty v závorce jsou uvedeny pro zjednodušené rozeznání tendenčního působení variací, kde

(1) = nejnižší hodnota;

(2) = střední hodnota;

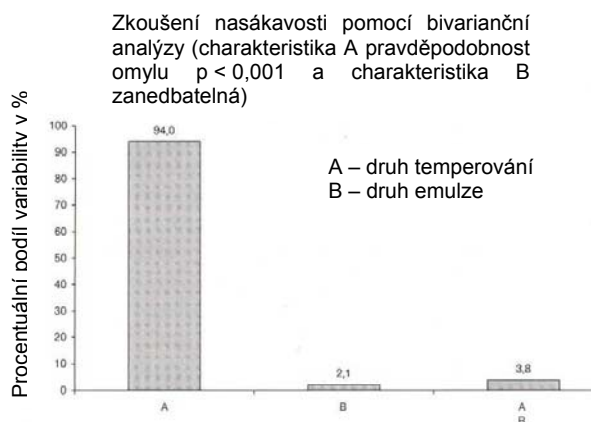
(3) = nejvyšší hodnota.

Tabulka 6 – Naměřené hodnoty srovnávacího výzkumu (nasákavost v % objemu, otěr v % hmotnosti, ztráta ve vařící vodě v % hmotnosti)

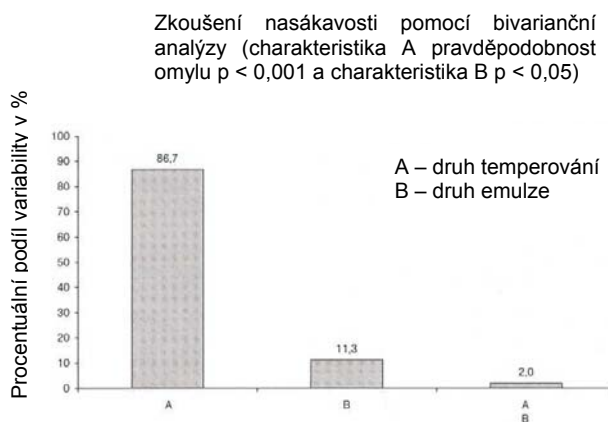
Emulze	Kamenivo	Zkouška	Laboratoř 1	Laboratoř 2	Laboratoř 3
E	N	Nasákavost	1,7 (2)	6,5 (2)	5,1 (3)
		Otěr za třepání	1,3 (2)	1,2 (2)	1,5 (2)
		Ztráta ve vařící vodě	9,0 (2)	33,3 (3)	–
	D	Nasákavost	1,6 (1)	6,1 (1)	3,9 (1)
		Otěr za třepání	1,9 (3)	2,3 (3)	2,7 (3)
		Ztráta ve vařící vodě	0,6 (1)	2,4 (2)	3,0 (1)
	M	Nasákavost	1,8 (3)	7,3 (3)	5,0 (2)
		Otěr za třepání	1,1 (1)	0,8 (1)	1,0 (1)
		Ztráta ve vařící vodě	1,3 (2)	2,2 (1)	5,8 (2)
C	N	Nasákavost	2,6 (3)	8,7 (2)	5,1 (2)
		Otěr za třepání	1,3 (1)	2,2 (2)	1,3 (2)
		Ztráta ve vařící vodě	–	–	–
	D	Nasákavost	1,7 (1)	6,1 (1)	4,2 (1)
		Otěr za třepání	1,8 (2)	2,7 (3)	2,4 (3)
		Ztráta ve vařící vodě	–	9,2 (1)	7,7 (1)
	M	Nasákavost	2,0 (2)	11,3 (3)	5,5 (3)
		Otěr za třepání	4,7 (3)	1,5 (1)	1,1 (1)
		Ztráta ve vařící vodě	–	–	–
R	N	Nasákavost	1,5 (2)	7,5 (3)	4,7 (2)
		Otěr za třepání	0,9 (1)	1,1 (2)	1,4 (2)
		Ztráta ve vařící vodě	3,0 (3)	0,8 (3)	7,8 (3)
	D	Nasákavost	1,4 (1)	5,0 (1)	4,1 (1)
		Otěr za třepání	1,6 (3)	2,8 (3)	2,7 (3)
		Ztráta ve vařící vodě	0,8 (2)	0,4 (1)	2,3 (1)
	M	Nasákavost	1,6 (3)	6,9 (2)	5,3 (3)
		Otěr za třepání	0,9 (1)	0,7 (1)	0,8 (1)
		Ztráta ve vařící vodě	0,5 (1)	0,5 (2)	5,8 (2)

Zásadně musely být podle podmínek zkoušky konstantní minimálně sklony při zkoušce otěrem, nasákavost a ztráta ve vařící vodě mezi variantami v rámci parametrů. Jak uvádí tabulka 6, není to ve všech případech zřetelné. Lze však odvodit, že u laboratoře 2 a laboratoře 3 dochází k více překrývání (ve smyslu stejných souborů), než u laboratoře 1 a laboratoře 2, stejně jako laboratoře 1 a laboratoře 3. Další výklady týkající se souvislostí uvnitř a mezi parametry byly analyzovány v následující dvojité analýze rozptylu. Tato statistická zkouška byla nutná, protože očividná interpretace tendencí podle tabulky 6 může být náhodná.

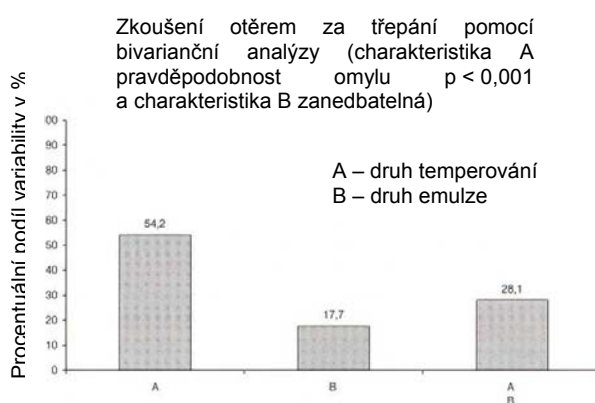
Pro dvojitou analýzu rozptylu je sestavena hypotéza a ta je pomocí srovnání s F-rozložením doložena nebo vyvrácena. Zkoumá se, zda koeficient spolehlivosti předkládá pro výsledky u variant různé parametry [14]. Pro srovnání je zvoleno grafické znázornění v obrázcích 3 až 8, na kterých jsou podíly variant navzájem vyjádřeny procentuálně.



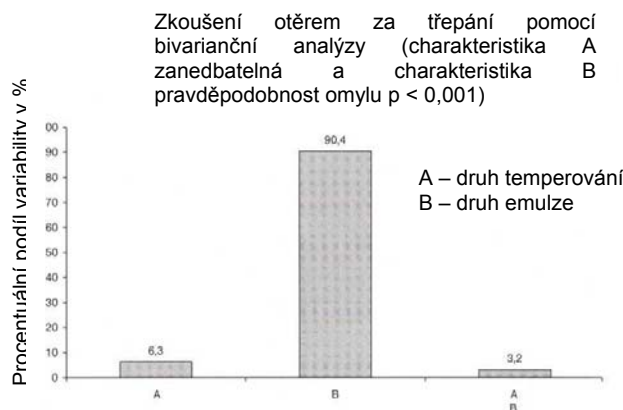
Obrázek 3 – Variační analýza nasákavosti



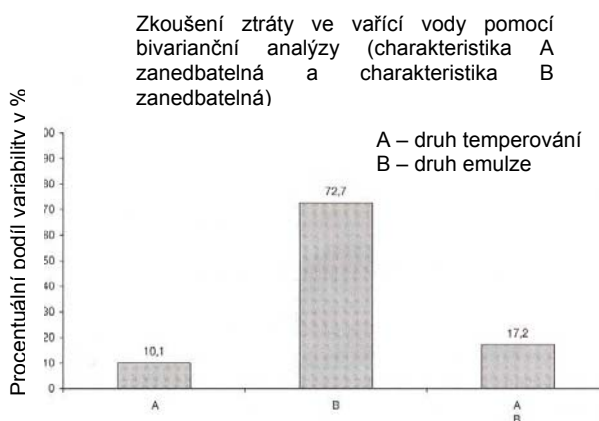
Obrázek 4 – Variační analýza nasákavosti



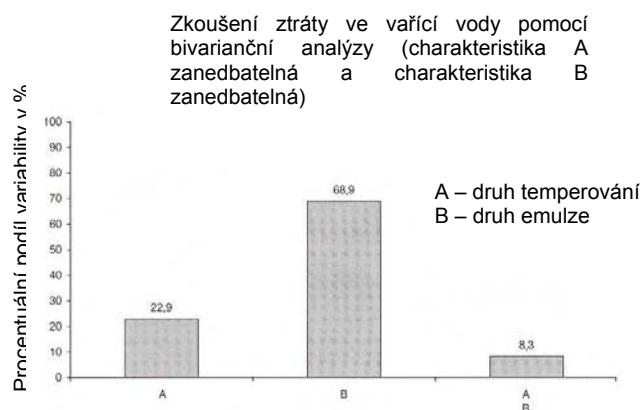
Obrázek 5 – Variační analýza otěru za třepání



Obrázek 6 – Variační analýza otěru za třepání



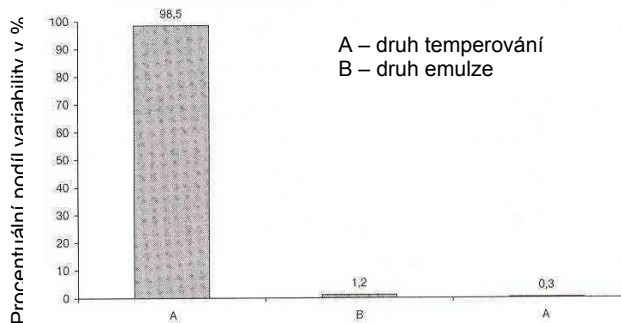
Obrázek 7 – Variační analýza ztráty ve vařící vodě



Obrázek 8 – Variační analýza ztráty ve vařící vodě

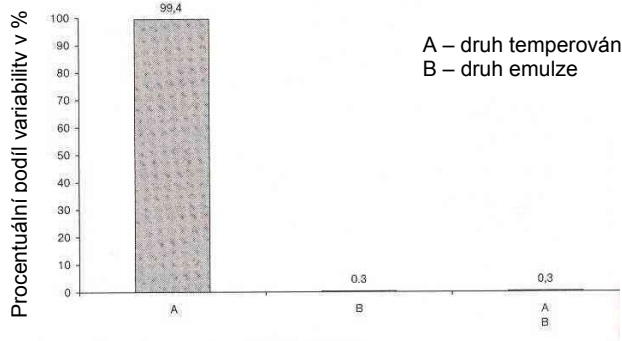
Zde vzniká otázka, kterou výpověď lze splnit vzhledem k variacím druhu kameniva a druhu emulze, neboť od nich odvisí zkouška pro stanovení kompatibility emulze pro kalové vrstvy a kameniva. Odpověď lze získat z obrázků 9 až 11.

Zkoušení nasákavosti pomocí biviační analýzy (charakteristika A pravděpodobnost omylu $p < 0,001$ a charakteristika B zanedbatelná)

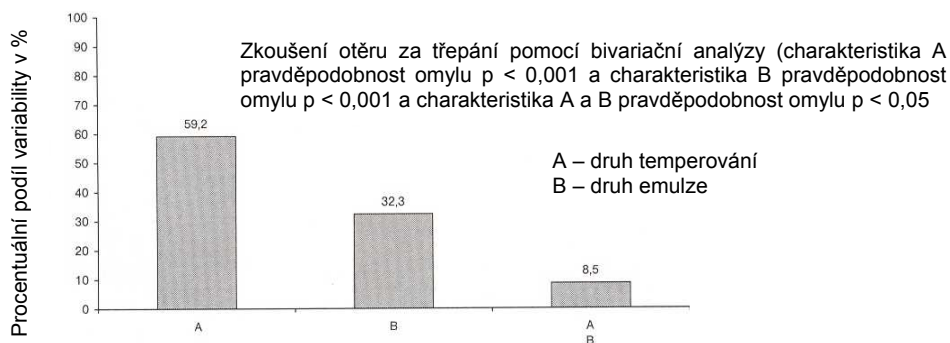


Obrázek 9 – Analýza variant nasákavosti

Zkoušení otěru za třepání pomocí biviační analýzy (charakteristika A pravděpodobnost omylu $p < 0,001$ a charakteristika B zanedbatelná)



Obrázek 10 – Analýza variant otěru za třepání



Obrázek 11 – Analýza variant zkouška ztráty ve vařící vodě

8. Hodnocení

Statistické výzkumy pomocí dvojité analýzy rozptylu připouštějí následujících pět výpovědí:

- 1) Při **nasákavosti** je možné rozpoznat, zda se dosáhne výsledků odpovídajících trendům, avšak proto musí být zadány přizpůsobená kritéria hodnocení, neboť ve variantách druhu temperování jsou vyhodnoceny výpovědi odpovídající trendům. Z toho vyplývá, že každý druh temperování vyžaduje jinou mezní hodnotu (nutnost standardizace temperování ve vodě).
- 2) Zkouška **otěrem za třepání** jako kritérium hodnocení ke zkoušení afinity mezi emulzí pro kalové vrstvy a kamenivem je nejvíce ovlivněna kamenivem. Druh temperování má sice větší vliv než druh emulze, avšak oba parametry jsou zanedbatelné.
- 3) Zkouška **ve vařící vodě** nemá při různých temperovacích podmínkách vypovídací schopnost, neboť nepřinesla žádné signifikantní výsledky.
- 4) **Druh kameniva** je při provádění zkoušky uznáván jako nejvlivnější parametr. Obzvláště u variací s druhem emulze je u všech cílových hodnot zřetelný. Afinity mezi kamenivem a emulzí je podle toho nejvíce ovlivněna kamenivem.
- 5) Vliv **druhu emulze** do kalové směsi není při nasákavosti a otěru za třepání zřetelný, neboť vlivy druhu temperování a kameniva jsou poměrně silné a proto překrývají potenciál variability druhu emulze. Proto může být jen při konstantních podmínkách temperování provedena zkouška afinity mezi emulzí a kamenivem. V tabulce 6 je sice tento vztah vizuálně zřetelný, neboť je možné u různých druhů emulzí rozeznat různé výsledky. Statistický důkaz však vyvrací všeobecnou platnost.

9. Aktuální stav EN 12274-7

Po ukončení a analyzování mezilaboratorní zkoušky IFM, hodnocení odvoditelná ze zkoušek a na ně se vztahující následné modifikování zkušební metody otěru za třepání velmi rychle vstoupila do odborného světa.

Následně jsou uvedeny podstatné změny a aktuální stav zkušební metody podle EN 12274-7.

Stanovení zrnitosti kameniva se provádí na sítích podle EN 933-2 [15] a sestaví se podle tabulky 7.

Tabulka 7 – Normalizovaná zrnitost kameniva

Velikost síta (v mm)	Navážka (v % hmotnosti)
0 – 0,125	23 ±0,5
0,125 – 0,25	11 ±0,5
0,250 – 0,500	27 ±0,5
0,500 – 1	21 ±0,5
1 – 2	18 ±0,5
	Celkem: 100

Přidávaný obsah pojiva se orientuje podle obrázku 2.

Hmotnost zkušební tělesa se udržuje konstantní při výšce 25 mm a průměru 30 mm, výroba se provádí ve speciálních formách pomocí lisu. Formy mohou být odebrány např. od firmy Possehl–Spezialbau.

Zkušební tělesa se po vyrobení přímo dále zpracovávají, bez meziskladování nebo sušení. Tato mezní podmínka je dodatečně zpřísnění zkoušky a shoduje se se stavem směsi pro kalové vrstvy v době uvolnění v povlaku kalové vrstvy při její přepravě.

Poté je možno vyhodnotit, zda je nasákavost jako kontext pro hodnocení nedostatečná, a pak se tedy použije nasákavost pouze pro normalizované zatěžování zkušební tělesa. Přitom požadovaný vliv teploty 1 °C ve vakuu pod vodou způsobuje, že se struktura mezerovitosti nezmění vlivem viskózně elastického chování asfaltu, neboť na zkušební těleso působí značný podtlak. Při teplotách kolem 1 °C lze vycházet z toho, že v asfaltu existuje „tužší stav“, chování je tedy elastické. Měřením hodnot nasycení (tzn. nasákavosti) lze vyloučit nespolehlivé rozložení zkoušky již v jejím počátku.

Na těchto vodou nasycených zkušebních tělesech se následně ihned provede zkouška otěrem za třepání. Zkušební zařízení vybavené více třepacími válci podle EN 12274-7 je v každé laboratoři dobře sestavitelné a může být dodáno např. firmou Possehl–Spezialbau.

Stanovení ztráty ve vařící vodě nebylo do EN 12274-7 přijato, neboť není docíleno v malé mezilaboratorní zkoušce reprodukovatelných výsledků; tedy výsledků se srovnatelnou vypovídací hodnotou, podmíněných průběhem zkoušky.

10. Souhrn

Výsledky ze srovnávacího výzkumu k posouzení zkoušky otěrem za třepání na zkušebních tělesech z emulzní kalové směsi vedly k modifikování Směrnice AKB (Společnosti pro jakost emulzních kalových vrstev pro údržbu pozemních komunikací) č. 4 a návrhu prEN 12274-7. Zavedeny byly ovlivňující faktory temperování ve vodě pomocí nasákavosti při teplotě 1 °C, tloušťka asfaltového filmu podle obrázku 2 a konstantní rozměry zkušební tělesa: průměr 30 mm a výška 25 mm. Dodatečně existuje přízpůsobení se zrnitosti kameniva zavedením sítí podle EN 933-2. Maximální nasákavost již není v EN 12274-7 uvedena jako hodnotící zkušební kritérium, neboť se jedná o temperování čistě pro zkoušku otěrem za třepání s ponechanou hraniční hodnotou 5 %. Zkouška ztráty ve vařící vodě rovněž nebyla přijata jako hodnotící zkušební kritérium v EN 12274-7, neboť výpovědi nebyly dostatečně reprodukovatelné.

Německé vydání verze EN 12274-7 [16] je k dispozici od srpna 2005. Zkouška otěrem za třepání na zkušebních tělesech z kalových vrstev se tedy provádí podle DIN EN 12274-7:2005 Kalové vrstvy – Část 7: Zkouška otěrem za třepání.

V řadě „Pracovní návody pro zkoušení asfaltových směsí“ je část „Zkouška otěrem za třepání na zkušebních tělesech z kalových směsí“ právě přepracována, s jejím tiskem se počítá v brzké době.

V pracovní skupině CEN/TC 227/WG 2 je přepracována prEN 12273 Kalové vrstvy – Norma výrobku [17], která projde připomínkováním v CEN pravděpodobně v polovině roku 2006 a německé vydání by mohlo být k dispozici na konci roku 2006. S budoucí novou generací evropských norem EN 12273 Kalové vrstvy – Norma výrobku jsou zkoušky pro schválení typu svázány v rámci označení CE (TAIT – Type Approval Installation Trial – Normy zkoušení na zkušebních úsecích). V těchto TAIT mohou být uvedeny výsledky zkoušky otěrem za třepání podle DIN EN 12274-7.

Literatura

- [1] FGSV: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen – Asphaltbauweisen (ZTV BEA-StB 98/03), 2003
(Výzkumná společnost pro silniční stavitelství a dopravu: Doplnující technické smluvní podmínky a směrnice pro stavební údržbu dopravních ploch – Asfaltové technologie)
- [2] FGSV: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für polymermodifizierte Bitumenemulsionen für Dünne Schichten im Kalteinbau (TL PmBE-DSK), 1998
(Výzkumná společnost pro silniční stavitelství a dopravu: Doplnující technické smluvní podmínky pro polymerem modifikované asfaltové emulze do emulzních kalových vrstev)
- [3] Glet, W.: Kaltmischgut Theorie, Anwendung und Grenzen, Asphalt 4 (1996), S. 15 – 21
(Teorie směsí za studena, Použití a hranice, časopis Asphalt 4, str. 15 - 21)
- [4] Schneider, M.; Vassiliou, K.; Graf, K.: Mischgut für Dünne Schichten im Kalteinbau – Optimierung des Bindemittelgehaltes, Bitumen 2 (2003), S. 59 – 62
(Směsi pro emulzní kalové vrstvy – Optimalizace obsahu pojiva, Asfalt 2, str. 59 - 62)
- [5] Grätz, B.: Beurteilung dünner Asphaltdeckschichten im Heiß- und Kalteinbau, insbesondere in Bezug auf die Oberflächeneigenschaften Griffigkeit und Dichtigkeit, FE 07.143, Bundesministerium für Verkehr, Bonn, 1993
(Posuzování vrstev krytu vozovky z asfaltových směsí za horka a za studena, obzvláště s ohledem na povrchové vlastnosti drsnost a kompaktnost (hustota?), FE 07.143, Spolkové ministerstvo dopravy, Bonn)
- [6] Breuer, J. U.: Prüfung der Wasserempfindlichkeit von Gesteinsmehlfüllern in Bitumen, Bitumen 3 (1967), S. 69; Breuer, J. U.: Sandasphaltprobekörper zur Prüfung der Wirksamkeit von Haftmitteln, Goldschmidt informiert, 1971
(Zkoušení citlivosti na vodu filerů z kamenné moučky v asfaltu, Asfalt 3; Zkušební těleso z pískového asfaltu ke zkoušení účinnosti adhezivních prostředků, Publikace Goldschmidt informuje)
- [7] Prüfamt für Bituminöse Baustoffe und Kunststoffe der TU München: Arbeitsanleitung für die Prüfung von Füller und Sand auf ihre Wasserempfindlichkeit, 1994
(Zkušební úřad pro asfaltové stavebniny a umělé hmoty Technické univerzity Mnichov: Pracovní návod na zkoušení citlivosti na vodu fileru a písku)
- [7] Prüfamt für Bituminöse Baustoffe und Kunststoffe der TU München: Arbeitsanleitung für die Prüfung von Füller und Sand auf ihre Wasserempfindlichkeit, 1994
(Zkušební úřad pro asfaltové stavebniny a umělé hmoty Technické univerzity Mnichov: Pracovní návod na zkoušení citlivosti na vodu fileru a písku)
- [8] Gütegemeinschaft AKB: AKB Richtlinie Nr. 4: Prüfung des Schüttelabriebs an DSK-Probekörpern als Vertäglichkeitsprüfung von Gesteinskörnungen und Bindemitteln, 1995
(Společnosti pro jakost emulzních kalových vrstev pro údržbu pozemních komunikací: Směrnice AKB č.4: Zkouška otěrem za třepání na zkušebních tělesech z emulzních kalových směsí jako zkouška afinity mezi kamenivem a pojivem)
- [9] CEN/TC227/WG2, Doc. N 321.4 E: Road Materials – Slurry Surfacing – Shaking Abrasion Test on Suitability of Mineral Aggregates to Slurry Mixes, Bruxelles, 1998
(Silniční materiály – Kalové vrstvy – Stanovení vhodnosti kameniva pro kalovou směs zkouškou otěrem za třepání)
- [10] FGSV: ALP A-StB, Teil: Prüfung des Schüttelabriebs an DSK-Probekörpern (in Vorbereitung)
(Výzkumná společnost pro silniční stavitelství a dopravu ALP A-StB, Část: Zkouška otěrem za třepání na zkušebních tělesech z emulzní kalové směsí (připravuje se))
- [11] CEN/TC227/WG2, prEN 12274: Slurry Surfacing – Shaking Abrasion Test, London, 2004-11-02
(Kalové vrstvy – Zkouška otěrem za třepání, Londýn)

- [12] Radenberg, M.; Schmitz, J.: Theoretische Berechnung des Bindemittelbedarfs für Dünne Schichten im Kalteinbau (DSK), Bitumen 2 (1996), S. 3 - 6
(Teoretický výpočet potřeby pojiva pro emulzní kalové směsi, časopis Bitumen 2, str. 3 - 6)
- [13] DIN 1996-8: Bestimmung der Wasseraufnahme, 1977
(Stanovení nasákavosti)
- [14] Sachs, L.: Angewandte Statistik, 1984
(Aplikovaná statistika)
- [15] DIN EN 933-2, Ausgabe: 1996-01: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 2: Bestimmung der Korngrößenverteilung - Analysensiebe, Nennmaße der Sieböfnungen; Deutsche Fassung EN 933-2:1995
(Zkoušení geometrických vlastností kameniva – Část 2: Stanovení zrnitosti – Zkušební síta, jmenovité velikosti otvorů, Německé vydání 1995)
- [16] DIN EN 12274-7, Ausgabe: 2005-08: Dünne Asphaltsschichten in Kaltbauweise – Teil 7: Schüttel-Abriebprüfung; deutsche Fassung EN 12274-7:2005
(Zkoušení geometrických vlastností kameniva – Část 2: Stanovení zrnitosti – Zkušební síta, jmenovité velikosti otvorů, Německé vydání 1995)
- [17] CEN/TC227/WG2 N 832.4 E, prEN 12273: Slurry Surfacing – Product Standard, Draft for CEN Enquiry
(Kalové vrstvy – Norma výroby, Návrh pro připomínkování v CEN)