

# Porovnání měření maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi v trichloretylenu a ve vodě – výsledky mezilaboratorní zkoušky

(Reinhard Lehné a Hand-Jörg Eulitz, *Straße+Autobahn*, 12/2006, str. 751 – 754)

Maximální objemová hmotnost asfaltové směsi zůstává i po zavedení očekávaných nových struktur v zabezpečování jakosti důležitou veličinou pro řízení jakosti při výrobě a pokládce asfaltových směsí. V požadavcích na směs podle počáteční zkoušky typu podle EN 13108-20 je jako zkušební metoda uvedeno stanovení objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě. Zkušební metoda pro stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi je popsána v EN 12697-5, mimo jiné také stanovení objemu zkušební vzorku pomocí pyknometru. Použití vody jako tekutiny v pyknometru namísto dosud v laboratorní praxi používaného toxického rozpouštědla trichloretylenu je nové. Aby bylo možné požadovat zavedení do praxe, FGSV (Výzkumná společnost pro silniční stavitelství a dopravu – **F**orschungsgesellschaft für **S**traßen- und **V**erkehrswesen) zpracovala ke stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě podrobný popis zkoušky, který vydala v řadě „Pracovní návody ke zkoušení asfaltových směsí“. V tomto článku budou představeny výsledky mezilaboratorní zkoušky, která byla provedena na počátku roku 2006 v Německu za účasti 30 laboratoří. Maximální objemová hmotnost pro AKM – stanovená ve vodě – odpovídala výsledku tradiční zkoušky používající jako tekutinu v pyknometru trichloretylen. Výsledky mezilaboratorní zkoušky potvrzují, že pro tuto zkušební metodu dosud používané rozpouštědlo trichloretylen může být nahrazeno vodou.

## 1. Úvod

Jak v dosavadní praxi, tak i pro použití v novém systému jakosti, který bude v Německu platit pro výrobu asfaltových směsí od roku 2008, představuje maximální objemová hmotnost zásadní veličinu. V řadě zkušebních norem EN 12697, která se skládá z 44 částí, jsou popsány harmonizované zkušební postupy pro asfaltové směsi za horka, zkušební postupy ke stanovení maximální objemové hmotnosti jsou uvedeny v EN 12697-5 [1]. Příslušné předpisy pro převod evropských norem do Německé soustavy předpisů pro asfaltové směsi jsou v současné době zpracovávány.

Mezi třemi postupy v EN 12697-5 pro stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi je jako postup A popsáno použití pyknometru ke stanovení objemu zkušební vzorku bez mezer. Jako tekutinu je možné použít rozpouštědlo nebo vodu.

Stanovení objemové hmotnosti asfaltové směsi se v Německu dosud provádělo podle DIN 1996-7 za použití rozpouštědla trichloretylen. Trichloretylen je zařazen do kategorie 2 karcinogenních látek podle Technických předpisů pro nebezpečné látky TRGS 440. To znamená, že dosud byla používána rakovinotvorná nebezpečná látka, která, pokud je to možné, by měla být nahrazena jinou látkou. V našem případě se nabízí k nahrazení rozpouštědla v pyknometru voda.

Aby bylo možné požadovat zavedení postupu „Zkoušení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě“ v laboratorní praxi, byl pracovním kruhem „Laboratorní technika“ společnosti FGSV zpracován podrobný popis zkoušky ke stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě, který byl zveřejněn v řadě „Pracovní návody ke zkoušení asfaltových směsí“ jako Část 10: Stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě (ALP A-StB), vydání 2003, nakladatelství FGSV-Verlag, č. 787/10 [2].

Popsanou mezilaboratorní zkouškou byly sledovány tyto cíle:

- podpora získávání zkušeností v laboratorní praxi s použitím vody jako zkušební tekutiny;
- srovnání výsledků zkoušek:
  - a) maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi, zkoušené ve vodě;
  - b) maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi, zkoušené běžným postupem v rozpouštědle (trichloretylen), a tím získávání dalších dat k posouzení vhodnosti a spolehlivosti zkušební metody uvedené v bodě a) za použití asfaltové směsi běžné při konstrukci asfaltových vozovek v Německu (asfaltový koberec mastixový);
- podle odhadu příslušné pracovní skupiny v evropské komisi pro normalizaci CEN/TC 227/WG 1 je v evropských normách popisujících zkoušení asfaltových směsí třeba lépe zajistit hodnoty

shodnosti; na národní úrovni získané hodnoty poskytují podstatný příspěvek k tvorbě databáze [3];

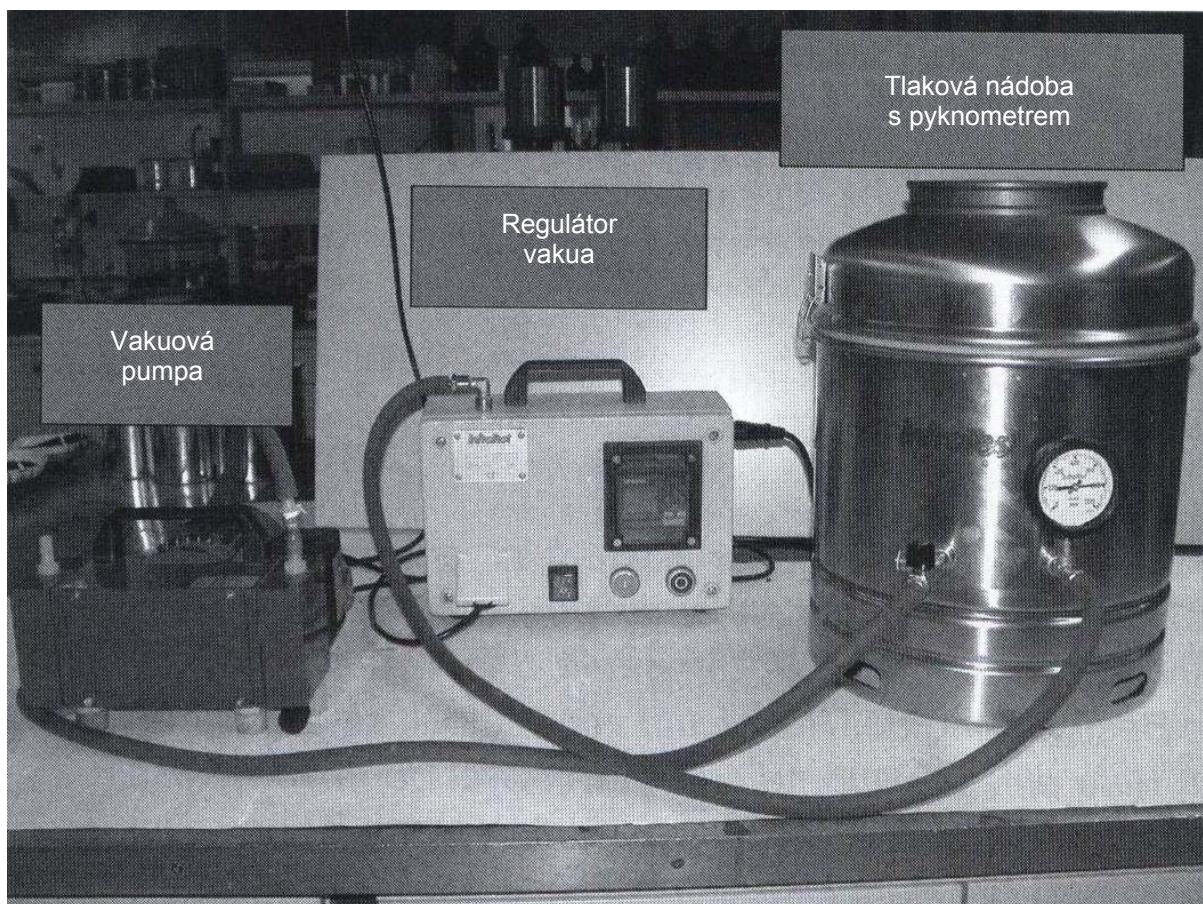
- provedení programu roční mezilaboratorní zkoušky za účasti bup (Spolkový svaz nezávislých institutů pro stavebnětechnické zkoušky – Bundesverband unabhängiger Institute für bautechnische Prüfungen) k zajištění jakosti a dalšímu rozvoji zkušebnictví podle předpisové žádosti spolku.

## 2. Mezilaboratorní zkouška a její zadání

Mezilaboratorní zkouška „Stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě“ byla započata na přelomu let 2005/06. V rámci této laboratorní zkoušky bylo třeba stanovit maximální objemovou hmotnost za použití obou postupů

- maximální objemová hmotnost asfaltové směsi, zkoušená ve vodě;
- maximální objemová hmotnost asfaltové směsi, zkoušená běžným způsobem v rozpouštědle (trichloetylen).

Na obrázku 1 je znázorněno zkušební zařízení ke stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě.



**Obrázek 1 – Zkušební zařízení ke stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě**

Stanovení maximální objemové hmotnosti – jak v trichloretylenu, tak ve vodě – probíhalo na Marshallově zkušebním tělese z AKM 0/8 S s pojivem PmB 45 A (celkový obsah pojiva 7,2 % hmotnosti) a mezerovitostí  $H_{bit}$  3,8 % hmotnosti.

Stanovení maximální objemové hmotnosti v trichlorotylenu probíhalo podle DIN 1996-7 a stanovení maximální objemové hmotnosti ve vodě podle ALP A-StB, Část 10, vydání 2003 [2].

Zkušební podmínky ve vakuu se na základě dříve získaných zkušeností prokázaly jako vhodné a byly pro mezilaboratorní zkoušku použity:

- pokles tlaku na 30 hPa po dobu 30 minut;
- regulace tlaku také na 30 hPa po dobu 15 minut.

Celkem se na této mezilaboratorní zkoušce podílelo 30 laboratoří, z nichž 23 jsou členy Spolkového svazu bup.

### 3. Vyhodnocení a výsledky

Mezilaboratorní zkouška byla vyhodnocena po vzoru DIN EN ISO 4259, 4. vydání, 1996. Předpoklady pro vyhodnocení zkoušky byly stanoveny:

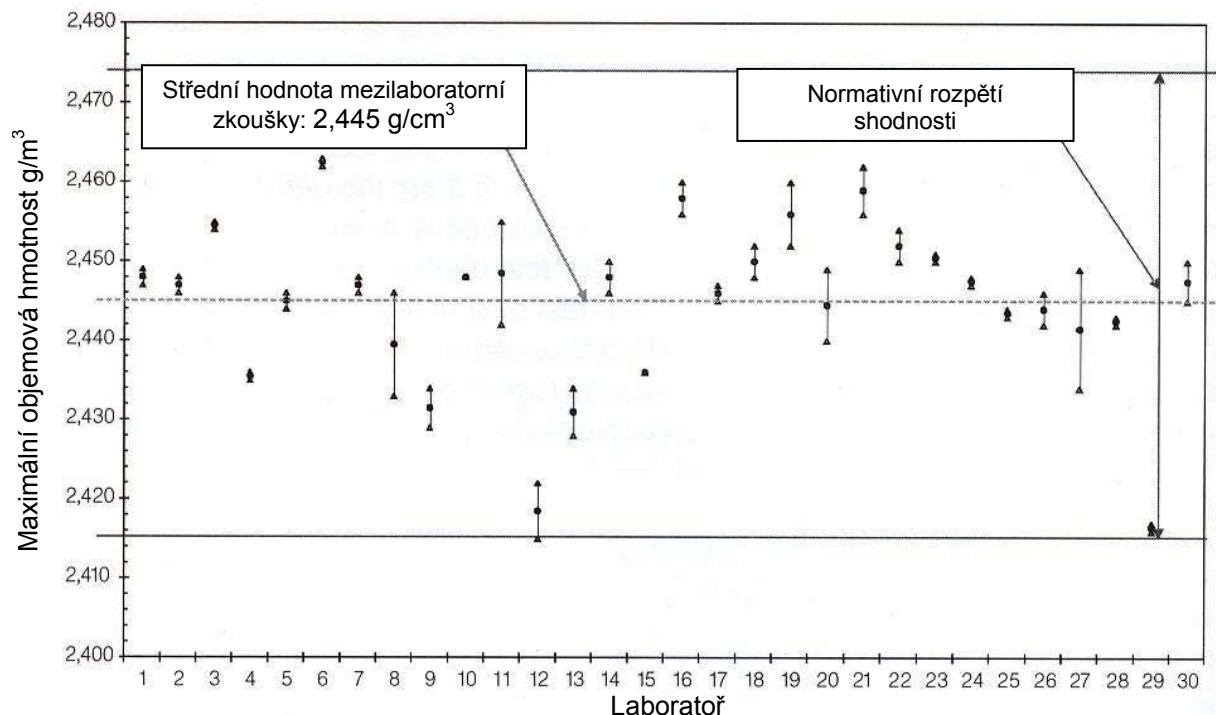
- provést odběr vzorků podle DIN 1996-2;
- rozdělit vzorky v laboratoři podle DIN 1996-3;
- provést zúčastněnými laboratořemi dvě stanovení za podmínek opakovatelnosti (1 pozorovatel, 1 přístroj);
- dohlédnout, aby pracovníci pověřeni prováděním jednotlivých zkoušek dodrželi zadání uvedených norem.

Vyhodnocení opakovatelnosti bylo provedeno podle metody Cochran, a vyhodnocení reprodukovatelnosti podle metody Hawkins. Pomocí obou těchto vyhodnocovacích metod lze identifikovat a eliminovat odlehlé hodnoty.

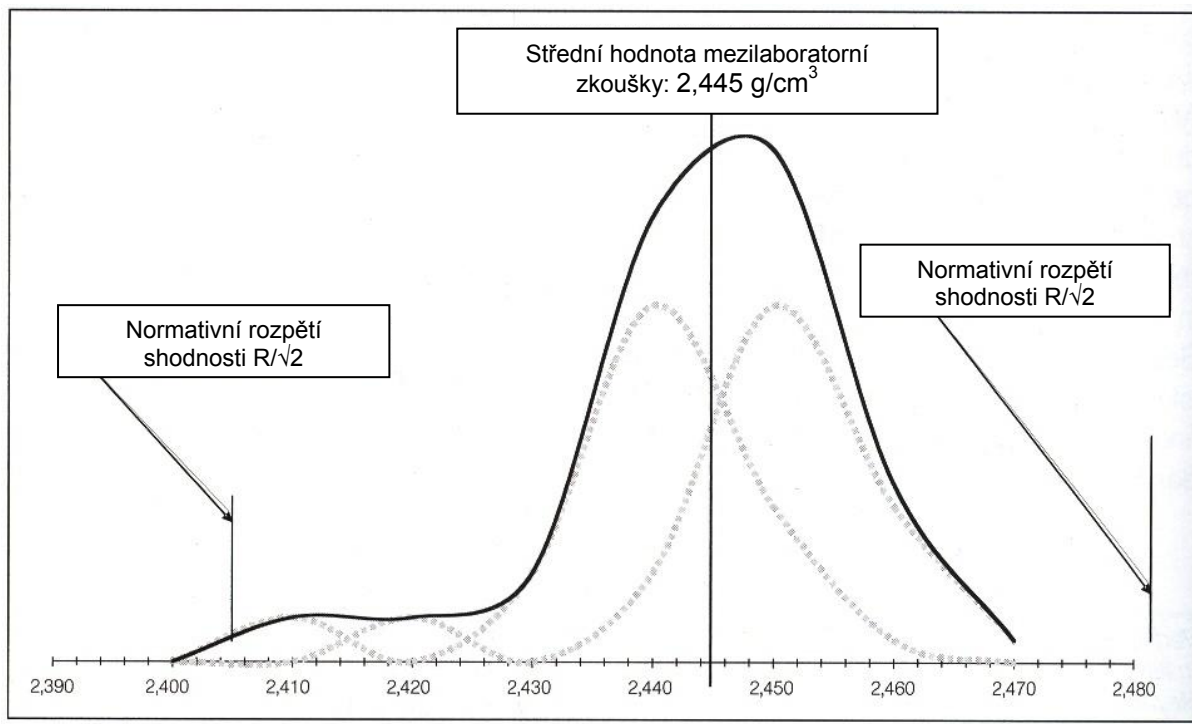
#### 3.1 Maximální objemová hmotnost, stanovená za použití trichloretylenu jako tekutiny v pyknometru

Opakovatelnost je podle DIN 1996-7 popsána mezi opakovatelnosti  $r = 0,019 \text{ g/cm}^3$ . U žádné laboratoře nebyla tato mez překročena.

Pro reprodukovatelnosti je ve stejné normě uvedena mez reprodukovatelnosti  $R = 0,042 \text{ g/cm}^3$ . Maximální odchylka od střední hodnoty této mezilaboratorní zkoušky činí  $0,028 \text{ g/m}^3$ . Podle DIN EN ISO 4259 je pro mezilaboratorní zkoušky přípustná odchylka od střední hodnoty velikosti  $R/\sqrt{2}$ . Z toho vyplývá maximální přípustná odchylka  $0,030 \text{ g/m}^3$ . Tato hodnota nebyla v žádné laboratoři překročena. Obrázky 2 a 3 ukazují grafické vyhodnocení všech 30 výsledků.



**Obrázek 2 – Aritmetický střed a rozpětí charakteristických veličin maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi stanovené v trichloretylenu jako tekutině v pyknometru**

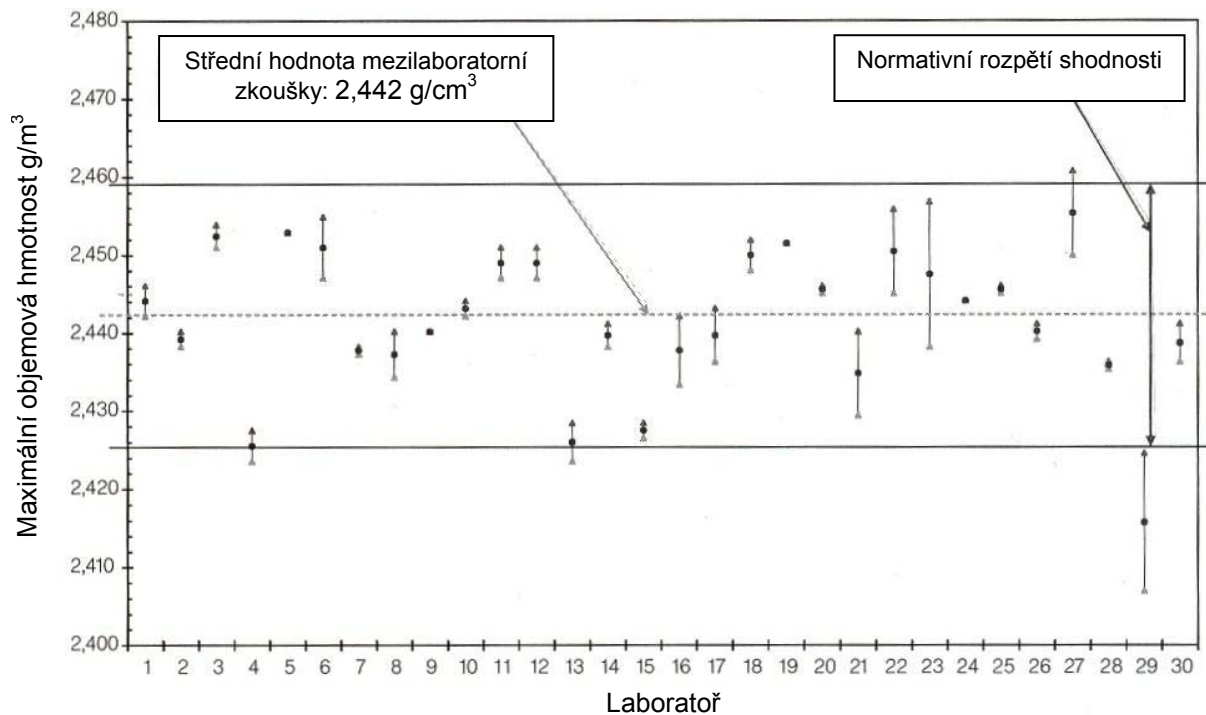


**Obrázek 3 – Statistické rozdělení vypočtené maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi stanovené v trichloretylenu jako tekutině v pyknometru**

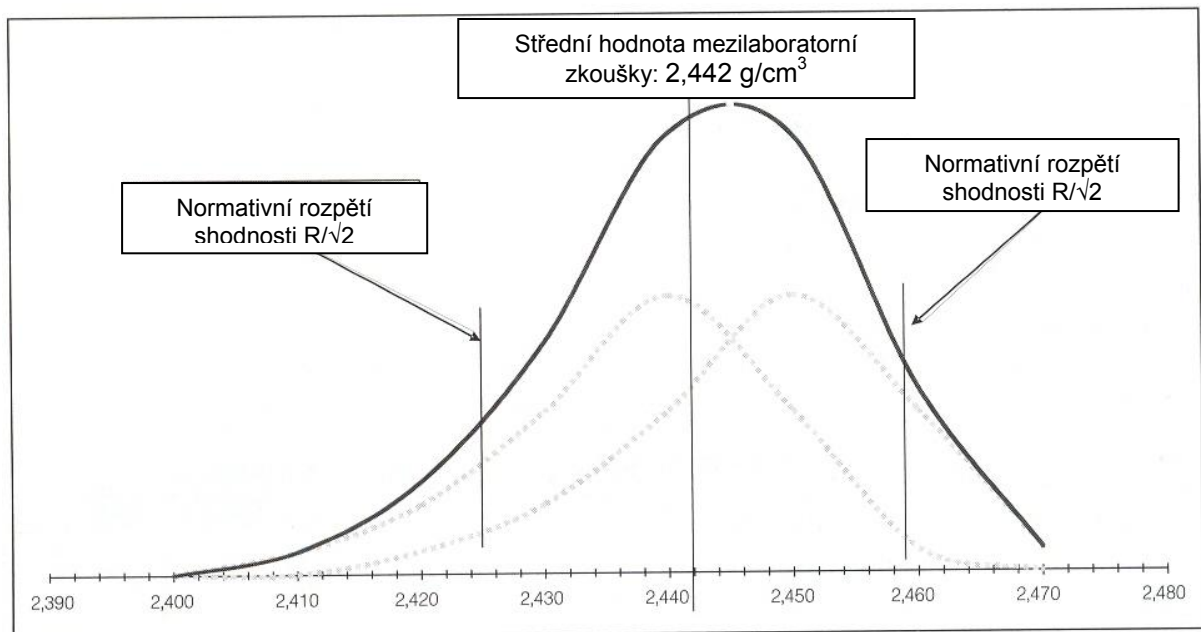
### 3.2 Maximální objemová hmotnost, stanovená za použití vody jako tekutiny v pyknometru

Ve všech laboratořích byla podle zadání provedena dvě stanovení (2 hodnoty měření), ačkoliv podle ALP A-StB, Část 10 [2] je zpravidla třeba jen jedna zkouška měření.

Obrázky 4 a 5 ukazují grafické vyhodnocení výsledků maximální objemové hmotnosti stanovené za použití vody. Opakovatelnost je popsána v ALP A-StB, Část 10 s mezí opakovatelnosti  $r = 0,016 \text{ g/cm}^3$ . Dvě laboratoře tuto hranici překročily. U reprodukovatelnosti je v normě stanovena mez reprodukovatelnosti  $R = 0,024 \text{ g/cm}^3$ . Maximální odchylka od střední hodnoty této mezilaboratorní zkoušky činí  $0,026 \text{ g/cm}^3$ . Podle DIN EN ISO 4259 je pro mezilaboratorní zkoušky přípustná odchylka od střední hodnoty velikosti  $R/\sqrt{2}$ . Z toho vyplývá maximální přípustná odchylka  $0,017 \text{ g/cm}^3$ . Tato hodnota byla v jedné laboratoři překročena.



**Obrázek 4 – Aritmetický střed a rozpětí charakteristických veličin maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi stanovené ve vodě jako tekutině v pyknometru**



**Obrázek 5 – Statistické rozdělení vypočtené maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi stanovené ve vodě jako tekutině v pyknometru**

#### 4. Souhrn

Vyhodnocení výsledků měření ke stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi podle běžného postupu podle DIN 1996-7 za použití rozpouštědla trichloretylen jako tekutiny v pyknometru udává, že všechny zúčastněné laboratoře splnily požadavky na opakovatelnost i reprodukovatelnost.

Jako skutečná hodnota této mezilaboratorní zkoušky se uvádí hodnota měření 2,445 g/m<sup>3</sup>.

Vyhodnocení výsledků měření ke stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi podle ALP A-StB, Část 10 za použití vody jako tekutiny v pyknometru udává, že 2 zúčastněné laboratoře (z celkového množství 30) nesplnily požadavky na opakovatelnost a 1 laboratoř nesplnila požadavky na reprodukovatelnost.

Jako skutečná hodnota této mezilaboratorní zkoušky se uvádí hodnota měření 2,442 g/cm<sup>3</sup>.

Úhrnem lze vypovědět, že výsledek mezilaboratorní zkoušky je velmi dobrý a to především s ohledem na možnost nahradit rozpouštědlo trichloretylen vodou. Zajímavé je, že obě střední hodnoty

- maximální objemová hmotnost asfaltové směsi stanovená pomocí trichloretylenu: výsledek: 2,445 g/m<sup>3</sup>;
- maximální objemová hmotnost asfaltové směsi stanovená pomocí vody: výsledek: 2,442 g/cm<sup>3</sup>

se od sebe liší pouze o 0,003 g/cm<sup>3</sup>. Podle výsledku této mezilaboratorní zkoušky za použití AKM jako zkušebního materiálu lze doporučit, aby se stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi v laboratořích prováděla ve vodě podle ALP A-StB, Část 10 [2]. Lze předpokládat, že stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě lze s výhledem na úspěch použít i u jiných druhů asfaltových směsí.

#### Bibliografie

- [1] DIN EN 12697-5 Asphalt – Prüfverfahren für Heiasphalt – Teil 5: Bestimmung der Rohdichte, listopad 2003  
(*Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 5: Stanovení maximální objemové hmotnosti*)
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Arbeitsanleitungen zur Prüfung von Asphalt (ALP A-StB), Teil 10: Bestimmung der Rohdichte von Asphalt mit Wasser, Ausgabe 2003  
(*Výzkumná společnost pro silniční stavitelství a dopravu: Pracovní návod ke zkoušení asfaltových směsí, Část 10: Stanovení maximální objemové hmotnosti asfaltové směsi ve vodě, vydání 2003*)
- [3] Progress Report of TG 2, Asphalt Test Methods, for April 2006 Meeting of CEN TC227/WG1  
(*Zpráva o vývoji TG 2, Zkušební metody pro asfaltové směsi, pro zasedání CEN TC227/WG1 v dubnu 2006*)