

**Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

TP 15/2015

**TECHNICKÉ PODMIENKY
METODIKA NA STANOVENIE TUHOSTI ASFALTOVÝCH
ZMESÍ**

účinnosť od: 31.12.2015

OBSAH

1	Úvodná kapitola	3
1.1	Vzájomné uznávanie	3
1.2	Predmet technických podmienok (TP)	3
1.3	Účel TP	3
1.4	Použitie TP	3
1.5	Vypracovanie TP	3
1.6	Distribúcia TP	3
1.7	Účinnosť TP	4
1.8	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	4
1.9	Súvisiace a citované právne predpisy	4
1.10	Súvisiace a citované normy	4
1.11	Súvisiace a citované technické predpisy a podmienky	4
1.12	Použité skratky	4
1.13	Termíny a definície	5
2	Princíp skúšky	6
3	Skúška štvorbodovým ohybom na skúšobných telesách tvaru hranola	7
3.1	Všeobecne	7
4	Prístrojové vybavenie	7
4.1	Základné požiadavky	7
4.2	Zaťažovacia hlavica	8
4.3	Rezonančné frekvencie	8
4.4	Snímač deformácie	9
4.5	Klimatizačná komora	9
4.6	Zariadenie na elektronický záznam údajov	9
4.7	Kalibrácia	9
5	Príprava skúšobného telesa	9
5.1	Rozmery	9
6	Výroba skúšobného telesa	10
7	Príprava skúšobného telesa	11
8	Skúšanie	11
8.1	Všeobecne	11
8.2	Pretvorenie	11
8.3	Teplota a frekvencia	11
8.4	Záznamy	11
8.5	Vyhodnotenie záznamov	11
9	Protokol o skúške	13
10	Presnosť	14

1 Úvodná kapitola

1.1 Vzájomné uznávanie

V prípadoch, kedy táto špecifikácia stanovuje požiadavku na zhodu s ktoroukoľvek časťou slovenskej normy ("Slovenská technická norma") alebo inej technickej špecifikácie, možno túto požiadavku splniť zaistením súladu s:

- (a) normou alebo kódexom osvedčených postupov vydaných vnútroštátnym normalizačným orgánom alebo rovnocenným orgánom niektorého zo štátov EHP a Turecka;
- (b) ktoroukoľvek medzinárodnou normou, ktorú niektorý zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu alebo kódex osvedčených postupov;
- (c) technickou špecifikáciou, ktorú verejný orgán niektorého zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu; alebo
- (d) európskym technickým posúdením vydaným v súlade s postupom stanoveným v nariadení (EÚ) č. 305/2011.

Vyššie uvedené pododseky sa nebudú uplatňovať, ak sa preukáže, že dotknutá norma nezaručuje náležitú úroveň funkčnosti a bezpečnosti.

„Štát EHP“ a Turecko znamená štát, ktorý je zmluvnou stranou dohody o Európskom hospodárskom priestore podpísanej v meste Porto dňa 2. mája 1992, v aktuálne platnom znení.

„Slovenská norma“ ("Slovenská technická norma") predstavuje akúkoľvek normu vydanú Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky vrátane prevzatých európskych alebo iných medzinárodných noriem.

1.2 Predmet technických podmienok (TP)

Tieto TP platia na stanovenie tuhosti asfaltových zmesí podľa STN EN 12697-26 pre asfaltový betón vyrobený podľa STN EN 13108-1.

Tuhosť je vlastnosť asfaltových zmesí zaradená medzi funkčné požiadavky v zmysle čl. 5.4 STN EN 13108-1. Charakterizuje sa hodnotami tuhosti S , ktoré musia vyhovovať minimálnym S_{\min} a maximálnym S_{\max} hodnotám zvoleným z kategórií definovaných v STN EN 13108-1.

Tuhosť asfaltových zmesí sa deklaruje vo vyhlásení o parametroch a je súčasťou skúšky typu asfaltového betónu v zmysle požiadaviek STN EN 13108-20.

Tieto TP definujú výrobu skúšobných telies, skúšobný postup a podmienky skúšky tuhosti asfaltového betónu podľa STN EN 12697-26 príloha B (normatívna), metódou skúšky štvorbodovým ohybom na skúšobných telesách tvaru hranola (4PB-PR).

1.3 Účel TP

Účelom týchto TP je zjednotiť postup a prípravy vzoriek a skúšania tuhosti asfaltového betónu vyrobeného podľa STN EN 13108-1.

1.4 Použitie TP

Tieto TP sú určené pre investorské, realizátorské a výskumné pracoviská, pre skúšobné laboratóriá, ktoré sa zaoberajú problematikou návrhu, výroby, použitia na stavbe a posudzovania tuhosti asfaltového betónu v zmysle STN EN 12697-26.

Tieto zmesi sa skúšajú podľa STN EN 12697-26 príloha B (normatívna) a to metódou skúšky štvorbodovým ohybom na skúšobných telesách tvaru hranola (4PB-PR).

1.5 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala spoločnosť VUIS-CESTY spol. s r. o., Lamačská cesta 8, 811 04 Bratislava, e-mail: vuis.cesty@vuis-cesty.sk, tel.: +421 2 54772994, mobil +421 903 234 230. Zodpovedný riešiteľ: Ing. Vladimír Řikovský, CSc.

1.6 Distribúcia TP

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovej stránke SSC: www.ssc.sk (technické predpisy) a na webovej stránke MDVRR SR: www.mindop.sk (doprava, cestná doprava, cestná infraštruktúra, technické predpisy).

1.7 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.8 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nenahrádzajú žiadny iný predpis.

1.9 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z2] zákon č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov;
- [Z3] nariadenie európskeho parlamentu a rady (EÚ) č. 305/2011 z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS (CPR 305/2011).

1.10 Súvisiace a citované normy

STN EN 12697-6 (73 6190)	Asfaltové zmesi. Skúšobné metódy pre asfaltové zmesi spracúvané za horúca. Časť 6: Stanovenie objemovej hmotnosti asfaltových skúšobných telies
STN EN 12697-26 (73 6190)	Asfaltové zmesi. Skúšobné metódy pre asfaltové zmesi spracúvané za horúca. Časť 26: Tuhosť
STN EN 12697-29 (73 6190)	Asfaltové zmesi. Skúšobné metódy pre asfaltové zmesi spracúvané za horúca. Časť 29: Stanovenie rozmerov asfaltových skúšobných vzoriek
STN EN 12697-33 + A1 (73 6160)	Asfaltové zmesi. Skúšobné metódy pre asfaltové zmesi spracúvané za horúca. Časť 33: Vzorky pripravené valcovým zhuťovačom (Konsolidovaný text)
STN EN 13108-1 (73 6163)	Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 1: Asfaltový betón
STN EN 13108-20 (73 6163)	Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 20: Počiatočná skúška typu
STN ISO 5725-2 (01 0251)	Presnosť (správnosť a zhodnosť) metód a výsledkov merania. Časť 2: Základná metóda stanovenia opakovateľnosti a reprodukovateľnosti normalizovanej metódy merania
STN P ISO/TS 21748 (01 0249)	Návod na používanie odhadov opakovateľnosti, reprodukovateľnosti a správnosti v odhadovaní neistoty merania

Poznámka: Súvisiace a citované normy vrátane aktuálnych zmien, dodatkov a národných príloh.

1.11 Súvisiace a citované technické predpisy a podmienky

- [T1] TKP časť 0 Všeobecne, MDVRR SR: 2012;
- [T2] TKP časť 38 Asfaltové zmesi s vysokým modulom tuhosti, MDVRR SR: 2011.

1.12 Použité skratky

V týchto TP sú použité tieto skratky a symboly:

B	šírka skúšobného telesa (mm);
E	modul tuhosti (MPa);
E_k	modul tuhosti skúšobného telesa k (MPa);
$E_{k,n}$	modul tuhosti skúšobného telesa k v meranom cykle n (MPa);
E^*	komplexný modul (MPa);
E_1	reálna zložka komplexného modulu (MPa);
E_2	imaginárna zložka komplexného modulu (MPa);
E_∞	najväčšia možná hodnota komplexného modulu (MPa);
\bar{E}	priemerná hodnota modul tuhosti skúšobných telies v počte m (MPa);
E_{min}	najmenšia hodnota spoľahlivého modulu tuhosti asfaltovej zmesi s pravdepodobnosťou 95 % (MPa);

E_{max}	najväčšia hodnota spoľahlivého modulu tuhosti asfaltovej zmesi s pravdepodobnosťou 95 % (MPa);
F	zaťažovacia sila (N);
h	priemerná hrúbka skúšobného telesa (mm);
H	výška skúšobného telesa (mm);
K	faktor zaťažovacej plochy;
l_0	dĺžka meranej plochy l_0 (mm);
L	dĺžka rozpätia medzi vonkajšími podporami pri skúškach ohybom (mm);
m	počet skúšobných telies asfaltovej zmesi;
n	počet cyklov namáhania pri skúške;
T	čas trvania zaťaženia (s);
Θ	skúšobná teplota ($^{\circ}\text{C}$);
S_E	smerodajná odchýlka modulu tuhosti E_k skúšobných telies v počte m (MPa);
Z	posun (mm);
ω	skúšobná frekvencia (Hz);
Φ	fázový uhol ($^{\circ}$);
Φ_k	hodnota uhlu fázového posunu skúšobného telesa k ($^{\circ}$);
$\Phi_{k,n}$	uhol fázového posunu skúšobného telesa k v cykle n v $^{\circ}$;
γ	faktor tvaru skúšobného telesa (v závislosti od veľkosti a tvaru skúšobného telesa);
μ	faktor hmotnosti (v závislosti od hmotnosti skúšobného telesa a hmotnosti pohybujúcich sa častí, ktoré ovplyvňujú výslednú silu svojimi zotrvačnými účinkami);
ν	Poissonovo číslo;
\varnothing	priemer skúšobného telesa tvaru valca (mm).

1.13 Termíny a definície

Na účely týchto TP platia nasledovné termíny a definície:

1.13.1 Komplexný modul

Komplexný modul je vzťah medzi napätím a pretvorením stanovený v čase t pre dokonale pružný materiál vystavený účinkom zaťaženia v tvare sínusoidy, kedy pôsobiace napätie:

$$\sigma \times \sin(\omega \times t)$$

spôsobuje pretvorenie

$$\varepsilon \times \sin(\omega \times (t - \Phi)).$$

Pretvorenie je voči napätiu časovo posunuté o fázový uhol Φ .

Hodnota pretvorenia a fázového uhla sa mení v závislosti od frekvencie ω a od teploty Θ , pri ktorej je uskutočnená skúška.

Vzťah napätia a pretvorenia definuje komplexný modul E^* a vyjadruje sa rovnicou:

$$E^* = |E^*| \times (\cos(\Phi) + i \times \sin(\Phi)) \quad (1)$$

Komplexný modul má dve zložky - reálnu E_1 a imaginárnu E_2 .

Reálna zložka E_1 komplexného modulu sa vypočíta z rovnice:

$$E_1 = |E^*| \times (\cos(\Phi)) \quad (2)$$

Imaginárna zložka E_2 sa vypočíta z rovnice:

$$E_2 = |E^*| \times (\sin(\Phi)) \quad (3)$$

Komplexný modul je možné vyjadriť aj absolútnou hodnotou komplexného modulu $|E^*|$ a fázovým uhlom Φ .

Absolútna hodnota komplexného modulu $|E^*|$ sa vypočíta z rovnice:

$$|E^*| = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \quad (4)$$

Fázový uhol posunu medzi napätím a pretvorením Φ sa vypočíta z rovnice:

$$\Phi = \arctan\left(\frac{E_2}{E_1}\right) \quad (5)$$

Pri aplikácii komplexného modulu je častejšie používaný spôsob vyjadrenia pomocou jej absolútnej hodnoty a fázového posunu. Komplexný modul E^* sa v súčasnosti obvykle používa ako vstupná hodnota pre Youngov modul a to hlavne v lineárne pružnom viacvrstvom systéme, akým je napríklad model vozovky.

Pre absolútne pružné materiály má fázový uhol hodnotu 0 a vtedy sa komplexný modul mení na Youngov modul. To nastáva vtedy, keď majú asfaltové materiály veľmi nízku teplotu ($\theta \leq -20^\circ\text{C}$). Vtedy komplexný modul dosahuje svoju najväčšiu možnú hodnotu označovanú E_∞ .

1.13.2 Modul tuhosti

Modul tuhosti E je absolútna hodnota komplexného modulu $|E^*|$.

$$E = |E^*| \quad (6)$$

1.13.3 Sečnicový modul

Sečnicový modul sa používa pri nelineárne pružných materiáloch. Vyjadruje sa modulom určitého časového úseku ako je pomer medzi napätím a pretvorením v čase t pre materiál namáhaný účinkom zaťaženia s riadenou rýchlosťou pretvárania:

$$E(t) = \frac{\sigma(t)}{\varepsilon(t)} \quad (7)$$

s napätím $\sigma(t)$ a pretvorením $\varepsilon(t)$ v čase t .

Rovnica pre výpočet pretvorenia v závislosti na čase je:

$$\varepsilon(t) = \alpha_i \times t^n \quad (8)$$

kde α_i a n sú konštanty.

2 Princíp skúšky

Skúšobné telesá vhodného tvaru sú deformované v ich lineárnom rozsahu pri pôsobení zaťaženia s riadenou rýchlosťou pretvorenia. Meria sa veľkosť napätí a pretvorení spolu s fázovým posunom medzi napätím a pretvorením.

TP stanovuje skúšobný postup pre stanovenie tuhosti asfaltových zmesí skúškou ohybom, a to skúškou štvorbodovým ohybom na skúšobných telesách tvaru hranola, táto metóda sa označuje skratkou „4PB-PR“.

Veľkosť a frekvencia zaťažovacieho impulzu sa musia riadiť pomocou spätnej väzby založenej na regulácii výchylky (konštantné pretvorenie).

Tvar zaťažovacej vlny má byť harmonický (sínusoida). Akákoľvek nepravidelnosť je znakom nesprávneho nastavenia alebo vplyvu rezonancie, ktoré môžu znehodnotiť meranie.

Veľkosť zaťažovacej sily má byť taká, aby počas doby potrebnej na vykonanie merania nevzniklo žiadne poškodenie skúšobného telesa.

Na zamedzenie vzniku poškodenia únavou má byť pre asfaltové zmesi hodnota pretvorenia udržiavaná na úrovni nižšej alebo rovnjej 50 mikrostrejnov μS ($50 \times 10^{-6} \text{ m/m}$).

3 Skúška štvorbodovým ohybom na skúšobných telesách tvaru hranola

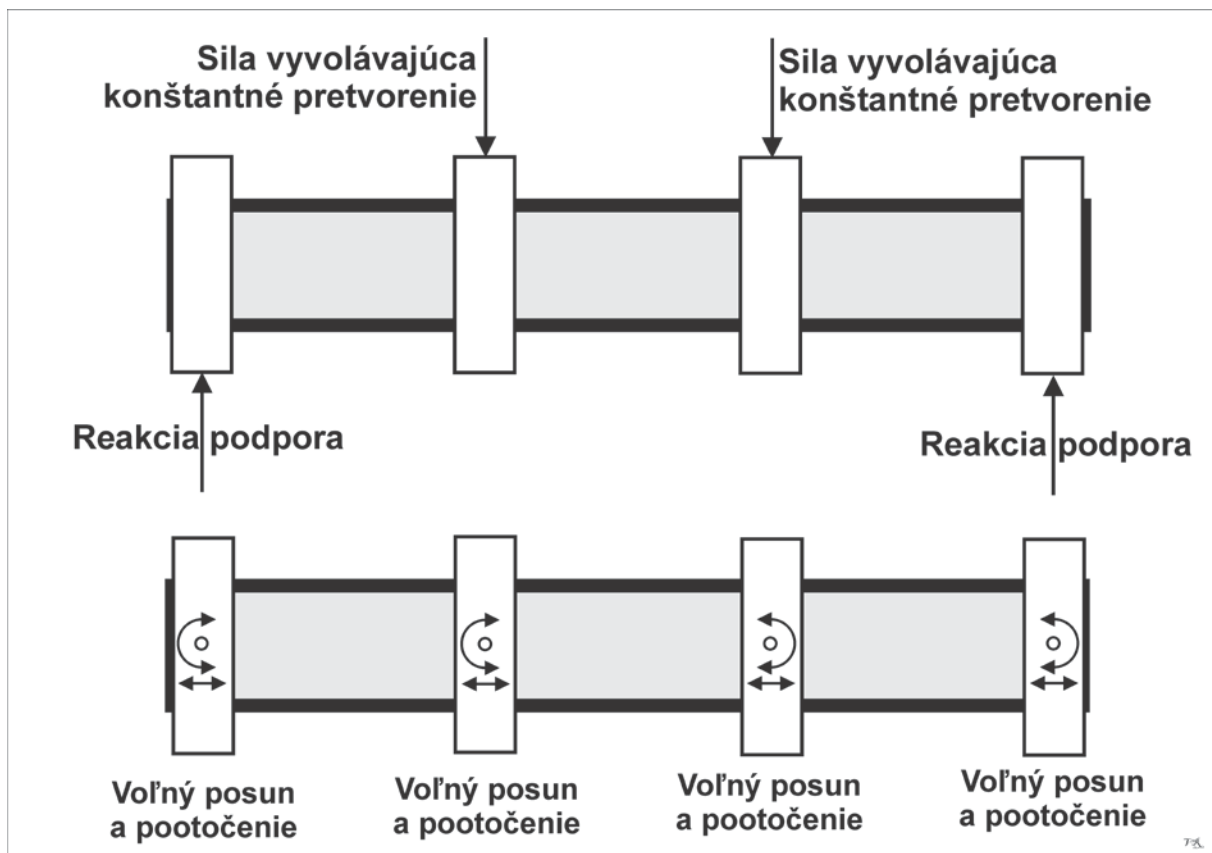
3.1 Všeobecne

Pri tejto metóde skúšky tuhosti asfaltových zmesí, je skúšobné teleso namáhané štvorbodovým ohybom s voľným pootočením a (vodorovným) posunom vo všetkých bodoch, v ktorých pôsobí zaťaženie a vznikajú reakcie.

Ohyb je vyvolaný pohybom zaťažovacích bodov vo zvislom smere kolmom na pozdĺžnu os skúšobného telesa. Zvislá poloha dvoch koncových bodov zostáva konštantná. Aplikované pravidelne sa opakujúce zaťaženie v tvare sínusoidy je symetrické okolo nuly a veľkosť výchylky musí byť konštantná v čase.

Počas skúšky sa zaznamenáva v časovej osi sila potrebná na vychýlenie skúšobného telesa, ako aj fázový posun medzi signálom sily a výchylky. Z týchto údajov sa počíta modul tuhosti skúšaného materiálu.

Základná koncepcia skúšky štvorbodovým ohybom je uvedená na obrázku 1.



Obrázok 1 Schéma namáhania hranola pri skúške tuhosti

4 Prístrojové vybavenie

4.1 Základné požiadavky

Zaťažovací systém pozostáva zo skúšobnej ohybovej stoly. Skúšobné teleso sa zaťažuje prostredníctvom zaťažovacích objímok cez skúšobnú ohybovú stolicu.

Zostava musí mať dve zaťažovacie objímky na vnútorných úchytkách vo vzdialenosti $x = A$ a $x = L - A$.

Upínacie zariadenie umožňujúce upevniť skúšobné teleso (nosník) v ráme na ohyb tak, aby bol možný vodorovný posun a voľné pootočenie vo všetkých podperách.

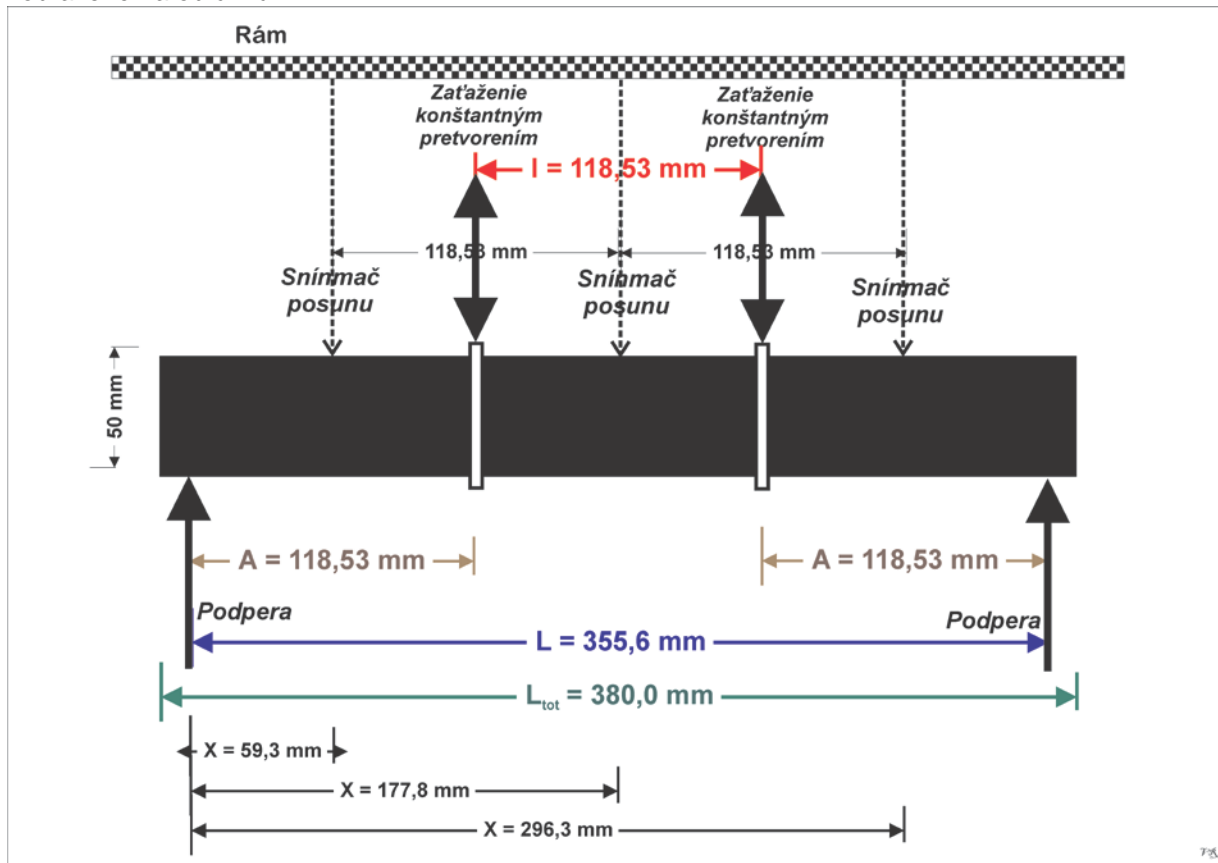
Späťne vypočítaný modul tuhosti pre referenčné skúšobné teleso so známym modulom tuhosti sa nesmie odlišovať od známeho modulu tuhosti o viac ako 2 % a fázový posun sa môže odlišovať najviac o $0,5^\circ$ (čl. 4.7 týchto TP).

V prípade skúšky štvorbodovým ohybom sa musí kontrolovať predpokladaný čistý ohyb medzi dvomi vnútornými úchytkami meraním priehybov na vnútornej úchytky ($x = A$) a v strede skúšobného telesa ($x = L/2$).

Pomer hodnôt priehybov v strede skúšobného telesa a na vnútornej úchytky musí byť konštantný a definuje sa ako:

$$\frac{Z(L/2)}{Z(A)} = \frac{R(A)}{R(L/2)} = \frac{3L^2 - 4A^2}{4A \times (3L - 4A)} \quad (9)$$

Rozmery hranola a rozmery síl pri namáhaní pre asfaltové zmesi s najväčším zrnom $D \leq 22$ mm sú zobrazené na obrázku 2.



Obrázok 2 Rozmery hranola a jeho zaťažovanie v priebehu skúšky tuhosti

Hodnota A môže byť vybraná z intervalu $0,25 < A/L < 0,4$, ale podľa možnosti blízko jednej tretiny efektívnej dĺžky L . V takom prípade bude pomer rovný 1,15. Ak sa A/L vyberie mimo tohto intervalu, použitím rovníc uvedených v týchto TP sa zavádzajú významné chyby.

Riadiaci systém pre pohyb mechanizmu slúži na to, aby sa riadilo ohýbanie skúšobného telesa takým spôsobom, ktorý vyhovuje požiadavkám uvedeným v ďalšej časti pre použitý posun.

Odporúča sa, aby riadiaci systém obsahoval programovateľný generátor a riadiaci obvod, ktorým možno vyvolať požadovaný zaťažovací signál. Riadiaci systém musí zabezpečiť, že regulovaný posun skúšobného telesa nebude mať počas skúšky výkyvy.

4.2 Zaťažovacia hlavica

Zaťažovacia hlavica s meracím rozsahom najmenej $\pm 2\,000$ N a presnosťou 1 %. Sila sa meria uprostred medzi stredmi dvoch úchytiak.

4.3 Rezonančné frekvencie

Rezonančná frekvencia zaťažovacej hlavice a spriahnutej hmoty musí byť najmenej 10-krát väčšia ako skúšobná frekvencia.

Rezonančná frekvencia snímača a spriahnutej hmoty musí byť najmenej 10-krát väčšia ako skúšobná frekvencia.

4.4 Snímač deformácie

Snímač deformácie musí mať merací rozsah $\pm 1,0$ mm a musí byť s presnosťou 1 %. Posun sa meria v strede uhlopriečky na hornom alebo spodnom povrchu skúšobného telesa.

Dynamické správanie sa snímačov a elektronickej meracej aparatury môže byť príčinou chýb v meraní, ktoré sú podstatne väčšie ako najväčšie dovolené hodnoty. Odporúča sa, aby sa z tohto hľadiska kontrolovali parametre uvádzané dodávateľom. Elektronické zariadenie musí byť dostatočne chránené proti vplyvu vonkajších elektrických a magnetických zdrojov rušenia schopných zapríčiniť chyby pri meraní.

4.5 Klimatizačná komora

Teplota v klimatizačnej komore v blízkosti skúšobného telesa sa nesmie odlišovať od stanovenej teploty o viac ako $\pm 0,5$ °C. Pri každej skúšobnej teplote sa musí skúšobné teleso umiestniť do klimatizačnej komory najmenej 2 h pred skúškou. Kontrola teploty sa vykonáva pomocou teplomera umiestneného v neskúšobnom telese s rovnakými rozmermi B a H ako je skúšobné teleso.

Klimatizačná komora, v ktorej môže byť v blízkosti skúšobného telesa udržiavaná konštantná skúšobná teplota v rozsahu od -20 °C do 50 °C.

Odporúča sa, aby sa zvolila dostatočne veľká klimatizačná komora, v ktorej možno počas skúšky temperovať ďalšie skúšobné telesá.

4.6 Zariadenie na elektronický záznam údajov

Zariadenie na elektronický záznam údajov je nízkošumový zosilňovač s rozsahom, ktorý približne zodpovedá maximálnym hodnotám meracieho rozsahu snímačov. Meracie prístroje s analógovým alebo digitálnym zobrazovaním musia byť také, aby preberali údaje zo zosilňovačov s rozlíšením 1 N pre silu a 1 μ m pre posun.

4.7 Kalibrácia

Celkové zariadenie sa musí najmenej jedenkrát za rok overiť pomocou najmenej jedného referenčného skúšobného telesa, ktorého modul tuhosti (modul a fázový posun) je známy. Ohybový moment (E.I) referenčného skúšobného telesa sa musí zvoliť tak, aby sa rovnal ohybovému momentu bežných skúšobných telies z asfaltových zmesí (rešpektujúc modul tuhosti asfaltových zmesí v rozsahu od 3 GPa do 14 GPa).

Referenčné skúšobné teleso sa musí odskúšať najmenej pri jednej frekvencii, jednej teplote a jednej hodnote priehybu. Spätné vypočítaný modul tuhosti sa nesmie odlišovať od známeho modulu tuhosti o viac ako 2 % a fázový posun sa môže odlišovať od známeho fázového posunu najviac o 0,5°. Ak sú zaznamenané systematické chyby (alebo väčšie odchýlky) zapríčinené elektronickými prvkami alebo strojnými prvkami zariadenia, je dovolená úprava softvéru na spätný výpočet.

Geometria referenčného skúšobného telesa sa musí zvoliť tak, aby jeho hmotnosť bola porovnateľná s hmotnosťou skúšobného telesa z asfaltovej zmesi. Spôsob uchytenia referenčného skúšobného telesa by mal byť rovnaký ako pri skúšobnom telese z asfaltovej zmesi. Ak je to možné, na referenčné skúšobné teleso by sa mal uprednostniť materiál, pri ktorom sa fázový posun nerovná nule.

5 Príprava skúšobného telesa

5.1 Rozmery

Skúšobné teleso musí mať tvar hranola s týmito menovitými rozmermi a odchýlkami:

1. celková dĺžka L_{tot} nesmie presiahnuť efektívnu dĺžku o viac ako 10 %;
2. rozdiel medzi najväčšou a najmenšou nameranou hodnotou pre daný rozmer musí byť menší ako 1,0 mm;
3. uhol medzi susediacimi povrchmi v pozdĺžnom smere sa nesmie odlišovať od pravého uhla o viac ako 1°;
4. efektívna dĺžka L by nemala byť menšia ako šesťnásobok väčšej hodnoty zo šírky B alebo výšky H;

5. šírka B a výška H majú byť najmenej trojnásobkom najväčšieho zrna kameniva D v skúšanom materiáli. *Výnimkou môžu byť asfaltové zmesi D = 22, kde bude B a H najmenej 2,7 násobok D.* Požiadavky sú uvedené v tabuľke 1.

Celková dĺžka sa štyrikrát meria posuvným meradlom s presnosťou 1,0 mm v strede horného a spodného povrchu. Výška a šírka sa meria posuvným meradlom s presnosťou 0,1 mm v miestach, kde budú osadené úchytka $x = 0$, $x = A$, $x = L - A$ a $x = L$.

Dĺžka skúšobného telesa sa vypočíta ako aritmetický priemer meraní dĺžok. Šírka a výška skúšobného telesa sa vypočíta podobne, z meraní šírky a výšky. Skúšobné telesá nevyhovujúce požiadavkám sa nesmú skúšať.

Technické možnosti zariadenia v kombinácii s najväčším zrnom kameniva v asfaltovej zmesi môžu spôsobiť ťažkosti, pokiaľ ide o splnenie požiadaviek na šírku B, $B/D > 3$ a $H/D > 3$. Ak niektorá z týchto požiadaviek nie je splnená, skúška nebude úplne v súlade s tabuľkou 1 a táto odchýlka musí byť výslovne uvedená v protokole o skúške.

Tabuľka 1 Požiadavky na rozmery skúšobných telies

Požiadavky na rozmery skúšobných telies					
p.č.	d/D	D	b>3D	h>3D	l>6 b
	mm	mm	mm	mm	mm
1	0/4	4	50	50	380
2	0/8	8	50	50	380
3	0/11	11	50	50	380
4	0/16	16	50	50	380
5	0/22	22	70	70	420
6	0/32	32	100	100	600
	d/D	D	b>2,7D	h>2,7D	l>6 b
7	0/22	22	60	60	380

6 Výroba skúšobného telesa

Skúšobné telesá sa získajú vyrezaním z dosiek vyrobených v laboratóriu podľa STN EN 12697-33. Z každej dosky sa pripraví päť skúšobných telies.

Skúšobné telesá musia byť vyrezané z asfaltovej dosky vyrobenej v laboratóriu. Hrúbka dosky musí zodpovedať najmenej požadovanej hrúbke H.

Skúšobné teleso musí byť vyrezané zo stredu asfaltovej dosky. Medzera medzi skúšobným telesom a hranou dosky musí byť najmenej 20 mm. Pozdĺžna os skúšobného telesa musí byť rovnobežná s osou zhutňovania.

Po rezaní sa musia skúšobné vzorky vysušiť na vzduchu pri relatívnej vlhkosti menšej ako 80 % a teplote od 15 °C do 25 °C až do konštantnej hmotnosti.

Konštantná hmotnosť skúšobného telesa sa charakterizuje ako suché a súčasne hodnota rozdielu vo váhe medzi dvoma váženiami skúšobného telesa uskutočnenými s časovým odstupom 24 hodín musí byť menšia ako 0,25 %. Hmotnosť suchej vzorky musí byť stanovená s presnosťou 0,1 g.

Skúšobné teleso sa musí skladovať naležato celoplošne. Podklad, na ktorý sa skúšobné teleso položí musí byť rovný a čistý.

Skúšobné vzorky sa nesmú klásť na seba. Skúšobné teleso, ktoré sa nebude ihneď skúšať, musí sa skladovať v suchom priestore pri teplote od 0 °C do 20 °C a relatívna vlhkosť v skladovacom priestore nesmie byť väčšia ako 80 %.

Ak sa musí skúšobné teleso skladovať dlhšie ako 1 mesiac, potom teplota v skladovacom priestore musí byť od 0 °C do 5 °C a súčasne musí byť vlhkosť menšia ako 80 %.

Skúšobné teleso musí byť odskúšané v čase medzi druhým až ôsmym týždňom po vyrezaní.

Rozmery skúšobných telies sa merajú podľa STN EN 12697-29 a hmotnosť sa stanovuje s presnosťou 0,1 g. Objemová hmotnosť z rozmerov sa stanovuje podľa STN EN 12697-6.

Objemová hmotnosť jednotlivého skúšobného telesa sa nesmie líšiť od priemeru objemových hmotností piatich skúšobných telies o viac ako 1 %. V opačnom prípade sa skúšobné teleso musí vyradiť.

7 Príprava skúšobného telesa

Vyrezané skúšobné telesá sa pred skúškou uložia na dobu 2 týždňov až 2 mesiacov. Na skúšobnú teplotu 20 °C je najkratšia doba na temperovanie skúšobného telesa 2 h, najdlhšia doba na temperovanie skúšobného telesa je 6 h.

8 Skúšanie

8.1 Všeobecne

Štvorbodové (4PB) úchytky sa upevnia na skúšobné teleso vo vzdialenostiach A, L – 2A a A. Odchýlka v rozmiestnení môže byť najviac ± 2 mm.

Odporúča sa voliť A blízko hodnoty L/3 alebo rovné hodnote L/3, aby bolo možné použiť postup spätného výpočtu prvého rádu.

Pri osadzovaní sa skúšobné teleso potočí o 90° okolo svojej pozdĺžnej osi vzhľadom na polohu, ktorú mala doska vyrobená v laboratóriu pri zhutňovaní.

Vodorovný povrch skúšobného telesa podľa jeho orientácie v doske sa stáva zvislým povrchom skúšobného telesa podľa jeho orientácie po osadení pre skúšku.

Skúšobné teleso a všetky pohybujúce sa časti medzi zaťažovacou hlavicou a skúšobným telesom (napr. pohyblivý rám, úchytky a snímač priehybu) sa odvážia a určia sa body na hranole, kde tieto hmoty pôsobia, aby sa správne vypočítal faktor hmotnosti. Toto môže byť vyhodnotené softvérom pre konkrétne skúšobné zariadenie.

8.2 Pretvorenie

Skúšobné teleso sa vystaví účinku sily s priebehom podľa sínusoidy, aby sa dosiahla požadovaná hodnota pretvorenia $\varepsilon = 50 \pm 3$ mikrostreinov. Veľkosť priehybu musí zostať v 2 % odchýlke od menovitej hodnoty 50 μ S.

8.3 Teplota a frekvencia

Podmienky skúšania frekvencie a teploty stanovuje pre asfaltový betón a danú skúšobnú metódu STN EN 13108-20 v tabuľke D.3.

Konkrétne hodnoty sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Podmienky skúšky pre štvorbodovú skúšku ohybom na skúšobných vzorkách tvaru hranola

1	Odkaz D.3.4 v STN EN 13108-20	D.3.4
2	Druh zaťažovania podľa STN EN 12697-26	4PB-PR
3	Teplota	$\Theta = 20$ °C
4	Frekvencia	$\omega = 8$ Hz

Skúška sa vykonáva s počtom cyklov 200.

8.4 Záznamy

Pri každom cykle sa zaznamenáva:

- počet cyklov n
- tuhosť skúšobného telesa v danom cykle $E_{k,n}$ (MPa);
- pretvorenie ε (μ S);
- napätie σ (MPa);
- sila F (N);
- deformácia (posun) na 3 snímačoch z (mm);
- fázový uhol Φ (°);
- teplota pri skúške Θ (°C);

Doplňujúce informácie:

- disipovaná energia (MJ. m⁻³);
- kumulatívna disipovaná energia (MJ. m⁻³).

8.5 Vyhodnotenie záznamov

Modul tuhosti E (absolútna hodnota komplexného modulu $|E^*|$) a fázový uhol Φ , ako rovnocenné vyjadrenie komplexného modulu, sa stanovujú pomocou rovníc (4) a (5).

8.5.1 Modul tuhosti

Hodnota modulu tuhosti skúšobného telesa E_k sa stanoví ako priemerná hodnota modulu zo zaťažovacích cyklov 145 až 200 opakovaných namáhání. Jednotlivé hodnoty sa nesmú odlišovať od priemeru o viac ako $\pm 2\%$.

$$E_k = \frac{\sum_{n=145}^{n=200} E_{k,n}}{56} \quad (10)$$

kde:

E_k je priemerný modul tuhosti skúšobného telesa k v MPa;

$E_{k,n}$ modul tuhosti skúšobného telesa k v cykle n v MPa.

Výsledný modul tuhosti asfaltovej zmesi E sa stanoví ako zaručená hodnota s 95 % pravdepodobnosťou z hodnôt tuhostí získaných najmenej z piatich skúšobných telies.

Priemerná hodnota E_k sa vypočíta

$$\bar{E} = \frac{\sum_{k=1}^{k=m} E_k}{m} \quad (11)$$

kde:

\bar{E} je priemerný modul tuhosti skúšobných telies v počte „m“ v MPa;

E_k modul tuhosti skúšobného telesa k v MPa;

m počet skúšobných telies.

Smerodajná odchýlka modulu tuhosti sa vypočíta

$$s_E = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^m (E_k - \bar{E})^2}{(m-1)}} \quad (12)$$

kde:

s_E je smerodajná odchýlka modulu tuhosti skúšobných telies v počte m v MPa;

\bar{E} priemerný modul tuhosti skúšobných telies v počte „m“ v MPa;

E_k modul tuhosti skúšobného telesa k v MPa;

m počet skúšobných telies.

Spoľahlivý modul tuhosti E_{min} s pravdepodobnosťou 95 % sa vypočíta

$$E_{min} = \bar{E} - \frac{1,96 \cdot s_E}{\sqrt{m}} \quad (13)$$

kde:

E_{min} je najmenšia hodnota spoľahlivého modulu tuhosti asfaltovej zmesi s pravdepodobnosťou 95 % v MPa;

s_E smerodajná odchýlka modulu tuhosti skúšobných telies v počte m v MPa;

\bar{E} priemerný modul tuhosti skúšobných telies v počte „m“ v MPa;

m počet skúšobných telies.

Spoľahlivý modul tuhosti E_{max} s pravdepodobnosťou 95 % sa vypočíta

$$E_{max} = \bar{E} + \frac{1,96 \cdot s_E}{\sqrt{m}} \quad (14)$$

kde:

E_{max} je najväčšia hodnota spoľahlivého modulu tuhosti asfaltovej zmesi s pravdepodobnosťou 95 % v MPa;

s_E smerodajná odchýlka modulu tuhosti skúšobných telies v počte m v MPa;

\bar{E} priemerný modul tuhosti asfaltovej zmesi v MPa;

m počet skúšobných telies.

8.5.2 Fázový uhol

Hodnota uhlu fázového posunu Φ_k skúšobného telesa, sa stanoví ako priemerná hodnota modulu zo zaťažovacích cyklov 145 až 200 opakovaných namáhání. Jednotlivé hodnoty sa nesmú odlišovať od priemeru o viac ako ± 2 %. Hodnota uhlu fázového posunu sa vypočíta

$$\Phi_k = \frac{\sum_{n=145}^{n=200} \Phi_{k,n}}{56} \quad (15)$$

kde:

Φ_k je priemerná hodnota uhlu fázového posunu skúšobného telesa k v °;

$\Phi_{k,n}$ uhol fázového posunu skúšobného telesa k v cykle n v °.

Priemerná hodnota Φ sa vypočíta

$$\Phi = \frac{\sum_{k=1}^{k=m} \Phi_k}{m} \quad (16)$$

kde:

Φ je priemerná hodnota uhlu fázového posunu asfaltovej zmesi skúšobných telies v počte „ m “ v °;

Φ_k hodnota uhlu fázového posunu skúšobného telesa k v °;

m počet skúšobných telies.

8.5.3 Zložky komplexného modulu E_1 a E_2

Komplexný modul je charakterizovaný dvojicou zložiek, reálnou zložkou E_1 a imaginárnou zložkou E_2 . Reálna a imaginárna zložka komplexného modulu sa stanoví zo vzťahov 2 a 3.

Ak sa to požaduje, tak výsledné zložky komplexného modulu E_1 a E_2 asfaltovej zmesi sa stanovujú ako zaručená hodnota s 95 % pravdepodobnosťou z hodnôt zložiek E_1 a E_2 získaných najmenej z piatich skúšobných telies.

Podľa vzorcov (11), (12) a (13) sa dá vypočítať priemerná hodnota zložiek \bar{E}_1 a \bar{E}_2 , a spoľahlivé najmenšie hodnoty zložiek $\bar{E}_{1,min}$ a $\bar{E}_{2,min}$ s pravdepodobnosťou 95 % a najväčšie hodnoty zložiek $\bar{E}_{1,max}$ a $\bar{E}_{2,max}$ s pravdepodobnosťou 95 %.

9 Protokol o skúške

V protokole sa musia uviesť najmenej tieto údaje:

- 1) Všeobecne
 - a) názov a adresa skúšobného laboratória;
 - b) sériové číslo protokolu o skúške;
 - c) meno zákazníka;
 - d) číslo a dátum schválenia STN EN 12697-26;
 - e) podpis osoby preberajúcej technickú zodpovednosť za protokol o skúške;
 - f) dátum vydania.

- 2) Údaje o skúšobnom telese
 - a) druh a pôvod asfaltovej zmesi, označenie zmesi, označenie skúšky typu;
 - b) spôsob výroby asfaltovej zmesi;
 - c) spôsob zhutnenia.
- 3) Údaje o skúšobnom postupe
 - a) skúšobný postup s odkazom na príslušnú prílohu STN EN 12697-26;
 - b) skúšobné zariadenie.
- 4) Údaje o skúške a výsledkoch
 - a) identifikácia skúšobného telesa;
 - b) objemová hmotnosť skúšobného telesa pred skúškou a postup použitý na jej stanovenie;
 - c) teplota, pri ktorej bola skúška vykonaná;
 - d) frekvencia (alebo doba zaťažovania);
 - e) pretvorenie;
 - f) moduly tuhosti skúšobných telies E_k ;
 - g) priemerný modul asfaltovej zmesi \bar{E} .
- 5) Voliteľné údaje
 - a) spoľahlivý modul tuhosti asfaltovej zmesi E_{max} s pravdepodobnosťou 95 %;
 - b) spoľahlivý modul tuhosti asfaltovej zmesi E_{min} s pravdepodobnosťou 95 %;
 - c) zložky komplexného modulu každého skúšobného telesa $E_{1,k}$ a $E_{2,k}$; a ich priemerné a spoľahlivé hodnoty;
 - d) fázový posun každého skúšobného telesa Φ_k a jeho priemernú hodnotu Φ ;
 - e) zaznamenané údaje a grafy.

10 Presnosť

Každé laboratórium musí mať odskúšanú a stanovenú opakovateľnosť a reprodukovateľnosť v zmysle STN ISO 5725-2, skúšky tuhosti asfaltových zmesí podľa týchto TP a v zmysle STN EN 12697-26. Tieto hodnoty uvedie v protokole o skúške ako doplňujúce údaje. Je možnosť využiť aj STN P ISO/TS 21748.