



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
STAVEBNÁ FAKULTA
Katedra cestného staviteľstva



**AKTUALIZÁCIA HODNOTIACICH KRITÉRIÍ PRE PROTIŠMYKOVÉ VLASTNOSTI
VOZOVIEK V ZMYSLE EURÓPSKÝCH NORIEM (EN)**

ROZBOROVÁ ÚLOHA



Október 2011

OBSAH

1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE	3
1.1 Identifikačné údaje	3
1.2 Špecifikácia a predmet rozborovej úlohy.....	3
2. RIEŠENIE PREDMETU ROZBOROVEJ ÚLOHY	3
2.1 Úvod	3
2.1.1 Definovanie drsnosti	3
2.1.2 Súčasné metódy na zisťovanie a hodnotenie drsnosti	5
2.1.3 Meranie a hodnotenie drsnosti na Slovensku.....	6
2.2 Analýza rozdielov v postupoch meraní charakteristík drsnosti podľa STN a EN	6
2.2.1 Stanovenie charakteristiky drsnosti kyvadlom	6
2.2.1.1 Meranie súčiniteľa trenia kyvadlom podľa STN 73 6177	6
2.2.1.2 Meranie súčiniteľa trenia kyvadlom podľa STN EN 13036-4.....	7
2.2.1.3 Rozdiely medzi skúšobnými postupmi a ich zhodnotenie	12
2.2.2 Stanovenie charakteristiky drsnosti odmernou metódou	14
2.2.2.1 Meranie podľa STN 73 6177.....	14
2.2.2.2 Meranie podľa STN EN 13036-1	15
2.2.2.3 Rozdiely medzi skúšobnými postupmi a ich zhodnotenie	17
2.3 Drsnosť povrchu vozovky z hľadiska bezpečnosti cestnej premávky	18
2.3.1 Bezpečnosť premávky z pohľadu nehodovosti	18
2.3.2 Bezpečnosť premávky z hľadiska spomalenia brzdiaceho vozidla a dĺžky brzdnej dráhy	20
2.4 Experimentálne merania	21
2.4.1 Úsek 1	21
2.4.2 Úsek 2	23
2.4.3 Úsek 3	25
2.4.4 Úsek 4	26
2.4.5 Vyhodnotenie meraní.....	27
2.5. Stanovenie hraničných hodnôt parametrov drsnosti	29
2.5.1 Stanovenie hraničných hodnôt pre zariadenie Skidometer BV11	29
2.5.2 Stanovenie hraničných hodnôt pre zariadenie Profilograph GE - MPD	30
2.5.3 Stanovenie hraničných hodnôt pre skúšku kyvadlom - PTV	31
2.5.4 Stanovenie hraničných hodnôt hĺbky textúry pre odmernú metódu - MTD	31
2.6 Odporúčania na aktualizáciu noriem a TP	31
2.6.1 Návrh zmien STN 73 6177	32
2.6.2 Návrh zmien STN 73 6195	33
2.6.3 Návrh zmien TP 14/2006	34
POUŽITÉ MATERIÁLY A PODKLADY	35

1. Základné údaje

1.1 Identifikačné údaje

Úloha: Rozborová úloha, úloha RVT 2011
Názov: Aktualizácia hodnotiacich kritérií pre protišmykové vlastnosti vozoviek
v zmysle európskych noriem
Číslo objednávky: 228/2011/2210
Objednávateľ: Slovenská správa ciest
Sídlo: Miletičova 19, 826 19 Bratislava
Zhotoviteľ: Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta
Sídlo: Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
Riešitelia: Ing. Matúš Kováč, PhD.
Ing. Eva Remišová, PhD.
Doc. Dr. Ing. Jozef Komačka
Dátum spracovania: 10/2011

1.2 Špecifikácia a predmet rozborovej úlohy

Cieľom RÚ je aktualizácia hodnotiacich kritérií pre protišmykové vlastnosti vozoviek stanovené podľa platných slovenských technických noriem (STN) a európskych noriem (EN). Výstup RÚ má vytvoriť podklad na revíziu STN 73 6177 a STN 73 6195.

Obsah úlohy:

- stanoviť hodnotiace kritéria pre metódu merania kyvadlom;
- spracovať/získať hodnotiace kritéria pre protišmykové vlastnosti namerané diagnostickými zariadeniami Cestnej databanky (CDB) (Skiddometer BV11, Profilograph GE) a inými zariadeniami (napr. Grip Tester, SCRIM a pod.);
- stanoviť všetky kritéria pre parametre drsnosti s ohľadom na bezpečnosť dopravy na pozemných komunikáciách;
- spracovať odporúčania na aktualizáciu technických podmienok platných na meranie a hodnotenie drsnosti povrchu vozoviek.

2. Riešenie predmetu rozborovej úlohy

2.1 Úvod

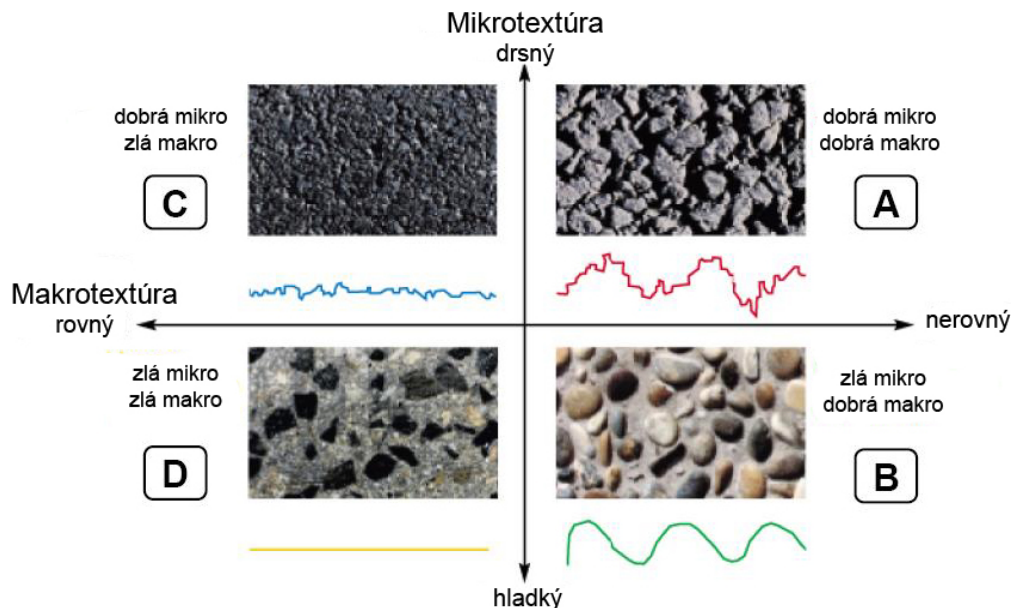
2.1.1 Definovanie drsnosti

Drsnosť je vlastnosť povrchu vozovky zabezpečujúca spolupôsobenie medzi kolesom a vozovkou. Ak hovoríme o drsnosti z geometrického hľadiska, hovoríme vlastne o textúre povrchu, čiže o morfológii, t.j. o usporiadaní jednotlivých zŕn kameniva na povrchu vozovky (makrotextúra) a o usporiadaní výstupkov na povrchu zŕn kameniva (mikrotextúra). Ak sa hovorí o drsnosti ako o vlastnosti vozovky charakterizujúcej jej odpor voči pošmyknutiu kolesa vozidla na jej povrchu, ide o tangenciálnu reakciu vozovky, slúžiacej k zabezpečeniu prenosu brzdného resp. hnacej sily na obvode pneumatiky. Táto reakcia sa nazýva šmykové trenie a jej pomer k normálovému zaťaženiu kolesa definuje súčiniteľ šmykového trenia. Zhodnotiť vozovku z hľadiska jej odolnosti voči šmyku je veľmi náročný problém. Trenie medzi kolesom a vozovkou je ovplyvňované veľkým množstvom parametrov ako napr. typ pneumatiky, profil a hĺbka dezénu pneumatiky, tlak v pneumatike, tlmenie a brzdný systém vozidla, rýchlosť vozidla, typ a hmotnosť vozidla, rozloženie hmotnosti na vozidle, teplota, ročné obdobie, prítomnosť a hĺbka vodného filmu na vozovke, znečistenie vozovky, geometrické vedenie trasy komunikácie, vek vozovky a intenzita dopravy na nej, porušenie krytu, druh obrusnej vrstvy, druh použitého kameniva a pod. Bola by náročná (ak nie nemožná) úloha stanoviť mieru vplyvu

jednotlivých parametrov na trenie medzi kolesom a vozovkou, nakoľko ich nie je možné separovať a ani ich vplyv stanovením špecifických podmienok nejako eliminovať. Je však potrebné zdôrazniť, že najväčší a zásadný vplyv na trenie medzi kolesom a vozovkou, má textúra povrchu spolu s typom a stavom pneumatiky, prítomnosťou vody a rýchlosťou vozidla, pričom z pohľadu hodnotenia drsnosti povrchu vozovky ako takého je potrebné sa zaoberať zásadne otázkami textúry. Tá sa delí vzhľadom na veľkosti amplitúd a vlnových dĺžok nerovností, na mikro, makro a megatextúru. Megatextúra je v kontexte drsnosti irelevantnou zložkou, nakoľko táto pôsobí na jazdný komfort a opotrebovanie častí vozidla a z pohľadu interakcie koleso - vozovka ide v princípe o zníženie prítlaku kolesa. Makrotextúra má významnú úlohu na vlhkej vozovke a to hlavne pri stredných a vyšších rýchlostiach vozidiel a okrem hysterézie slúži aj na zabezpečenie odvodu vody z povrchu, čím pomáha predchádzať vzniku aquaplaningu. Neopomenuteľnou zložkou textúry je mikrotextúra, zabezpečujúca základnú úroveň trenia na mikroskopickej úrovni (adhézia), ktorá má najväčší vplyv pri suchej vozovke a nižších rýchlostiach vozidiel [17] a [18]. Je zrejmé, že na dosiahnutie vyhovujúcich protišmykových vlastností vozovky za akýchkoľvek podmienok je nevyhnutné, aby hodnoty makro aj mikrotextúry boli na primeranej úrovni. Obecne môže byť povrch vozovky podľa hodnôt mikro a makrotextúry rozdelený do štyroch kategórií:

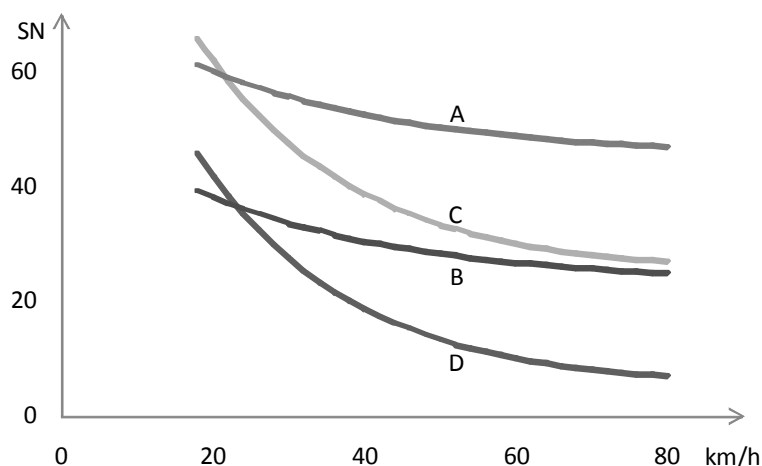
- A. nerovný a drsný, t.j. povrch má dobrú mikrotextúru aj makrotextúru;
- B. nerovný a vyhladený, t.j. povrch má dobrú makrotextúru, ale zlú mikrotextúru;
- C. rovný a drsný, t.j. povrch má dobrú mikrotextúru, ale zlú makrotextúru;
- D. rovný a vyhladený, t.j. povrch má zlú mikro aj makrotextúru;

pričom pod pojmom „nerovný“ povrch sa myslí taký, ktorý v rámci škály definovanej pre makrotextúru dosahuje priemernú hĺbku nerovností väčšiu ako 1,0 mm. Za „drsný“ sa považuje taký povrch, ktorého priemerná hĺbka mikrotextúry je 50 μm [5].



Obrázok 1 Príklad povrchov vozoviek s rôznymi hodnotami mikro a makrotextúry [20]

Ako textúra (mikro aj makro) ovplyvňuje protišmykové vlastnosti vlhkej vozovky pri rôznych rýchlostiach, je naznačené na obrázku 2. Protišmykové vlastnosti vozovky sú vyjadrené pomocou koeficientu SN (Skid Number) - súčiniteľa trenia, ktorý je definovaný podľa [3], ako podiel sily potrebnej k pošmyknutiu zablokovaného skúšobného kolesa na vlhkej vozovke vynásobenej 100 a efektívneho zaťaženia tohto kolesa, pri meraní rýchlosťou 40 km/h. Z obrázku je zrejmé, že pri nižších rýchlostiach má rozhodujúci vplyv mikrotextúra povrchu vozovky. S nárastom rýchlosti sa odolnosť proti šmyku znižuje, ale tento pokles nie je tak výrazný, pokiaľ má makrotextúra dostatočné hodnoty. Vyhovujúca mikrotextúra je vždy potrebná na zabezpečenie vysokých hodnôt trenia.



Obrázok 2 Protišmykové vlastnosti charakterizované koeficientom SN ako funkcia rýchlosti pre rôzne typy vozovky (A: dobrá mikro aj makro, B: zlá mikro, dobrá makro, C: dobrá mikro, zlá makro, D: zlá mikro aj makrotextúra) [9]

Na lepšie definovanie profilu povrchu vozovky je potrebné okrem určenia hĺbky nerovností tiež stanoviť ich hustotu (distribúciu), ktorá sa popisuje vlnovou dĺžkou (w), t.j. vzdialenosťou priľahlých výstupkov. Podľa [19] je v rámci tejto škály nerovností vlnová dĺžka 3 až 20 krát väčšia ako hĺbka samotných nerovností. Je zjavné, že hodnoty drsnosti (SN) rastú so zvyšujúcimi sa hodnotami mikro a makrotextúry. Tiež platí, že so znižujúcou sa hodnotou w , keď sú mikro aj makro nerovnosti bližšie k sebe, sa hodnoty drsnosti rovnako zvyšujú. Všeobecne sa môže teda tvrdiť, že hodnoty textúry majú zásadný vplyv na veľkosť trenia na styku kolesa s vozovkou. Nesmie sa pri tom ale zabúdať, že pri hodnotení textúry je potrebné okrem jej priemernej hĺbky brať do úvahy aj také vlastnosti, akými sú tvar a rozloženie nerovností, teda morfológia povrchu. Do akej miery je to nevyhnutné, je možné vidieť na obrázku 3 znázorňujúcom tzv. „pozitívnu“ a „negatívnu“ textúru (s rovnakou hodnotou MPD – priemerná hĺbka textúry), kde už voľným okom je možné odhadnúť veľkosť ich vplyvu nielen na odpor povrchu voči šmyku, ale aj na produkciu hluku a opotrebovanie pneumatík.



Obrázok 3 Pozitívna a negatívna makrotextúra

2.1.2 Súčasné metódy na zisťovanie a hodnotenie drsnosti

V praxi bolo doteraz vyvinutých množstvo metód, ako na zisťovanie textúry, tak aj na zisťovanie veľkosti šmykového trenia, pričom výsledkom bolo takisto množstvo najrôznejších súčiniteľov a parametrov, ktoré mali predstavovať drsnosť vozovky. Meranie mikrotextúry sa môže vykonávať priamou metódou pomocou mikroskopov a mikrofotografií alebo nepriamou metódou pomocou kyvadla, ktorá udáva hodnotu odporu proti šmyku určenú na základe straty energie normovanej gumenej trecej pätky klzajúcej sa po skúšobnom povrchu (PTV) [5]. Táto metóda poskytuje dobrú aproximáciu stavu mikrotextúry vozovky [12]. Na meranie makrotextúry sa v súčasnosti využívajú hlavne profilometre, ktoré nám udávajú priemernú hĺbku profilu makrotextúry (MPD) [6], ale používa sa aj stanovenie priemernej hĺbky textúry pomocou odmernej metódy, ktorá spočíva v rozprestretí sklenených guľôčok danej frakcie o danom objeme na povrch vozovky, ktoré sú rozotierané do plochy tvaru kruhu, pričom podiel objemu guľôčok a pokrytej plochy je číslo, ktoré predstavuje priemernú hĺbku textúry (MTD) [4]. Na meranie šmykového trenia existuje v súčasnosti vyše 20 druhov známych zariadení, pričom niektoré zo zariadení rovnakého typu sa od seba môžu navyše ešte líšiť okrajovými podmienkami merania (napr. Skiddometer, SCRIM atď.).

Novou základnou, celosvetovou snahou a filozofiou hodnotenia drsnosti sa stalo spojenie posúdenia makrotextúry a šmykového trenia. To v praxi znamená, že na nové hodnotenie protišmykových vlastností vozoviek je potrebné realizovať merania veľkokapacitným zariadením na meranie súčiniteľa trenia v kombinácii s meracou metódou na hodnotenie makrotextúry, pričom výsledky z oboch metód sú spájané v empirickom vzorci na výpočet jednotného parametra (SRI - Skid Resistance Index), ktorý

by mal zohľadniť všetky okrajové podmienky a špecifické vlastnosti každého zariadenia tak, aby výsledný parameter hovoriaci o drsnosti vozovky bol rovnaký pre všetky zariadenia i meracie rýchlosti. Táto snaha o zavedenie jednotného parametra okrem samotného spájania meraní makrotextúry a súčiniteľa trenia však naráža na prekážky vyplývajúce zo skutočnosti, že samotné meranie šmykového trenia je zaťažené veľkým množstvom okrajových podmienok, akými sú princíp merania (percento sklzu, uhol odklonu meracieho kolesa), rýchlosť meracieho zariadenia, hrúbka vodného filmu, normálové zaťaženie pneumatiky, hustenie pneumatiky, dezén pneumatiky, teplota povrchu vozovky, sklon povrchu vozovky.

Celosvetová snaha o harmonizáciu výsledkov meraní drsnosti (hlavne vzhľadom na množstvo okrajových podmienok vstupujúcich do procesu merania) je pochopiteľná. Realizovalo sa veľké množstvo harmonizačných experimentov (HERMES, SPENS, TYROSAFE a i.), ktoré mali za cieľ, aby výsledky meraní drsnosti rovnakého povrchu rôznymi zariadeniami vykazovali rovnaké hodnoty. Úlohou žiadneho z doteraz realizovaných medzinárodných projektov však nebola interpretácia nameraných dát, potrebná na určenie hraničných hodnôt, na základe ktorých by bolo možné kvalitu povrchu vozoviek objektívne zhodnotiť. Jediné s čím sa zatiaľ musíme uspokojiť je to, že výsledkom bude množstvo nových európskych noriem určených pre opis metodiky merania drsnosti pre jednotlivé (najviac používané) zariadenia.

2.1.3 Meranie a hodnotenie drsnosti na Slovensku

Na Slovensku sa na meranie textúry používa zariadenie Profilograph GE, ktoré nám dáva hodnotu priemernej hĺbky profilu (*MPD*) [6] a odmerná metóda, ktorá nám dáva priemernú hĺbku textúry (*MTD*) [4]. Na meranie odporu povrchu vozovky proti šmyku sa využíva skúška kyvadlom [5] a veľkokapacitné zariadenie Skiddometer BV11, ktoré poskytuje hodnoty koeficientu pozdĺžneho trenia μ a má ho v správe Slovenská správa ciest, odbor cestnej databanky (rovnako ako Profilograph GE) [7]. Metodika merania uvedenými zariadeniami a skúškami je síce stanovená v nových normách a TP ([4], [5], [6]), avšak v súčasnosti na Slovensku neexistuje technická norma, ktorá by uvádzala hraničné hodnoty drsnosti namerané jednotlivými zariadeniami určenými na hromadný zber dát pre rôzne triedy cestných komunikácií (v závislosti od dovolenej jazdnej rýchlosti). Rovnako tiež neexistuje právny predpis, ktorý by určoval zhotoviteľovi cestnej komunikácie, aké hodnoty drsnosti by mal mať povrch hutnenej asfaltovej zmesi pri preberacom konaní. Citovaním TP 14/2006 sú určené hodnoty drsnosti, získané zariadením Skiddometer BV11, ktoré musí povrch vozovky vykazovať až pred ukončením záručnej doby. V časti 6.1 TP 14/2006, týkajúcej sa drenážnych asfaltových kobercov, je pri hodnotení protišmykových vlastností hotových vrstiev odkaz na pôvodnú STN 73 6177, ktorá však žiadne kritické hodnoty drsnosti neuvádza. Metódy opísané v STN EN 13036-1 a STN EN 13036-4 [4, 5] tiež iba nahrádzajú metodické postupy v norme STN 73 6177 na meranie protišmykových vlastností vozoviek bez udania hodnotiacich kritérií. Na hodnotenie výsledkov meraní drsnosti je odporúčaný návrh v STN 73 6195 z roku 1974, v ktorom sú kritéria pre zariadenia (okrem kyvadla a odmernej metódy), ktoré sa v súčasnosti na meranie protišmykových vlastností povrchov vozoviek už nevyužívajú, pričom kritéria pre dve stále platné a využívané metódy sú minimálne diskutabilné.

2.2 Analýza rozdielov v postupoch meraní charakteristík drsnosti podľa STN a EN

2.2.1 Stanovenie charakteristiky drsnosti kyvadlom

2.2.1.1 Meranie súčiniteľa trenia kyvadlom podľa STN 73 6177

Metodika merania súčiniteľa trenia kyvadlom uvedená v predmetnej norme platila od roku 1983 do roku 2005 (prevzatím STN EN 13036-4 bola táto časť normy zrušená) a definovala požiadavky na meranie charakteristiky drsnosti povrchu vozoviek označovanej ako súčiniteľ trenia zistený kyvadlom (f_k). Uvedená charakteristika vyjadrovala stratu kinetickej energie pri trení gumeného elementu kyvadla typu TRRL o mokrý povrch vozovky.

Podstatou skúšky bolo zo straty kinetickej energie pri trení gumového elementu kyvadla o mokrý povrch vozovky zistiť súčiniteľ trenia.

Výsledná hodnota reprezentujúca hodnotený úsek sa stanovila tak, že na meranom úseku sa pre skúšku

zvolili tri miesta, na jednom mieste sa skúšalo päť-krát v bodoch vzdialených od seba 5 m v smere jazdy vozidiel. Na každom bode sa meralo trikrát resp. päťkrát. Odmerala sa teplota vzduchu a teplota povrchu mokrej vozovky (na jednom meracom bode po ukončení merania). Pri teplote menšej ako 5°C sa meranie súčiniteľa trenia nevykonávalo.

Pred meraním sa skontrolovala tretia päťka, ak bola hrana narušená, pätku bolo potrebné vymeniť (asi po 500 kmitoch).

Postup merania

Na úseku vozovky, ktorého priemerná hodnota h_p bola menšia ako 0,25 mm sa meranie nevykonávalo. Všetky merania zisťované na jednom úseku musela vykonať rovnaká osoba a rovnakým prístrojom.

Prístroj (kyvadlový prístroj s príslušenstvom) sa postavil na určený bod tak, aby kyvadlo prekmitlo v smere jazdy vozidiel. Prístroj sa urovnal do vodorovnej polohy pomocou libely a vyrovnávacích skrutiek. Pomocou prítlačných skrutiek ložiska na osi otáčania kyvadla sa upravilo trenie v osi tak, aby ručička ukázala pri voľnom prekmitne hodnotu „0“. Potom sa nastavila dĺžka preklzu kyvadla po povrchu vozovky na predpísaných (124,5 až 127) mm. Pred každým kmitom sa navlhčil povrch vozovky aj gumená päťka. Vodný film na skúšanej ploche musel byť neporušený a podľa toho sa volilo množstvo vody.

Ak sa líšili prvé tri hodnoty namerané kyvadlom od seba o viac ako tri stupne f_K , vykonali sa ďalšie dve merania.

Po zmeraní bodu sa prekontrolovala tretia dĺžka a správnosť nastavenia nulovej polohy kyvadla. Ak sa zistili rozdiely, meranie sa opakovalo.

Za vetra alebo silnej premávky na vedľajšom pruhu bolo potrebné chrániť prístroj zástenou, aby nedochádzalo k skresľovaniu výsledkov.

Z merania sa vykonal záznam do predpísaného formulára (pozri obrázok 4).

Vyhodnotenie výsledkov

Smerodajnou hodnotou sú posledné tri hodnoty získané na meranom bode. Z nich sa vypočítal aritmetický priemer.

Prepočet súčiniteľa na najnižšiu ročnú hodnotu f_K sa vykonal pre nameranú teplotu povrchu mokrej vozovky v rozsahu teplôt od +5 °C do +30 °C podľa vzťahu:

$$f_K = \bar{f}_K - 0,2 (30 - t_{vm}) \quad (1)$$

kde: $\bar{f}_K$ - priemerná odmeraná hodnota súčiniteľa trenia zistená kyvadlom,

t_{vm} - teplota povrchu mokrej vozovky v °C.

V prípade teploty väčšej ako 30 °C sa ponechala priemerná odmeraná hodnota súčiniteľa trenia $\bar{f}_K$ bez korekcie.

2.2.1.2 Meranie súčiniteľa trenia kyvadlom podľa STN EN 13036-4

Uvedená norma platí od roku 2005 a určuje podmienky a postup na meranie hodnoty PTV pomocou skúšky kyvadlom. Hodnota PTV je považovaná za normovanú hodnotu odporu proti pošmyknutiu/šmyku určenú na základe straty energie normovanej gumenej pätky klzajúcej sa po skúšobnom povrchu. Strata energie súvisí s odporom povrchu proti pošmyknutiu/šmyku. Odpor sa meria prostredníctvom ramena kyvadla.

Metodikou sa meria odpor proti pošmyknutiu/šmyku malej plochy (približne 0,01 m²), čo je potrebné brať do úvahy v prípade, ak je povrch nehomogénny. Povrchy, ktoré majú vyvýšeniny alebo ryhy alebo majú hrubú textúru (hodnota pri skúške pieskom STN EN 13036-1 presahuje 1,2 mm) môžu zastaviť pohyb kyvadla. V týchto prípadoch je skúška nevhodná.

Výsledky nie je možné porovnávať s výsledkami zo zariadení, ktoré merajú odpor proti šmyku na veľkej dĺžke povrchu.

Místo	Čtení	Bod				
		1	2	3	4	5
I.	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	průměr					
	Průměr f_K místa					
II.	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	průměr					
	Průměr f_K místa					
III.	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	průměr					
	Průměr f_K místa					
Hodnocení úseku podle ČSN 73 6195:						

Obrázok 4 Záznam merania súčiniteľa trenia kyvadlom

Podstata skúšky

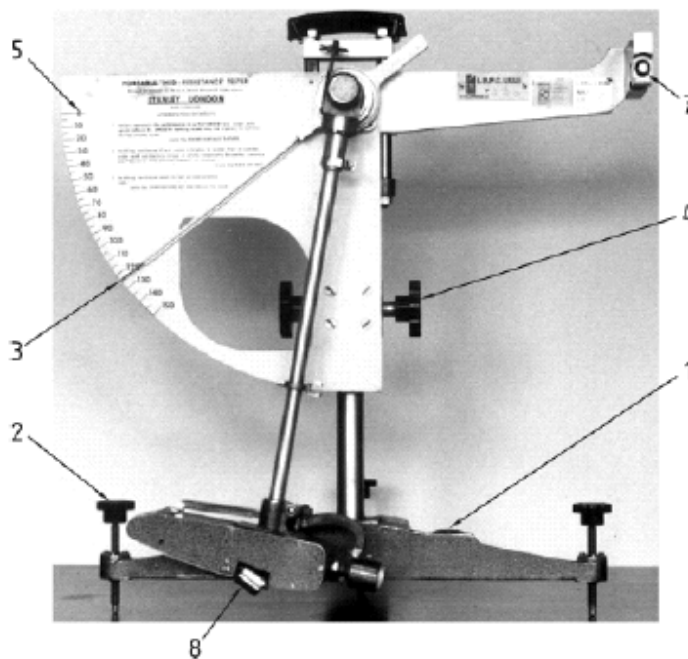
Základným skúšobným zariadením je kyvadlo, ktoré musí obsahovať nasledujúce prvky:

- pružinou pritláčanú treciu pätku; trecia pätká má byť namontovaná na konci ramena kyvadla tak, aby klzná hrana bola (514 ± 6) mm od osi rotácie;
- prostriedky na nastavenie oporného stĺpa zariadenia do zvislej polohy;
- podstavec s dostatočnou hmotnosťou zabezpečujúci stabilnú polohu zariadenia počas skúšky;

- prostriedky na posun osi závesu ramena kyvadla smerom hore a dole, aby päťka mohla voľne prekmtnúť na povrchu vozovky a aby prekĺzla po povrchu na stanovenej dĺžke (126 ± 1) mm;
- prostriedky umožňujúce zadržať a uvoľniť rameno kyvadla tak, aby voľne padalo z vodorovnej polohy;
- ručičku ukazovateľa s nominálnou dĺžkou 300 mm, vyvážená vzhľadom na os rotácie, pohybujúca sa po kruhovej stupnici s hmotnosťou maximálne 85 g; trenie v mechanizme ručičky musí byť nastaviteľné, aby pri voľnom kmitu ramena kyvadla ostal vonkajší hrot ručičky ukazovateľa v bode (10 ± 1) mm pod vodorovnou rovinou (nulové čítanie);
- kruhovú stupnicu (stupnicu C), kalibrovanú pre menovitú dĺžku preklzu 126 mm na rovnom povrchu, značenú od 0 do 150 s hodnotou intervalu 5 jednotiek; pri použití tejto stupnice sa zo skúšok priamo získava hodnota *PTV*;
- hmotnosť ramena kyvadla vrátane trecej pätky musí byť ($1,50 \pm 0,03$) kg; ťažisko musí byť v osi ramena vo vzdialenosti (410 ± 5) mm od osi rotácie.

Široká trečia päťka sa musí skladať z gummy šírky ($76,2 \pm 0,5$) mm, dĺžky ($25,4 \pm 1,0$) mm (v smere kmitu) a šírky ($6,35 \pm 0,5$) mm a hliníkovej podložky. Celková hmotnosť pätky musí byť (32 ± 5) g. Trecia päťka musí mať otočnú stredovú os, ktorá umožní, že sa päťka počas kmitu kyvadla môže bez prekážok pootočiť okolo svojej osi pri kopírovaní nerovností povrchu skúšanej plochy. Rovina trecej pätky je odklonená od vodorovnej roviny o uhol (26 ± 3)°, keď je rameno v najnižšom bode jeho kmitu.

Hrany trecej gumovej pätky musia byť pravouhlé, čisto orezané a guma nesmie byť znečistená napr. abrazívom alebo olejom. Min. šírka trecej hrany je 1 mm. Gumová trečia päťka sa musí vyradiť, ak šírka trecej hrany presahuje 3 mm, alebo ak začína byť nadmerne ryhovaná, alebo má drsné hrany.



Legenda:

1 libela

2 vyrovnávací skrutka

3 ručička ukazovateľa

4 skrutka na výškové nastavovanie

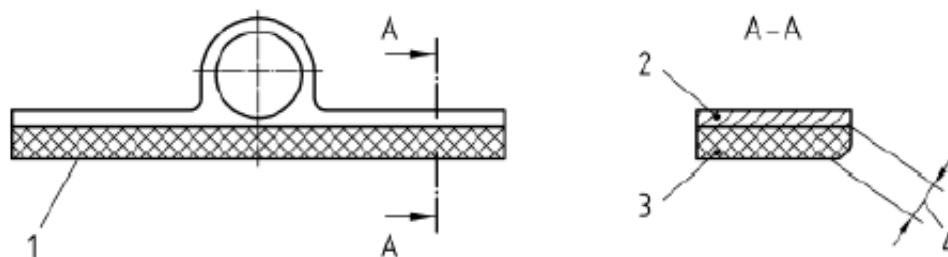
5 stupnica C (pre dĺžku preklzu 126 mm)

6 stupnica F (pre dĺžku preklzu 76 mm)

7 spúšťacie tlačidlo

8 gumová trečia päťka

Obrázok 5 Kyvadlový skúšobný prístroj



Legenda:

- 1 trečia hrana
- 2 hliníková podložka
- 3 gumová trečia pätká
- 4 šírka opotrebovania medzi 1mm a 3 mm

Obrázok 6 Kľzná pätká ilustrujúca maximálne opotrebovanie na trecej hrane

Tabuľka 1 Vlastnosti gumy trecej pätky (guma CEN)

Vlastnosť	Teplota °C				
	0	10	20	30	40
Pružnosť podľa Lubkeho, %	43 až 49	58 až 65	66 až 73	71 až 77	74 až 79
Tvrdosť (IRHD)	53 až 65				

Poznámka: Zloženie gumy uvedené v prílohe B, normy STN EN 13036-4 sa považuje za vyhovujúce.

Ak hodnota IRHD meraná prenosnými meračmi tvrdosti klesne pod hodnoty v tabuľke 1 musí byť vyradená.

Postup merania v teréne

Zo skúšaného povrchu sa musia kefou odstrániť uvoľnené častice a musí sa dočista opláchnuť vodou, s výnimkou hodnotenia znečisteného povrchu. Povrch nesmie byť zľadovatený.

Kyvadlový skúšobný prístroj sa umiestni na pevný povrch tak, aby kyvadlo prekmitlo v smere dopravy. Povrch nesmie mať väčší sklon ako 6 %. Odmeria sa teplota navlhčeného skúšaného povrchu a trecej pätky. Skúšku nemožno vykonať, ak je teplota povrchu mimo rozsahu 1 °C až 40 °C.

Skúšky sa musia vykonávať v najviac využívaných miestach, napr. v stope kola na vozovke, ale skúšanie sa môže vyžadovať aj v iných miestach. Miesto a početnosť skúšok sa musí zvoliť tak, aby reprezentovali skúšanú časť povrchu alebo povrchové materiály.

Počet skúšok potrebných na získanie hodnoty PTV daného miesta závisí od variability povrchu. Majú sa vykonať minimálne tri skúšky vzdialené od seba viac ako 0,4 m, aby sa získala priemerná hodnota pre dané miesto.

Na každom skúšobnom mieste sa stanoví teplota navlhčeného povrchu.

Vyrovňavacie skrutky sa nastavujú tak, aby oporný stĺp kyvadla bol zvislý. Potom sa zdvihne os závesu kyvadla tak, že rameno voľne prekmitne. Nastaví sa trenie v mechanizme ručičky ukazovateľa tak, že keď sú rameno kyvadla a ručička ukazovateľa uvoľnené z pravostrannej vodorovnej polohy, ručička ukazovateľa zostane na skúšobnej stupnici v nulovej hodnote.

Odporúča sa vykonať 10 voľných kmitov na overenie zhodnosti nulového čítania. Za vetra (presahujúcom približne 10 m/s) sa odporúča skúšku prerušiť. Zariadenie je potrebné chrániť pred vetrom od prechádzajúcich vozidiel.

Nastaví sa výška ramena kyvadla tak, že gumená trečia pätká prechádzajúca po povrchu je s ním v kontakte po celej svojej šírke a na dĺžke (126 ± 1) mm pre rovnú vzorku a širokú treciu pätku alebo dĺžke (76,0 ± 1) mm pre rovné a zakrivené vzorky a úzku treciu pätku.

Povrch vzorky a gumenej trecej pätky sa navlhčí výdatnou dávkou vody. Kyvadlo a ručička ukazovateľa sa uvoľnia z vodorovnej polohy pomocou spúšťacieho tlačidla, rameno kyvadla sa zachytí v počiatočnej fáze vratného kmitu a zaznamená sa poloha ručičky ukazovateľa na stupnici so zaokrúhlením na najbližšie celé číslo. Kyvadlo a ručička ukazovateľa sa vrátia do spúšťacej polohy zdvihnutím trecej pätky pomocou zdvíhacej páčky. Tento postup sa vykoná päťkrát. Krátko pred uvoľnením kyvadla sa opäť výdatne navlhčí povrch a každý raz sa zaznamená výsledok. Ak sa prvých

päť odčítaní odlišuje o viac ako tri jednotky, meranie sa opakuje dovtedy, kým tri po sebe idúce zaznamenané výsledky budú mať rovnakú hodnotu a tá sa zaznamená.

Na záver sa skontroluje či je zariadenie vo vodorovnej polohe, kontaktná dĺžka trecej pätky a teplota navlhčeného povrchu.

Vyhodnotenie výsledkov

Vypočíta sa hodnota PTV ako priemer z piatich kmitov podľa vzťahu:

$$PTV = \frac{\sum(v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5)}{5}, \quad (2)$$

kde: v_1 až v_5 sú jednotlivé hodnoty pre každý kmit,

alebo $PTV = v_j$ (3)

kde: v_j je konštantná hodnota dosiahnutá tromi kmitmi, ak sú hodnoty pri počiatočných kmitoch príliš rozdielne.

Hodnota PTV sa zaokrúhli na celé číslo. Následne sa vykoná korekcia priemernej hodnoty vzhľadom na teplotu, pričom sa použije najbližšia teplota z tabuľky 2.

Tabuľka 2 Korekcia PTV pre skúšky vykonané trecou pätkou z gumy CEN pri inej teplote ako 20°C

Nameraná teplota (°C)	Korekcia nameranej hodnoty
40	+3
30	+2
20	0
15	-2
10	-3
5	-5

Poznámka: Korekcia vzhľadom na teplotu môže byť ovplyvnená textúrou povrchu.

Príloha C (informatívna)

Protokol o skúške

Laboratórium:

Logo certifikačného orgánu:

Adresa:

Číslo certifikačného orgánu:

Hodnota určená skúškou kyvadlom

EN 13036-4

Kyvadlový prístroj Č.:

List z

Použitá [Šírka (76,2 mm)]

Dĺžka prekazu [127 ± 1 mm]

Vzorka č.:

trečia patka:

Typ gumy trecej [CEN]
pätky:

Povrch: [Rovný]

Trečia päťka č.

Názov

Dátum:

miesta:

Čas:

Vzorka/Miesto 1	Popis							
Kmity(v)	1	2	3	4	5	6	7	8
PTV	Teplota				°C	Priemerné korigované PTV		
Vzorka/Miesto 2	Popis							
Kmity(v)	1	2	3	4	5	6	7	8
PTV	Teplota				°C	Priemerné korigované PTV		
Vzorka/Miesto 3	Popis							
Kmity(v)	1	2	3	4	5	6	7	8
PTV	Teplota				°C	Priemerné korigované PTV		
Vzorka/Miesto 4	Popis							
Kmity(v)	1	2	3	4	5	6	7	8
PTV	Teplota				°C	Priemerné korigované PTV		
Vzorka/Miesto 5	Popis							
Kmity(v)	1	2	3	4	5	6	7	8
PTV	Teplota				°C	Priemerné korigované PTV		

Poznámky:	
Orientácia skúšky:	[Rovnobežný s dopravou]
Hĺbka textúry:	[1,0 mm]
Typ povrchu:	[SMA]

Skúšal:

Schválil:

Dátum:

Obrázok 7 Vzor protokolu o skúške

2.2.1.3 Rozdiely medzi skúšobnými postupmi a ich zhodnotenie

Z textov opisujúcich podmienky a postupy stanovenia súčiniteľa trenia kyvadlom je zrejmé, že sa

súčasne platná norma odlišuje od predchádzajúcej normy v niektorých bodoch. Prehľad najdôležitejších rozdielov je uvedený v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Porovnanie metodík merania kyvadlom

Parameter	Meranie odporu povrchu proti šmyku (drsnosť)	
	podľa STN 73 6177	podľa STN EN 13036-4
Skúšobné zariadenie	kyvadlový prístroj typu TRRL s príslušenstvom	kyvadlo má presne špecifikované parametre všetkých hlavných súčastí
Trecia päťka	-	špecifikovaná gumová široká a úzka trecia päťka
Dĺžka preklzu trecej päťky	124,5 mm až 127 mm	(126 ±1) mm pre širokú treciu päťku
Postup sa nevykonáva	pri teplote vzduchu nižšej ako +5 °C	pri teplote mimo rozsahu +1 °C až +40 °C
	na povrchu vozovky s priemerným h_p menším ako 0,25 mm	na povrchu znečistenom, zľadovatelom, pórovitom na povrchu so sklonom väčším ako 6 % na povrchu s hrubou textúrou presahujúcou 1,2 mm nameranú podľa STN EN 13036-1 alebo ekvivalentnou hĺbkou profilu podľa STN EN ISO 13473-1
Postup merania	vyrovnanie prístroja do vodorovnej polohy, nastavenie voľného prekmitu na „0“ hodnotu, nastavenie dĺžky preklzu	nastavenie prístroja tak, aby stĺp kyvadla bol zvislo, nastavenie voľného prekmitu na nulovú hodnotu, nastavenie výšky ramena na požadovanú dĺžku preklzu trecej päťky
	pred každým kmitom sa navlhčí povrch vozovky a gumová päťka vodný film na skúšanej ploche musí byť neporušený a podľa toho sa volí množstvo vody	pred uvoľnením kyvadla sa povrch vozovky a gumenej trecej päťky navlhčí výdatnou dávkou vody
Miesto a počet meraní	-	na najviac využívaných miestach, v stope vozidla
	na jednom úseku na 3 miestach na jednom mieste v 5 bodoch vzdialených od seba 5 m na každom bode 3-krát, ak sa líšia namerané hodnoty od seba o viac ako 3 stupne, vykonajú sa ďalšie 2 merania	na dané miesto minimálne 3 skúšky vzdialené od seba viac ako 0,4 m na každom bode 5 kmitov, ak sa výsledky odlišujú o viac ako 3 jednotky, meranie sa opakuje, kým tri po sebe idúce výsledky budú mať rovnakú hodnotu
Vyhodnotenie	aritmetický priemer posledných troch hodnôt, f_K	aritmetický priemer z piatich kmitov (jednotlivé merania sa od seba odlišujú najviac 3 jednotky), PTV hodnota dosiahnutá tromi poslednými rovnakými kmitmi, PTV
	prepočet vzhľadom na teplotu povrchu mokrej vozovky v rozsahu od +5 °C po +30 °C $f_K = f_{K'} - 0,2 (30 - t_{vm})$ pri teplote nad 30 °C sa hodnota neprepočítava	korekcia hodnoty PTV vzhľadom na teplotu podľa tabuľky (teplota v rozsahu +5 °C až +40 °C, korekcia v rozsahu -5 jednotiek až +3 jednotky), PTV_{CORR}

Z porovnania metodík na meranie súčiniteľa trenia kyvadlom je zrejmé, že v jednotlivých metodikách je stanovená rozdielna početnosť meraní. Podľa STN 73 6177 na stanovenie reprezentatívnej hodnoty pre úsek je potrebné vykonať najmenej 45 meraní, podľa STN EN 13036-4 min. 15 meraní. Na jednom bode sa vykonávajú 3 merania a ak sa odlišujú o viac ako 3 jednotky, vykonajú sa ešte dve merania (pričom sa neuvažuje, či namerané hodnoty musia byť rovnaké alebo môžu byť rozdielne). Podľa novej metodiky sa na jednom bode vykoná 5 meraní a ak sa od seba odlišujú o viac ako 3

jednotky, meranie sa opakuje, kým tri po sebe idúce merania dosiahnu rovnakú hodnotu. Tieto rozdiely však neovplyvňujú nameranú číselnú hodnotu na tom istom bode, skôr je rozdiel v spoľahlivosti výslednej hodnoty meraného parametra.

Pokiaľ ide o postup merania, ten je v princípe rovnaký. Ani spôsob vlhčenia požadovaný v oboch normách nemožno považovať za odlišnosť, ktorá by mohla spôsobiť rozdiel v nameraných hodnotách. V oboch sa vyžaduje vlhčenie povrchu aj pätky. Množstvo vody nie je exaktne určené ani v jednom postupe, ale podľa požiadaviek na stupeň navlhčenia možno obe normy v tomto smere považovať za rovnocenné.

Posledný faktor, ktorý by mohol viesť k rozdielu medzi nameranými hodnotami, je spôsob korekcie na teplotu. V tabuľke 4 sú uvedené hodnoty korekcií v závislosti od teploty. Z údajov vyplýva, že rozdiel vo výslednej hodnote spôsobený teplotnou korekciou môže byť v rozsahu $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$. V prípade merania vykonaného pri vyšších teplotách povrchu vozovky spôsobí rozdiel v hodnotách korekcií relatívne veľký rozdiel vo výslednej hodnote.

Tabuľka 4 Rozdiely v hodnotách spôsobené rôznou metodikou korekcie na teplotu

Korekcia podľa	Teplota v ($^{\circ}\text{C}$)					
	5	10	15	20	30	40
STN 73 6177	-5	-4	-3	-2	0	-
STN EN 13036-4	-5	-3	-2	0	+2	+3

2.2.2 Stanovenie charakteristiky drsnosti odmernou metódou

2.2.2.1 Meranie podľa STN 73 6177

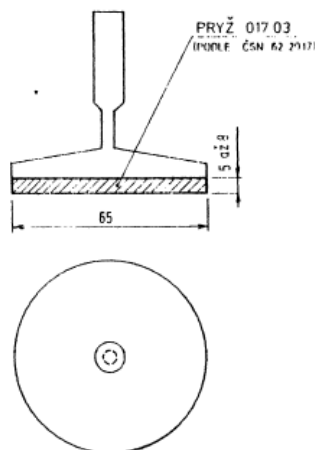
Uvedená norma definovala požiadavky na meranie charakteristiky drsnosti povrchu vozoviek označovanej ako hĺbka makrotextúry zistená pieskom h_p . Táto charakteristika vyjadrovala vzťah medzi daným množstvom piesku a plochou, na ktorej vyplní všetky priehlbiny na povrchu vozovky.

Podstata skúšky spočívala v tom, že z veľkosti plochy krytu vozovky, ktorej priehlbiny vyplní stanovené množstvo piesku, sa vypočítala priemerná hĺbka makrotextúry.

Výsledná hodnota reprezentujúca hodnotený úsek sa stanovila tak, že na meranom úseku sa pre skúšku zvolili tri miesta v najviac zaťažených úsekoch (v smerových oblúkoch, pred križovatkami a pod.), alebo v miestach, kde povrch vizuálne nedosahoval požadovanú drsnosť. Na jednom mieste sa skúšalo päťkrát v bodoch vzdialených od seba v smere jazdy 5 m. Pred meraním sa stanovila teplota vzduchu a povrchu vozovky.

Postup merania

Pripravené množstvo piesku (25 cm^3 vysušeného piesku frakcie 0,125/0,25) sa vysypal na suchý a čistý povrch. Stierkou s gumenou trecou plochou (pozri obrázok 8) sa piesok krúživým pohybom rozťieral od stredu tak, aby výsledná plocha mala tvar kruhu. Stierka sa ľahko pritláčala k vozovke. Piesok vyplňal všetky priehlbiny po úroveň vrcholkov, nesmel vytvárať vlny ani nesmel byť vytláčaný z priehlbín. Pri vetre sa miesto skúšky chránilo obručou alebo inou zástenou. Na získanom kruhu sa odmeral priemer v dvoch kolmých smeroch. O meraní sa viedol záznam (obrázok 9).



Obrázok 8 Stierka s gumenou trecou plochou

Vyhodnotenie výsledkov

Z nameraných hodnôt sa pre každý kruh stanovil aritmetický priemer. Z neho sa podľa vzorca vypočítala hĺbka makrotextúry zistená pieskom h_P v (mm):

$$h_P = \frac{10^5}{\pi \cdot d^2} \quad (4)$$

kde: d - aritmetický priemer kruhu v (mm).

Zo všetkých hodnôt h_P získaných na úseku sa vypočítal aritmetický priemer, ktorý sa použil na vyhodnotenie meraného úseku.

PŘÍLOHA 3

Místo	Čtení	Bod				
		1	2	3	4	5
I.	1					
	2					
	Průměr					
	Průměr h_P místa					
II.	1					
	2					
	Průměr					
	Průměr h_P místa					
III.	1					
	2					
	Průměr					
	Průměr h_P místa					
Průměr h_P úseku						
Max. h_P v úseku						
Min. h_P v úseku						
Hodnocení úseku podle ČSN 73 6195						

Obrázok 9 Formulár na záznam hodnôt podľa STN 73 6177

2.2.2.2 Meranie podľa STN EN 13036-1

Uvedená norma platí od roku 2005 a určuje podmienky a postup na meranie hodnoty MTD odmernou metódou. Hodnota MTD je priemerná hĺbka textúry povrchu v mm. Metóda sa môže použiť na povrchoch s priemernou hĺbkou profilu MPD od 0,25 mm do 5 mm.

Princíp metódy spočíva v rozprestieraní definovaného materiálu známeho objemu po čistom a suchom povrchu vozovky. Pri rozprestieraní materiálu na skúšku definovaného v tejto skúšobnej metóde sa

medzery v povrchu vyplňajú až po vrcholky okolitých zrn kameniva. Po rozprestretí materiálu nasleduje meranie pokrytej plochy a následný výpočet priemernej hĺbky medzi spodkom medzier v povrchu vozovky a vrcholmi zrn kameniva povrchu.

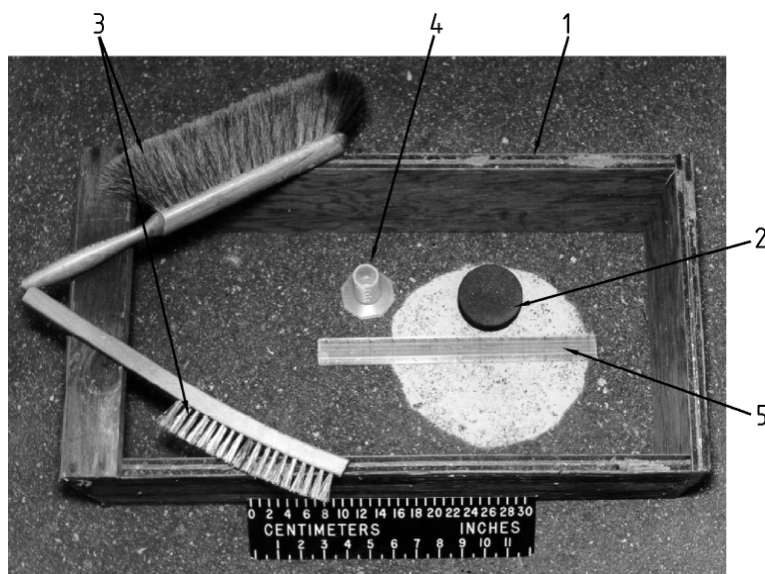
Norma opisuje charakteristiky materiálov a pomôcok potrebných na vykonanie skúšky (pozri obrázok 10 a 11):

- sklené guľôčky predpísanej zrnitosti (90 %-ný prepad sitom 0,25 mm a zvyšok na site 0,18 mm),
- nádoba na stanovenie objemu sklenených guľôčok s vnútorným objemom najmenej $(25\,000 \pm 150) \text{ mm}^3$, valec sa naplní suchým materiálom na skúšku a podstavcom valca sa niekoľkokrát jemne poklepe o tuhý povrch; pridá sa ďalší materiál na skúšku tak, aby bol valec zaplnený až po vrch a zároveň sa pravítkom,
- plochý tvrdý kotúč s priemerom približne $(65 \pm 1) \text{ mm}$ s tvrdou gumovou podložkou hrúbky $(2 \pm 0,5) \text{ mm}$ s hmotnosťou $(305 \pm 10) \text{ g}$,
- kefa na očistenie povrchu, zábrana proti vetru, bežné meradlo dĺžky 0,5 m s delením po 1 mm.

Postup merania

Skúška sa vykonáva na suchom a rovnomernom mieste neobsahujúcom žiadne ojedinelé sa vyskytujúce javy. Vykonajú sa najmenej štyri merania náhodne rozmiestnené na danom type skúšaného povrchu vozovky.

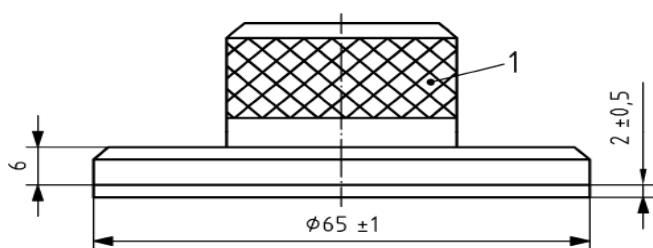
Povrch sa dôkladne vyčistí pomocou kefy s mäkkými štetinami, aby sa z povrchu odstránili akékoľvek zvyšky, úlomky alebo uvoľnené zrná kameniva. Okolo skúšaného miesta sa umiestni zábrana proti vetru.



Legenda:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1 prenosná zábrana proti vetru | 4 nádoba na vzorkovanie |
| 2 pomôcka na rozprestieranie | 5 pravítko |
| 3 kefy na očistenie povrchu | |

Obrázok 10 Materiál a pomôcky na meranie hĺbky makrotextúry povrchu



Legenda:

- 1 ryhované drážadlo

Obrázok 11 Plochý, tvrdý kotúč a gumená podložka prilepená na jeho spodku

Odmeraný objem alebo odvážená hmotnosť materiálu na skúšku sa vysype na suchý a vyčistený skúšaný povrch. Materiál na skúšanie sa opatrne rozprestrie do kruhového tvaru pomocou kruhovej pomôcky, ktorej strana pokrytá gumou smeruje nadol. Medzery v povrchu sa vyplňajú až po vrcholky zŕn kameniva. Pri rozprestieraní sa pôsobí jemným tlakom ruky, ktorý má byť dostatočný na to, aby kotúč rozprestieral materiál, pričom sa dotýka vrcholov zŕn kameniva povrchu. Odmeria a zaznamená sa priemer kruhovej plochy pokrytej materiálom na skúšanie najmenej v štyroch miestach rovnomerne rozložených po jej obvode. Zaznamenaná sa priemerná hodnota priemeru kruhovej plochy.

Vyhodnotenie výsledkov

Priemerná hĺbka textúry povrchu *MTD* sa stanoví zo vzťahu:

$$MTD = \frac{4V}{\pi \cdot D^2} \quad (5)$$

kde: *MTD* - priemerná hĺbka textúry v (mm),

V - objem vzorky v (mm³),

D - priemerná hodnota priemeru kruhovej plochy pokrytej materiálom na skúšanie v (mm).

Za priemernú hĺbku makrotextúry skúšaného povrchu vozovky sa považuje aritmetický priemer jednotlivých hodnôt.

2.2.2.3 Rozdiely medzi skúšobnými postupmi a ich zhodnotenie

Z textov opisujúcich podmienky a postupy odmernej metódy možno identifikovať rozdiely medzi súčasne platnou a predchádzajúcou normou. Prehľad najdôležitejších rozdielov je uvedený v tabuľke 5.

Z porovnania metód merania vyplýva rozdiel v počte meraní potrebných na stanovenie reprezentatívnej hodnoty na danom úseku (15 meraní podľa STN 73 6177 a 4 merania podľa STN EN 13036-1). Tak ako to bolo skonštatované pri skúške kyvadlom, aj v tomto prípade platí, že tieto rozdiely v početnosti meraní neovplyvňujú nameranú číselnú hodnotu na tom istom bode, skôr je rozdiel v spoľahlivosti výslednej hodnoty meraného parametra.

Požiadavky na zrnitosť materiálu použitého na vyplnenie nerovnosti sú v oboch metódach takmer identické a takmer rovnaký je aj objem materiálu. Pretože sa vyžaduje suchý povrch skúšaného miesta, nie je podstatný rozdiel v použitom materiáli (piesok, ktorý by mohol navlhnuť, vytvárať zhluky a horšie vyplňať nerovnosti, a sklené guľôčky, kde vlhkosť nie je podstatná).

Rovnaký je aj priemer kruhovej stierky na rozotieranie materiálu do tvaru kruhu. Pri rozotieraní je teda zachovávaná rovnaká rovná plocha a nemôže teda dôjsť k rozdielom v množstve materiálu potrebného na vyplnenie priestoru medzi spodnou stranou stierky a povrchom vozovky.

Tabuľka 5 Porovnanie metodík merania odmernou metódou

Parameter	Meranie hĺbky makrotextúry	
	podľa STN 73 6177	podľa STN EN 13036-1
Skúšobné zariadenia a pomôcky	-	presne špecifikovaný materiál aj pomôcka na rozprestieranie
Pomôcka na rozprestieranie	kruhovú stierku (šírky 65 mm) s gumenou trecou plochou (hrúbky 5 mm až 8 mm)	plochý tvrdý kotúč priemeru (65 ±1 mm) s gumovou podložkou hrúbky (2 ±0,5) mm s hmotnosťou (305 ±10) g široká a úzka trecia päťka
Materiál na skúšku	piesok frakcie 0,125 mm až 0,25 mm, vysušený pri teplote 105 °C	sklené guľôčky, zrnitosť 90 % prepad síťou 0,25 mm a zvyšok na sítie 0,18 mm
	množstvo 25 cm ³	objem (25 000 ±150) mm ³
Rozsah platnosti metódy	nevhodná metóda pre drenážne povrchy	na povrchoch s priemernou hĺbkou profilu MPD od 0,25 mm do 5 mm
	povrch musí byť suchý a čistý	na suchom a rovnomernom mieste neobsahujúcom trhliny, škáry a pod. na suchom a vyčistenom povrchu

Postup merania	odmeria sa teplota vzduchu a povrchu vozovky	-
	piesok sa vysype na povrch a stierkou sa krúživým pohybom rozotiera od stredu do tvaru kruhu, postupne zapĺňa priehlbe až po úroveň vrcholkov, piesok nesmie vytvárať vlnky ani nesmie byť vytláčaný z priehlbní	materiál sa vysype na povrch, pomocou kruhovej pomôcky (gumou nadol) a rozprestiera sa do tvaru kruhu, vyplní medzery po vrcholky zfn kameniva
Miesto a počet meraní	na úseku sa vyberú miesta s najťažšími prevádzkovými podmienkami (v smerových oblúkoch, pred križovatkami a pod.)	náhodne rozmiestnené merania na danom povrchu
	na úseku na 3 miestach na jednom mieste 5- krát v bodoch vzdialených od seba 5 m v smere jazdy vozidiel	na danom povrchu 4 merania
	v meraní na jednom bode sa odmeria priemer kruhovej plochy v dvoch kolmých smeroch a z nich sa vypočíta aritmetický priemer z priemeru sa stanoví hĺbka makrotextúry stanovená pieskom h_P v (mm)	v jednom meraní sa odmeria a zaznamená priemer kruhovej plochy v štyroch miestach rovnomerne rozložených po obvode a z nich sa vypočíta priemerná hodnota priemeru kruhovej plochy z priemeru sa stanoví priemerná hĺbka textúry MTD v (mm)
Vyhodnotenie	aritmetický priemer všetkých hodnôt h_P získaných na úseku	priemerná hĺbka makrotextúry povrchu sa stanoví ako aritmetický priemer zo štyroch meraní MTD

Vzorce na výpočet meranej charakteristiky sú vizuálne rozdielne, ale po dosadení objemu materiálu použitého na skúšku do vzťahu (5) dostávame zhodné výrazy, čo znamená, že výpočet je rovnaký v oboch metódach.

Z vyššie uvedeného vyplýva, že pri dodržaní metodiky uvedenej v STN EN 13036-1 je predpoklad, dosiahnutia rovnakých číselných hodnôt, ako sa dosahovali pri metodike skúšky stanovenej v STN 73 6177 a nie je nutné meniť kritériá z dôvodu zmeny skúšobného postupu.

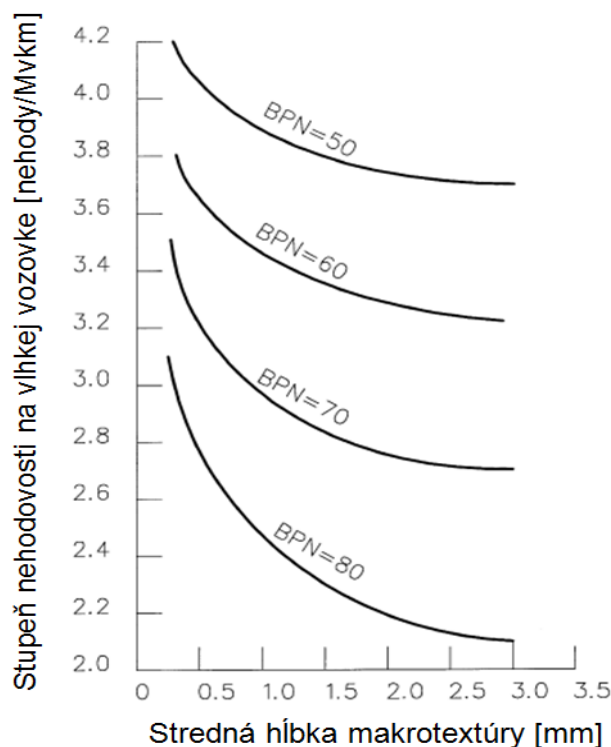
2.3 Drsnosť povrchu vozovky z hľadiska bezpečnosti cestnej premávky

Je nesporné, že drsnosť povrchu vozovky vplýva na bezpečnosť premávky. Bezpečnosť cestnej premávky možno posudzovať z viacerých hľadísk (napr. nehodovosť, hodnota spomalenia vozidla pri brzdení, dĺžka brzdného dráhy a pod.) z čoho vyplýva, že aj pri stanovení kritérií na hodnotenie drsnosti treba vykonať syntézu požiadaviek z viacerých aspektov.

2.3.1 Bezpečnosť premávky z pohľadu nehodovosti

Objektívnym a v konečnom dôsledku najvýznamnejším uhlom pohľadu pri hodnotení drsnosti povrchu vozoviek by mala byť bezpečnosť cestnej premávky, ktorá je samozrejme určitým spôsobom kvantifikovaná, by mala udávať hranice a škály hodnôt získaných meraním, ktorými sa následne môže označiť povrch vozovky za drsný alebo naopak. Drsnosť je najdôležitejším z premenných parametrov vozovky ovplyvňujúcich vedome ovládateľné a teda bezpečné vedenie vozidla po povrchu vozovky. „Nedostatočná drsnosť“ vozovky môže viesť k šmýkaniu kolies a tým aj k strate ovládateľnosti vozidla, čo následne vedie k zvýšeniu pravdepodobnosti vzniku dopravnej nehody. Sociálna a ekonomická dôležitosť bezpečnosti cestnej premávky je zjavná a správcovia ciest na celom svete preto aktívne zavádzajú a podporujú opatrenia na zníženie nehodovosti. Mnohé štúdie dokazujú, že riziko dopravných nehôd stúpa so znižujúcou sa úrovňou hodnôt drsnosti. Podľa [8] viac ako štvrtina nehôd vo Veľkej Británii, ktoré vznikli na vlhkej vozovke, bola závislá od podmienok drsnosti, pričom sa v [11] uvádza, že zvýšenie drsnosti v priemere o 10 % môže viesť až k 13 % zníženiu *stupňa nehodovosti na vlhkej vozovke* (tento je definovaný ako počet nehôd na 1 mil. vozidiel na km) [9, 10]. Podobné výsledky deklarovalo napr. aj Grécko [12]. Vyššie uvedené skutočnosti sú na obrázku 12

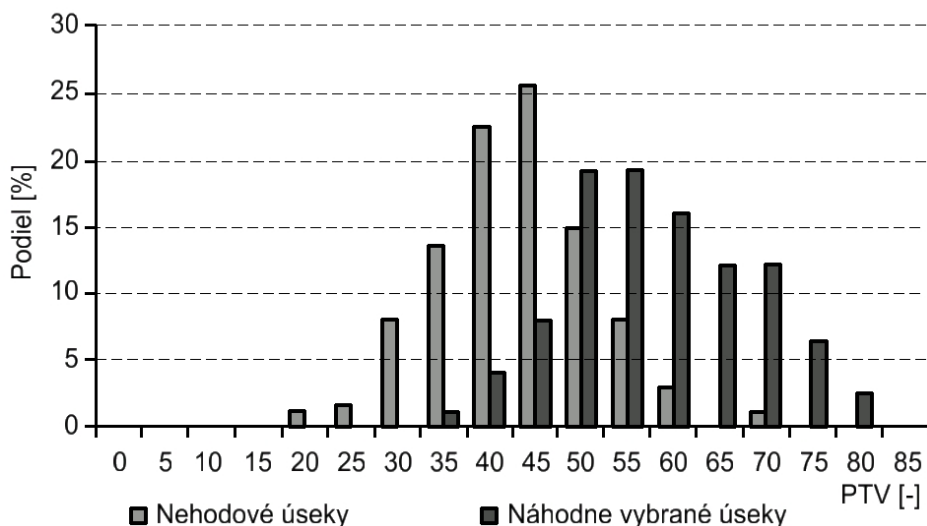
[9, 10], kde je znázornená závislosť *stupňa nehodovosti na vlhkej vozovke* od mikro a makrotextúry, pričom mikrotextúra je vyjadrená pomocou hodnoty BPN (British Pendulum Number = PTV).



Obrázok 12 Závislosť *stupňa nehodovosti na vlhkej vozovke* od mikro a makrotextúry

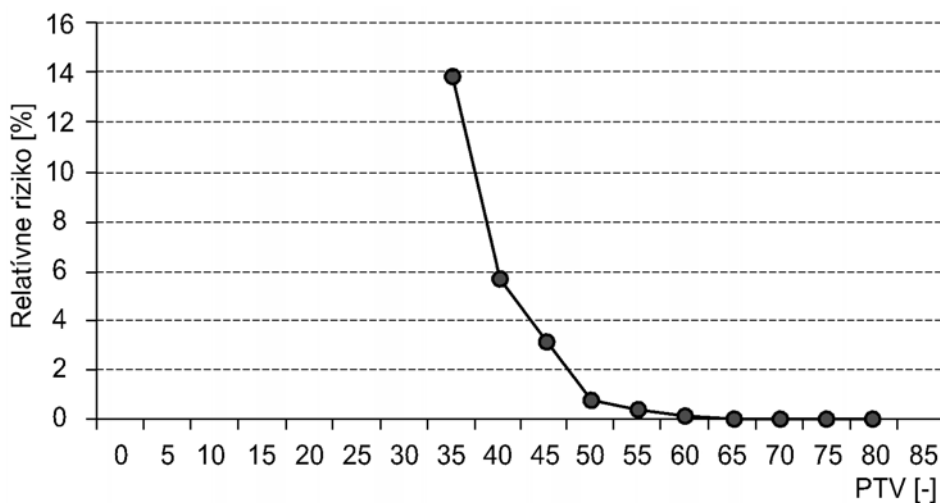
Podľa [13, 14] výsledky výskumu ukazujú, že okolo 14 % dopravných nehôd sa vyskytuje pri daždivom počasí, a až 70 % z týchto nehôd by sa dalo predísť zlepšením protišmykových vlastností vozovky. Štúdie vykonané v Austrálii v roku 2004 preukázali, že pre väčšinu sledovaných vozoviek rôznych kategórií ciest existuje silná závislosť medzi podielom nehôd a úrovňou makrotextúry a to hlavne v oblasti križovatiek. Spodná hranica vyhovujúcej textúry bola stanovená na (0,4 až 0,5) mm (merané laserovými zariadeniami). Stanovilo sa, že riziko dopravných nehôd môže byť 1,8 až 1,9 krát vyššie, ak priemerná hodnota makrotextúry klesne pod úroveň vyššie uvedených kritických hodnôt [15]. Autori odhadujú, že 13 % až 17 % zo všetkých nehôd sledovaných na dvoch austrálskych diaľniciach by sa dalo zabrániť zlepšením makrotextúry v úsekoch s jej nízkymi hodnotami [15, 16].

Prehľad viacerých výskumných aktivít v oblasti vzťahu drsnosti povrchu vozoviek a nehodovosti je uvedený v [22]. V časti venovanej treniu a bezpečnosti dopravy možno nájsť porovnanie číselných hodnôt súčiniteľa trenia nameraných kyvadlom TRL na vlhkom povrchu v nehodových lokalitách a na vyhovujúcich povrchoch (pozri obrázok 13). Priemerná hodnota súčiniteľa trenia kyvadlom na nehodových lokalitách bola cca 45 a na vyhovujúcich lokalitách cca 60.



Obrázok 13 Rozdelenie hodnôt súčiniteľa trenia kyvadlom na nehodových lokalitách a miestach s vyhovujúcim povrchom podľa [22]

Z týchto meraní bola odvodená krivka vzťahu medzi súčiniteľom trenia stanoveným kyvadlom a relatívnym rizikom, že drsnosť povrchu vozovky vytvára predpoklad pre nehodovú lokalitu (pozri obrázok 14). Tvar tejto krivky naznačuje, že hodnoty pod 55 možno akceptovať iba na úsekoch s malou intenzitou dopravy a hodnoty pod 45 pravdepodobne indikujú miesta nevyhovujúce z hľadiska drsnosti.



Obrázok 14 Relatívne riziko existencie nehodovej lokality v závislosti od hodnoty súčiniteľa trenia kyvadlom podľa [22]

2.3.2 Bezpečnosť premávky z hľadiska spomalenia brzdiaceho vozidla a dĺžky brzdnéj dráhy

Z tohto hľadiska je potrebné vychádzať z technických špecifikácií na kvalitu a účinnosť brzdného systému automobilu. Požiadavky na tieto parametre sú definované pre rôzne typy vozidiel v [1] a [2]. Príloha 3 dokumentu [2] je venovaná brzdným skúškam a účinnosti brzdových systémov. Podľa tohto predpisu sa účinnosť brzdového systému stanoví podľa nameranej brzdnéj dráhy vo vzťahu k počiatočnej rýchlosti vozidla a/alebo meraním stredného plného brzdného spomalenia počas skúšky. Predpis určuje podmienky skúšky, ktoré musia byť splnené pri meraní účinnosti brzd v rámci typového schvaľovania akéhokoľvek vozidla. Okrem parametrov súvisiacich s vozidlom je v bode 1.2.4 uvedené: „ak sa v príslušných prílohách neuvádza inak, musí mať povrch vozovky dobré adhézne vlastnosti“. Aj keď ide iba o veľmi všeobecne definované požiadavky na parametre stavu

povrchu skúšobného povrchu, možno predpokladať, že brzdné skúšky sú vykonávané na povrchoch, ktoré vyhovujú z hľadiska drsnosti.

Brzdový systém sa považuje za účinný, ak sú splnené kritéria uvedené v tabuľke 6. Ide o účinnosť brzdového systému pri „studených“ brzdách – skúška typu 0 (teplota brzd 65 °C až 100 °C).

Tabuľka 6 Požiadavky na účinnosť brzdových systémov podľa [2]

(A) Skúška typu 0 s motorom odpojeným	v $s \leq$ $d_m \geq$	100 km/h $0,1 v + 0,0060 v^2$ (m) $6,43 \text{ m/s}^2$
(B) Skúška typu 0 s motorom zapojeným	v $s \leq$ $d_m \geq$	$80 \% v_{\max} \leq 160 \text{ km/h}$ $0,1 v + 0,0067 v^2$ (m) $5,76 \text{ m/s}^2$
	f	6,5 – 50 daN

kde: v - rýchlosť pri skúške v (km.h⁻¹);
 s - brzdná dráha v (m);
 d_m - stredné plné brzdné spomalenie v (m.s⁻²);
 f - sila pôsobiaca na nožný ovládací prvok v (daN);
 $v_{\max}$ - maximálna rýchlosť vozidla v (km.h⁻¹).

Kritéria na účinnosť brzdového systému pri skúške I (skúška pri „zohriatych“ brzdách – teplota väčšia ako 100 °C) sú definované tak, že účinnosť s ohriatymi brzdami nesmie byť nižšia ako 75 % predpísanej účinnosti (to zodpovedá brzdnéj dráhe $0,1 v + 0,0080 v^2$ a priemernému plnému spomaleniu $4,82 \text{ m.s}^{-2}$) ani nie menšia ako 60 % hodnoty zaznamenananej pri skúške typu 0 s odpojeným motorom. Okrem toho sú stanovené požiadavky na účinnosť brzdových systémov vozidiel s príviesmi a antiblokovacími systémami. Pri porovnaní všetkých predpísaných hodnôt, najdlhšia brzdná dráha a najmenšie spomalenie sa vyžaduje pri skúške ohriatymi brzdami. Preto ako hraničné hodnoty z hľadiska technického stavu vozidla možno uvažovať brzdnú dráhu s dĺžkou $0,1 v + 0,0080 v^2$ a priemerné spomalenie $4,82 \text{ m.s}^{-2}$. Hodnotu priemerného spomalenia možno ešte redukovať, pretože väčšina vodičov nevyužíva plnú kapacitu účinnosti brzdného systému. V rámci výskumu publikovaného v [23] bolo zistené, že viac ako 90 % motoristov brzdí so spomalením $3,4 \text{ m.s}^{-2}$. Hraničné hodnoty dĺžky brzdnéj dráhy a nameraného spomalenia možno využiť na stanovenie kritérií stavu povrchu vozovky z hľadiska drsnosti vyjadrenej súčiniteľom trenia.

2.4 Experimentálne merania

Na stanovenie kritérií na hodnotenie drsnosti povrchu vozovky vzhľadom na bezpečnosť premávky boli okrem údajov získaných z literatúry aj hodnoty namerané na pokusných úsekoch. Na väčšine úsekov boli vykonané merania makrotextúry (odmernou metódou – hodnota h_p a MTD, profilografom – hodnota MPD), trenia (kyvadlom – hodnota PTV, Skiddometrom BV 11 – hodnota Mu), brzdného spomalenia a brzdnéj dráhy. Vzhľadom na problémy s Profilographom GE počas spracovania rozborovej úlohy (vykazoval chybné údaje) boli hodnoty MPD získané prepočtom v zmysle platných predpisov.

2.4.1 Úsek 1

Merania boli vykonané v úseku KIA – II/583C – ul. Sv. Jána Nepomuckého – pravý jazdný pruh v smere od cesty II/583 (ul. Fatranská) smerom k ceste II/583A v blízkosti Žiliny. Povrch vozovky: Asfaltový betón, suchý, nejazdený, bez nečistôt a vyjazdených koľají. Odhadovaný vek 3 roky. Na úseku sa zisťovali hodnoty brzdnych spomalení vozidiel, pričom sa brzdilo z troch jazdných rýchlostí a to 40 km.h⁻¹, 60 km.h⁻¹ a 80 km.h⁻¹. Brzdilo sa s použitím antiblokovacieho systému ABS a rovnako tak aj bez neho (znefunkčnenie ABS sa dosiahlo vytiahnutím príslušnej poistky).

Hodnoty parametrov drsnosti získaných jednotlivými skúškami sú uvedené v tabuľke 7. Hodnoty brzdnych spomalení získaných jednotlivými vozidlami sú uvedené v tabuľke 8.



Obrázok 15 Poloha úseku 1

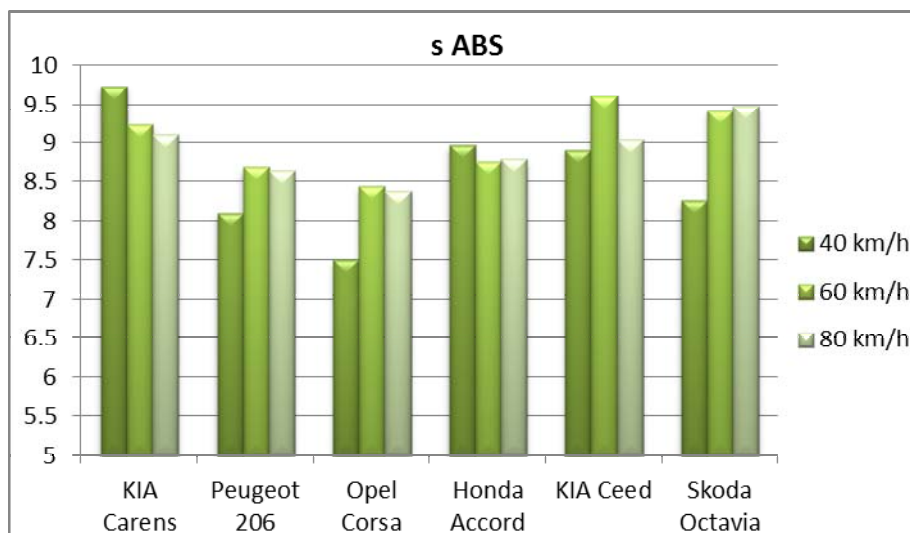
Tabuľka 7 Hodnoty parametrov drsnosti získaných jednotlivými skúškami na úseku 1

parameter	Mu_{60}	PTV	h_p	MTD	MPD_{SK}^*	$\text{MPD}_{\text{ETD}}^*$
KIA	0,74	73	1,0	1,0	1,69	1,0

** Nakoľko Profilograph GE v čase merania vykazoval chybné údaje, hodnoty v tabuľke sú získané prepočtom podľa TP 14/2006 (MPD_{SK}) a podľa STN EN ISO 13473-1 (MPD_{ETD}), pričom za hodnotu MTD potrebnú na prepočet sa uvažovalo s hodnotou h_p .*

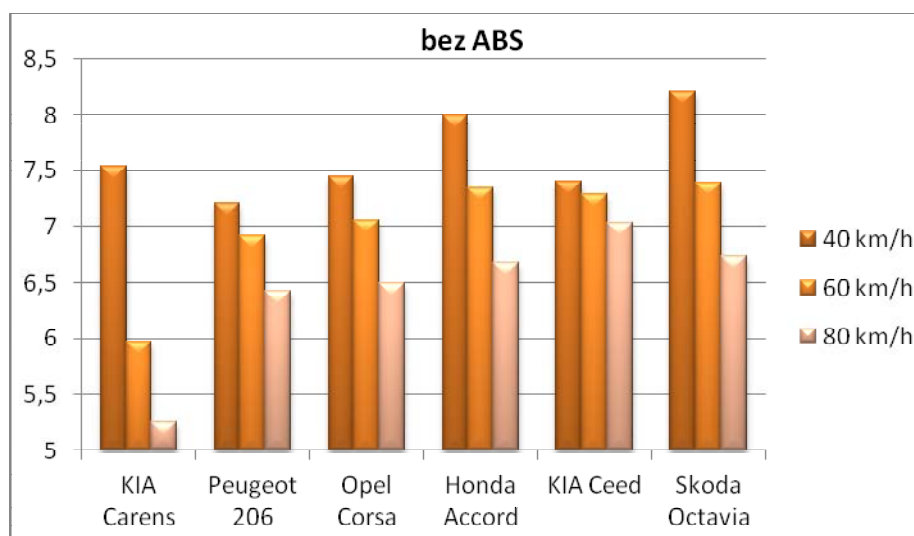
Tabuľka 8 Hodnoty brzdných spomalení na suchom povrchu na úseku KIA [24]

Vozidlo rýchlosť	s ABS			bez ABS		
	40	60	80	40	60	80
Honda Accord, 185/65 R15	8,97	8,76	8,79	7,99	7,34	6,68
KIA Carens, 205/60 R15	9,73	9,24	9,10	7,54	5,97	5,26
KIA Ceed, 195/65 R15	8,91	9,61	9,04	7,40	7,28	7,03
Skoda Octavia, 195/65 R15	8,26	9,42	9,49	8,59	8,37	
Opel Corsa, 175/65 R14	7,51	8,44	8,38	7,45	7,06	6,50
Peugeot 206, 175/65 R14	8,10	8,69	8,64	7,21	6,92	6,43
$a_{\min}$	7,51			5,26		
a_p	8,84			7,12		



Obrázok 16 Hodnoty brzdných spomalení získaných jednotlivými vozidlami s ABS

Možno konštatovať, že pri brzdení s ABS sú hodnoty brzdných spomalení viac menej nezávislé na rýchlosti. Naproti tomu pri brzdení bez ABS sa hodnoty brzdných spomalení so zvyšujúcou rýchlosťou znižujú. Maximálny rozdiel v brzdnom spomalení pri brzdení s ABS a bez neho činil $3,84 \text{ m.s}^{-2}$, čo v dĺžke brzdnéj dráhy pri brzdení z rýchlosti 80 km.h^{-1} na povrchu s uvedenými hodnotami parametrov drsnosti predstavovalo rozdiel až 20,8 m. Priemerná hodnota rozdielu v brzdnom spomalení pri brzdení s ABS a bez neho pri rýchlosti 80 km.h^{-1} bola $2,28 \text{ m.s}^{-2}$, čo predstavuje rozdiel v brzdnéj dráhe až 10 m. Minimálna hodnota brzdného spomalenia dosiahnutá na tomto úseku na suchom povrchu bez ABS bola $5,26 \text{ m.s}^{-2}$.

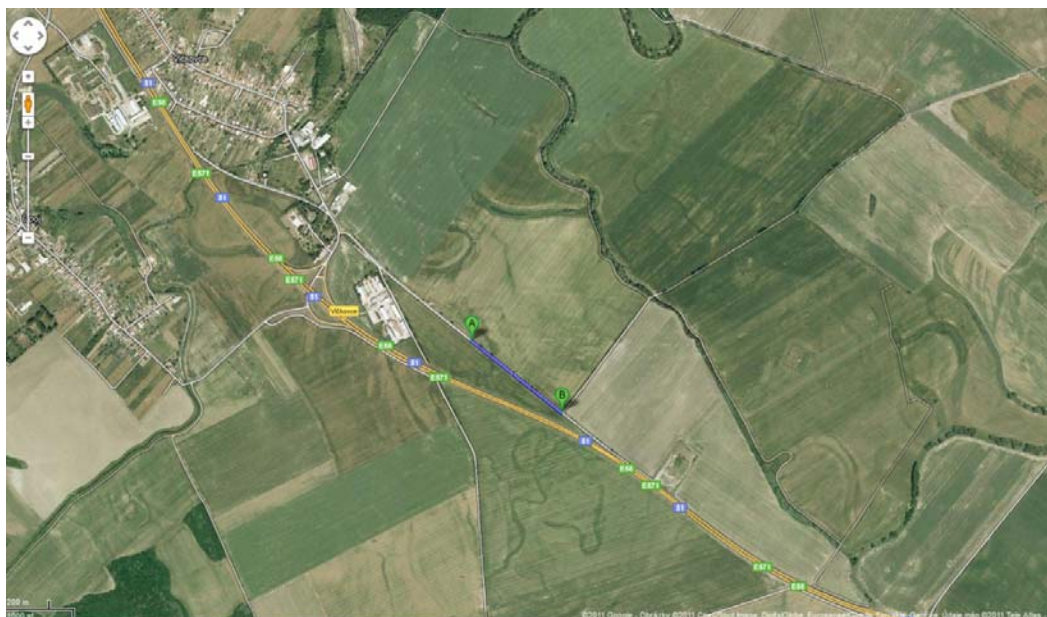


Obrázok 17 Hodnoty brzdných spomalení získaných jednotlivými vozidlami bez ABS

2.4.2 Úsek 2

Druhý úsek sa nachádzal na slepej ulici v obci Vlčkovce, časti pôvodnej cesty I/51. Povrch vozovky: Asfaltový betón, suchý, vyjazdený, bez nečistôt a vyjazdených koľají. Brzdne skúšky boli vykonané len so systémom ABS u všetkých vozidiel.

Hodnoty parametrov drsnosti získaných jednotlivými skúškami sú uvedené v tabuľke 9. Hodnoty brzdných spomalení získaných jednotlivými vozidlami sú uvedené v tabuľke 10.



Obrázok 18 Poloha úseku 2

Tabuľka 9 Hodnoty parametrov drsnosti získaných jednotlivými skúškami na úseku 2

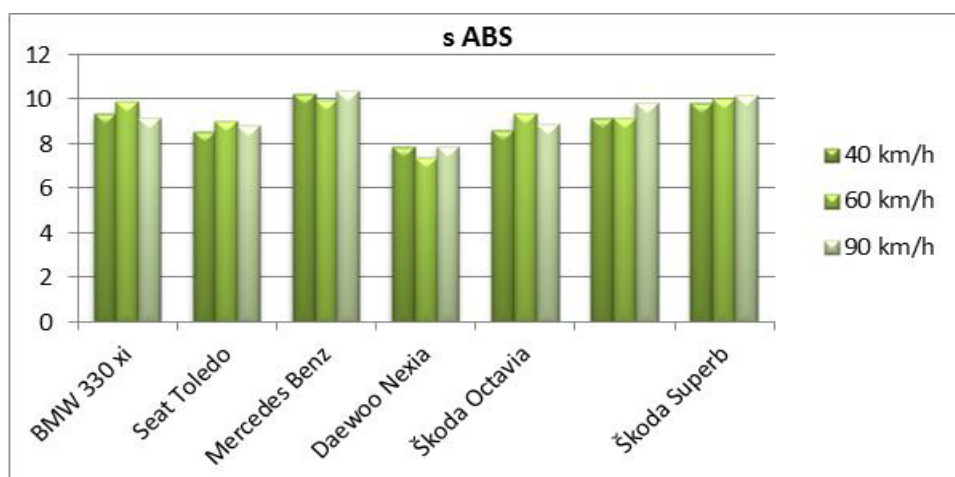
parameter	Mu_{60}	PTV	h_p	MTD	MPD_{SK}^*	$\text{MPD}_{\text{ETD}}^*$
I/51 stará	-	84	0,87	0,87	1,48	0,84

** Nakoľko Profilograph GE v čase merania vykazoval chybné údaje, hodnoty v tabuľke sú získané prepočtom podľa TP 14/2006 (MPD_{SK}) a podľa STN EN ISO 13473-1 (MPD_{ETD}), pričom za hodnotu MTD potrebnú na prepočet sa uvažovalo s hodnotou h_p .*

Tabuľka 10 Hodnoty brzdných spomalení na suchom povrchu na úseku 2 [25]

Vozidlo	rýchlosť	s ABS		
		40	60	90
BMW 330 xi		9,33	9,90	9,19
Seat Toledo 1,9 TDi Sport		8,57	9,05	8,84
Mercedes Benz 170 1,7d		10,26	9,95	10,36
Daewoo Nexia 1,5i		7,89	7,38	7,87
Škoda Octavia Combi, 205/55 R16		8,65	9,33	8,88
Mercedes Benz ML 320 255/50 R19		9,18	9,14	9,84
Škoda Superb 2,5 TDI, 225/45 R17		9,85	10,06	10,16
$a_{\min}$		7,38		
a_p		9,14		

Rovnako ako na úseku č. 1 sa preukázalo, že hodnoty brzdných spomalení pri brzdení so systémom ABS sú viac menej nezávislé na jazdnej rýchlosti. Priemerná hodnota spomalení bola $9,14 \text{ m.s}^{-2}$ a minimálna hodnota brzdného spomalenia bola $7,38 \text{ m.s}^{-2}$.



Obrázok 19 Hodnoty brzdných spomalení získaných jednotlivými vozidlami s ABS

2.4.3 Úsek 3

Tretí úsek sa nachádzal na ceste pre motorové vozidlá R1, v smere Nitra – Trnava od km 130,5. Povrch vozovky: Asfaltový betón, suchý, jazdený, bez nečistôt a vyjazdených koľají. Odhadovaný vek 9 rokov.

Hodnoty parametrov drsnosti získaných jednotlivými skúškami sú uvedené v tabuľke 11. Hodnoty brzdných spomalení získaných jednotlivými vozidlami sú uvedené v tabuľke 12.

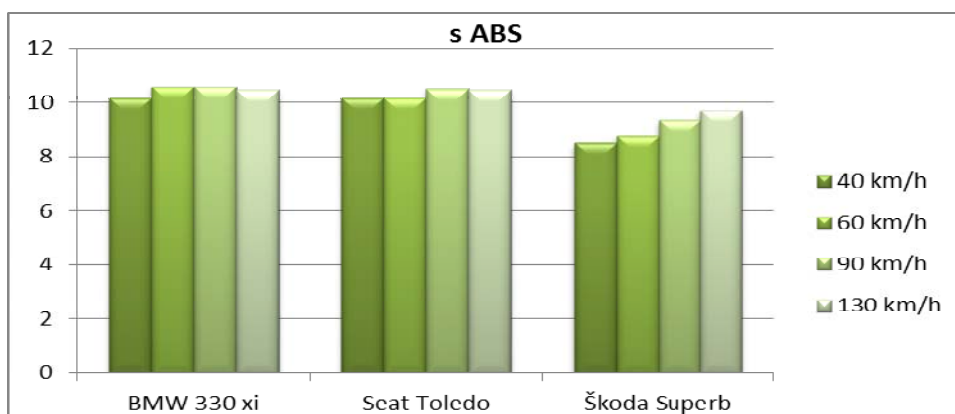
Tabuľka 11 Hodnoty parametrov drsnosti získaných jednotlivými skúškami na úseku 3

parameter	Mu ₆₀	PTV	MTD	MPD _{SK}	MPD _{ETD}
I/51 nová	0,68	71	-	-	-

Tabuľka 12 Hodnoty brzdných spomalení na suchom povrchu na úseku 3 [25]

Vozidlo rýchlosť	s ABS			
	40	60	90	130
BMW 330 xi	10,18	10,58	10,57	10,44
Seat Toledo 1,9 TDi Sport	10,18	10,15	10,50	10,44
Škoda Superb 1,9 TDi Classic	8,50	8,77	9,31	9,67
a _{min}	8,50			
a _p	9,94			

Rovnako ako na úseku č.1 a 2 sa preukázalo, že hodnoty brzdných spomalení pri brzdení so systémom ABS sú viac menej nezávislé na jazdnej rýchlosti. Priemerná hodnota spomalení bola 9,94 m.s⁻² a minimálna hodnota brzdného spomalenia na suchom povrchu bola 8,5 m.s⁻².

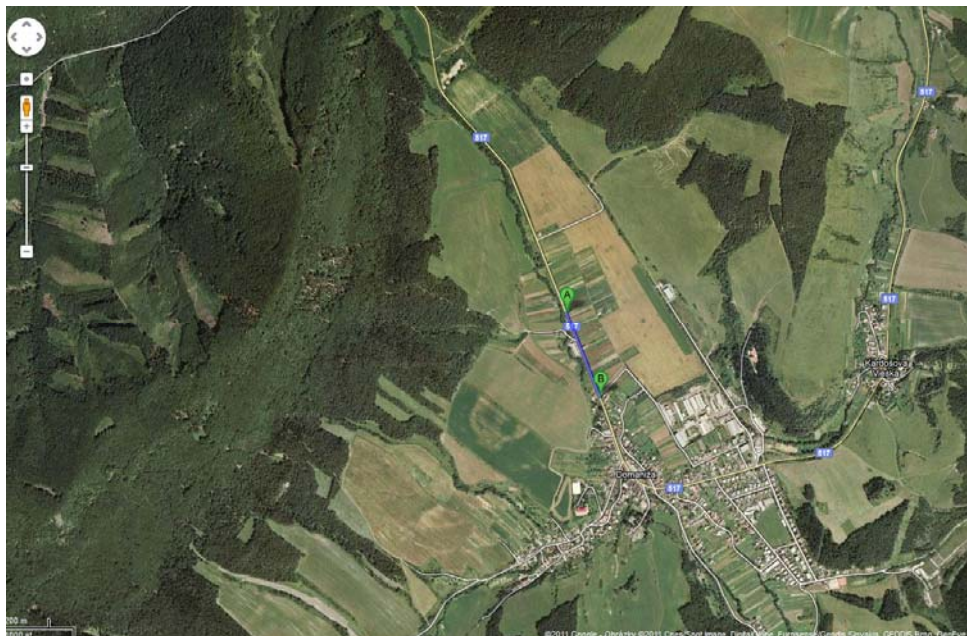


Obrázok 20 Hodnoty brzdných spomalení získaných jednotlivými vozidlami s ABS

2.4.4 Úsek 4

Tento úsek sa nachádzal v blízkosti obce Domaniža na ceste II/517 medzi uzlovými bodmi 2544A018 a 2544A019 v km 2,0.

Povrch vozovky: Asfaltový betón, suchý, vyjazdený, bez nečistôt s minimálnou hĺbkou vyjazdených koľají. Brzdné skúšky boli vykonané s 13 autami so systémom ABS a s jedným vozidlom bez ABS na suchej vozovke. Na vlhkej vozovke boli vykonané brzdné skúšky dvomi autami – jedno s ABS a jedno bez ABS.



Obrázok 21 Poloha úseku 4

Hodnoty parametrov drsnosti získaných jednotlivými skúškami sú uvedené v tabuľke 13. Hodnoty brzdných spomalení získaných jednotlivými vozidlami sú uvedené v tabuľke 14.

Tabuľka 13 Hodnoty parametrov drsnosti získaných jednotlivými skúškami na úseku 4

parameter	Mu ₈₀	PTV	h _p	MTD	MPD _{SK} *	MPD _{ETD} *
Domaniža	0,33	43	0,47	0,47	0,82	0,34

* Nakolko Profilograph GE v čase merania vykazoval chybné údaje, hodnoty v tabuľke sú získané prepočtom podľa TP 14/2006 (MPD_{SK}) a podľa STN EN ISO 13473-1 (MPD_{ETD}).

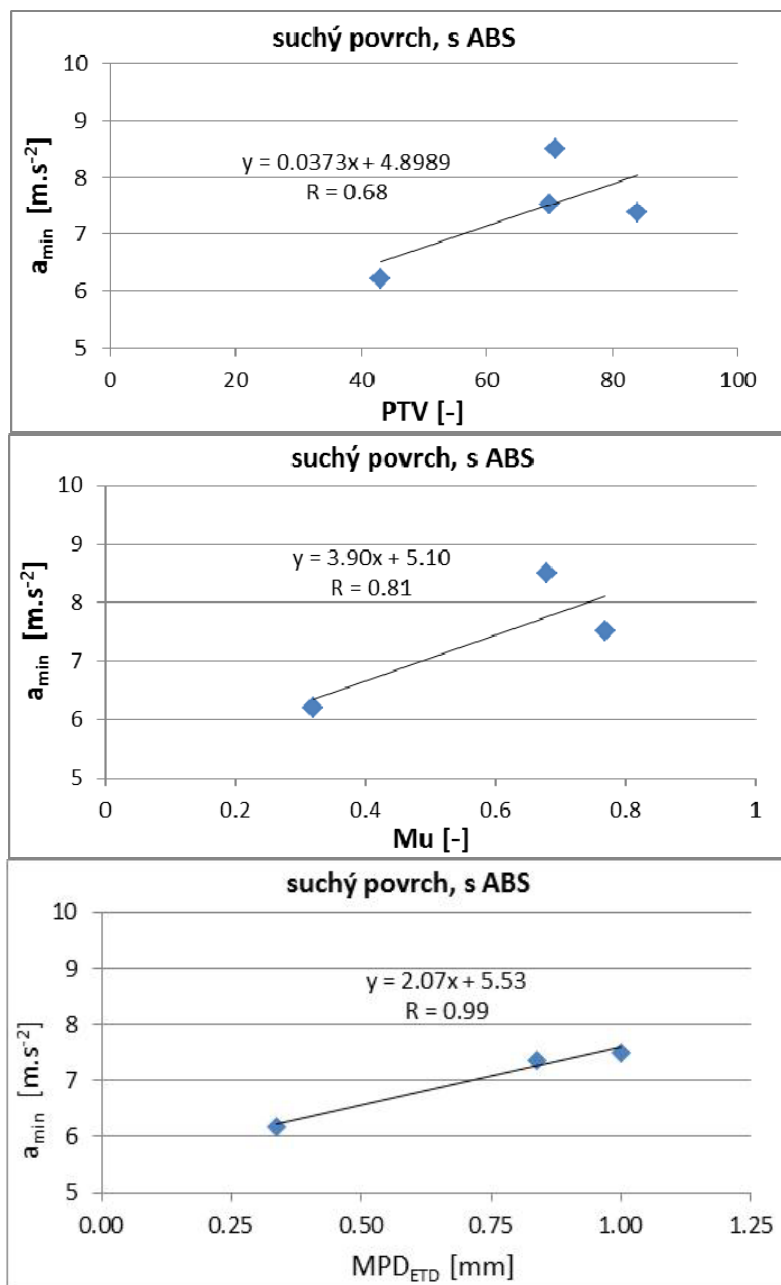
Tabuľka 14 Hodnoty brzdných spomalení na suchom povrchu na úseku 4 [25]

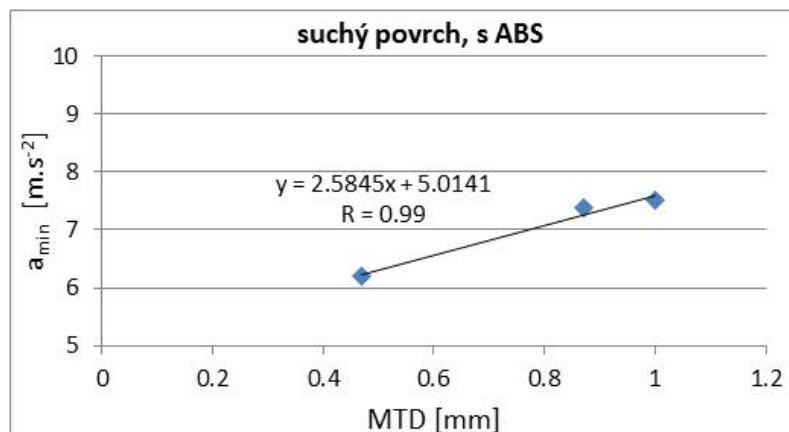
Vozidlo rýchlosť		suchá		mokrá	
		50	90	50	90
VW Jetta	s ABS	7,43	7,62	-	-
Škoda Octavia II	s ABS	7,41	7,92	5,35	5,31
Opel Zafira	s ABS	5,93	7,16	-	-
Škoda Octavia II	s ABS	7,64	8,16	-	-
Fabia Combi	s ABS	5,51	-	-	-
Fabia Hatchback	bez ABS	6,22	6,77	3,23	3,48
	a _{min}	5,51		3,23	
	a _p	7,20		-	

Minimálna hodnota brzdného spomalenia na suchom povrchu pri vozidlách s ABS bola 5,51 m.s⁻², pričom vozidlo bez ABS dosiahlo hodnotu 6,22 m.s⁻². Na mokrom povrchu bola najnižšia hodnota brzdného spomalenia nameraná pri vozidle bez ABS - 3,23 m.s⁻².

2.4.5 Vyhodnotenie meraní

Na určenie závislostí medzi jednotlivými parametrami drsnosti a brzdným spomalením dosiahnutým na vozovkách konkrétnych úsekov ciest, ktoré by mali slúžiť na stanovenie hraničných hodnôt na posudzovanie protišmykových vlastností vozoviek v rámci systému hospodárenia, sa s ohľadom na bezpečnosť cestnej premávky z vykonaných brzdných skúšok brali do úvahy minimálne hodnoty dosiahnutých brzdných spomalení. Zistené závislosti sú znázornené na nasledujúcich obrázkoch.





Obrázok 22 Vzťah medzi spomalením a charakteristikami drsnosti

Z vykonaných meraní, pokusov a určených závislostí možno jednoznačne konštatovať, že s narastajúcimi hodnotami všetkých parametrov drsnosti hodnoty brzdného spomalenia rastú. Pri výrazných rozdieloch medzi hodnotami parametrov popisujúcich drsnosť vozovky sa hodnoty brzdnych spomalení na suchom povrchu výrazne nemenia, pričom pri vozidlách s funkčným systémom ABS bola minimálna hodnota brzdného spomalenia výrazne vyššia ako je hodnota, ktorou za bežných okolností brzdí viac ako 90 % vodičov (3,4 m.s⁻²). **Meraním sa zistilo, že nominálna veľkosť brzdnych spomalení na suchej vozovke závisí predovšetkým na vlastnostiach automobilu a pneumatík.**

Pri vozidlách, ktoré brzdili bez ABS sa v priemere dosahovali výrazne nižšie hodnoty brzdnych spomalení (hlavne pri brzdení z vyšších rýchlostí), avšak aj tu sa dosiahli hodnoty, ktoré vyhovujú požiadavkám kladeným na účinnosť brzdnych systémov, na preukázanie ktorých sa uvažuje s povrchom vozovky s dobrými protišmykovými vlastnosťami. **Z toho vyplýva, že na suchej vozovke je otázka hodnotenia drsnosti vozovky bezpredmetná.**

Vzhľadom na nedostatočný počet vykonaných brzdnych skúšok na vlhkej vozovke, vytvorenie relevantných závislostí veľkosti brzdného spomalenia na parametroch drsnosti nebolo možné. Na úseku s najnižšími hodnotami všetkých parametrov (úsek 4 – Domaniža) však bola pre možnosť porovnania vykonaná brzdna skúška aj za mokra. Bol použitý automobil s ABS, aj automobil bez ABS. Najnižšia hodnota brzdného spomalenia dosiahnutá na úseku v Domaniži pri brzdení bez ABS z rýchlosti 80 km.h⁻¹ bola 3,48 m.s⁻² a z rýchlosti 50 km.h⁻¹ to bolo 3,23 m.s⁻² (pozri tabuľku 14), pričom na suchej vozovke toto vozidlo dosiahlo spomalenie 6,77 m.s⁻², čo predstavuje približne 50 % rozdiel. Vozidlo s ABS, ktoré dosiahlo hodnotu brzdného spomalenia na suchej vozovke 7,92 m.s⁻², dosiahlo na mokrej vozovke brzdne spomalenie 5,31 m.s⁻², čo možno taktiež považovať za výrazné zníženie spomalenia vplyvom vlastností povrchu. Je však potrebné zdôrazniť, že vplyvom teplého počasia povrch vozovky rýchlo vysychal a hrúbka vodného filmu už nemala rovnaké hodnoty ako pri skúškach vozidlom s ABS. Je predpoklad, že pri rovnakej hrúbke filmu ako pri vozidle s ABS, by boli aj pri vozidle s ABS hodnoty brzdnych spomalení ešte nižšie ako 5,31 m.s⁻². Jednoznačne sa tu však potvrdila skutočnosť, že hrúbka vodného filmu a schopnosť povrchu odvádzať vodu (hodnoty makrotextúry) výrazne ovplyvňujú hodnoty brzdnych spomalení všetkých typov vozidiel.

Z doterajších výskumov je zrejmé, že hodnoty brzdnych spomalení na mokrej vozovke okrem makrotextúry povrchu (odvod vody) výrazne závisia aj na hrúbke vodného filmu, hrúbke dezénu pneumatiky, rýchlosti vozidla a účinnosti brzdného systému.

Pri uvažovaní najhoršieho možného prípadu, t.j. mokrá vozovka a brzdenie bez ABS je možné odvodiť hodnotu maximálneho dosiahnuteľného brzdného spomalenia v závislosti od veľkosti súčiniteľa pozdĺžneho trenia podľa nasledujúcich vzťahov:

$$F_{br} = m \cdot a = \frac{G}{g} a \quad (N) \quad (6)$$

kde: F_{br} - brzdna sila na obvode kolies (N),
 m - hmotnosť automobilu (kg),

G - tiaž automobilu (N),
 a – spomalenie automobilu pri brzdení (m.s^{-2}),
 g - tiažové zrýchlenie (m.s^{-2}).

Zároveň platí, že:

$$f_p = \frac{F_{br}}{G} \quad (-) \quad (7)$$

následne:

$$\frac{G}{g} \cdot a = G \cdot f_p \Rightarrow f_p = \frac{a}{g} \quad (-) \quad (8)$$

Z toho vyplýva, že maximálna možná hodnota brzdného spomalenia pri zablokovaných kolesách, ktorá je dosiahnuteľná na povrchu vozovky so súčiniteľom f_p je približne desať násobkom hodnoty tohto súčiniteľa:

$$a = 9,81 \cdot f_p \quad (\text{m.s}^{-2}) \quad (9)$$

Uvedený vzťah však uvažuje s určitou teoretickou hodnotou súčiniteľa trenia, ktorá sa nemusí zhodovať s hodnotami zariadenia Skiddometer BV11, ktorý má hrúbku vodného filmu pri meraní 1mm a meracie koleso s dezénom je brzdené so 17 % sklzom, ktorý predstavuje systém ABS.

Z doterajších výskumov vyplýva, že hodnota súčiniteľa trenia a teda aj hodnota maximálneho možného brzdného spomalenia pri zablokovaných kolesách sa môže v závislosti od hrúbky vodného filmu a opotrebovanosti pneumatík znížiť od 25 % (vodný film 0,2 mm, nové pneumatiky, rýchlosť 90 km.h^{-1}) až do 95 % (vodný film 2 mm, nové pneumatiky, rýchlosť 90 km.h^{-1}). Pri pneumatikách opotrebovaných dochádza na mokrej vozovke ešte k výraznejším zníženiam trenia a tieto hodnoty sa so zvyšujúcou rýchlosťou ešte znižujú, čoho dôkazom sú aj výsledky zistené na úseku v Domaniži (pozri vyššie).

Na základe uvedených skutočností a vyššie uvedených závislostí možno konštatovať, že hodnota 3,48 m.s^{-2} dosiahnutá pri rýchlosti 80 km.h^{-1} pri zablokovaných kolesách, podľa požiadaviek STN 73 6101 na stanovenie dĺžky rozhl'adu už nevyhovuje. V norme pre 80 km.h^{-1} je požadovaná hodnota $f_v = 0,43$ a pri prepočte dosiahnutého spomalenia na úseku podľa vzťahu (2.4.4) dostávame hodnotu iba 0,35! Rovnako tak, podľa prieskumov brzdných spomalení vodičov, je táto hodnota nevyhovujúca pre brzdenie pri neočakávaných udalostiach, kedy podľa [26] väčšina vodičov brzdí so spomalením väčším ako 4,5 m.s^{-2} .

2.5. Stanovenie hraničných hodnôt parametrov drsnosti

2.5.1 Stanovenie hraničných hodnôt pre zariadenie Skiddometer BV11

Hodnota súčiniteľa trenia nameraná zariadením Skiddometer BV11 na úseku Domaniža, na ktorom bola z hľadiska bezpečnosti cestnej premávky nameraná nedostatočná hodnota spomalenia pri zablokovaných kolesách (3,48 m.s^{-2}) bola $Mu_{80} = 0,33$. Ak by sa mala dosiahnuť výpočtová hodnota súčiniteľa trenia na stanovenie dĺžky rozhl'adu podľa normy STN 73 6101 ($f_v = 0,43$), je potrebné aby sa teoretická hodnota súčiniteľa trenia f_p prepočítaná z nameraného spomalenia zvýšila o 21,2 %. Ak sa podobný model použije na zistenú hodnotu Mu , táto by mala mať hodnotu minimálne 0,40.

Ak zoberieme do úvahy predpoklad uvedený v [10], že väčšina vodičov pri neočakávaných udalostiach brzdí so spomalením väčším ako 4,5 m.s^{-2} , potom podľa teoretického modelu, ktorý uvažuje s najhorším možným prípadom (mokrú vozovku, vozidlo bez ABS) by mala byť minimálna požadovaná hodnota teoretického súčiniteľa trenia $f_p = 0,46$. Pri prepočte podľa nameraných hodnôt brzdného spomalenia je potom potrebné, aby povrch vozovky vykazoval hodnoty súčiniteľa trenia zisteného zariadením Skiddometer BV11 minimálne $Mu_{80} = 0,43$.

Tabuľka 15 Návrh hodnotenia drsnosti povrchu vozovky parametrom Mu

Hodnotenie	Mu_{80} [-]
vozovka vo veľmi dobrom stave	$> 0,64$
vozovka vyhovuje	$0,44 \leq Mu \leq 0,64$
vozovka nevyhovuje	$\leq 0,43$

2.5.2 Stanovenie hraničných hodnôt pre zariadenie Profilograph GE - MPD

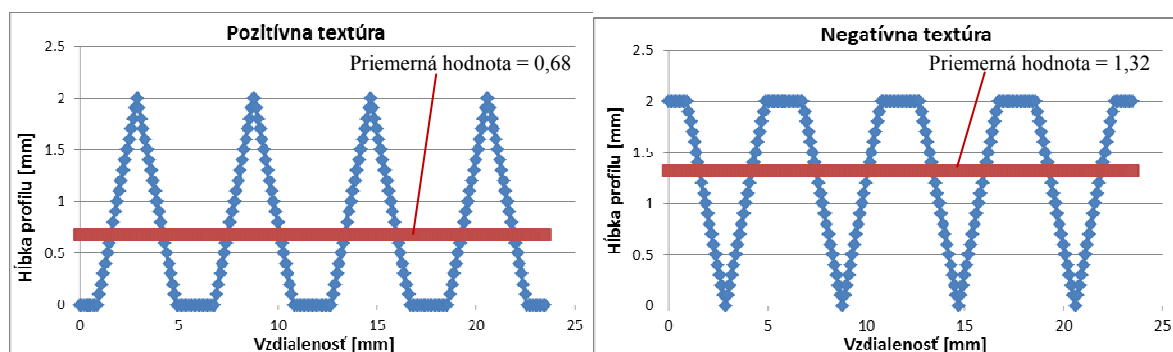
Podľa výsledkov výskumov zameraných na vzťah nehodovosti a hodnôt textúry sa navrhuje, aby minimálna hodnota priemernej hĺbky profilu bola $MPD = 0,4$ mm. Táto hodnota bola navrhnutá na základe číselných hodnôt MTD získaných z odmernej metódy s použitím vzťahu z STN EN ISO 13473-1 na určenie odhadovanej hĺbky textúry ETD , keďže meracie zariadenie Profilograph GE v období spracovania úlohy vykazoval chybné údaje. Na objektívne stanovenie hraničných hodnôt je potrebné reálne zmerať hodnotených úsekov zariadením Profilograph GE.

Tabuľka 16 Návrh hodnotenia textúry povrchu vozoviek parametrom MPD

Hodnotenie	MPD (mm)
vozovka nevyhovuje	$< 0,65$
vozovka vyhovuje	$\geq 0,65$

Horné hranice priemernej hĺbky profilu textúry nie je nutné stanoviť, nakoľko vysoká hodnota makrotextúry ešte nemusí znamenať vyhovujúce podmienky z hľadiska protišmykových vlastností (slabá mikrotextúra - vyhladené kamenivo), z čoho vyplýva potreba kombinácie tejto metódy s metódou hodnotenia odolnosti voči šmyku (PTV , Mu).

Ako bolo vyššie spomenuté, hodnotenie drsnosti vozovky parametrom charakterizujúcim priemernú hĺbku profilu textúry vozovky (MPD), naráža na problém rozlíšenia medzi pozitívnou a negatívnou textúrou. Tento problém nastáva v dôsledku toho, že podľa definície uvedenej v STN EN ISO 13473-1 sa priemerná hĺbka profilu (MPD) vypočíta ako rozdiel priemeru dvoch maximálnych hodnôt profilu a priemernej hodnoty profilu, pričom priemerná hodnota profilu je obvykle nulová v dôsledku vysokopásmového filtrovania alebo potlačenia sklonu (pozri obrázok 23).



Obrázok 23 Výsledné hodnoty pri dvoch typoch textúry

Ako je možné vidieť, oba profily majú podľa normovej definície rovnakú hodnotu $MPD = 2,0$ mm, avšak ich priemerná hodnota nie je nulová, ale je výrazne odlišná – 0,68 pre pozitívnu textúru a 1,32 pre negatívnu textúru. Ak by sa do výpočtu MPD započítala aj priemerná hodnota profilu, výsledky by boli $MPD = 1,32$ mm pre profil s pozitívnou textúrou a $MPD = 0,68$ mm pre profil s negatívnou textúrou. Tieto výsledky očividne poskytujú lepší obraz o protišmykových vlastnostiach vozovky charakterizovaných na základe textúry.

Na doplnenie a presnejšie vyjadrenie drsnosti vozovky na základe presného merania profilu sa navrhuje, aby sa do výpočtu MPD buď započítavala priemerná hodnota profilu, alebo aby sa z nameraných hodnôt profilu vypočítavala efektívna hodnota – RMS (Root Mean Square), resp. aby sa vypočítaval pomer medzi MPD a RMS , tzv. ukazovateľ textúry TR .

$$TR = MPD/RMS \quad (-) \quad (10)$$

Pričom hodnoty nad 1,0 znamenajú pozitívnu textúru a pod 1,0 negatívnu. Profily v obrázku 23 majú hodnoty $TR = 1,39$ pre pozitívnu textúru a $TR = 0,46$ pre negatívnu textúru. Táto hodnota by mohla pomôcť aj pri hodnotení vozovky z hľadiska produkcie hlukových imisií.

2.5.3 Stanovenie hraničných hodnôt pre skúšku kyvadlom - PTV

Podľa výsledkov výskumov zameraných na vzťah nehodovosti a hodnôt súčiniteľa trenia zisteného kyvadlom možno považovať hodnotu $f_k = 55$ zistenú kyvadlom podľa STN 73 6177 za akceptovateľnú hranicu na posudzovanie drsnosti povrchu vozovky z hľadiska bezpečnosti premávky. Pretože pri vyhodnotení podľa súčasne platnej normy vznikajú rozdiely v teplotných korekciách, vďaka ktorým sú podľa novej normy výsledné hodnoty väčšie v porovnaní s pôvodnou normou, navrhujeme, aby sa hraničná hodnota $f_k = 55$ zmenila na $PTV = 53$.

Tabuľka 17 Návrh hodnotenia drsnosti povrchu vozovky parametrom PTV

Hodnotenie	PTV_{CORR} (-)
vozovka nevyhovuje	< 53
vozovka vyhovuje	≥ 53

Horné hranice hodnoty PTV nie je nutné stanoviť, nakoľko vysoká hodnota je z hľadiska vyhovujúcich protišmykových vlastností vždy žiaduca.

2.5.4 Stanovenie hraničných hodnôt hĺbky textúry pre odmernú metódu - MTD

Podľa výsledkov výskumov zameraných na vzťah medzi spomalením vozidiel pri brzdení a hodnotou textúry navrhujeme, aby minimálne hodnota priemernej hĺbky profilu bola stanovená na $MTD = 0,70$ mm.

Tabuľka 18 Návrh hodnotenia textúry povrchu vozoviek parametrom MTD

Hodnotenie	MTD (mm)
vozovka nevyhovuje	< 0,70
vozovka vyhovuje	≥ 0,70

Horné hranice priemernej hĺbky textúry nie je nutné stanoviť, nakoľko vysoká hodnota makrotextúry ešte nemusí znamenať vyhovujúce podmienky z hľadiska protišmykových vlastností (slabá mikrotextúra - vyhladené kamenivo), z čoho vyplýva potreba kombinácie tejto metódy s metódou hodnotenia odolnosti voči šmyku (PTV , Mu).

2.6 Odporúčania na aktualizáciu noriem a TP

V rámci riešenia RÚ boli analyzované normy a TP venované problematike merania a hodnotenia drsnosti povrchu cestných vozoviek. Cieľom bolo zhodnotiť ich súčasný stav z pohľadu aktuálnosti metód merania a najmä navrhnúť ich aktualizáciu pokiaľ ide o novonavrhované kritéria hodnotenia drsnosti povrchu vozovky vo väzbe na platné metódy merania.

V rámci analýzy boli preskúvané tieto normy a predpisy:

- STN 73 6177 Meranie protišmykových vlastností povrchov vozoviek (1983),
- STN 73 6195 Hodnotenie protišmykových vlastností povrchov vozoviek (1974),
- TP 03/2011 Asfaltový koberec veľmi tenký,
- TP 04/2011 Recyklácia asfaltových zmesí za horúca v obaľovacích súpravách,
- TP 05/2011 Recyklácia asfaltových zmesí na mieste za horúca pre vozovky s dopravným zaťažením triedy I. až VI.,
- TP 06/2011 Asfaltový koberec drenážny,
- TP 07/2011 Opätovné spracovanie vrstiev netuhých vozoviek za studena na mieste,
- TP 08/2011 Katalóg technológií na opravy základných typov porúch vozoviek,
- TP 10/2006 Systém hospodárenia s vozovkami,
- TP 14/2006 Meranie a hodnotenie drsnosti vozoviek pomocou zariadení SKIDDOMETER BV11 a PROFILOGRAPH GE,
- TP 9A/2005 Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Diaľnice, rýchlostné cesty a cesty,
- TP 01/2004 Opravy a rekonštrukcie vozoviek. Zosilňovanie asfaltových vozoviek,
- TP 04/2000 Meranie a hodnotenie nerovností vozoviek pomocou zariadenia

PROFILOGRAPH GE,

- TKP 5 Podkladové vrstvy,
- TKP 6 Hutnené asfaltové vrstvy,
- TKP 6.1 Asfaltový koberec drenážny,
- TKP 6.2 Asfaltový koberec veľmi tenký.

Počas platnosti uvedených noriem došlo k mnohým zmenám v meraní, z čoho vyplýva nutnosť aktualizácie oboch noriem. Navrhované zmeny sú uvedené v nasledujúcich kapitolách.

Z uvedených TP sa metódy merania a kritéria hodnotenia drsnosti nachádzajú iba v TP 14/2006, kde sú v kapitole 6.1, tabuľke 1 uvedené kritériá hodnotenia drsnosti na základe hodnôt *Mu*. V ďalšom texte sú uvedené požiadavky na hodnoty *Mu* pred ukončením záručnej lehoty a tabuľka 2 s ekvivalentnými hodnotami rôznych parametrov na hodnotenie drsnosti. Vzhľadom k argumentom uvedeným v predchádzajúcom texte rozborovej úlohy sú aj v prípade predpisu TP 14/2006 navrhnuté zmeny niektorých jeho častí, ktoré sú podrobne uvedené v ďalšej časti rozborovej úlohy.

2.6.1 Návrh zmien STN 73 6177

Norma stanovuje postupy na meranie protišmykových vlastností povrchov pozemných komunikácií. Po prevzatí európskych noriem a následnom zrušení niektorých častí, ktoré boli v rozpore s prevzatými európskymi normami obsahuje:

- časť terminológie;
- vymenovanie štyroch skúšobných postupov obsiahnutých v norme (tri z nich sú už nahradené postupmi definovanými v prevzatých európskych normách);
- opisy dvoch skúšobných postupov – zisťovanie hĺbky makrotextúry pieskom (články venované tomuto postupu mali byť zrušené pri prevzatí EN 13036-1) a zisťovanie súčiniteľa pozdĺžneho trenia dynamometrickým príviesom;
- Prílohu 1 Snímanie odliatkov povrchov vozoviek;
- Prílohu 2 a 3 na vyhodnotenie skúšobného postupu zisťovania hĺbky makrotextúry pieskom (taktiež mali byť zrušené pri prevzatí EN 13036-1);
- Prílohu 6 na vyhodnotenie postupu zisťovania súčiniteľa pozdĺžneho trenia dynamometrickým príviesom;
- Dodatok o súvisiacich normách, porovnaní s predchádzajúcou normou a údaje o spracovateli normy.

Vzhľadom na súčasný stav sú možné dve riešenia:

1. zrušiť existujúcu STN 73 6177 bez náhrady (nami odporúčané riešenie);
revidovať STN 73 6177.

Ad 1)

Zrušenie existujúcej normy by malo za následok iba vynechanie niektorých definícií a skúšobného postupu na zisťovanie súčiniteľa pozdĺžneho trenia dynamometrickým príviesom (ostané tri skúšobné postupy sú aj tak neplatné, pretože boli nahradené prevzatými európskymi normami). Tento postup sa už dlhú dobu nevyužíva, nie je k dispozícii meracie zariadenie vyhovujúce podmienkam definovaným v postupe a podľa nás nie je nutné, aby v takomto prípade bol tento postup uvedený v norme.

Ad 2)

Pri revízii normy navrhujeme ponechať:

- v kapitole I články 1, 2, 6 až 9 a článok 14; zrušené a chýbajúce články doplniť z textu noriem STN EN 13036-1, STN EN 13036-4, STN EN ISO 13473-1;
- v kapitole II uviesť, že platia postupy merania uvedené v STN EN 13036-1, STN EN 13036-4;
- zrušiť kapitolu III - dosiaľ platné články 18 až 27 mali už byť zrušené prevzatím EN 13036-1;
- zrušiť kapitolu VI, články 52 až 64 venovanú meraniu dynamometrickým príviesom;
- zrušiť Prílohu 1, 2 a 3;

- zrušiť kapitolu Dodatok.

Po takejto revízii by v norme zostali iba definície a odkazy na postupy merania uvedené v iných normách.

2.6.2 Návrh zmien STN 73 6195

Norma obsahuje ustanovenia na hodnotenie protišmykových vlastností povrchov vozoviek na základe definovaných postupov merania. Túto normu navrhujeme revidovať s nasledovnými zmenami:

- v kapitole I zmeniť označovanie parametrov používaných na hodnotenie drsnosti na súčasne platné označovanie ($f_k \Rightarrow PTV$, $hp \Rightarrow MTD$) a vynechať parametre, ktoré sa viažu na nepoužívané metódy, prípadne na metódy neobsiahnuté v platných normách (d_o – súčiniteľ drsnosti povrchu vozovky stanovený odrazomerom, f_p – súčiniteľ trenia z merania dynamometrickým príviesom, h_M – hĺbka mikronerovností stanovená mikroprofilografom, M – súčiniteľ prepočtu pre f_p);
- v kapitole II:
 - a) zmeniť článok 3 – ponechať iba odmernú metódu (vysypanie sklenými guľôčkami - STN EN 13036-1) a súčiniteľ trenia kyvadlom (STN EN 13036-4); ostatné metódy vynechať;
 - b) v tabuľke 1 „Použitie skúšok“ vynechať riadky pre parametre h_M , d_o , f_p a riadok s poznámkou; pri ostatných parametroch zmeniť označenie na súčasne platné ($f_k \Rightarrow PTV$, $hp \Rightarrow MTD$); pri parametre f_k v stĺpci „použitie“ súčasný text nahradiť textom, ktorý je totožný s textom pre parameter h_p ; pri parametre f_k v stĺpci „nie je možné použiť“ vynechať text „na komunikáciách s návrhovou rýchlosťou > 60 km/h“;
- v kapitole III:
 - a) názov metódy A zmeniť na „Meranie hĺbky makrotextúry povrchu vozovky odmernou metódou“;
 - b) text článku 9 zmeniť na: Pri stanovení makrotextúry odmernou metódou (MTD) sa povrch vozovky hodnotí na základe výslednej hodnoty stanovenej podľa skúšobného postupu. Požadované hodnoty sú uvedené v tabuľke 2;
 - c) tabuľku 2 nahradiť touto tabuľkou.

Tabuľka 2 Hodnotenie podľa MTD

Hodnotenie	Hodnota MTD
Vozovka nevyhovuje, povrch je nutné zdrsniť	MTD < 0,70 ¹⁾
Vozovka vyhovuje	MTD ≥ 0,70

¹⁾ Ak ide o výsledok prvého merania podľa čl. 4 tejto normy, je nutné požiadať príslušný orgán štátnej správy o osadenie dopravnej značky obmedzujúcej rýchlosť s dodatkovou tabuľkou „Platí len zamokra“ a dopravnej značky „Nebezpečenstvo šmyku“.

- d) vynechať metódu B a C (články 10 a 11 a tabuľky 3 a 4);
- e) názov metódy D zmeniť na „Metóda merania odporu povrchu proti šmyku. Skúška kyvadlom“;
- f) text článku 12 zmeniť na: Pri stanovení súčiniteľa trenia kyvadlom (PTV) sa povrch vozovky hodnotí na základe výslednej hodnoty stanovenej podľa skúšobného postupu. Požadované hodnoty sú uvedené v tabuľke 3;
- g) tabuľku 5 nahradiť touto tabuľkou.

Tabuľka 3 Hodnotenie podľa PTV

PTV _{CORR} < 53	PTV _{CORR} ≥ 53
Vozovka nevyhovuje, povrch je nutné zdrsniť	Vozovka vyhovuje

- h) vynechať metódu E (články 13 až 15) za predpokladu, že pri revízii STN 73 6177 bude vynechaná metóda zisťovania súčiniteľa pozdĺžneho trenia dynamometrickým príviesom;
- i) vynechať Prílohu 1 za predpokladu, že pri revízii STN 73 6177 bude vynechaná metóda zisťovania súčiniteľa pozdĺžneho trenia dynamometrickým príviesom;
- j) vynechať kapitolu Dodatok.

2.6.3 Návrh zmien TP 14/2006

Vzhľadom na skutočnosti uvedené v predchádzajúcej časti RÚ navrhujeme nasledujúce zmeny TP 14/2006:

- kapitola 1.1
 - a) vynechať druhú vetu prvého odseku týkajúcu sa IFI (Zdôvodnenie: Vzhľadom k súčasnému stavu pri určovaní parametra IFI navrhujeme riešiť túto problematiku samostatne a odporúčame parameter IFI dočasne vynechať z hodnotenia drsnosti povrchu.);
 - b) vynechať druhý odsek týkajúci sa IFI;
- aktualizovať kapitoly 1.4, 1.5 a 1.6;
- aktualizovať kapitolu 2.1 (nové označovanie parametrov, úprava definícií po prevzatí európskych noriem, vynechať definície SRI a IFI, vynechať posledný odsek);
- kapitola 5 – vynechať všetky odseky pred kapitolou 5.1
- vynechať kapitoly 5.2, 5.3, 5.5, 5.6, 5.7
- kapitola 6 – text tretej vety odseku pred kapitolou 6.1 upraviť na „Keďže v STN nie je zahrnuté hodnotenie merania zariadením SKIDDOMETER, hodnotenie je stanovené na základe porovnania s dvoma normovými metódami (MTD, PTV) a na základe porovnania s minimálnymi hodnotami brzdných spomalení vozidiel. Kritéria hodnotenia sú stanovené pre rýchlosť merania 80 km.h⁻¹.“
- kapitola 6.1:
 - a) text prvého odseku kapitoly 6.1 zmeniť na: „Klasifikácia drsnosti asfaltových vozoviek podľa súčiniteľa Mu je uvedená v tabuľke 1. Tabuľka obsahuje hodnotenie podľa parametra Mu , získaného len z merania zariadením SKIDDOMETER BV 11 bez merania makrotextúry. Hodnota Mu je vypočítaná podľa vzťahov (1) a (2) v kapitole 5.4.1;
 - b) tabuľku 1 nahradiť nižšie uvedenou tabuľkou.

Tabuľka 1 Klasifikácia stavu drsnosti

Klasifikácia	Mu_{80}
vozovka nevyhovuje	$< 0,43$
vozovka vyhovuje	$0,44 \leq Mu \leq 0,64$
vozovka vo veľmi dobrom stave	$> 0,64$

- c) text odseku pod tabuľkou 1 je nahradiť týmto textom: „Pri kontrole vozoviek pred ukončením záručnej lehoty musí stav povrchu vozovky z hľadiska drsnosti spĺňať požiadavky uvedené v tabuľke 2. Na účely preberacieho konania sa hodnotenie drsnosti vykonáva po 2 mesiacoch prevádzky. Požiadavky na stav povrchu pri preberacom konaní sú uvedené v tabuľke 2.“

Tabuľka 2 Požiadavky na stav povrchu vozovky z hľadiska drsnosti pri preberaní a pred ukončením záručnej lehoty

Parameter hodnotenia	Metodika merania	Požadované hodnoty	
		Preberacie konanie	Záručná doba
Mu_{80}	TP 14/2006	$Mu_{80} > 0,64$	$Mu_{80} > 0,54$ ¹⁾ $Mu_{80} > 0,48$ ²⁾
¹⁾ platí pre vozovky diaľnic, rýchlostných ciest a ciest I. triedy. ²⁾ platí pre vozovky komunikácií nepatriacich do ¹⁾ .			

- d) posledný odsek kapitoly 6.1 a tabuľku 2 vynechať;
- kapitola 6.2
 - a) názov kapitoly zmeniť na: „Reprezentatívna hodnota drsnosti na základe parametra Mu “;
 - b) text prvej vety zmeniť na: „Reprezentatívnu hodnotu drsnosti podľa parametra Mu pre určený vyhodnocovací krok predstavuje pri:

- jazdom pruhu - priemer nameraných hodnôt z jednotlivých meraní pri dodržaní minimálnej početnosti meraní podľa kapitoly 5.1.4. a 5.2.4,
- jazdom páse menšia (nepriaznivejšia) hodnota z meraní jednotlivých jazdných pruhov..“

Použité materiály a podklady

- [1] Zákon č. 725/2004 Z. z. o podmienkach prevádzky vozidiel v prevádzke na pozemných komunikáciách a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
- [2] Predpis Európskej hospodárskej komisie Organizácie Spojených národov (EHK OSN) č. 13-H – Jednotné ustanovenia pre typové schvaľovanie osobných vozidiel, pokiaľ ide o brzdy, 2010.
- [3] ASTM - 01(2005) Standard Test Method for Determination of Silica in Manganese Ores, Iron Ores, and Related Materials by Gravimetry. [Normová metóda na stanovenie kremeňa v mangánovej rude, železnej rude a príbuzných materiáloch pomocou gravimetrie].
- [4] STN EN 13036-1 (73 6171) Povrchové vlastnosti vozoviek a letiskových plôch. Skúšobné metódy. Časť 1: Meranie hĺbky makrotextúry povrchu vozovky odmernou metódou.
- [5] STN EN 13036-4 (73 6171) Povrchové vlastnosti vozoviek. Skúšobné metódy. Časť 4: Metóda merania odporu povrchu proti šmyku. Skúška kyvadlom.
- [6] STN EN ISO 13473-1 (73 6177) Charakterizovanie textúry vozovky s použitím profilov povrchu. Časť 1: Stanovenie priemernej hĺbky profilu (ISO 13473-1:1997).
- [7] TP 14/2006 Meranie a hodnotenie drsnosti vozoviek pomocou zariadení SKIDDOMETER BV11 a PROFILOGRAPH GE, MDPT SR: 2006.
- [8] Kennedy, C. K., Young, A. E. and Butler, I. C., Measurement of skidding resistance and surface texture and the use of results in the United Kingdom. Symposium] Surface Characteristics of Roadways [Meranie drsnosti a textúry povrchu a použitie výsledkov vo Veľkej Británii. Sympóziu – Povrchové charakteristiky ciest. s. 87-101], ASTM, Philadelphia, 1990.
- [9] Road surface characteristics: their interaction and their optimization. [Charakteristiky povrchu ciest: ich interakcia a optimalizácia]. OECD, Paris, 1984.
- [10] Harwood, D. W., Blackburn, R. R., John, A. D. and Sharp, M. C., Evaluation of accident rate-skid number relationships for a nationwide sample of highway sections. [Vyhodnotenie vzťahu drsnosť – nehodovosť pre celoštátnu vzorku úsekov ciest]. TRB, Washington, DC, TRR, 1976,624.
- [11] Hosking, J. R., Relationship between skidding resistance and accident frequency: Estimates based on seasonal variations. TRRL Report, RR76, Dpt. of Transport. [Závislosť medzi drsnosťou a nehodovosťou: Odhady založené na sezónnych zmenách. Správa TRRL, RR76, Oddelenie dopravy]. Crowthorne, UK, 1987.
- [12] Kokkalis, A. G., Panagouli, O. K., Fractal Evaluation of Pavement Skid Resistance. [Hodnotenie drsnosti povrchu vozoviek pomocou fraktálnej metódy]. Chaos, Solitons & Fractals Vol.9, No.11, pp. 1875-1890, 1998, 0960-0779/(97)00138-0 © 1998 Elsevier Science Ltd.
- [13] Larson, R.M.; Scofield, L.; and Sorenson, J., Pavement Surface Functional Characteristics. Preprint CD-ROM from the 5th Symposium on Pavement Surface Characteristics – SURF 2004. World Road Association (PIARC). [Funkčné charakteristiky povrchu vozovky. CD-ROM z 5. symposia Charakteristiky povrchu vozovky – SURF 2004. Svetová cestná asociácia (PIARC)]. Paríž, Francúzsko, 2004].
- [14] Larson, R.; Scofield, L.; and Sorenson, J., Providing Durable, Safe, and Quiet Highways. Proceedings of the 8th International Conference on Concrete Pavements. American Concrete Pavement Association. [Opatrenia na udržateľné, bezpečné a tiché cesty. 8. Medzinárodná konferencia: Betónové vozovky. Americká asociácia betónových vozoviek]. Skokie, IL. 2005.
- [15] Cairney, P., and Styles, E., A Pilot Study of the Relationship Between Macrotexture and Crash Occurrence. Road Safety Research Report CR223. Department of Transport and Regional Services, Australian Transport Safety Bureau. [Pilotná štúdia na riešenie závislosti medzi makrotextúrou a výskytom dopravných nehôd. Výskumná správa o cestnej bezpečnosti CR223. Odbor dopravy a regionálnych služieb. Austrálsky výbor pre bezpečnosť dopravy]. Victoria, Australia. Február 2005.

- [16] International News: Low Macrottexture Raises Accident Risk. TRNews. [Medzinárodné správy: Nízka makrotextúra zvyšuje riziko dopravnej nehody. Správy TR]. máj-jún 2005. Transportation Research Board. Washington, D.C. s 43.
- [17] Hibbs, B., and Larson, R., Tire Pavement Noise and Safety Performance: PCC Surface Texture Technical Working Group. Report No. FHWA-SA-96-068. Federal Highway Administration. [Hluk kolies na vozovke a dodržiavanie bezpečnosti. PCC technická pracovná skupina zaoberajúca sa textúrov povrchu. Správa FHWA-SA-96-068, Federálna cestná asociácia]. Washington D.C. 1996.
- [18] Čelko, J., Povrchové vlastnosti vozoviek. EDIS ŽU, Žilina 2000. ISBN 80-7100-774-9.
- [19] Descornet, G., A Criterion for optimizing surface characteristics. [Kritériá pre optimalizáciu charakteristik povrchu]. TRB, Washington DC, TRR, 1990, 1215.
- [20] TYRO SAFE - Tyre and Road Surface Optimisation for Skid Resistance and Further Effects. European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n°217920. [Optimalizácia vzťahu koleso – vozovky z hľadiska drsnosti a ďalších efektov. 7. Rámcový program európskej komisie (FP7/2007-2013), riešenie grantu č.217920].
- [21] Do, M. T. & Kane, M. 2007, 'Pavement polishing—Development of a dedicated laboratory test and its correlation with road results'. [Vyhladzovanie vozoviek – vývoj testovacích laboratórnych metód a ich korelácia s výsledkami z ciest]. Wear 263, s. 36–42.
- [22] Wallman, C-G., Aström, H.: Friction measurement methods and the correlation between road friction and traffic safety. A literature review. [Metódy merania trenia a korelácia medzi trením a bezpečnosťou dopravy. Prehľad literatúry]. VTI meddelande 911A, Swedish National road and Transport Research Institute, 2001.
- [23] Greibe, P.: Braking distance, friction and behaviour. Findings, analyses and recommendations based on braking trials. [Brzdňá dráha, trenie a správanie sa. Zistenia, analýzy a odporúčania založené na brzňých skúškach]. Lyngby: Trafitec, 2007.
- [24] Panták, J.: Meranie brzdného spomalenia osobných vozidiel, Záverečná práca, Žilinská univerzita, Ústav súdneho inžinierstva, 2009.
- [25] Jurina, R.: Vybrané zákonitosti veličín strednej hodnoty plného spomalenia zo zbrzdzenia, Dizertačná práca, Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, Ústav súdneho inžinierstva, 2010.
- [26] Fambro, D. B., K. Fitypatrik, and R. J. Koppa. Determination of Stopping Sight Distances. NCHRP Report 400. [Stanovenie rozhľadových vzdialeností, správa NCHRP 400]. Washington D.C.: Transportation Research Board, 1997.