

***Modely degradácie a degradačné funkcie drsnosti
asfaltových vozoviek***

Rozborová úloha

Objednávateľ: Slovenská správa ciest, Miletičova 19 , 826 19 Bratislava
Zhotoviteľ: TPA Spoločnosť pre zabezpečenie kvality a inovácie s.r.o.
Zodpovedný riešiteľ: Doc. Ing. Rudolf Staňo, PhD.
Prof. Ing. Ivan Gschwendt, DrSc.
Dipl. Ing. Zsolt Boros
Ing. Norbert Dancs

Bratislava november 2009



OBSAH

Úvod	3
1. Cieľ úlohy.....	3
2. Metodika meraní.....	4
3. Meranie a hodnotenie drsnosti zariadením SKIDDOMETER BV 11.....	5
 3.1 Technické parametre zariadenia.....	5
 3.2 Hodnotenie výsledkov meraní.....	7
Záver.....	9
Príloha – tabuľky a grafy.....	9 - 19

ÚVOD

Drsnosť povrchu vozoviek je jednou z dôležitých vlastností, ktorá ovplyvňuje prevádzkovú spôsobilosť vozoviek.

Pod pojmom „drsnosť“ vozovky rozumieme geometrickú drsnosť povrchu, ktorú vytvárajú drobné výstupky svojim tvarom a veľkosťou a tiež priehlbiny charakterizované hĺbkou mikronerovností. Táto vlastnosť zabraňuje šmýkaniu kolies - pneumatík vozidiel. Stručná a najčastejšie uvádzaná definícia drsnosti je taká, že ide o vlastnosť povrchu vozovky, ktorá je daná jeho textúrou, geometrickou drsnosťou a mierou spolupôsobenia pneumatiky s vozovkou. Z hľadiska textúry budú rozhodujúce mikronerovnosti, ktoré majú dĺžku vln max. 30 mm. Ich grafický obraz a záznam sa nazýva mikroprofil - povrchu vozovky.

Na meranie odporu proti šmýkaniu a potom charakterizovanie miery drsnosti povrchu vozoviek sa používa veľmi mnoho zariadení. Možno tvrdiť, že objektívne posúdenie protišmykových vlastností dáva výsledok merania odporu proti šmýkaniu blokovaného alebo čiastočne blokovaného kolesa (pneumatiky) automobilu. Hodnota vyjadrujúca pomer medzi normálovou a tangenciálnou silou pri šmykovom trení pneumatiky po povrchu vozovky definuje súčiniteľ pozdĺžneho trenia (f_p).

Štandardným a štandardizovaným zariadením na meranie odporu proti šmýkaniu je „dynamometrický prívies“. Koleso príviesu má štandardizovanú pneumatiku, na meranie sú presne definované podmienky a rýchlosti, pričom sa meria sila potrebná na „ŕhanie“ blokovaného kolesa. Jednou z modifikácií zariadenia je dynamometrický prívies s kolesom s čiastočným preklzom.

Faktory, ktoré ovplyvňujú šmykové trenie sú najmä:

- geometrická drsnosť povrchu vozovky,
- druh a stav pneumatiky, (rozmer, dezén, hustenie) a
- rýchlosť vozidla (primeraná).

S prvým faktorom súvisia vlastnosti asfaltovej zmesi v obrusnej vrstve a použitá technológia stavby krytu. S tretím faktorom súvisí požiadavka na meranie pri rôznej rýchlosti a určovanie medzných (limitných) hodnôt súčiniteľa trenia podľa povolenej rýchlosti vozidiel na komunikácii.

1. CIEĽ ÚLOHY

Ciele riešenia úlohy o modeloch degradácie a degradačných funkciách drsnosti krytov asfaltových vozoviek boli formulované v roku 2008 a pre riešenie v roku 2009 išlo v podstate o metodiku meraní s dôrazom na sledovanie vplyvu teploty na drsnosť. Hlavné ciele riešenia môžeme zopakovať a spresniť:

- a. vyhodnotenie základných údajov z meraní drsnosti vozoviek na dlhodob sledovaných úsekoch cestných komunikácií; odvodenie degradačných modelov a degradačných funkcií (vo vzťahu k použitým technológiám) a tak získať podklady na plánovanie opráv krytov asfaltových vozoviek;
- b. navrhnúť výstražné a kritické hodnoty drsnosti;
- c. vypracovať výpočtový program na vyhodnocovanie meraní drsnosti asfaltových vozoviek;
- d. po analýze rozšírených meraní drsnosti na vybratých úsekoch (v roku 2009) navrhnúť spresnenie metodiky meraní s dôrazom na vplyv teploty.

2. Metodika meraní

Meracie zariadenie SKIDDOMETER FRICTION TESTER BV 11 ktorým sa vykonávajú merania pre Cestnú databanku na vybraných úsekoch cestnej (diaľničnej) siete, ako aj postup pri meraní sú opísané v TP 14/2006. Z nich treba zopakovať, že meranie sa robí pri konštantnej rýchlosti na celom meranom úseku (vo väčšine 1000 m dlhom) a to 60 km.h⁻¹, 80 km.h⁻¹, 100 km.h⁻¹ a na diaľnici tiež pri maximálnej prípustnej rýchlosti 130 km.h⁻¹. Čo sa týka údajov z meraní v zápise sa uvádza aj teplota vzduchu. Teplotný režim nie je definovaný.

Pozdĺžne trenie na kryte vozovky sa hodnotí parametrom Mu (bezrozmerné číslo), pričom sa uvádza označenie Mu_{60} . Hodnoty Mu_{80} a Mu_{100} sa môžu prepočítať na Mu_{60} .

V roku 2008 boli vyhodnotené výsledky opakovaných meraní únosnosti z dlhodob sledovaných 23 úsekov, na ktorých sú asfaltové vozovky s rôznym krytom. Pre účely riešenia úlohy boli rozdelené do piatich skupín:

- 18 úsekov s krytom AB I, resp. AB II,
- 1 úsek s krytom ABS,
- 2 úseky s krytom AB-M I,
- 1 úsek s krytom ABH,
- 1 úsek s krytom AKMS.

Vyhodnotenie meraní pomocou vypracovaného výpočtového programu ukázalo, že v súboroch Mu a zisťovaných závislostiach Mu (napr. od rýchlosti) neboli spoľahlivé výsledky, ktoré by mali byť podkladom pre modely degradácie a funkcie degradácie. Faktory a podmienky meraní, ktoré vplývali na spoľahlivosť výsledkov boli uvedené nasledovne:

- požadovaná konštantná rýchlosť pri meraní nebola vždy dodržaná,
- merania sa robili pri rôznych teplotách (vzduchu, resp. krytu) pričom korekcie sa neuvažovali, ale pri hodnotení sa vplyv teploty prejavil,
- výsledky opakovaných meraní na meranom úseku, v rôznom čase, boli veľmi rozdielne a pre zistenie vplyvu času na zmenu Mu boli problematické,
- pri prepočítaní parametra Mu z meraní pri rôznych rýchlostiach neboli výsledky Mu spoľahlivé,
- závislosť veľkosti trenia (Mu) na rýchlosti pri meraní nepotvrdila všeobecne platné pravidlá.

Na splnenie cieľov zadanej úlohy bolo navrhnuté (uvedené v Správe TPA č. 2127/2008/PB) pokračovať v meraniach a získať ďalšie údaje o drsnosti avšak s upravenou metodikou.

Medzi základné požiadavky patrilo dodržanie konštantnej rýchlosti, resp. pripustiť len malé odchýlky $\pm 5 \%$. Vzhľadom na zámer zistiť zmeny drsnosti na určitom mieste (úseku) za určité časové obdobia, musí byť začiatok a koniec meraného úseku presne definovaný (označený).

Na doplnujúce merania v roku 2009 sa navrhli úpravy metodiky:

A. Výber miest merania

1. št. cesta I/51 v úseku Báb – Kyneč (Nitra) dlhodobou sledovaný úsek č. 8, kryt AB I,
2. D1.2 Zlatovce – Drietoma, úsek č. 23, kryt AKMS,
3. D1 Piešťany – Horná Streda, úsek č. 6, kryt AB I.

B. Na vybranom (meranom) úseku vykonať merania pri rýchlostiach $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, opakovane, najlepšie 3 x. Záznam z meraní na úseku dlhom 1000 m možno rozdeliť na časti so 100 bodmi (po 200 m).

C. Sledovanie vplyvu teploty

Najmenej na jednom z navrhnutých úsekov urobiť opakované merania v priebehu charakteristického letného dňa so zmenou teploty vzduchu (a krytu) od 6^{00} h do 18^{00} h. Vhodný interval opakovaní sú 2 h.

D. Doplnujúce merania

Porovnávanie výsledkov zmien drsnosti vplyvom času (počtu opakovaných meraní prejazdov vozidiel) a vplyvom teploty môže uľahčiť merania aj inými prístrojmi. Navrhlo sa použiť Kyvadlo TRRL a opakované merania aspoň na jednom úseku (napr. I/61 Horná Streda – Brunovce, kryt AB I).

Odporúčania sa týkali aj vyhodnocovania výsledkov meraní.

3. MERANIE A HODNOTENIE DRSNOSTI ZARIADENÍM SKIDDOMETER BV 11

3.1 Technické parametre zariadenia

Meracie zariadenie SKIDDOMETER FRICTION TESTER BV 11 (ďalej len SKIDDOMETER) pozostáva zo samostatného prívesu ťahaného vozidlom s otvorenou korbou upravenou na prevoz samotného zariadenia a nádrže na vodu (až 1200 litrov). Hlavné časti samotného zariadenia sú:

- kovový rám,
- tri kolesá rovnakej veľkosti prepojené reťazovým prevodom,
- počítačová jednotka (MI – 90), notebook s komunikačným softvérom a vyhodnocovacím softvérom.

Celý merací systém je napájaný elektrickým prúdom z batérie ťažného vozidla s napätím 12 V.

Hmotnosť vozíka je 360 kg, šírka meranej stopy 75 mm. Zaťaženie skúšobnej pneumatiky je 1000 N, jej hustenie 140 kPa.

Dôležitou charakteristikou SKIDDOMETRA je, že meranie pozdĺžneho trenia sa vykonáva kontinuálnym zaznamenávaním šmykového odporu meracieho kolesa s preklzom 17 % čo simuluje efekt antiblokového systému ABS.

Podmienky merania a postup pri meraní SKIDDOMETER FRICTION TESTER BV 11 sú opísané v TP 14/2006.

Vzhľadom na analýzu nameraných hodnôt a návrh kritických hodnôt f_p treba podľa TP 14/2006 zopakovať, že meranie sa má robiť pri konštantnej rýchlosti na celom meranom úseku a to 60 km.h⁻¹, 80 km.h⁻¹ a 100 km.h⁻¹. Na diaľnici (a na letiskových vozovkách) je maximálna rýchlosť 130 km.h⁻¹ v priamom úseku. Merania pre Cestnú databanku sa robia na vybraných 1000 m dlhých úsekoch, pričom sa meria prvých 200 m. Zápisový krok s hodnotami pozdĺžneho trenia Mu je 2 m. V prípade iných meraní je dĺžka meraného úseku obmedzená kapacitou kropiaceho zariadenia, môže byť 5 km až 8 km. Meranie má byť v stope prejazdov pravého kolesa vozidiel.

Výsledky meraní sú zobrazené graficky a tiež v textovej forme (vo vytvorených súboroch). Základné údaje v zápise sú:

- dátum merania,
- čas merania,
- označenie cesty (lokalizácia začiatku, lokalizácia konca),
- teplota vzduchu,
- priemerná hodnota súčiniteľa Mu x 100 na celom úseku.

Dôležité sú kroky pri vyhodnocovaní, resp. klasifikovaní meraného úseku podľa Mu . Kritéria sa musia uvádzať pre rýchlosť vozidiel. V predpise TP 14/2006 sa uvádzajú limitné hodnoty pre rýchlosť 80 km.h⁻¹. Ak sú k dispozícii hodnoty Mu z merania pri rýchlosti 60 km.h⁻¹ pripúšťa sa prepočet:

$$Mu_{80} = 0,93 Mu_{60}$$

Pri klasifikácii drsnosti vozovky sa okrem hodnoty súčiniteľa Mu uvádza (v TP 14/2006) aj hodnota IFI [International Friction Index]. Charakteristika sa zisťuje zariadením PROFIOGRAPH.

Pri meraní PROFIOGRAPHOM ide o zistenie priemernej hĺbky profilu MPD [=Mean Profile Depth].

Časťou výpočtu parametra IFI , ktorá charakterizuje makrotextúru je hodnota S_0 , nazvaná ako rýchlostný parameter závislý na textúre povrchu:

$$S_0 = a + b \cdot MPD$$

kde: a , b sú regresné konštanty, pre naše podmienky boli potvrdené:

$$a = -15,00, \quad b = 68,16$$

Parameter IFI sa vypočíta z odvodenej rovnice:

$$IFI = A + B \cdot FR60$$

kde: A , B sú kalibračné konštanty určené pre meracie zariadenie:

$$A = 0,101, \quad B = 0,78$$

$FR 60$ je hodnota koeficientu trenia pre rýchlosť 60km.h⁻¹, pre iné rýchlosti sa označuje FRS , kde :

S je preklzová rýchlosť,

S_R – dohodnutá preklzová rýchlosť (napr. 60 km.h⁻¹),

S_0 – rýchlostný parameter.

V TP 14/2006 sa uvádza vzťah:

$$\frac{S - S_R}{S_0}$$

$$FR\ 60 = FRS \cdot e$$

$$\frac{S - S_R}{S_0}$$

a potom $IFI = A + B \cdot FRS \cdot e$

Výpočet hodnoty IFI z meraní PROFILOGRAPHOM sa vykonáva výpočtovým programom (ozn. SKID). V predpise TP 14/2006 sa zdôrazňuje, že hodnotu Mu získanú meraním zariadením SKIDDOMETER FRICTION TESTER BV 11 nie je možné priamo prepočítať na koeficient IFI. Uvádzajú sa však tzv. ekvivalentné hodnoty a to aj pre kyvadlo f_k alebo MTD (piesok – h_p).

Pri klasifikácii stavu drsnosti a kontrole drsnosti vozoviek na diaľniciach a cestách I. triedy sa požaduje, aby pred ukončením záručnej lehoty boli hodnoty:

$$Mu > 0,66 \text{ pre } v > 80 \text{ km.h}^{-1}$$

$$IFI > 0,34$$

Uvádza sa tiež, že vozovka (aj jej drsnosť) nevyhovuje ak:

$$Mu < 0,53 \text{ pre } v > 80 \text{ km.h}^{-1}$$

$$IRI < 0,23$$

3.2 Hodnotenie výsledkov meraní

Hodnotenie výsledkov meraní

Výsledky meraní drsnosti zariadením SKIDDOMETER FRICTION TESTER BV 11 na vybraných úsekoch a to podľa upravenej metodiky sú prezentované v tabuľkách:

- pre úsek I/51 Báb – Kynek (Nitra) F090609: Tab. 1; Obr. 1/1, 1/2, 1/3, 1/4;
- pre úsek D1.2 Zlatovce – Drietoma F090610: Tab. 2; Obr. 2/1, 2/2, 2/3, 2/4;
- pre úsek D1 Piešťany – Horná Streda F090611: Tab. 1; Obr. 3/1, 3/2, 3/3, 3/4.

Okrem údajov o dátume, čase, teplote a počte meraní (zaregistrovaných bodov, 250 - 500) sú pre hodnotenie dôležité údaje o rýchlosti, MPD a výsledné hodnoty koeficientu Mu_{60} a Mu_{80} .

Uvedené údaje a výsledky meraní boli spracované aj graficky. Jedným zo zámerov bolo zistiť, ako je dodržaná požiadavka konštantnej rýchlosti. Pre každý úsek je preto uvedený graf nazvaný „Graf rýchlostí a nameraných Mu “. Ďalší graf (pre každý úsek) ukazuje závislosť priemerných hodnôt súčiniteľa Mu na priemernej rýchlosti. Zvlášť je graficky vyhodnotená závislosť Mu na teplote. Všetky hodnoty Mu pre rôzne rýchlosti merania a teploty (vzduchu) sú v prehľadnom grafickom zázname. Merania ukázali, že :

- nebola preukázaná závislosť medzi teplotou a Mu , ktorá by sa mohla uvážiť,
- možno vybrať homogénny úsek (z meraní), ktorý obsahuje až 98 % údajov (bodov),
- veľký význam má samotná makrotextúra,
- závislosti na prepočítavanie nie sú spoľahlivé.

Tab. A Meranie drsnosti povrchu vozovky kyvadlom TRRL pri rozdielnej teplote vzduchu, Horná Streda

Čas	Čítanie						Teplota vody, °C	Teplota vzduchu, °C
	Bod	1	2	3	4	5		
9:00	1	1	2	3	4	5	-	18,5
	2	48	50	47	47	48	17,2	
	3	45	48	48	50	49	-	
	4	48	48	47	48	48	16	
	5	57	57	57	-	-	-	
Priemer		51					-	18,5
11:45	1	52	51	51	50	-	-	23,0
	2	52	48	50	50	48	-	
	3	42	44	48	43	45	23,6	
	4	54	54	57	54	-	24	
	5	53	50	51	52	-	24,6	
Priemer		50					-	23,0
12:45	1	50	52	49	50	-	26,8	26
	2	43	44	46	44	-	27,6	
	3	43	40	42	42	-	-	
	4	49	49	49	-	-	-	
	5	49	49	48	48	-	27	
Priemer		47					-	26,0
14:05	1	44	44	44	46	-	-	27,0
	2	49	48	46	49	49	28	
	3	45	50	48	47	46	26,8	
	4	50	46	55	55	57	26,8	
	5	48	49	46	48	-	-	
Priemer		48					-	27,0
15:45	1	46	45	46	-	-	28,4	27,0
	2	49	52	54	46	52	28	
	3	50	52	51	-	-	27,2	
	4	46	46	45	-	-	-	
	5	56	55	54	-	-	-	
Priemer		50					-	27,0

Z výsledkov merania Mu SKIDDOMETER FRICTION TESTER BV 11 a meranie drsnosti kyvadlom TRRL, ktoré sú uvedené v tabuľkách A a B možno konštatovať, že vplyv teploty na merané hodnoty nebol preukázaný.

Tab. B Vplyv teploty vzduchu a rýchlosti pri meraní na hodnotu Mu , Horná Streda

Úsek	$\Phi T, ^\circ C$	Teplota krytu	Kryt	$y = T_v / \Phi Mu$	$y = \Phi v / \Phi Mu$
I; F090609	29,2	22,5 až 31,5	AB-M I	$99,293 \cdot e^{-0,0224x}$	$63,758 \cdot e^{-0,0028 \cdot x}$
II; F090610	26,2	23,5 až 30,0	AB I	$84,261 \cdot e^{-0,0178 \cdot x}$	$63,758 \cdot e^{-0,0028 \cdot x}$
III; F090611	25,2	21,0 až 30,0	AB I	$55,428 \cdot e^{-0,065 \cdot x}$	$69,187 \cdot e^{-0,052 \cdot x}$

ZÁVER

1. Všeobecne

Výsledky meraní drsnosti povrchu vybraných úsekov asfaltových vozoviek majú taký rozptyl, že zámer definovať zmenu drsnosti na čase (rokoch používania komunikácie) alebo počte prejazdov vozidiel (RPDI alebo NV) je možné urobiť len približne. S týmto hodnotením súvisí návrh rozlíšiť metodiku rutinných meraní drsnosti pre cestnú databanku a „účelových“ špeciálnych meraní pre návrh degračných modelov a odvodenie degračných funkcií. Z nameraných hodnôt Mu na vybraných úsekoch cestných komunikácií v r. 2008 s uvažovaním výsledkov z meraní v r. 2009 vyplynuli návrhy týkajúce sa metodiky meraní zariadením SKIDDOMETER FRICTION TESTER BV 11, vyhodnocovania aj úpravy kritérií hodnotenia drsnosti podľa Mu (TP 14/2006).

2. Návrh úpravy metodiky merania

- dĺžka vybraného (hodnoteného) úseku na meranie postačí 500 m, systém s registrovaním hodnôt po 2 m ponechať, ale na vyhodnotenie postačí 150 – 250 hodnôt,
- meranie SKIDDOMETROM robiť len pri jednej rýchlosti, $V = 80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ s podmienkou prípustnej odchýlky $\pm 10 \%$,
- merania robiť pri teplotách (vzduchu) v rozsahu $+ 5 \text{ }^\circ\text{C}$ až $+ 30 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Návrh úpravy postupu vyhodnocovania

- pri vyhodnocovaní vylúčiť body (hodnoty) Mu s odchýlkou od váženého priemeru (strednej hodnoty) väčšou ako $x \%$ (vytvorí sa homogénny súbor s vylúčením extrémnych hodnôt, resp. chybných meraní),
- prepočítanie hodnôt Mu z iných rýchlostí ako $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (napr. $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ alebo $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) nerobiť,
- ak je treba hodnoty koeficientu trenia Mu_{80} prepočítavať, treba vzorec v TP 14/2006 na strane 15 opraviť: $S = (1 - 0,17) \cdot \text{rýchlosť}$,
- pre hodnotenie protišmykových vlastností asfaltových vozoviek pomocou indexu IFI, kedy sa robí doplnujúce meranie PROFILOGRAPH-om preveriť správnosť rovníc, keď rýchlosť bude $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a preklz 17% .

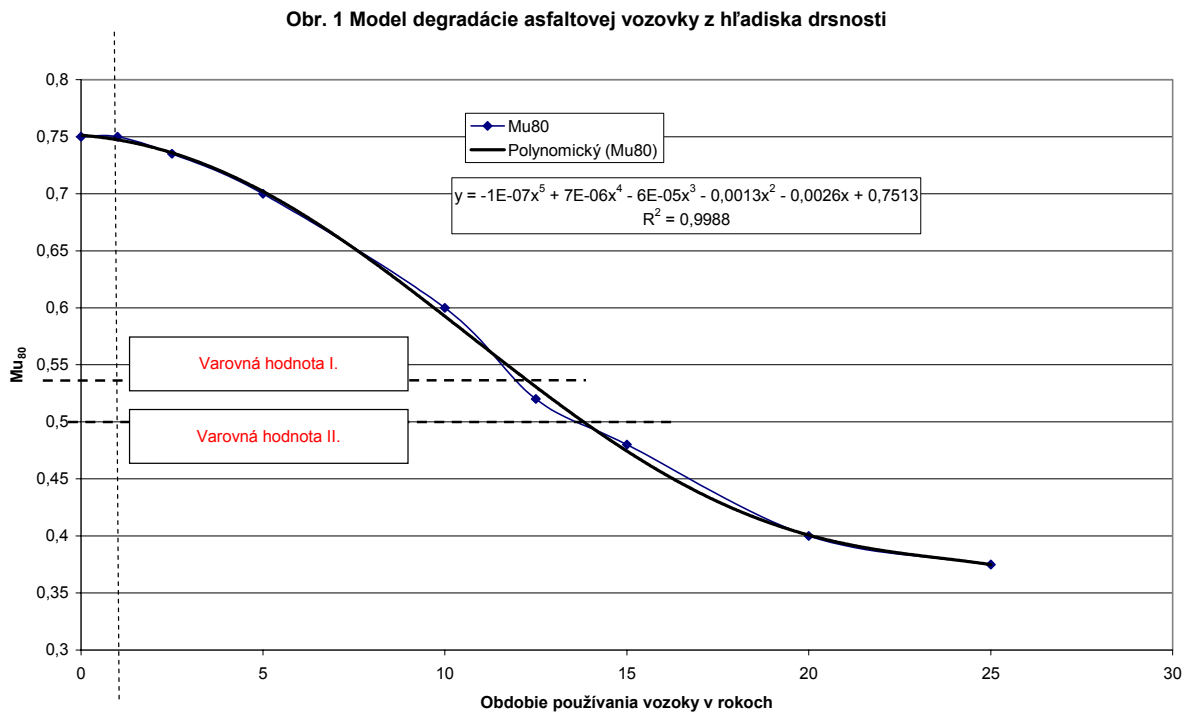
4. Návrh klasifikácie asfaltovej vozovky podľa drsnosti hodnotami Mu_{80}

Hodnotenie	Mu_{80}		IFI $V_n \geq 80 \text{ km.h}^{-1}$
	D, R, cesty I. tr.	cesty II. a III. tr.	
Dobrý stav	$\geq 0,72$	$\geq 0,68$	$\geq 0,45$
Vyhovuje (varovná hodnota)	0,53 až 0,72 (0,58)	0,48 až 0,68 (0,55)	0,23 až 0,45 (0,27)
Nevyhovuje	$< 0,53$	$< 0,48$	$< 0,23$

Poznámka: Pre účely preberacieho konania treba merania robiť až po 3 až 6 mesiacoch.

5. Model degradácie a degradačná funkcia z hľadiska drsnosti

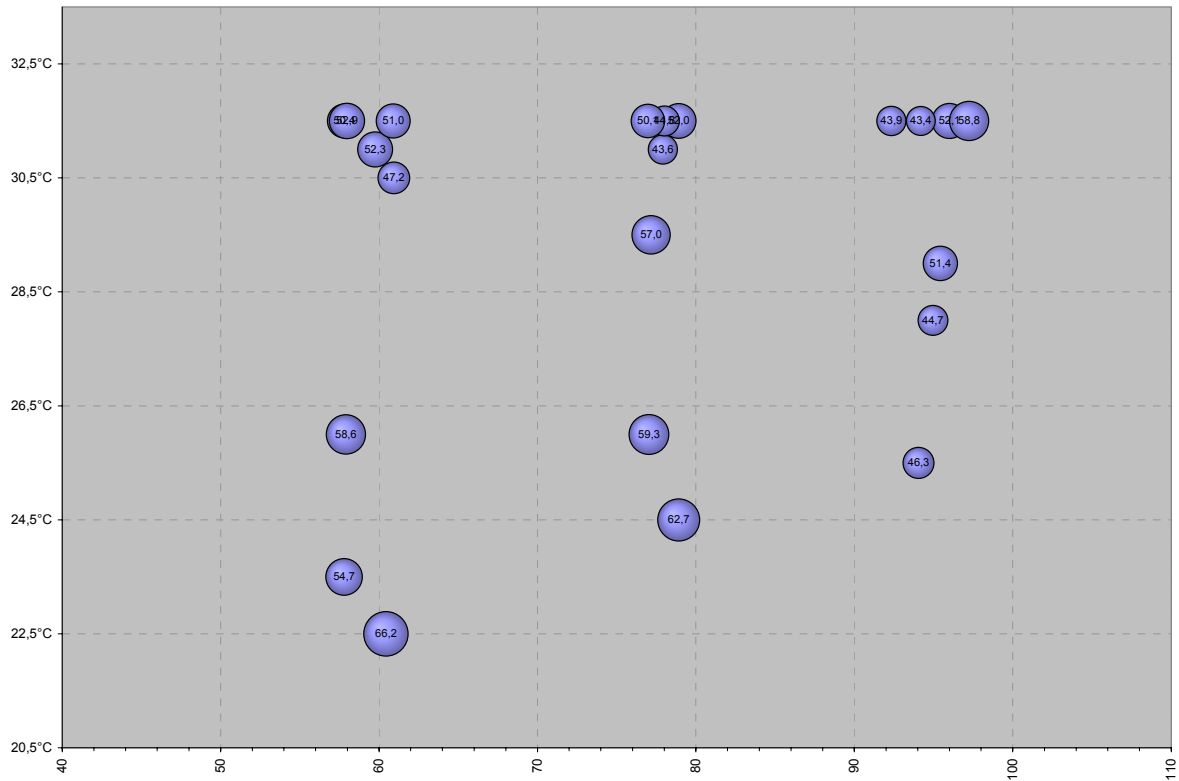
Návrh degradačného modelu na základe opakovaných meraní drsností povrchu asfaltových vozoviek zariadením SKIDDOMETER BV 11 pomocou koeficienta Mu_{80} .



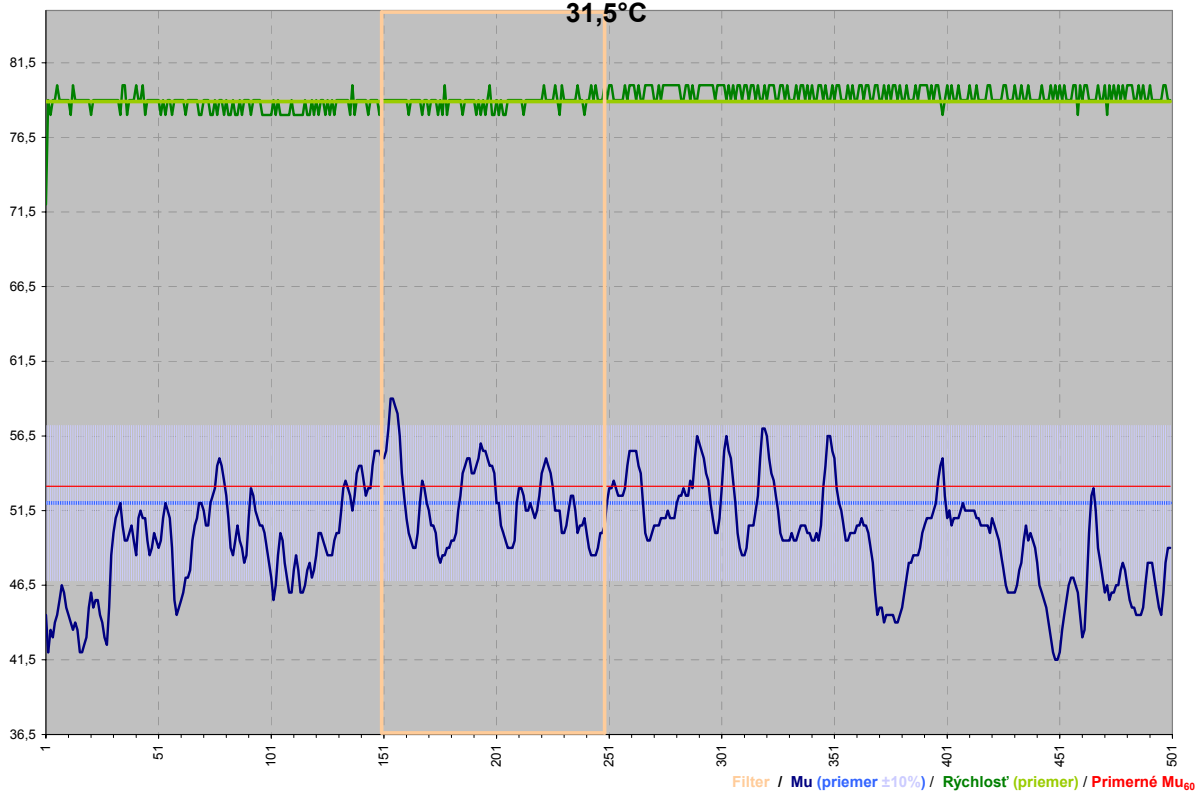
Tab. 1

Názov úseku:		<i>F090609 I/51 Báb – Kyneč (Nitra)</i>											
Dátum	Čas	Obdobie	Označ. súboru	MJ	Teplota	Smer merania	Počet meraní	Dĺžka úseku	Priemer...			Výsledné	
[d.m.r]	[h:m:s]	[-]	[-]		[°C/°F]	← →	[ks]	[viď. MJ]	rýchlosť	Mu	MPD	Mu60	Mu80
									[km/h]	[-]	[mm]	[-]	[0,930]
09.06.2009	07:38	jar	S0750	m	23,5°C	61	500	1000	57,79	54,72	4,000	52,22	48,56
09.06.2009	07:55	jar	S0733	m	22,5°C	61	100	200	60,43	66,16	4,000	63,68	59,22
09.06.2009	08:39	jar	S0831	m	25,5°C	10	500	1000	94,05	46,33	4,000	49,69	46,22
09.06.2009	08:52	jar	S0810	m	24,5°C	81	500	1000	78,91	62,65	4,000	64,00	59,52
09.06.2009	09:06	jar	S0953	m	28,0°C	10	500	1000	94,96	44,68	4,000	48,07	44,70
09.06.2009	09:08	jar	S0931	m	26,0°C	81	500	1000	77,04	59,34	4,000	60,25	56,03
09.06.2009	09:16	jar	S0911	m	26,0°C	61	500	1000	57,90	58,60	4,000	55,94	52,03
09.06.2009	11:06	jar	S1146	m	31,5°C	10	500	1000	96,00	52,09	4,000	56,22	52,28
09.06.2009	11:19	jar	S1102	m	31,0°C	61	500	1000	59,75	52,30	4,000	50,23	46,71
09.06.2009	11:45	jar	S1121	m	31,5°C	81	500	1000	78,91	52,01	4,000	53,13	49,41
09.06.2009	13:19	jar	S1307	m	31,5°C	61	500	1000	57,80	50,43	4,000	48,13	44,76
09.06.2009	13:20	jar	S1327	m	31,0°C	81	500	1000	77,92	43,56	4,000	44,35	41,25
09.06.2009	13:58	jar	S1345	m	31,5°C	10	451	1000	97,24	58,83	4,000	63,75	59,29
09.06.2009	15:38	jar	S1521	m	31,5°C	81	500	1000	78,01	44,80	4,000	45,63	42,44
09.06.2009	15:45	jar	S1501	m	31,5°C	61	500	1000	60,89	51,00	4,000	49,16	45,72
09.06.2009	15:58	jar	S1541	m	31,5°C	10	500	1000	92,33	43,89	4,000	46,82	43,54
09.06.2009	16:14	jar	S1657	m	31,5°C	61	500	1000	57,97	52,92	4,000	50,53	46,99
09.06.2009	17:29	jar	S1738	m	31,5°C	10	500	1000	94,19	43,45	4,000	46,62	43,36
09.06.2009	17:54	jar	S1718	m	31,5°C	81	500	1000	76,97	50,08	4,000	50,84	47,28
09.06.2009	18:47	jar	S1849	m	30,5°C	61	500	1000	60,93	47,22	4,000	45,52	42,34
09.06.2009	19:22	jar	S1933	m	29,0°C	10	451	1000	95,43	51,44	4,000	55,42	51,54
09.06.2009	19:58	jar	S1913	m	29,5°C	81	500	1000	77,17	57,05	4,000	57,95	53,89

Obr. 1/3 Graf závislosti priemerných rýchlostí, teplôt a priemerných Mu



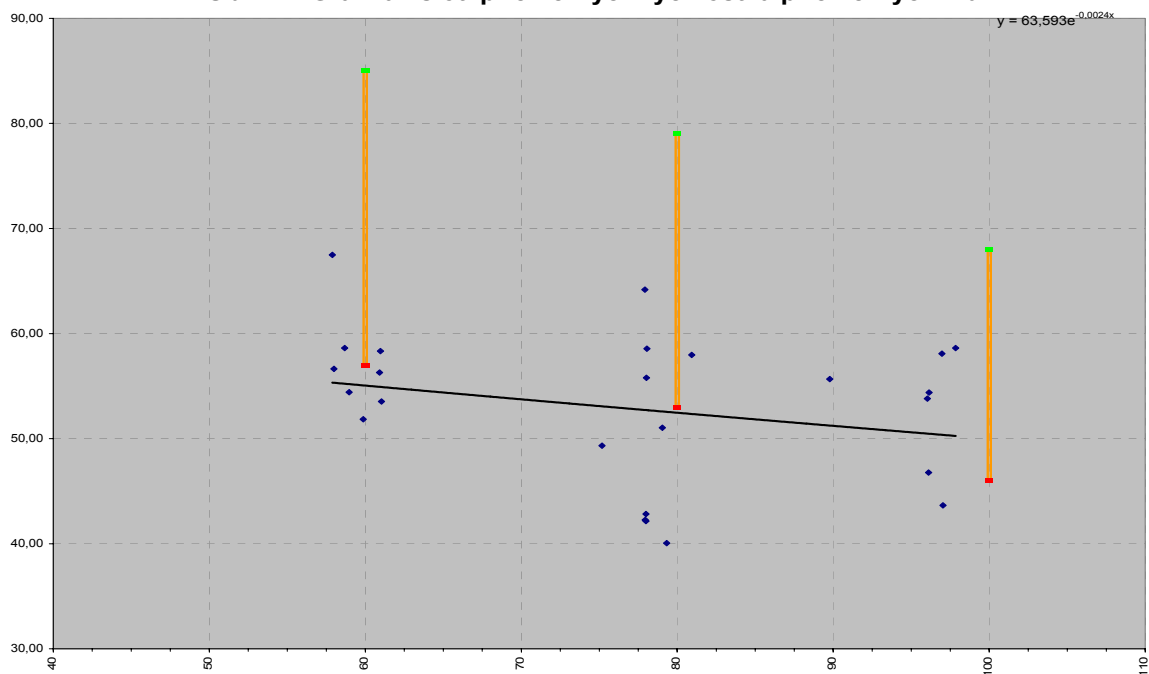
Obr. 1/4 Graf rýchlostí a nameraných Mu pre: S1121 z 09.06.2009 (11:45) pri 31,5°C



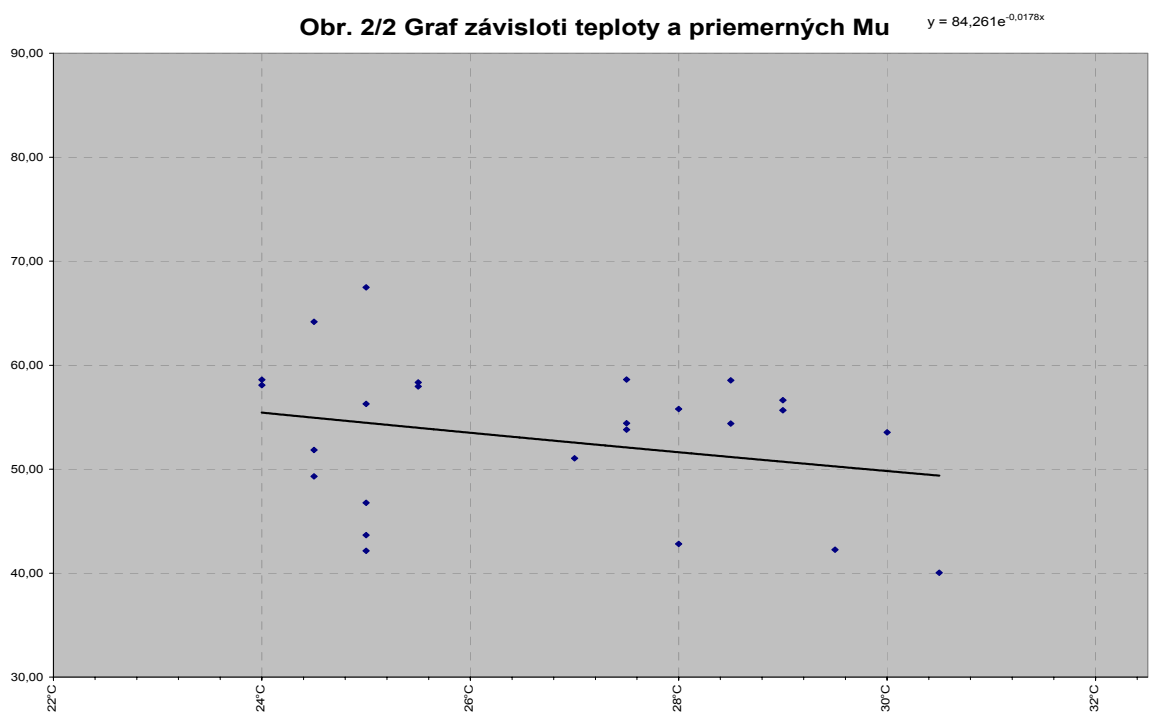
Tab. 2

Názov úseku:		<i>F090610 D1.2 Zlatovce – Drietoma</i>											
Dátum	Čas	Obdobie	Označ. súboru	MJ	Teplota	Smer merania	Počet meraní	Dĺžka úseku	Priemer... rýchlosť	Mu	MPD	Výsledné	
[d.m.r]	[h:m:s]	[-]	[-]		[°C/°F]	← →	[ks]	[viď. MJ]	[km/h]	[-]	[mm]	Mu60	Mu80
												[-]	[0,930]
10.06.2009	07:21	jar	S0745	m	23,5°C	61	250	500	58,68	58,61	4,000	56,14	52,21
10.06.2009	07:51	jar	S0756	m	24,0°C	81	250	500	77,93	64,17	4,000	65,35	60,78
10.06.2009	08:50	jar	S0826	m	24,0°C	61	250	500	59,87	51,84	4,000	49,81	46,32
10.06.2009	08:53	jar	S0811	m	23,5°C	10	200	500	96,97	58,08	4,000	62,89	58,48
10.06.2009	09:18	jar	S0939	m	24,5°C	61	250	500	57,89	67,48	4,000	64,42	59,91
10.06.2009	09:31	jar	S0952	m	24,0°C	81	250	500	75,17	49,32	4,000	49,78	46,29
10.06.2009	10:26	jar	S1005	m	24,5°C	10	250	500	96,11	46,77	4,000	50,50	46,96
10.06.2009	11:05	jar	S1136	m	24,5°C	61	250	500	60,92	56,28	4,000	54,26	50,46
10.06.2009	11:17	jar	S1150	m	25,0°C	81	250	500	80,93	57,96	4,000	59,60	55,43
10.06.2009	12:38	jar	S1202	m	27,0°C	10	200	500	97,85	58,62	4,000	63,65	59,19
10.06.2009	13:12	jar	S1329	m	28,5°C	61	250	500	57,99	56,63	4,000	54,08	50,30
10.06.2009	13:17	jar	S1357	m	28,0°C	61	250	500	78,06	58,55	4,000	59,65	55,47
10.06.2009	13:58	jar	S1345	m	30,0°C	81	250	500	79,32	40,05	4,000	40,97	38,10
10.06.2009	14:55	jar	S1409	m	28,5°C	10	250	500	89,78	55,67	4,000	58,89	54,77
10.06.2009	15:04	jar	S1548	m	29,5°C	61	250	500	61,04	53,53	4,000	51,63	48,01
10.06.2009	15:54	jar	S1559	m	29,0°C	81	250	500	77,95	42,26	4,000	43,04	40,02
10.06.2009	16:36	jar	S1624	m	28,0°C	10	200	500	96,15	54,38	4,000	58,73	54,62
10.06.2009	16:46	jar	S1611	m	27,5°C	81	250	500	78,02	55,78	4,000	56,82	52,84
10.06.2009	17:05	jar	S1755	m	27,0°C	10	250	500	96,04	53,80	4,000	58,08	54,01
10.06.2009	17:06	jar	S1731	m	27,0°C	61	250	500	58,96	54,42	4,000	52,13	48,48
10.06.2009	17:17	jar	S1743	m	27,5°C	81	250	500	78,00	42,82	4,000	43,61	40,56
10.06.2009	18:49	jar	S1806	m	26,5°C	81	250	500	79,04	51,04	4,000	52,16	48,51
10.06.2009	19:25	jar	S1917	m	25,0°C	61	250	500	60,97	58,33	4,000	56,24	52,31
10.06.2009	19:55	jar	S1939	m	24,5°C	10	201	500	97,04	43,65	4,000	47,27	43,97
10.06.2009	19:56	jar	S1928	m	24,5°C	81	250	500	78,00	42,16	4,000	42,94	39,93

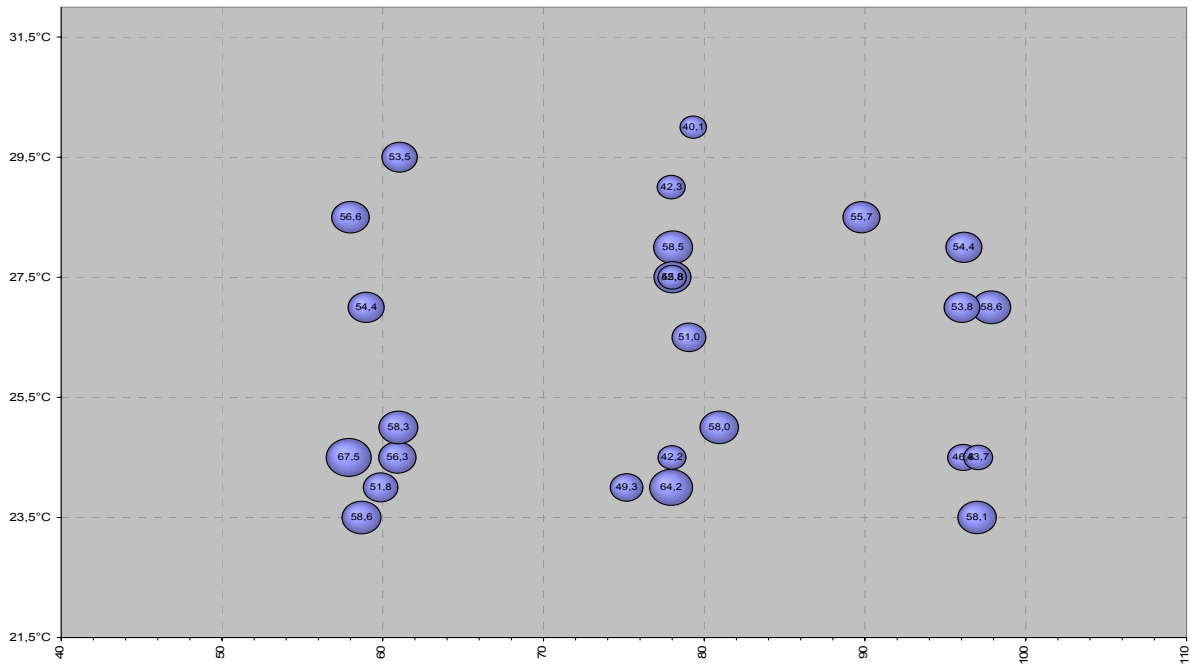
Obr. 2/1 Graf závislosti priemerných rýchlostí a priemerných μ



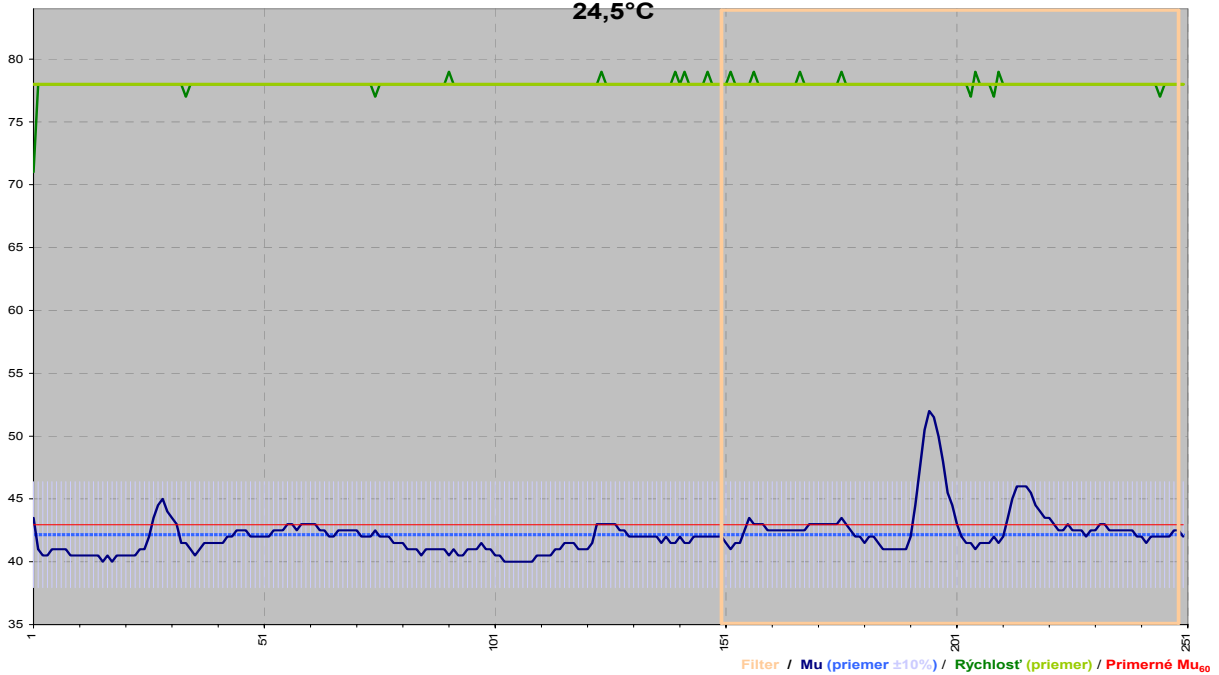
Obr. 2/2 Graf závislosti teploty a priemerných μ



Obr. 2/3 Graf závislosti priemerných rýchlostí, teplôt a priemerných Mu



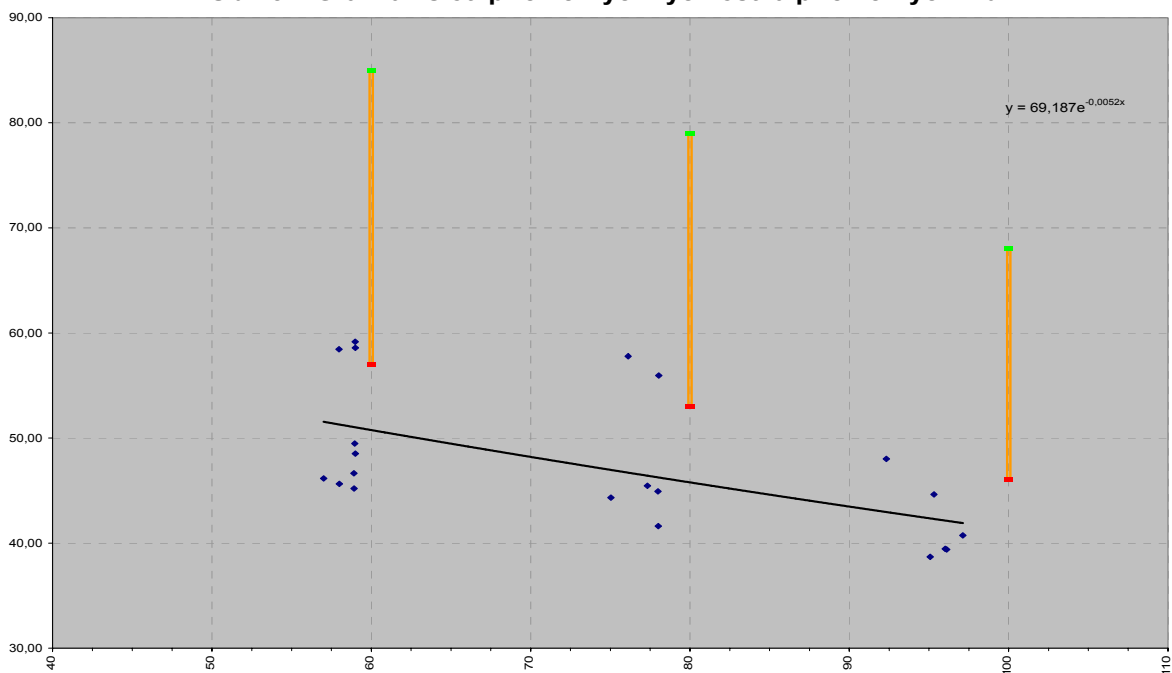
Obr. 2/4 Graf rýchlostí a nameraných Mu pre: S1928 z 10.06.2009 (19:56) pri 24,5°C



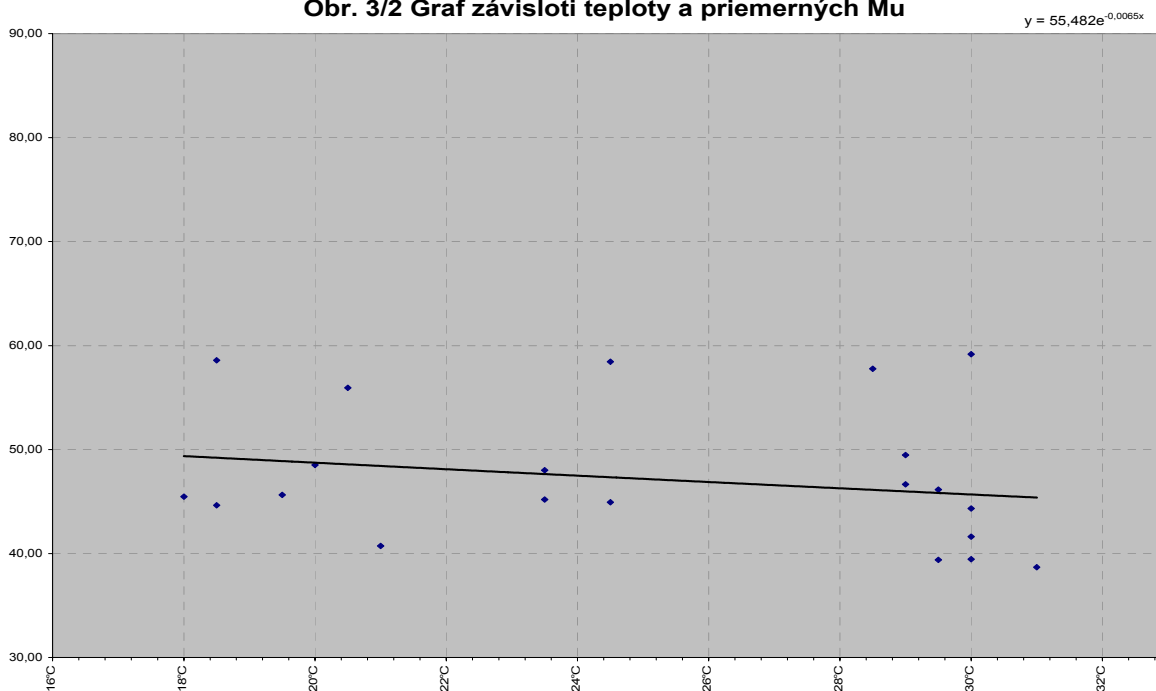
Tab. 3

Názov úseku:		<i>F090611 D1 Piešťany – Horná Streda</i>											
Dátum	Čas	Obdobie	Označ. súboru	MJ	Teplota	Smer merania	Počet meraní	Dĺžka úseku	Priemer...			Výsledné	
[d.m.r]	[h:m:s]	[-]	[-]		[°C/°F]	← →	[ks]	[viď. MJ]	rýchlosť	Mu	MPD	Mu60	Mu80
									[km/h]	[-]	[mm]	[-]	[0,930]
11.06.2009	08:27	jar	S0852	m	24,5°C	61	250	500	57,97	58,45	4,000	55,81	51,91
11.06.2009	09:25	jar	S0954	m	28,5°C	81	500	1000	76,12	57,78	4,000	58,50	54,40
11.06.2009	09:56	jar	S0931	m	29,0°C	61	500	1000	58,91	46,65	4,000	44,68	41,55
11.06.2009	10:15	jar	S1021	m	30,0°C	10	451	1000	96,02	39,45	4,000	42,58	39,60
11.06.2009	10:44	jar	S1007	m	30,0°C	61	500	1000	58,99	59,17	4,000	56,68	52,72
11.06.2009	11:09	jar	S1125	m	30,0°C	81	500	1000	75,04	44,33	4,000	44,72	41,59
11.06.2009	11:30	jar	S1139	m	31,0°C	10	500	1000	95,07	38,69	4,000	41,64	38,72
11.06.2009	11:44	jar	S1110	m	29,0°C	61	500	1000	58,96	49,48	4,000	47,40	44,08
11.06.2009	13:02	jar	S1331	m	30,0°C	81	500	1000	78,01	41,63	4,000	42,40	39,43
11.06.2009	13:12	jar	S1346	m	29,5°C	10	451	1000	96,11	39,39	4,000	42,53	39,55
11.06.2009	13:48	jar	S1316	m	29,5°C	61	500	1000	57,01	46,15	4,000	43,93	40,85
11.06.2009	15:17	jar	S1530	m	23,5°C	61	500	1000	58,92	45,20	4,000	43,29	40,26
11.06.2009	15:53	jar	S1543	m	24,5°C	81	500	1000	78,00	44,93	4,000	45,76	42,56
11.06.2009	16:19	jar	S1621	m	23,5°C	10	500	1000	92,32	48,02	4,000	51,22	47,63
11.06.2009	17:22	jar	S1738	m	18,0°C	81	500	1000	77,33	45,47	4,000	46,21	42,98
11.06.2009	17:27	jar	S1752	m	18,5°C	10	500	1000	95,31	44,64	4,000	48,07	44,71
11.06.2009	17:43	jar	S1723	m	18,5°C	61	500	1000	59,00	58,59	4,000	56,13	52,20
11.06.2009	18:15	jar	S1827	m	19,5°C	61	500	1000	57,99	45,65	4,000	43,59	40,54
11.06.2009	19:11	jar	S1938	m	20,5°C	81	500	1000	78,04	55,95	4,000	56,99	53,00
11.06.2009	19:18	jar	S1924	m	20,0°C	61	500	1000	59,00	48,53	4,000	46,49	43,24
11.06.2009	19:25	jar	S1951	m	21,0°C	10	450	1000	97,12	40,74	4,000	44,13	41,04

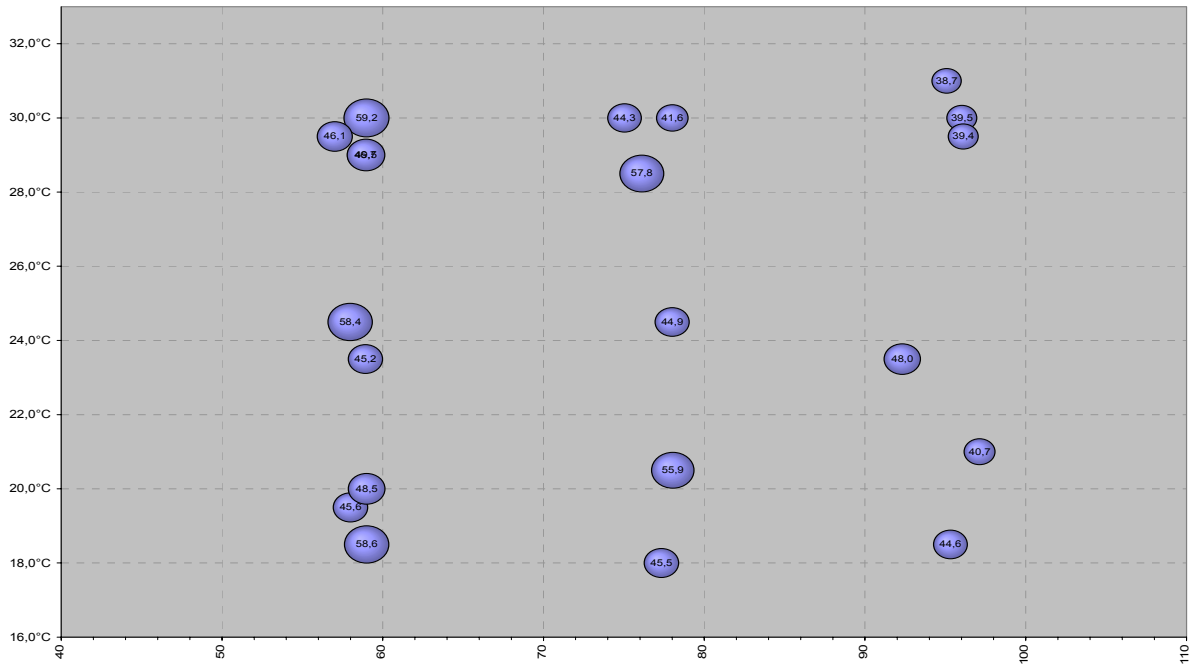
Obr. 3/1 Graf závislosti priemerných rýchlostí a priemerných Mu



Obr. 3/2 Graf závislosti teploty a priemerných Mu



Obr. 3/3 Graf závislosti priemerných rýchlostí, teplôt a priemerných Mu



Obr. 3/4 Graf rýchlostí a nameraných Mu pre: S1951 z 11.06.2009 (19:25) pri

