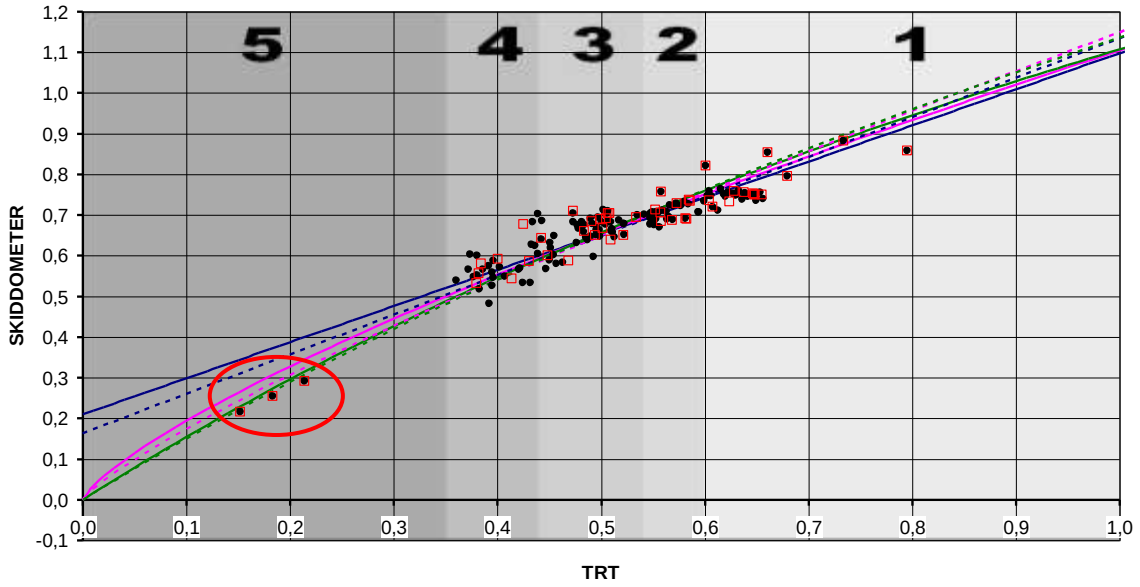
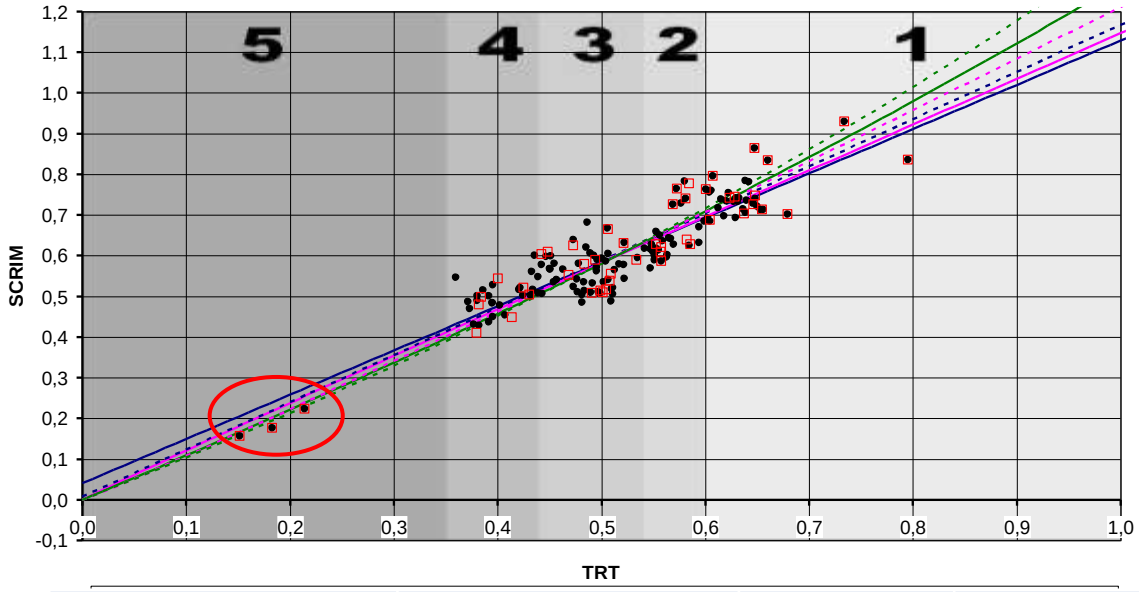
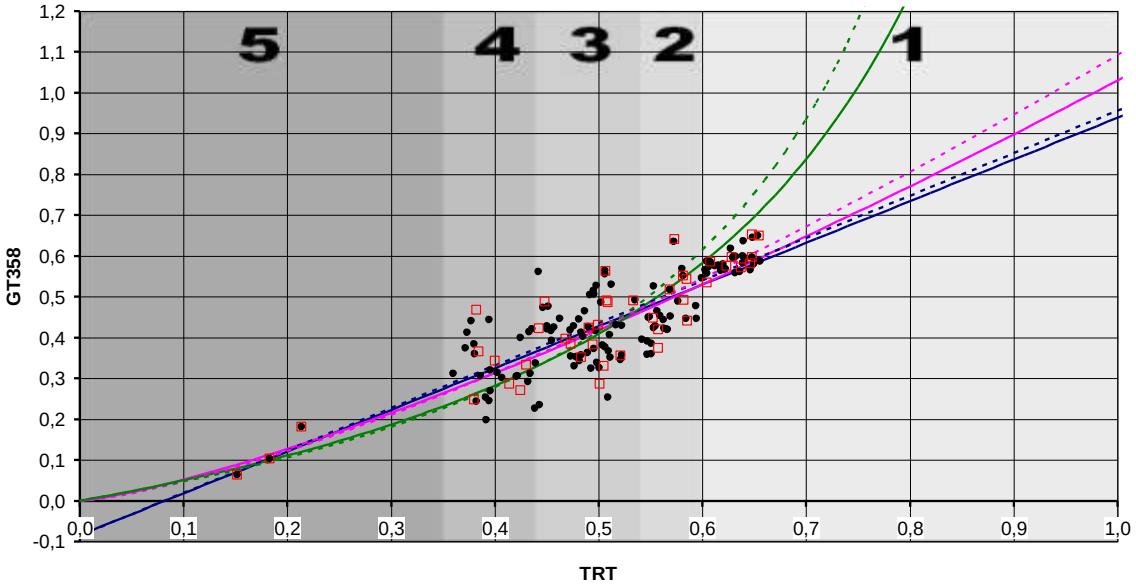
Výsledky srovnávacího měření 2005







Zařízení	Rovnice pro převod na zařízení TRT	Koeficient determinace	Korelační koeficient
GT 135	$y = 0{,}7559 \cdot x^{0{,}7057}$	$R^2 = 0{,}9660$	$R = 0{,}9828$
GT 358	$y = 0{,}8423 \cdot x^{0{,}6469}$	$R^2 = 0{,}9464$	$R = 0{,}9723$
SCRIM	$y = 0{,}8216 \cdot x^{0{,}8699}$	$R^2 = 0{,}9532$	$R = 0{,}9763$
Skiddometer BV 11	$y = 0{,}8281 \cdot x^{1{,}0863}$	$R^2 = 0{,}9590$	$R = 0{,}9793$

Srovnávací měření v roce 2018 v Nantes

Zúčastněná měřicí zařízení

- Celkem 10 různých zařízení měřící součinitel tření v podélném směru, mezi nimi TRT a Skiddometer BV11
- Celkem 5 zařízení měřicí boční tření SCRIM
- Statická zařízení mezi nimi i zařízení obdobné zařízení osazeném v zařízení Wehner/Schulze užívaném v ČR

Měřené povrchy

- Pokrývaly rozsah makrotestury MPD od 2,9 mm (Porous Asphalt) do 0, 5 mm (pískový asfaltový koberec do 4 mm) povrchy opatřené nátěrem se skleněnou balotinou měly MPD 0,6 mm.
- Stáří povrchů bylo 3 roky až 19 let,
- Zrnitosti asfaltových směsí byly do 10 mm, 6 mm a 4 mm.

Kontrola parametrů měřicích zařízení

- Tvrdost pneumatiky
- Tlak v pneumatice
- Zatížení měřicího kola
- Dávkování vody na povrch vozovky

Měřicí rychlosti 40 km/h, 60 km/h a 80 km/h

Srovnávací měření v roce 2018 v Nantes

Vyhodnocení měření fp při různých rychlostech stanovilo vzájemný přepočet mezi TRT a BV11 v tab. 1 a na základě toho tabulka 4 z ČSN 73 6177 pro BV 11 nabývá hodnot podle Tab. 2

Zařízení	Měřicí rychlost, km/h		
	40	60	80
TRT	1,076	1,048	1,068
BV11	1,098	1,164	1,199
BV11/TRT	**1,020**	**1,111**	**1,123**

Měřicí rychlost Km/h	Klasifikační stupeň Fp				
	1	2	3	4	5
40	≥0.68	0.59	0.5	0.41	≤0.4
60	**≥0.6**	**0.52**	**0.44**	**0.36**	**≤0.35**
80	≥0.53	0.46	0.39	0.32	≤0.31
100	≥0.47	0.41	0.35	0.29	≤0.28
120	≥0.42	0.37	0.32	0.27	≤0.26

Měřicí rychlost km/h	Klasifikační stupeň				
	1	2	3	4	5
40	≥0,69	0,60	0,51	0,42	≤0,41
60	**≥0,67**	**0,58**	**0,49**	**0,40**	**≤0,39**
80	≥0,60	0,52	0,44	0,36	≤0,35

Srovnávací měření v roce 2018 v Nantes

Kromě tohoto vyhodnocení se v Evropě používá vyjádření protismykových vlastností, které zahrnuje obě charakteristiky:

$$SRI = BFe^{\frac{S - S_{Ref}}{S_0}}$$

$$S_0 = aMPD^b$$

kde

SRI je Skid Resistance Index, index odolnosti proti smyku

a, b, a B jsou specifické kalibrační parametry daného měřicího zařízení

F je naměřená hodnota odolnosti proti smyku daným měřicím zařízením

S je provozní rychlost zařízení při měření

S_{Ref} je referenční rychlost, ke které je vztažen součinitel tření F

S_o představuje rychlostní gradient hodnot F vztažený na makrotexturu povrchu

MPD je střední hloubka profilu, hodnota makrotextury povrchu vozovky

ČSN 73 6177

$F_p' = a \cdot e^{b \cdot v}$

a, b jsou parametry exponenciální funkce

v je měřicí rychlost

Srovnávací měření 2018 v Nantes

Vyhodnocením srovnávacích měření byly stanoveny specifické kalibrační koeficienty pro zařízení TRT a BV 11 uvedené v tab. 3 a v tab. 4 je z těchto hodnot upravena tabulka 4 z ČSN 73 6177 pro všechny rychlosti pro a) TRT a b) pro BV 11.

Tab. 3 Stanovené kalibrační parametry zkušebních zařízení

Parametr	B	a	b
TRT	1.000	196	0.108
BV-11	1.072	151.5	0.464

Tab. 4 Požadované součinitele tření v klasifikačních stupních v závislosti na měřicí rychlosti a makrotextuře MPD povrchu vozovky

a) pro zařízení TRT

Měřící rychlost	MPD	Klasifikační stupeň Fp pro TRT				
		1	2	3	4	5
40	2	≥0,66	0,57	0,48	0,40	≤0,38
	1	≥0,66	0,57	0,48	0,40	≤0,38
	0,5	≥0,67	0,58	0,49	0,40	≤0,39
	0.1	≥0,68	0,59	0,50	0,41	≤0,40
60		**≥0,60**	**0,52**	**0,44**	**0,36**	**≤0,35**
80	2	≥0,55	0,47	0,40	0,33	≤0,32
	1	≥0,54	0,47	0,40	0,33	≤0,32
	0,5	≥0,54	0,47	0,39	0,32	≤0,31
	0,1	≥0,53	0,46	0,39	0,32	≤0,31
100	2	≥0,50	0,43	0,36	0,30	≤0,29
	1	≥0,49	0,42	0,36	0,29	≤0,29
	0,5	≥0,48	0,42	0,35	0,29	≤0,28
	0,1	≥0,46	0,40	0,34	0,28	≤0,27

b) pro zařízení BV 11

Měřící rychlost	MPD	Klasifikační stupeň Fp pro BV-11				
		1	2	3	4	5
40	2	≥0,71	0.61	0.52	0.42	≤0.41
	1	≥0,73	0.64	0.54	0.44	≤0.43
	0,5	≥0,77	0.67	0.57	0.46	≤0.45
	0,1	≥0,94	0.82	0.69	0.57	≤0.55
60		**≥0.64**	**0.56**	**0.47**	**0.39**	**≤0.38**
80	2	≥0.58	0.51	0.43	0.35	≤0.34
	1	≥0.56	0.49	0.41	0.34	≤0.33
	0,5	≥0.54	0.46	0.39	0.32	≤0.31
	0,1	≥0.44	0.38	0.32	0.26	≤0.24
100	2	≥0.53	0.46	0.39	0.32	≤0.31
	1	≥0.49	43.00	0.36	0.30	≤0.29
	0,5	≥0.45	0.39	0.33	0.27	≤0.26
	0,1	≥0.30	0.26	0.22	0.18	≤0.17

Srovnávací měření 2018 v Nantes

Vyhodnocením srovnávacích měření byly stanoveny specifické kalibrační koeficienty pro zařízení TRT a BV 11 uvedené v tab. 3 a v tab. 4 je z těchto hodnot upravena tabulka 4 z ČSN 73 6177 pro všechny rychlosti pro a) TRT a b) pro BV 11.

Tab. 3 Stanovené kalibrační parametry zkušebních zařízení

Parametr	B	a	b
TRT	1.000	196	0.108
BV-11	1.072	151.5	0.464

Tab. 4 Požadované součinitele tření v klasifikačních stupních v závislosti na měřicí rychlosti a makrotextuře MPD povrchu vozovky

a) pro zařízení TRT

Měřící rychlost	MPD	Klasifikační stupeň Fp pro TRT				
		1	2	3	4	5
40	2	≥0,66	0,57	0,48	0,40	≤0,38
	1	≥0,66	0,57	0,48	0,40	≤0,38
	0,5	≥0,67	0,58	0,49	0,40	≤0,39
	0.1	≥0,68	0,59	0,50	0,41	≤0,40
60		**≥0,60**	**0,52**	**0,44**	**0,36**	**≤0,35**
80	2	≥0,55	0,47	0,40	0,33	≤0,32
	1	≥0,54	0,47	0,40	0,33	≤0,32
	0,5	≥0,54	0,47	0,39	0,32	≤0,31
	0,1	≥0,53	0,46	0,39	0,32	≤0,31
100	2	≥0,50	0,43	0,36	0,30	≤0,29
	1	≥0,49	0,42	0,36	0,29	≤0,29
	0,5	≥0,48	0,42	0,35	0,29	≤0,28
	0,1	≥0,46	0,40	0,34	0,28	≤0,27

b) pro zařízení BV 11

Měřící rychlost Km/h	Klasifikační stupeň Fp				
	1	2	3	4	5
40	≥0.68	0.59	0.5	0.41	≤0.4
60	**≥0.6**	**0.52**	**0.44**	**0.36**	**≤0.35**
80	≥0.53	0.46	0.39	0.32	≤0.31
100	≥0.47	0.41	0.35	0.29	≤0.28
120	≥0.42	0.37	0.32	0.27	≤0.26

Srovnávací měření 2018 v Nantes

Vyhodnocením srovnávacích měření byly stanoveny specifické kalibrační koeficienty pro zařízení TRT a BV 11 uvedené v tab. 3 a v tab. 4 je z těchto hodnot upravena tabulka 4 z ČSN 73 6177 pro všechny rychlosti pro a) TRT a b) pro BV 11.

Tab. 3 Stanovené kalibrační parametry zkušebních zařízení

Parametr	B	a	b
TRT	1.000	196	0.108
BV-11	1.072	151.5	0.464

Tab. 4 Požadované součinitele tření v klasifikačních stupních v závislosti na měřicí rychlosti a makrotextuře MPD povrchu vozovky

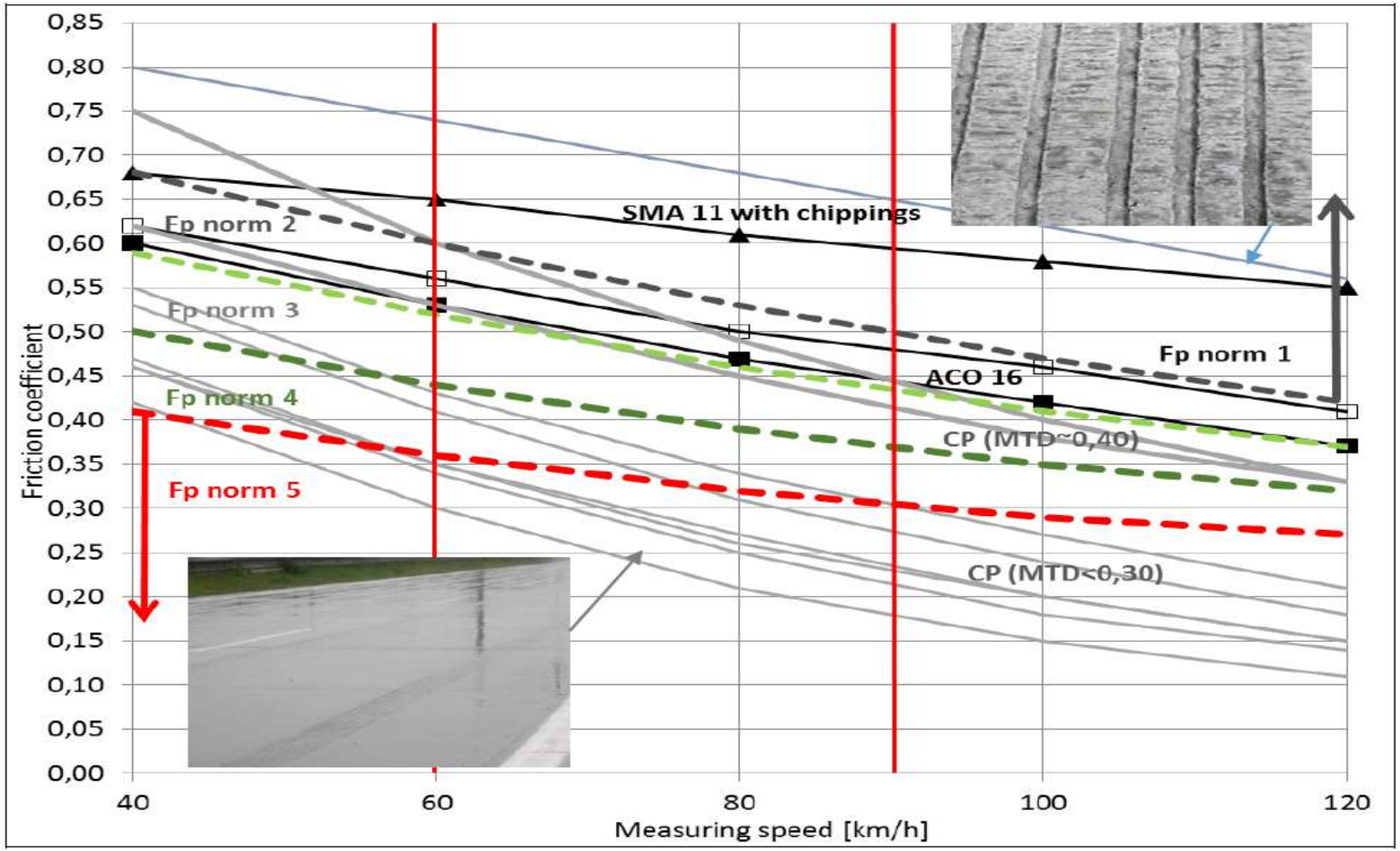
a) pro zařízení TRT

Měřicí rychlost km/h	Klasifikační stupeň				
	1	2	3	4	5
40	≥0,69	0,60	0,51	0,42	≤0,41
60	**≥0,67**	**0,58**	**0,49**	**0,40**	**≤0,39**
80	≥0,60	0,52	0,44	0,36	≤0,35

b) pro zařízení BV 11

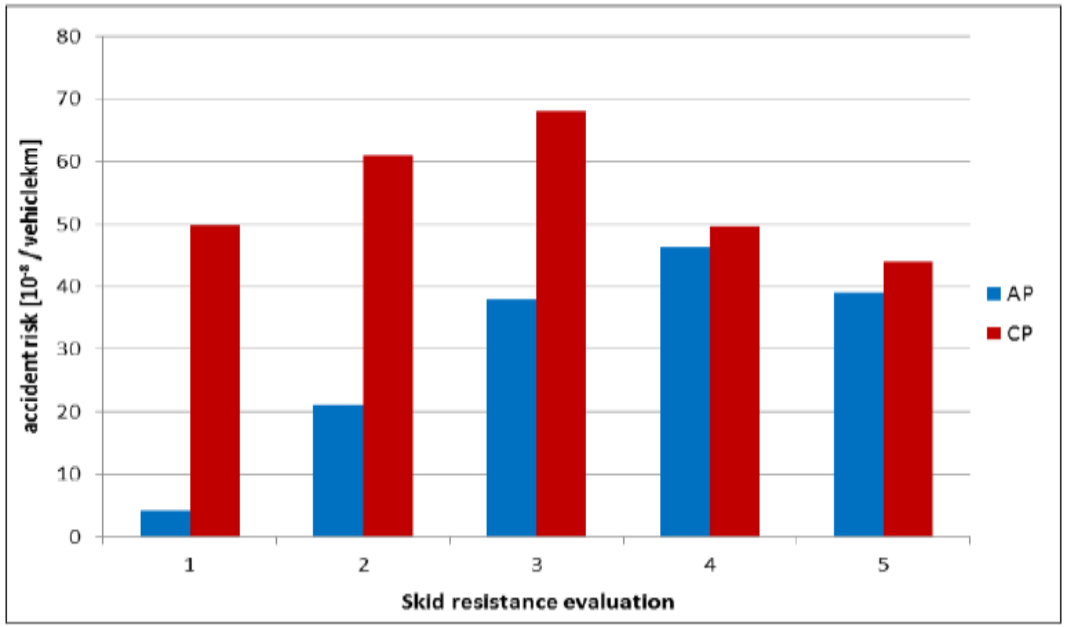
Měřicí rychlost	MPD	Klasifikační stupeň Fp pro BV-11				
		1	2	3	4	5
40	2	≥0,71	0.61	0.52	0.42	≤0.41
	1	≥0,73	0.64	0.54	0.44	≤0.43
	0,5	≥0,77	0.67	0.57	0.46	≤0.45
	0,1	≥0,94	0.82	0.69	0.57	≤0.55
60		**≥0.64**	**0.56**	**0.47**	**0.39**	**≤0.38**
80	2	≥0.58	0.51	0.43	0.35	≤0.34
	1	≥0.56	0.49	0.41	0.34	≤0.33
	0,5	≥0.54	0.46	0.39	0.32	≤0.31
	0,1	≥0.44	0.38	0.32	0.26	≤0.24
100	2	≥0.53	0.46	0.39	0.32	≤0.31
	1	≥0.49	43.00	0.36	0.30	≤0.29
	0,5	≥0.45	0.39	0.33	0.27	≤0.26
	0,1	≥0.30	0.26	0.22	0.18	≤0.17

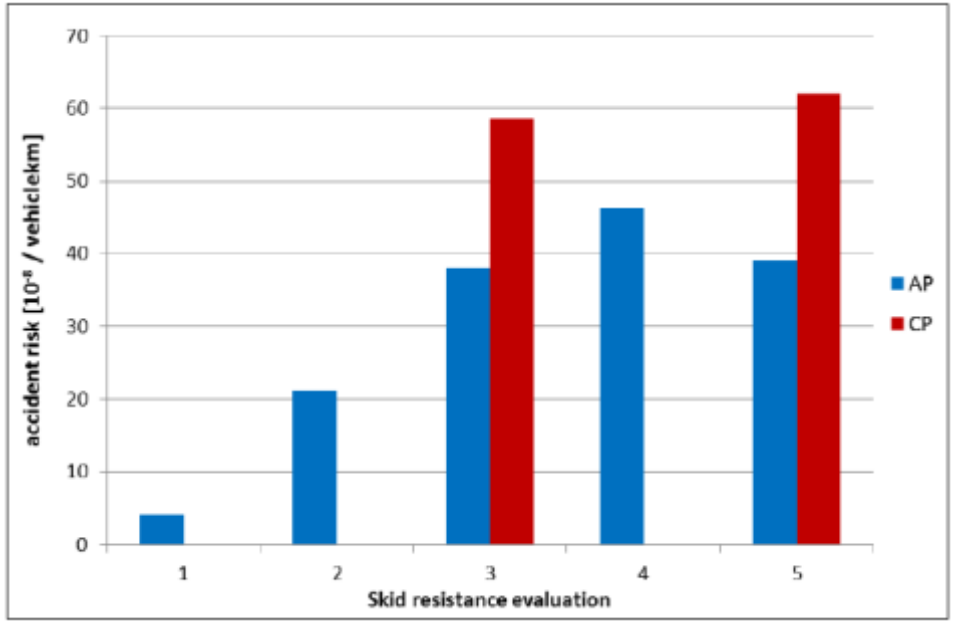
Potvrzení platnosti výsledků srovnávacích měření



Obr. 1 Výsledky měření Fp zařízením TRT na dálnici D5, jak na CB krytu, tak na asfaltových krytech SMA 11 a ACO 16. Jsou vyneseny požadované hodnoty Fp v závislosti na rychlosti a naměřené hodnoty Fp při uvedených hodnotách MPD.

Potvrzení platnosti výsledků srovnávacích měření



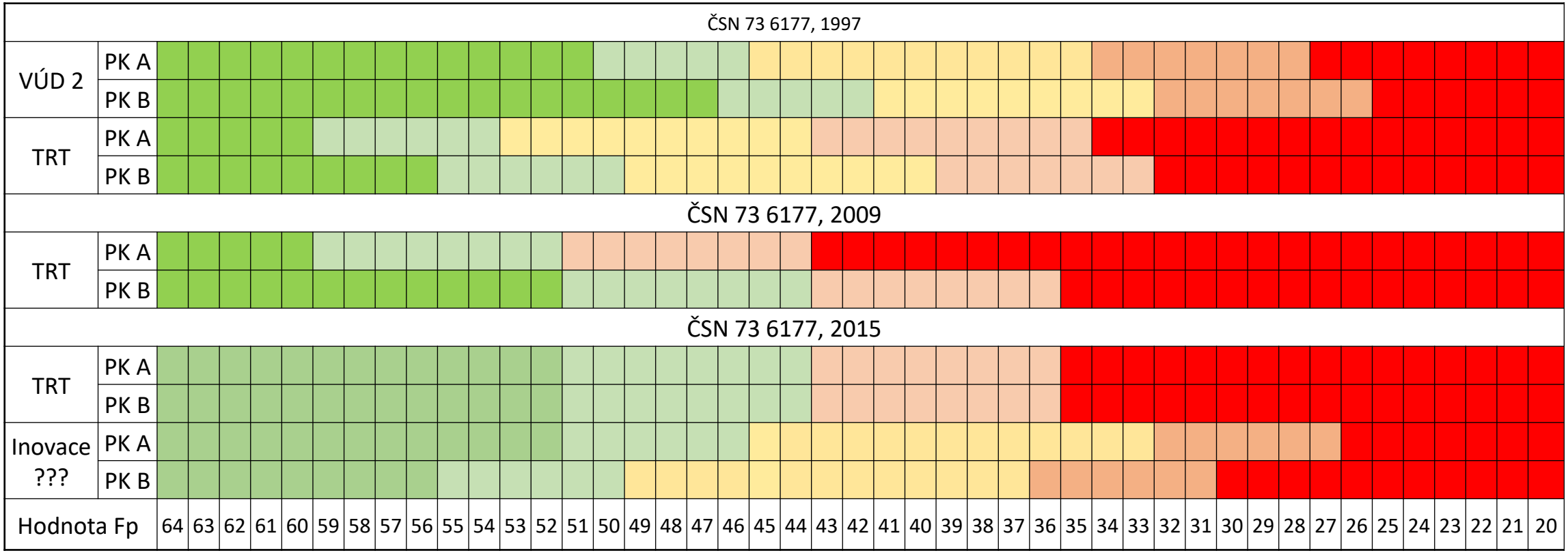


Obr. 2 a) Závislost relativní nehodovosti (accident risk) v případě použití klasifikace Fp při rychlosti 60 km/h,
Obr. 2 b) Stejná závislost v případě použití klasifikace Fp při rychlosti 90 km/h

Při srovnání relativní nehodovosti asfaltových úseků na D5 s úseky cementobetonovými, byla relativní nehodovost na CBK o 58 % vyšší než na úsecích asfaltových.

Vývoj klasifikace v ČSN 73 6177

Tabulka 5 Klasifikace součinitele tření v ČSN 73 6177 (1996, 2009 a 2017)



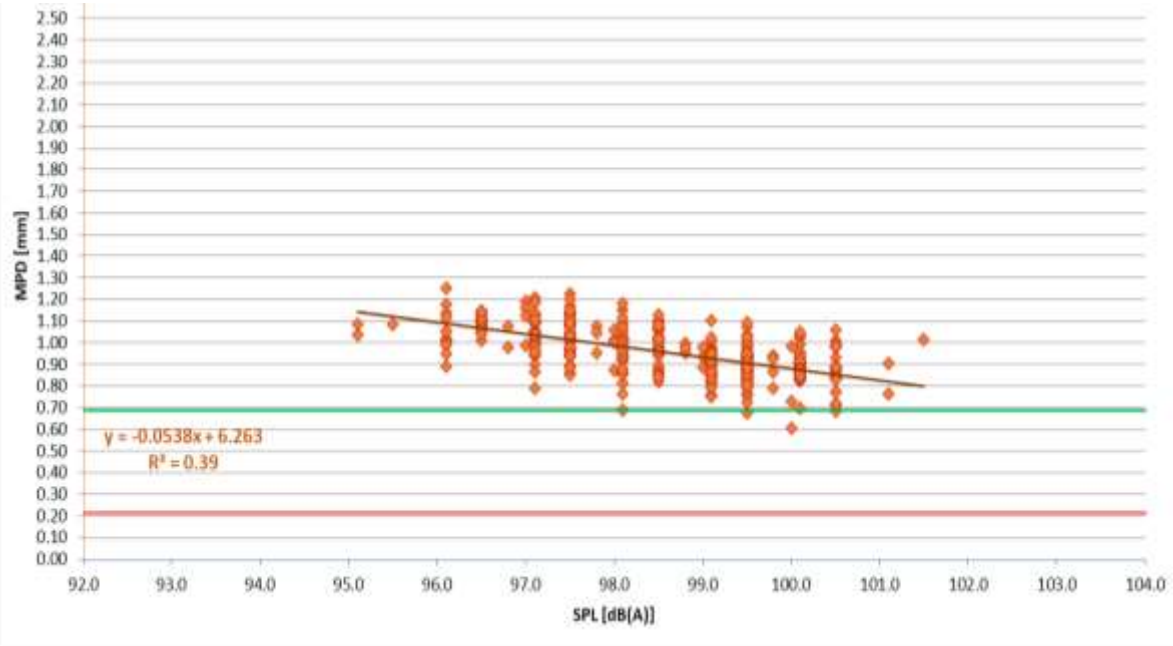
Poznámky

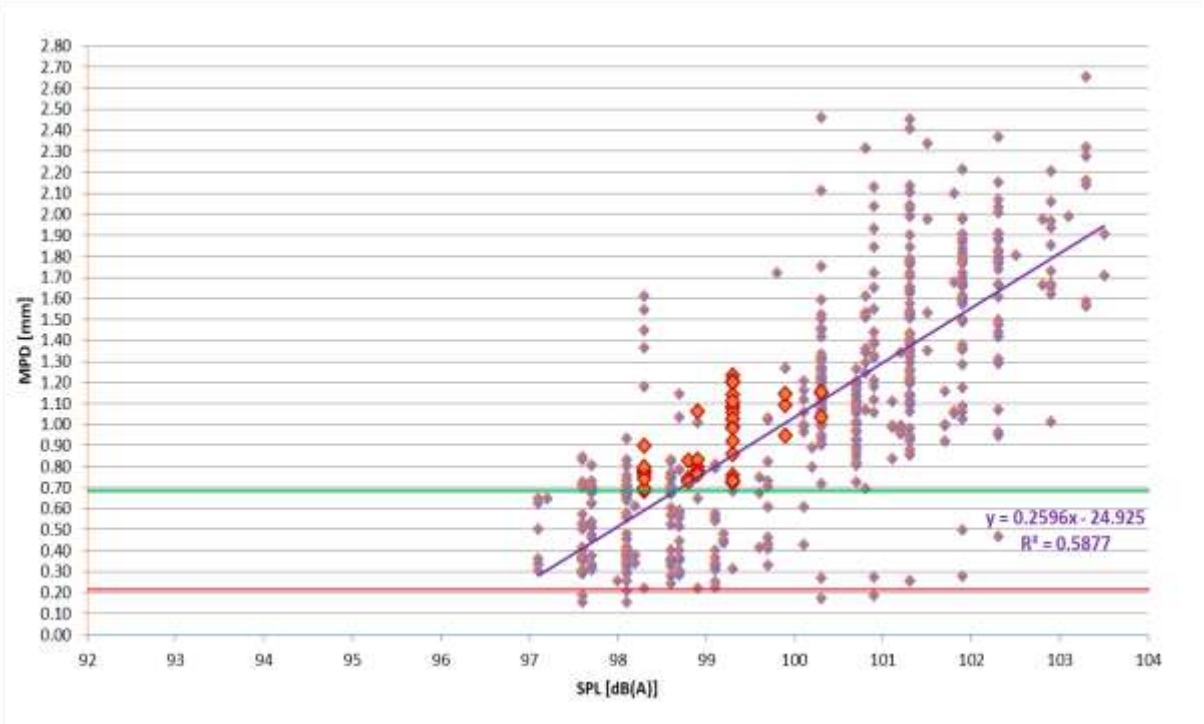
V ČSN 73 6177, 1996, PK Skupiny A jsou D, RMK a S I. tř., skupiny B ostatní PK. Je uveden převoní vztah Fp,TRT x 0,94 = Fp,99% prokluz

V ČSN 73 6177, 2009 nejsou klasifikační stupně rozděleny podle skupin PK, ale A jsou úseky PK se zvýšenými požadavky na PVV a B ostatní PK. Klasifikačním stupňům byl dán význam 1 (2 pro B) pro přejímku krytu, 2 (3) pro konec záruční doby 3 (4) plánování údržby nebo opravy a 4 (5) provedení opravy,

V ČSN 73 6177, 2015 bylo dělení na skupiny vozovek zrušeno a pro přejímku nového krytu se použil klasifikační stupeň 2

Makrotextura a hlučnost povrchu vozovky





Požadavky na stanovení nové klasifikace

Povrchové vlastností vozovek se zatřiďují do pětistupňové klasifikace od 1 (výborný) do 5 (havarijní). V každém klasifikačním stupni jsou stanoveny požadované minimální hodnoty daného parametru pro dobu životnosti vozovky:

1. Nová obrusná vrstvy vozovky
2. Konec záruční doby obrusné vrstvy vozovky
3. Běžné užívání vozovky
4. Plánování údržby nebo opravy, tj. povrch v době následného užívání nebude plnit požadavky bezpečnosti a pohodlí
   Je třeba provést opatření údržby nebo opravy vozovky, nebo informovat uživatele o nevyhovujícím stavu povrchu vozovky dopravní značkou či omezit dovolenou rychlost.

Uvedenou klasifikaci povrchu vozovky lze chápat jako požadavky na povrchové vlastnosti, které:

1. vyjadřují technologické možnosti dané typem obrusné vrstvy a použitých materiálů,
2. kontrolují vhodnost technologie a použitých materiálů v době záruky, zaručují dlouhodobou funkci v klasifikaci 3
3. zajišťují bezpečnost a pohodlí silničního provozu,
4. vyjadřují varovné hodnoty,
5. způsobují vážné omezení silničního provozu.

Metodika

1. Statistika hodnot proměnných parametrů při přejímce a na konci záruční doby a měření v běžném roce
2. Porovnání databáze nehod a proměnných parametrů Fp, IRI, MPD, hloubka koleje a vody
3. Vyhodnocení, stanovení a projednání klasifikace, vložení klasifikace do SHV

Použitá literatura

[1] ČSN 73 6177 (zpracovatel Bazala A.): Měření a hodnocení protismykových vlastností vozovek, leden 1996
[2] ČSN 73 6177 (zpracovatel Nekula L.): Měření a hodnocení protismykových vlastností vozovek, leden září 2009
[3] ČSN 73 6177 (zpracovatel Nekula L.): Měření a hodnocení protismykových vlastností vozovek, 2015
[4] Výzkumný projekt 1F45B/064/120 Protismykové vlastnosti povrchů vozovek podle Evropských norem pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu, VUT FAST 2003 až 2007
[5] Kudrna J., Vojtěšek A., Mališ l., Nekula L.: Road skid resistence Influence on the Number o Crash Accidence,
[6] Výzkumný projekt CG723-065-910 Účinek dopravního zatížení na snižování protismykových vlastností povrchů vozovek a stanovení požadavků na ohladitelnost kameniva, VUT FAST, 2007 až 2011
[7] Výzkumný projekt TA01031562 Technologie úprav povrchu cementobetonových krytů pro zvýšení bezpečnosti a snížení hlučnosti silničního provozu, VUT FAST 2011-2014
[8] Kudrna J., Dašková J., Nekulová P., Nekula L.: Skid Resistance of Concrete Pavements and their Durability, Betonové vozovky, Praha 2016
[9] 1st European Pavement Friction Workshop, Round robin tests analyses, Nantes, 2018

Děkuji za pozornost