

Povrchové vlastnosti vozovek

Leoš Nekula, Měření PVV, Vyškov

únor – březen 2015

Způsoby měření a hodnocení povrchových vlastností vozovek

Proč měřit a hodnotit povrchové vlastnosti vozovek

Povrchové vlastnosti vozovek a jejich vliv na nehodovost

Protismykové vlastnosti povrchu vozovky

mají největší vliv na nehodovost, proto jsou nejvíce zkoumány a sledovány

Příčné a podélné nerovnosti

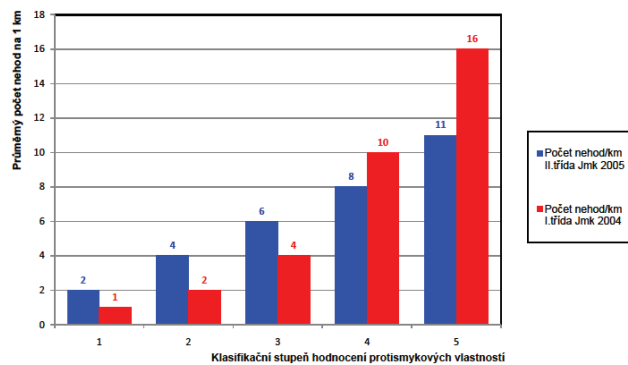
jejich vliv není znám, není předmětem výzkumu a proto je podceňován

Hlukové emise

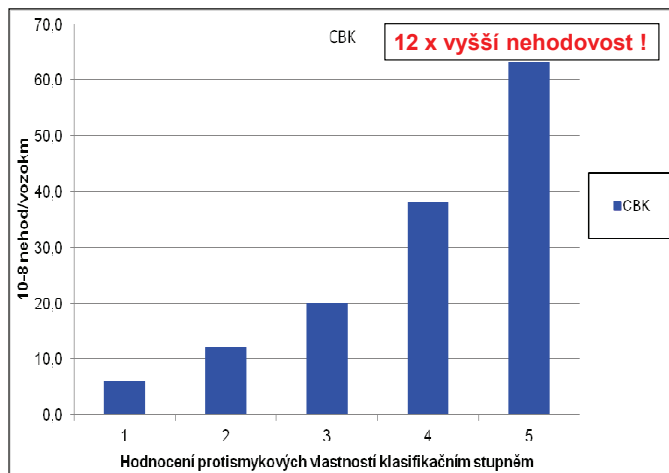
zdánlivě s nehodovostí nesouvisí, ale ovlivňují protismykové vlastnosti

Vliv protismykových vlastností povrchu vozovky na nehodovost

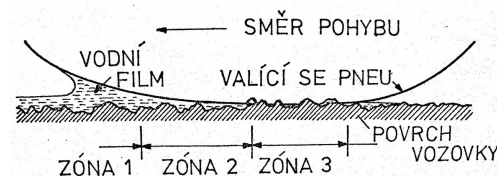
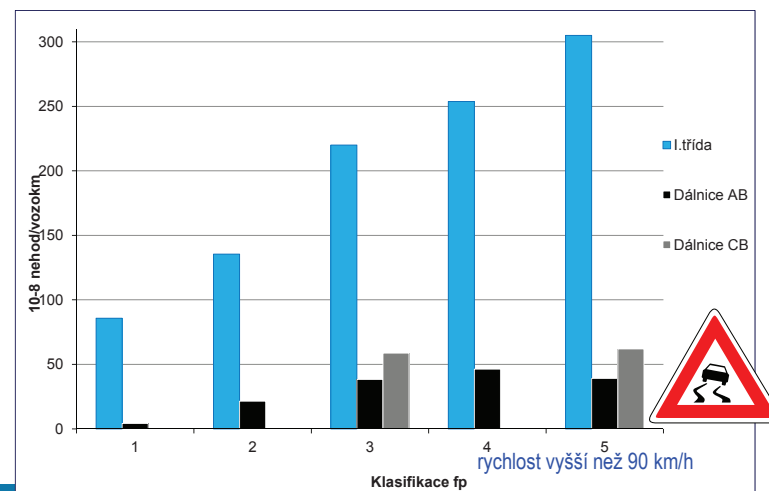
Grafické znázornění průměrného počtu nehod na kilometr silnice I. a II. třídy v JmK



Relativní nehodovost na cementobetonovém krytu



Relativní nehodovost

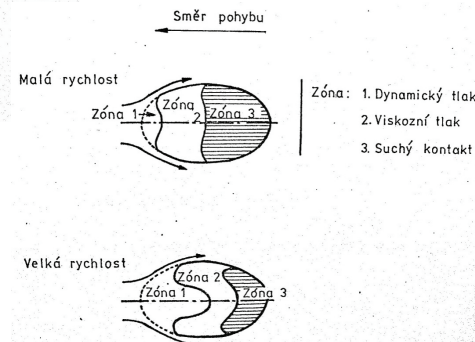


Protismykové vlastnosti Zóny interakce mezi pneumatikou a vozovkou

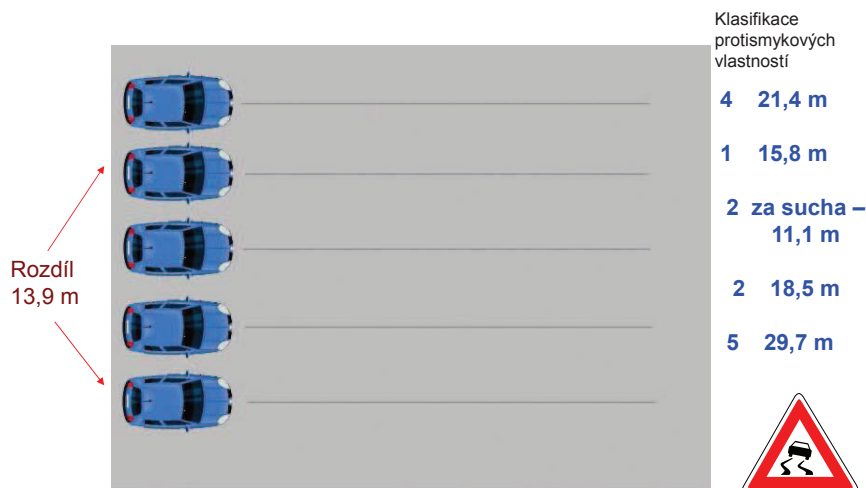
- ZÓNA 1: spojitý vodní film
- ZÓNA 2: přerušovaný vodní film
- ZÓNA 3: suchý kontakt

Dotykovou oblast pneumatiky lze rozdělit na tři zóny:

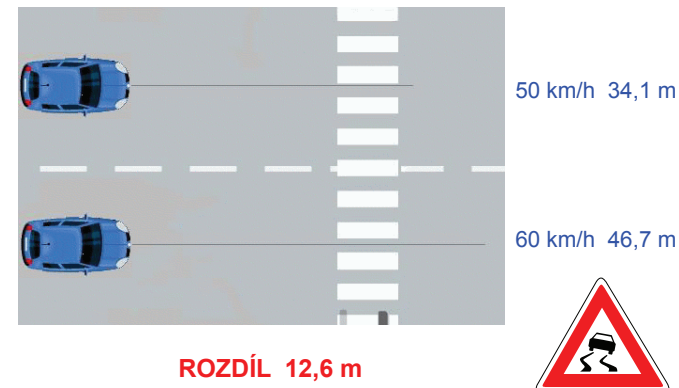
- V zóně 1 je nepřerušovaný spojitý vodní film.
- V zóně 2 bylo množství vody rozptýleno a zůstal tenký vodní film, kterým mohou proniknout některé, avšak ne všechny výčnělky povrchu vozovky.
- V zóně 3 byl vodní film vytlačen a zůstal dotyk pneumatiky s mokrým povrchem vozovky.



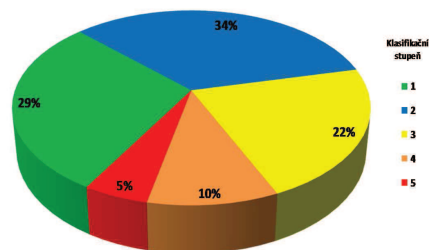
Vlastní délka zastavení při rychlosti 60 km/h pro vozidlo bez ABS



Rozdíl v zastavení vozidla s ABS při rychlosti 50 km/h a 60 km/h na protismykových vlastnostech v klasifikaci 5 – havarijný stav



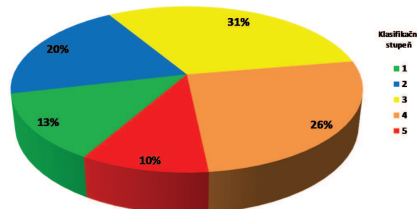
Procentuální vyjádření klasifikace stavu protismykových vlastností povrchu vozovek v České republice



Rok 2004

Stav PK z hlediska protismykových vlastností povrchu vozovky

Procentuální vyjádření klasifikace stavu protismykových vlastností povrchu vozovek v České republice



Rok 2014

Za období 2004 až 2014 se stav v klasifikaci 5 – havarijný stav zhoršil o 100%, v klasifikaci 4 o 160%.

Vliv nerovnosti povrchu vozovky na nehodovost

Přímý:

příčná nerovnost

- ▶ podélné vyjeté koleje: vliv na řízení vozidla
- ▶ hloubka vody ve vyjetých kolejích: aquaplaning

podélná nerovnost

- ▶ symetrická: ztráta kontaktu pneumatiky s vozovkou
- ▶ nesymetrická: nestabilita vozidla, vyjetí mimo vozovku nebo do protisměru

Nepřímý:

podélná i příčná nerovnost

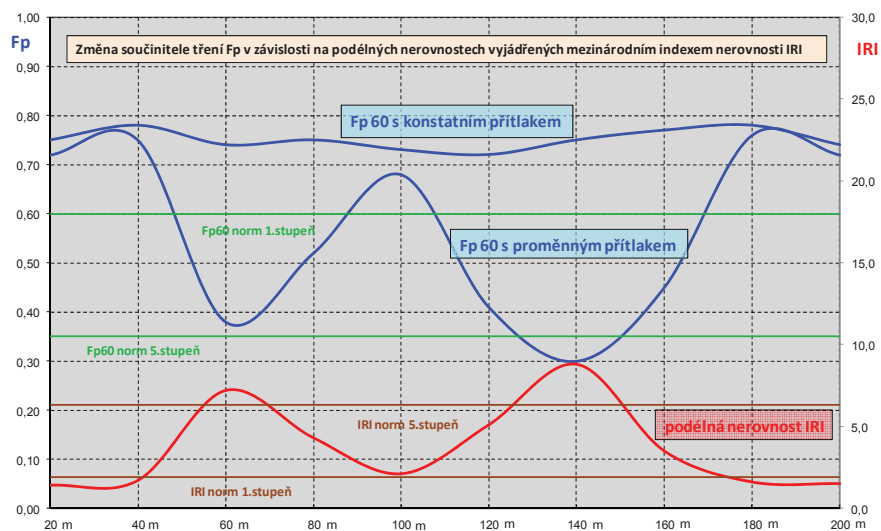
- ▶ vliv na protismykové vlastnosti



Podélná nerovnost nesymetrická

Příčná nerovnost

Vliv nerovností povrchu vozovky na nehodovost



Jak měřit a hodnotit povrchové vlastnosti vozovek

Vliv kombinace protismykových vlastností a nerovnosti povrchu vozovky na nehodovost

Dynamická změna součinitele tření při průjezdu vozidla přes podélnou nerovnost zatím nebyla zkoumána.

Jediné zařízení v Evropě, které umí kontaktním způsobem měřit zároveň protismykové vlastnosti i podélné nerovnosti povrchu vozovky je české multifunkční měřicí zařízení TRT.

Zařízení TRT měří s hydraulicky ovládaným přitlakem měřicího kola, což umožňuje simulovat stejné podmínky jako u běžného vozidla.

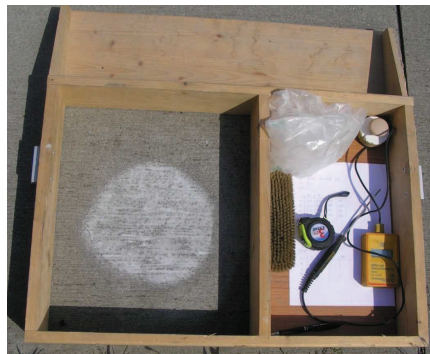
Při přejezdu větší podélné nerovnosti klesá svislá síla působící na kolo vozidla, a tím klesá i třecí síla mezi pneumatikou a povrchem vozovky při zrychlování nebo zpomalování vozidla a hrozí nebezpečí smyku.

Zařízení na měření makrotextury

Měření hloubky makrotextury povrchu vozovky

Střední hloubka textury MTD – měří se odměrnou metodou pomocí skleněných kuliček (písku). Stanovené množství měřicího média se rozprostře stěrkou na vozovce a z velikosti vytvořené kruhové plochy se spočítá průměrná hloubka textury, což je velikost makrotextury.

Střední hloubka profilu MPD – měří se laserovým zařízením, které je součástí multifunkčních měřicích zařízení ARAN nebo HawkEye 1000, které jsou provozovány v ČR.



Zařízení na měření mikrotextury

Kyvadlo TRRL

- ▶ ze ztráty kinetické energie při tření pryžového elementu o mokrý povrch zjišťujeme hodnotu PTV (Pendulum Test Value)
- ▶ zkušební metoda pro stanovení mikrotextury povrchu pomocí přenosného měřicího zařízení – kyvadla, může se použít v terénu i v laboratoři
- ▶ podle této zkušební metody se měří protismykové vlastnosti malé plochy povrchu (0,01 m²)



Zařízení na měření součinitele tření

Součinitel podélného tření f_p
Měřicí zařízení v ČR:

Zařízení TRT

GripTester

Součinitel bočního tření F_b

Měřicí zařízení:
SCRIM (Německo, Rakousko, Anglie)



Dynamometrický přívěs VÚD – 2 s tažným vozidlem Volha



Dynamometrický přívěs VÚD – 2 s tažným vozidlem Tatra 613



Zařízení Tatra Runway Tester (TRT)

Letištní verze
Testování a homologace v NASA (USA)



Zařízení TRT - silniční verze

Nosné vozidlo TATRA 613.3
Výrobce TATRA Kopřivnice
Vývoj zařízení Ing.Bazala Csc.

Nosné vozidlo Ford Transit
Přestavba Měření PVV
v provozu od r. 2004



Zařízení TRT

motor T 613 s hydraulickým systémem ovládacím brzdění a přítlak měřicího kola

Měřicí kolo se speciální pneumatikou



Zařízení TRT umožňuje :

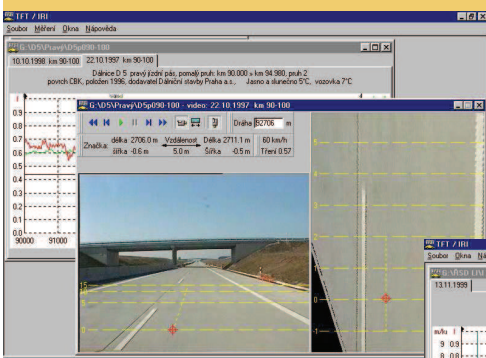
Měřit protismykové vlastnosti povrchu vozovky.

Měřit podélné nerovnosti vyjádřené mezinárodním indexem nerovnosti IRI .

Požívat videozáznam měření.

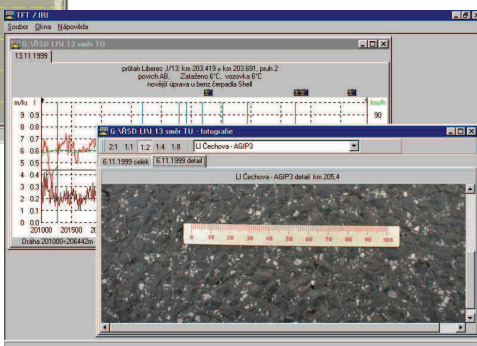
Požívat digitální snímky povrchu vozovky.

Lokalizovat data souřadnicemi GPS.



Videozáznam
-přední záběr
- detail povrchu vozovky

Digitální foto
povrchu vozovky



Měření protismykových vlastností:

kontinuální měření protismykových vlastností povrchu vozovky rychlostí 40, 60 nebo 80 km.h⁻¹

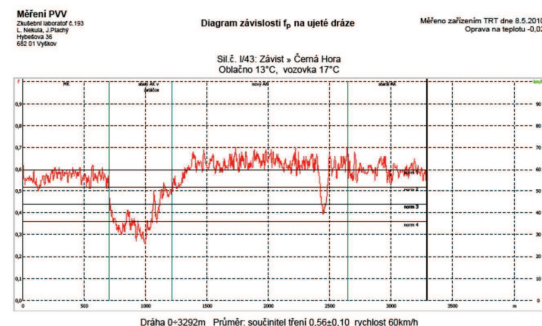


diagram závislosti součinitele tření na ujeté dráze

Měření protismykových vlastností:

kontinuální měření protismykových vlastností povrchu vozovky rychlostí 40, 60 nebo 80 km.h⁻¹

přůměrné hodnoty součinitele tření po 20 m s hodnocením klasifikačním stupněm

Měření PVV
L. Neukla, J. Pšeny
Hvězdova 36
682 01 Věteřov

Průměrné hodnoty f_p

Měřeno zařízením TRT dne 28.10.2010
Oprava na teplotu -0,02

Facelický kopec, komunikace R 35, pravý jízdni pás, střední pruh: km 37,850 s 39,559
povrch třezování + AKMS
Polojasno 11°C, vozovka 12°C

Norma: kategorie A rychlost měření 60km/h 3. klasifikační stupeň hodnocení drsnosti $f_{p,0.05} = 0.44$

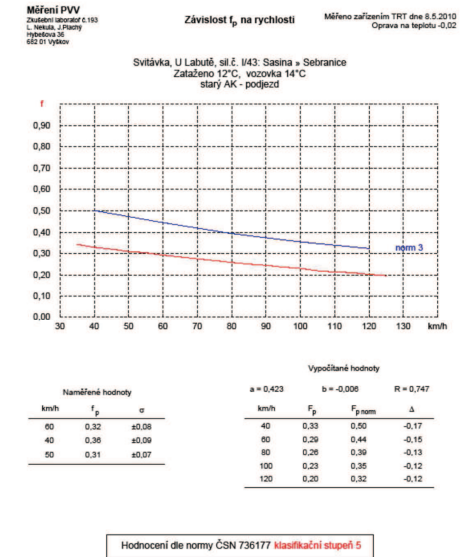
stanoviště km	rychlost km/h	r	σ	Δ	stupeň	stanoviště km	rychlost km/h	r	σ	Δ	stupeň
37,850 - 37,870	60	0,47	0,01	0,03	3	38,770 - 38,790	60	0,32	0,01	-0,12	5
37,870 - 37,890	60	0,41	0,02	-0,03	4	38,790 - 38,810	60	0,36	0,01	-0,09	4
37,890 - 37,910	60	0,43	0,04	-0,01	4	38,810 - 38,830	60	0,34	0,01	-0,10	5
37,910 - 37,930	60	0,37	0,02	-0,07	4	38,830 - 38,850	60	0,35	0,01	-0,09	4
37,930 - 37,950	60	0,41	0,02	-0,03	4	38,850 - 38,870	60	0,34	0,01	-0,10	5
37,950 - 37,970	60	0,37	0,02	-0,07	4	38,870 - 38,890	60	0,33	0,01	-0,11	5
37,970 - 37,990	60	0,35	0,01	-0,09	4	38,890 - 38,910	60	0,34	0,01	-0,10	5
37,990 - 38,010	60	0,38	0,01	-0,08	4	38,910 - 38,930	60	0,34	0,01	-0,10	5
38,010 - 38,030	60	0,40	0,01	-0,04	4	38,930 - 38,950	60	0,35	0,01	-0,09	4
38,030 - 38,050	60	0,37	0,02	-0,07	4	38,950 - 38,970	60	0,35	0,01	-0,09	4
38,050 - 38,070	60	0,38	0,02	-0,05	4	38,970 - 38,990	60	0,34	0,02	-0,10	5
38,070 - 38,090	60	0,37	0,02	-0,07	4	38,990 - 39,010	60	0,35	0,01	-0,09	4
38,090 - 38,110	60	0,39	0,02	-0,05	4	39,010 - 39,030	60	0,32	0,02	-0,12	5
38,110 - 38,130	60	0,41	0,04	-0,03	4	39,030 - 39,050	60	0,32	0,01	-0,12	5
38,130 - 38,150	60	0,52	0,03	0,08	3	39,050 - 39,070	60	0,33	0,01	-0,11	5
38,150 - 38,170	60	0,52	0,02	0,08	3	39,070 - 39,090	60	0,33	0,01	-0,11	5
38,170 - 38,190	60	0,46	0,02	0,06	3	39,090 - 39,110	60	0,29	0,01	-0,15	5
38,190 - 38,210	60	0,51	0,02	0,07	3	39,110 - 39,130	60	0,31	0,01	-0,13	5
38,210 - 38,230	60	0,48	0,01	0,04	3	39,130 - 39,150	60	0,32	0,01	-0,12	5
38,230 - 38,250	60	0,51	0,04	0,07	3	39,150 - 39,170	60	0,29	0,01	-0,15	5
38,250 - 38,270	60	0,49	0,02	0,05	3	39,170 - 39,190	60	0,31	0,01	-0,13	5
38,270 - 38,290	60	0,46	0,02	0,02	3	39,190 - 39,204	60	0,33	0,02	-0,11	5
38,290 - 38,310	60	0,46	0,02	0,02	3	39,204 - 39,210	60	0,36	0,01	-0,05	4
38,310 - 38,330	60	0,44	0,02	0,00	3	39,210 - 39,230	60	0,43	0,01	-0,01	4
38,330 - 38,350	60	0,39	0,02	-0,05	4	39,230 - 39,250	60	0,44	0,01	0,00	3
38,350 - 38,370	60	0,37	0,03	-0,07	4	39,250 - 39,270	60	0,43	0,01	-0,01	4
38,370 - 38,390	60	0,42	0,03	-0,02	4	39,270 - 39,290	60	0,42	0,02	-0,02	4
38,390 - 38,410	60	0,38	0,01	-0,08	4	39,290 - 39,310	60	0,42	0,02	-0,02	4
38,410 - 38,430	60	0,38	0,01	-0,08	4	39,310 - 39,330	60	0,39	0,02	-0,05	4
38,430 - 38,450	60	0,39	0,01	-0,05	4	39,330 - 39,350	60	0,41	0,02	-0,03	4
38,450 - 38,470	60	0,38	0,01	-0,08	4	39,350 - 39,370	60	0,45	0,02	0,01	3
38,470 - 38,490	60	0,41	0,02	-0,03	4	39,370 - 39,390	60	0,42	0,04	-0,02	4
38,490 - 38,510	60	0,42	0,02	-0,02	4	39,390 - 39,410	60	0,51	0,05	0,07	3
38,510 - 38,530	60	0,42	0,02	-0,02	4	39,410 - 39,430	60	0,46	0,03	0,02	3
38,530 - 38,550	60	0,39	0,01	-0,05	4	39,430 - 39,450	60	0,52	0,03	0,08	3
38,550 - 38,570	60	0,37	0,02	-0,07	4	39,450 - 39,470	60	0,55	0,03	0,11	2
38,570 - 38,590	60	0,37	0,03	-0,07	4	39,470 - 39,490	60	0,50	0,01	0,08	3
38,590 - 38,610	60	0,35	0,01	-0,09	4	39,490 - 39,510	60	0,47	0,01	0,03	3
38,610 - 38,630	60	0,35	0,01	-0,09	4	39,510 - 39,530	60	0,50	0,02	0,06	3
38,630 - 38,650	60	0,38	0,01	-0,08	4	39,530 - 39,550	60	0,51	0,03	0,09	3
38,650 - 38,670	60	0,37	0,01	-0,07	4	39,550 - 39,559	60	0,58	0,03	0,12	2
38,670 - 38,688	60	0,38	0,01	-0,08	4	39,559 - 39,559	60	0,47	0,00	0,03	3
38,688 - 38,690	60	0,39	0,02	-0,05	4						
38,690 - 38,710	60	0,31	0,02	-0,13	5	37,850 - 39,559	60	0,40	0,07	-0,04	4
38,710 - 38,730	60	0,28	0,01	-0,16	5						
38,730 - 38,750	60	0,27	0,01	-0,17	5						
38,750 - 38,770	60	0,28	0,01	-0,18	5						

strana 1

Měření protismykových vlastností:

měření v režimu rychlostí 40 – 120 km.h⁻¹

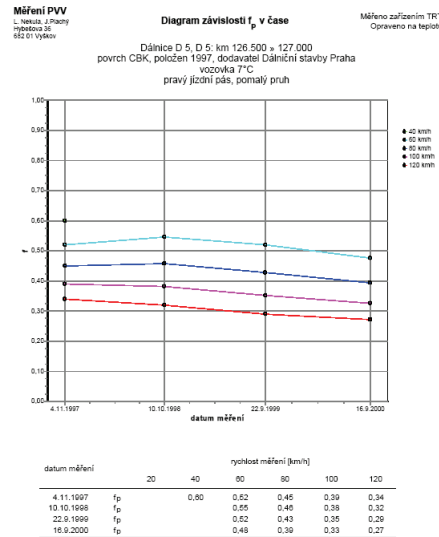
diagram závislosti součinitele tření na měřicí rychlosti



Měření protismykových vlastností:

měření v režimu rychlostí 40 – 120 km.h⁻¹

diagram závislosti součinitele tření na čase



Školení o evropských a českých normách pro stavbu vozovek
Povrchové vlastnosti vozovek (SENS 8)

PRAGOPROJEKT

Měření podélných nerovností vyjádřených mezinárodním indexem nerovnosti IRI:

