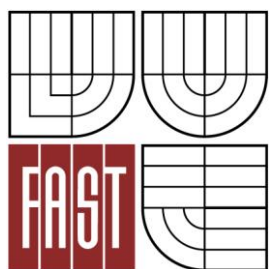




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF ROAD STRUCTURES

PROTISMYKOVÉ VLASTNOSTI VOZOVEK

SKID RESISTANCE OF PAVEMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jakub Stránský

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR HÝZL, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav pozemních komunikací

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Jakub Stránský

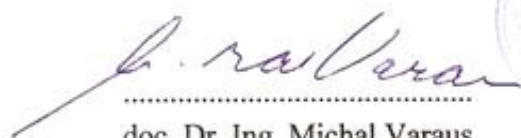
Název Protismykové vlastnosti vozovek

Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Hýzl, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2012

Datum odevzdání bakalářské práce 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012



doc. Dr. Ing. Michal Varaus
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

ČSN EN 13108-1 Asfaltové směsi - Specifikace pro materiály - Část 1: Asfaltový beton a ostatní specifikační normy

ČSN 736160 Zkoušení asfaltových směsí

ČSN 736121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy - Provádění a kontrola shody

Sborníky z konferencí Asfaltové vozovky 2003,2005,2009,2011

Internetové zdroje a firemní materiály.

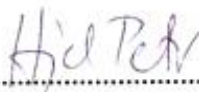
Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

V práci rešeršního typu bude věnována pozornost protismykových vlastnostem u tuhých a netuhých vozovek.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



.....
Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce má za cíl zpracování poznatků o protismykových vlastnostech, jejich měření, zařízení k tomu sloužící a poruchy a jejich vhodné opravy u tuhých a netuhých vozovek.

Praktická část vyhodnocuje protismykové vlastnosti vybraných dálničních úseků s tuhým i netuhým krytem na základě naměřených hodnot PTV.

Klíčová slova

Protismykové vlastnosti, mikrotextura, makrotextura, povrch vozovky, ztráta PVV, obnova PVV

Abstract

Bachelor's thesis main purpose is to process the knowledge about skid resistance, its measurement, the equipment used and its failures and suitable repairs of solid and nonsolid roadways.

The practical part evaluates skid resistance properties of selected highway sections with solid and nonsolid surface on the basis of measured values of PTV.

Keywords

Skid resistance, microtexture, macrotexture, road surface, loss of SR, renewal SR

Bibliografická citace VŠKP

STRÁNSKÝ, Jakub. *Protismykové vlastnosti vozovek*. Brno, 2013. 64 s., 5 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemních komunikací. Vedoucí práce Ing. Petr Hýzl, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2013

.....
podpis autora

Jakub Stránský

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 11. 6. 2013

.....

podpis autora

Jakub Stránský

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Petru Hýzlovi, Ph.D
za ochotu a cenné rady.

OBSAH

1	Úvod.....	- 11 -
2	Základní pojmy spolehlivosti konstrukce vozovky	- 13 -
2.1	Spolehlivost vozovky	- 13 -
2.2	Provozní funkce vozovky	- 13 -
2.3	Provozní způsobilost	- 13 -
2.4	Trvanlivost.....	- 13 -
2.5	Povrchové poruchy	- 13 -
2.6	Tření	- 14 -
2.7	Protismykové vlastnosti povrchu vozovky.....	- 14 -
3	Protismykové vlastnosti	- 15 -
3.1	Makrotextura	- 16 -
3.1.1	Měření makrotextury	- 16 -
3.2	Mikrotextura.....	- 18 -
3.2.1	Měření mikrotextury	- 19 -
3.3	Vliv textur na protismykové vlastnosti	- 20 -
4	Měření protismykových vlastností.....	- 21 -
4.1	Měření součinitele podélného tření povrchu vozovky – f_p	- 21 -
4.2	Měření součinitele bočního tření povrchu vozovky – f_b	- 23 -
4.3	Klasifikační hodnocení protismykových vlastností.....	- 24 -
5	Zařízení měření protismykových vlastností.....	- 26 -
5.1	TRT	- 26 -
5.2	Griptester	- 27 -
5.3	Scrim	- 27 -
5.4	Skiddometer.....	- 28 -
6	Ztráta protismykových vlastností povrchu vozovky.....	- 29 -
6.1	Ztráta mikrotextury.....	- 29 -
6.2	Ztráta makrotextury	- 30 -
6.3	Ztráta kameniva z nátěru	- 31 -

6.4	Opravy tryskovou metodou	- 33 -
7	Zřizování a obnova protismykových vlastností	- 34 -
7.1	Netuhé vozovky	- 34 -
7.1.1	Nátěry	- 34 -
7.1.2	Emulzní kalový zákryt	- 35 -
7.1.3	Mikrokoberec	- 36 -
7.1.4	Další možnosti obnov PVV	- 39 -
7.2	Tuhé vozovky	- 40 -
7.2.1	Vlečená juta	- 40 -
7.2.2	Vymývaný beton	- 41 -
7.2.3	Otryskání ocelovými kuličkami	- 42 -
7.2.4	Otryskání vysokotlakým vodním paprskem	- 43 -
7.2.5	Broušení	- 44 -
7.2.6	Frézování	- 44 -
7.2.7	Drážkování	- 45 -
7.2.8	Nátěry a mikrokoberce	- 46 -
7.2.9	Možný postup volby technologie pro zlepšení PVV	- 46 -
8	Bezpečnostní protismykové úpravy	- 48 -
9	Praktická část – měření ptv	- 51 -
10	Závěr	- 57 -
11	Seznam literatury	- 58 -
12	Seznam zkratk	- 60 -
13	Seznam obrázků	- 61 -
14	Seznam tabulek	- 63 -
15	Seznam příloh	- 64 -

1 ÚVOD

Cílem mé bakalářské práce je zpracování poznatků o protismykových vlastnostech, jejich měření a hodnocení. Dále se práce zaměřuje na poruchy a ztráty těchto vlastností a jejich optimální obnovu při úpravě povrchu vozovky dle typu krytu vozovky.

Praktická část práce je zaměřena na hodnocení protismykových vlastností úseků dálnic s tuhým i netuhým krytem za pomoci měření hodnoty PTV v laboratoři.

Styk vozovky s vozidlem je zajištěn valením se pneumatiky po krytu komunikace. Pouze přes malou plochu, kdy se pneumatika deformuje, je možné přenášet síly způsobené pohybem vozidla. Kolo má za úkol přenášet svislé síly, zapříčiněné působením vlastní tíhy vozidla, tečné síly, vznikající při akceleraci či deceleraci a boční síly, způsobené změnou směru při vedení vozidla po komunikaci. Vodorovné síly vznikající při pohybu vozidla musí být přeneseny třením pneumatiky na povrch krytu vozovky. Zároveň musí kolo přejímat síly, kterými na vozidlo působí vozovka.

Bezpečnost silničního provozu závisí na vzájemném působení vozovky, vozidla a řidiče. Bezpečný vztah mezi vozovkou a vozidlem je zajištěn dobrými protismykovými vlastnostmi, zamezením vzniku případně šíření poruch a zamezením vzniku nerovností v příčném a podélném směru.

Protismykové vlastnosti jsou tak jednou z nedůležitějších vlastností povrchu vozovky a mají významný vliv na bezpečnost a celkový provoz na komunikaci. Možnost změny směru, náhlé brzdění či rozjíždění, to vše závisí nemalou měrou na protismykových vlastnostech vozovky (PVV).

První měření protismykových vlastností povrchů vozovek a stanovení jejich hodnotících požadavků se odkazuje již do šedesátých let, kdy se poprvé u nás začaly dostávat do paměti pojmy jako makrotextura, mikrotextura, ohladitelnost apod. V roce 1974 byly následně vydány první požadavky na hodnoty protismykových vlastností (ČSN 73 6195 – Hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek). Při rozvoji

a vzniku nových metod pro měření a posuzování PVV byla roku 1995 vydána novelizace této normy, označována jako ČSN 73 6177 – Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek. Po vstupu České republiky do Evropské unie a postupném přejímání Evropských norem, nabyly účinnosti normy ČSN EN 13036-1 až 8.

2 ZÁKLADNÍ POJMY SPOLEHLIVOSTI KONSTRUKCE VOZOVKY

2.1 Spolehlivost vozovky

Je schopnost vozovky plnit požadované provozní funkce v požadovaném časovém úseku. Základní charakteristikou spolehlivosti vozovky je její provozní způsobilost a únosnost. Dalšími charakteristikami spolehlivosti jsou trvanlivost, udržovatelnost a opravitelnost vozovky. [1]

2.2 Provozní funkce vozovky

Je schopnost vozovky umožnit bezpečný, plynulý, rychlý, hospodárný a pohodlný provoz silničních vozidel s omezením vlivu na životní prostředí (dopravní hluk). [1]

2.3 Provozní způsobilost

Je vlastnost povrchu vozovky, je vyjádřena buď okamžitými měřeními hodnotami protismykových vlastností, podélné a příčné nerovnosti a dopravního hluku (při odvalování pneumatik) nebo druhem, lokalizací a plochou poruch vozovky. [1]

2.4 Trvanlivost

Je schopnost povrchu vozovky odolávat účinkům zatížení a klimatických vlivů. Při navrhování vozovky se vyjadřuje předpokládanou dobou životnosti obrusné vrstvy. [1]

2.5 Povrchové poruchy

Poruchy povrchové a krytových vrstev vozovky jsou poruchy vedoucí ke ztrátě odolnosti proti smyku a rovnosti, k vysprávkám povrchu a zvýšení dopravního hluku. [1]

2.6 Tření

Odolnost proti relativnímu pohybu mezi dvěma tělesy, která jsou v kontaktu. U dynamických metod jde o pohyb mezi povrchem vozovky a pneumatikou měřicího kola, které je přitěžováno předepsanou svislou silou a brzděno na předepsaný poměr skluzu nebo odkloněno od podélné osy. Vyvozená třecí síla působí na kontaktní ploše podélně nebo bočně. Tření je specifikováno jako součinitel tření. [8]

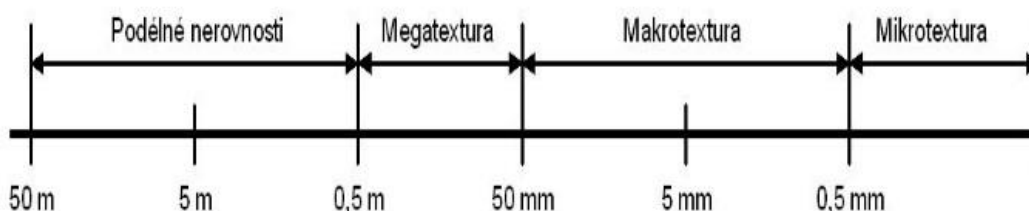
2.7 Protismykové vlastnosti povrchu vozovky

Schopnost povrchu vozovky zatíženého dopravou zajišťovat prostřednictvím tření spolupůsobení mezi pohybující se pneumatikou a povrchem vozovky. Protismykové vlastnosti lze posuzovat na základě zjištění součinitele tření. [8]

3 PROTISMYKOVÉ VLASTNOSTI

Protismykové vlastnosti, z anglického skid resistance – odolnost proti smyku, jsou základní vlastnosti krytu vozovky, které slouží k bezpečnému a funkčnímu provozování komunikace. Jsou důležité především v úsecích, kde dochází ke změně rychlosti, k náhlému zpomalování nebo zrychlování (křižovatky, přechody, stoupání či klesání), tak i v úsecích, kde dochází k velkým bočním silám (oblouky). Právě na těchto místech jsou tyto vlastnosti mnohdy klíčové a jejich ztráty a poruchy jsou často příčinou vážných dopravních nehod.

PVV jsou charakterizovány především makrotexturou a mikrotexturou a jejich trvanlivostmi. Zatímco trvanlivost makrotextury má vztah především s odolností proti trvalým deformacím, trvanlivost mikrotextury souvisí s ohladitelností použitého kameniva v obrusné vrstvě. Nejvhodnější z tohoto pohledu jsou uváděny droby a granodiority, méně vhodné či nevhodné jsou označovány čediče, dolomity nebo vápence.



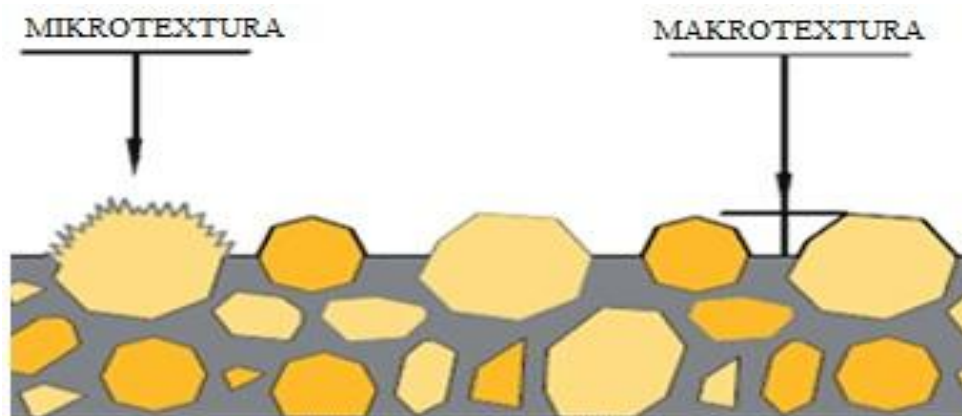
Obr. 1: Textury povrchu vozovky [8]

Velmi důležitou až zásadní roli při kontaktu vozidla s vozovkou mají klimatické podmínky, vlhkost, stojící či odtékající voda z povrchu komunikace a rychlost, kterou se vozidlo pohybuje. Zároveň lze do určité míry ovlivnit interakci vozidla s povrchem vozovky volbou pneumatik (užívání zimních pneumatik s hlubším dezénem a nižší tuhostí směsi zajišťuje větší přilnavost k vozovce) a jejich tlakem.

3.1 Makrotextura

Makrotextura je odchylka povrchu vozovky od ideálně rovného povrchu s charakteristickými rozměry 0,5 mm až 50 mm. Je to tedy souhrn prohlubní na povrchu krytu vozovky. Způsobuje tzv. hysterezní složku složeného tření, která je spojována se ztrátou energie, kterou doprovázejí deformace pryže běhounu pneumatiky vznikající smýkáním přes výstupky kameniva na povrchu vozovky. [2]

Pro dobré protismykové vlastnosti je zároveň velmi důležitá schopnost krytu odvádět vodu z povrchu. Nahromadí-li se příliš vody na povrchu vozovky, není pneumatika schopna vytlačet všechnu vodu z plochy, kterou přilíná na komunikaci a nedosedá tak celou svoji plochou na vozovku, čímž se výrazně snižují protismykové vlastnosti. V extrémních případech může docházet až k přerušení kontaktu kola a vozovky nahromaděním vody pod běhounem a vznikem tzv. aquaplaningu.



Obr. 2: Mikrotextura, makrotextura [2]

3.1.1 Měření makrotextury

Měřením makrotextury se do roku 2002 zabývala metoda zvaná Zjišťování makrotextury vozovky pískem. S převzetím normy ČSN EN 13036-1 Povrchové vlastnosti vozovek pozemních komunikací a letištních ploch - Zkušební metody - Část 1: Měření hloubky makrotextury povrchu vozovky odměrnou metodou, se nahradil písek frakce 0,125/0,25 skleněnými kuličkami frakce 0,18/0,25.

Materiál známého objemu nebo hmotnosti se nasype na očištěný zkoušený povrch vozovky. Stěrkou s pryžovou třecí plochou se materiál pečlivě rozprostírá do plochy kruhového tvaru, dokud se prohlubně v povrchu nezaplní do roviny s vrcholky kameniva. Změří a zaznamenají se minimálně čtyři hodnoty průměru kruhové plochy vyplněné materiálem. Výsledkem střední hloubky makrotextury MTD (Mean Texture Depth – Střední hloubka textury povrchu) je aritmetický průměr těchto hodnot. [3]

Střední hloubka makrotextury povrchu vozovky, *MTD*, se vypočítá podle rovnice:

$$MTD = \frac{4V}{\pi D^2}$$

kde *MTD* je střední hloubka textury (mm);

V objem materiálu (tj. vnitřní objem válce) (mm³);

D aritmetický průměr změřených průměrů kruhové plochy vyplněné materiálem (mm).

Obr. 3: Výpočet hloubky makrotextury dle ČSN EN 13036-1 [2]

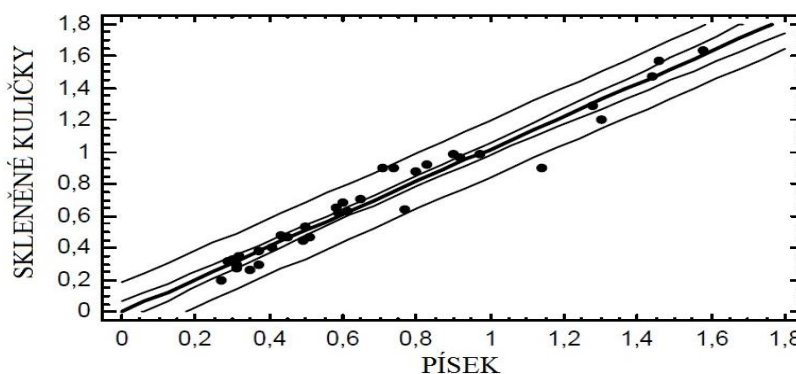
Na Fakultě stavební VUT v Brně probíhalo srovnání výsledků při použití obou materiálů. Model převodu výsledků z měření s pískem na měření se skleněnými kuličkami byl ustálen ve tvaru:

$$MTD_{\text{skleněné kuličky}} = 0,000901 + 1,01908 \cdot MTD_{\text{písek}}$$

Jelikož je parametr A (0,00901) velmi blízký 0 a parametr B (1,01908) velmi blízký 1, je možné lze model upravit do podoby

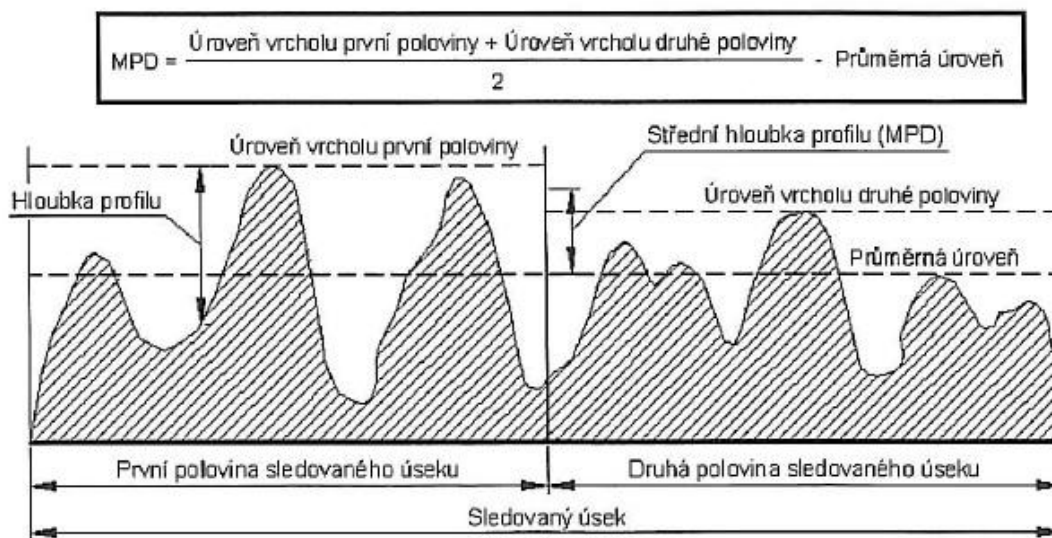
$$MTD_{\text{skleněné kuličky}} = MTD_{\text{písek}}$$

což je velice přínosné především z důvodu ponechání klasifikačních stupňů hodnocení textury. [2]



Obr. 4: Lineární regresní model pro převod mezi používanými měřicími médii [2]

Střední hloubka profilu - MPD (Mean Profile Depth) – Hodnota MPD se vypočte z podrobného podélného profilu makrotextury snímaného pomocí laserových systémů na filtrované délce od 0,5 mm do 50 mm. Tímto měřením se zabývá norma ČSN EN 13473 – části 1-3.



Obr. 5: Výpočet MPD [8]

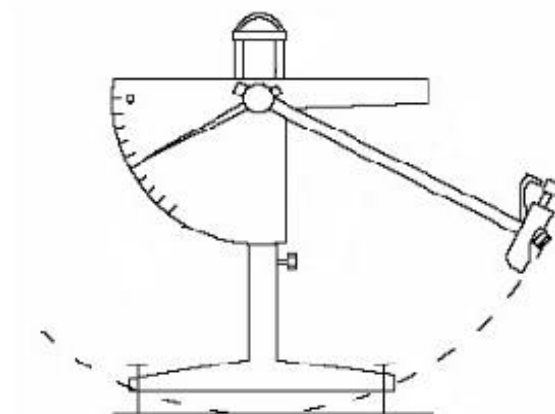
3.2 Mikrotextura

Mikrotextura je odchylka povrchu vozovky od ideálně rovného povrchu s charakteristickými rozměry menšími než 0,5 mm. Je to tedy souhrn výstupků na jednotlivých zrnech kameniva. Je dána velikostí a tvarem těchto výstupků. Tvar a velikost těchto nerovností závisí na charakteru minerálních částic, popř. u sedimentárních hornin, na kvantitativním poměru minerálů, na jejich tvrdosti, spojitosti a velikosti. Nerovnosti na povrchu individuálních zrn kameniva zhruba velikosti řádu desetin milimetru (0,1 až 0,5 mm) představují tzv. hrubou mikrotexturu a jsou ovlivněny kromě minerálního složení a velikosti minerálních zrn též odlučitelností a charakterem lomové plochy horniny. Jemné mikroskopické nerovnosti (štěpnost, krystalový tvar) krystalových ploch jednotlivých minerálů skládajících zrna kameniva tvoří tzv. jemnou mikrotexturu. [2]

3.2.1 Měření mikrotextury

Pro měření a stanovení protismykových vlastností se užívá od roku 2005 normy ČSN EN 13036-4: Povrchové vlastnosti vozovek pozemních komunikací a letištních ploch - Zkušební metody - Část 4: Metoda pro měření protismykových vlastností povrchu - Zkouška kyvadlem, která nahradila zkoušku „Zjišťování mikrotextury vozovky kyvadlem TRRL“.

Principem zkoušky je určení hodnoty součinitele PTV (Pendulum Test Value – Hodnota zkušebního kyvadla) ze ztráty polohové energie, způsobené třením patky o vzorek.



Obr. 6: Kyvadlo pro ČSN EN 13036-4 [7]

Kyvadlo, které je na konci opatřeno třecí pryžovou patkou s pryží 57 nebo 96 (označení dle tvrdosti pryže), se spustí na mokrý vzorek vozovky, který byl odebrán jádrovým vývrtem nebo vyříznutím z vozovky bez narušení povrchu (jedná-li se o zkoušku v laboratoři), popřípadě přímo na zkoušenou vozovku ve směru jízdy (jedná-li se o zkoušku v terénu). Zkouška se provede pětkrát, každá naměřená hodnota se zaznamená, povrch zkoušeného vzorku se vždy dostatečně navlhčí. Pokud dojde v pěti měřeních k nepřesnostem a hodnoty se liší více než o tři jednotky, postup se opakuje do té doby, dokud nejsou tři po sobě následující hodnoty konstantní. Tato hodnota se pak zaznamená.

12.1 Hodnota PTV se vypočítá jako průměr pěti kyvů podle rovnice:

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

kde

v_1 až v_5 jsou jednotlivé hodnoty každého kyvu;

nebo

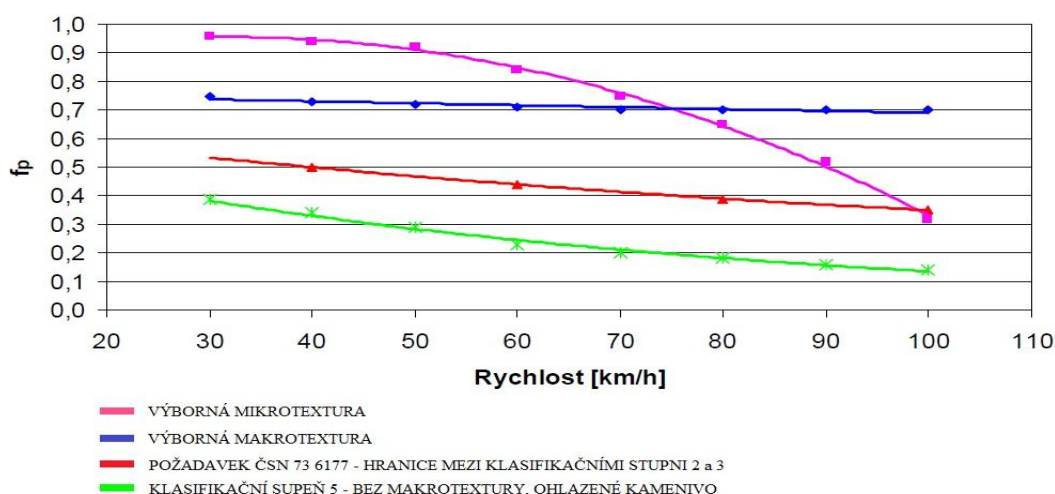
$$PTV = v_j$$

Obr. 7: Výpočet PTV [7]

Další zkouškou pro měření ohlazování kameniva, způsobující ztrátu protismykových vlastností, je zkouška dle ČSN EN 1097-8: Stanovení hodnoty ohladitelnosti kameniva, kde se zjišťuje ohladitelnost kameniva vyjádřena hodnotou PSV (Polishing Stone Value – Hodnota leštění kameniva).

3.3 Vliv textur na protismykové vlastnosti

Do podvědomí vstoupila poučka, že makrotextura ovlivňuje protismykové vlastnosti povrchu při vysoké rychlosti a mikrotextura při nízké rychlosti. Skutečnost je ovšem taková, že makrotextura ovlivňuje závislost tření na rychlosti vozidla a mikrotextura ovlivňuje velikost hodnot dosahovaného tření. Z toho vyplývá, že správný by byl návrh vozovky s vhodnou makrotexturou i mikrotexturou, ale takový požadavek bude vždy výsledkem sociálně ekonomických kompromisů. [2]



Obr. 8: Vliv rychlosti na součinitel tření při skluzu 15 % [2]

4 MĚŘENÍ PROTISMYKOVÝCH VLASTNOSTÍ

Norma ČSN 73 6177 uvádí několik zásad pro měření protismykových vlastností dynamickými zařízeními. Kromě dodržování podmínek bezpečnosti práce a kontroly správnosti funkce měřících zařízení, jsou to převážně tyto zásady:

- Měření se provádí na čistém povrchu vozovky.
- Měření za provozu se provádí vždy ve směru jízdy, zpravidla v jízdě stopě a není-li určeno jinak, tak u vícepruhových komunikací v pravém jízděm pruhu.
- Opakované měření by mělo z důvodu navazujících záznamů a dalších možností zpracování probíhat vždy ve stejných úsecích. [8]

4.1 Měření součinitele podélného tření povrchu vozovky – f_p

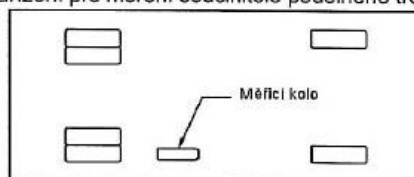
Poměr skluzu je podíl rychlosti skluzu a měřící rychlost, vypočítaný z měřidel na měřícím kole a vozidle. Poměr skluzu o hodnotě 0 % odpovídá nebrzděnému měřícímu kolu, hodnota 100 % poté odpovídá zcela zablokovanému měřícímu kolu.

$$\text{Poměr skluzu} = \frac{\text{rychlost skluzu}}{\text{měřící rychlost}} * 100 [\%]$$

Součinitel podélného tření povrchu vozovky f_p , zjištěný dynamickým měřícím zařízením, vyjadřuje vztah mezi podélnou silou, nutnou k tažení měřícího kola po povrchu mokré vozovky při daném poměru skluzu a svislou silou, vyvozující přítlak měřícího kola na vozovku, při smykovém tření pneumatiky měřícího kola na zkoušeném povrchu vozovky v podélném směru. [8]

$$\text{součinitel tření} = \left(\frac{\text{podélná síla v místě dotyku pneumatiky měřícího kola s vozovkou [N]}}{\text{svislá síla působící v místě dotyku pneumatiky měřícího kola s vozovkou [N]}} \right)$$

zařízení pro měření součinitele podélného tření



Obr. 9: Schéma měřícího zařízení pro součinitel tření [8]

Během měření se vozovka kropí vodou z vlastní nádrže měřícího zařízení dle požadavků výrobce (šířka stopy, tloušťka filmu). Zkoušený úsek se měří zpravidla rychlostí 60 km/h není-li dáno jinak. Je možno měřit i nižší rychlostí, např. z důvodu malých směrových oblouků, popřípadě i vyšší rychlostí, ale vždy se musí zachovat bezpečnost silničního provozu.

Při přejímkách před uvedením komunikace do provozu a pro posouzení na konci záručního období, se měří více rychlostmi. U dálnic jsou to rychlosti 60 km/h, 80 km/h, 100 km/h, 120 km/h, u komunikací s maximální dovolenou rychlostí 90 km/h jsou to rychlosti 40 km/h, 60 km/h, 80 km/h případně 100 km/h, u silnic s nejvyšší dovolenou rychlostí 50 km/h jsou to pak 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h. Měřením stejného úseku komunikace různými rychlostmi získáme přesný vztah mezi součinitelem tření f_p a rychlostí pojezdu.

Úseky o délce do 1 km se měří po celé délce, při měření delších úseků se vybírá úsek s nejhoršími hodnotami o délce 1 km.

Získaná měřená hodnota poměru skluzu (f_p) se musí vyrovnat měřicí rychlostí a následně přepočíst na referenční teplotu, čímž se získá nejnižší roční hodnota součinitele podélného tření (F_p).

Hodnota poměru skluzu (f_p) se vyrovná na hodnotu měřicí rychlosti podle vzorce:

$$F_p' = a * e^{b*v}$$

kde F_p' vyrovnaná hodnota součinitele podélného tření, a , b jsou parametry exponenciální funkce získané z minimálně třech měření součinitele podélného tření, nebo jsou použity parametry z hodnot součinitele F_p z tabulky 1, $e = 2,718$ a v je měřicí rychlost. [8]

Tab. 1: Nejnižší roční hodnoty F_p [8]

Měřicí rychlost [km·h ⁻¹]	Klasifikační stupeň				
	1	2	3	4	5
40	$F_p \geq 0,68$	0,67 až 0,59	0,58 až 0,50	0,49 až 0,41	$F_p \leq 0,40$
60	$F_p \geq 0,60$	0,59 až 0,52	0,51 až 0,44	0,43 až 0,36	$F_p \leq 0,35$
80	$F_p \geq 0,53$	0,52 až 0,46	0,45 až 0,39	0,38 až 0,32	$F_p \leq 0,31$
100	$F_p \geq 0,47$	0,46 až 0,41	0,40 až 0,35	0,34 až 0,29	$F_p \leq 0,28$
120	$F_p \geq 0,42$	0,41 až 0,37	0,36 až 0,32	0,31 až 0,27	$F_p \leq 0,26$

Přepočet na nejnižší roční hodnotu F_p se provede vztahem:

$$F_p = F_{p'} - \frac{0,004}{3} * (30 - t_{vm})$$

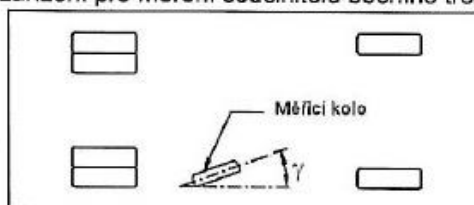
kde F_p je nejnižší roční hodnota součinitele podélného tření, $F_{p'}$ je vyrovnaná hodnota součinitele podélného tření (viz výpočet $F_{p'}$), t_{vm} je teplota povrchu kroupené vozovky a v je rychlost měřicího zařízení.

4.2 Měření součinitele bočního tření povrchu vozovky – f_b

Součinitel bočního tření povrchu vozovky f_b zjištěný dynamickým měřicím zařízením vyjadřuje vztah mezi boční silou při daném odklonu osy měřicího kola od podélné osy měřicího zařízení v místě dotyku pneumatiky se zkoušeným povrchem vozovky a svislou silou. [8]

$$\text{součinitel tření} = \left(\frac{\text{boční síla v místě dotyku pneumatiky měřicího kola s vozovkou [N]}}{\text{svislá síla působící v místě dotyku pneumatiky měřicího kola s vozovkou [N]}} \right)$$

zařízení pro měření součinitele bočního tření



Obr. 10: Schéma měřicího zařízení pro součinitel tření[8]

Pro měření součinitele f_b platí stejné zásady jako pro měření součinitele f_p , omezení se vztahuje pouze na provádění měření ve směrových obloucích, kdy minimální poloměr pro měření je 35 m. Odklon měřicího kola od osy měřicího vozu $\underline{\gamma}$ je běžně 20° , není-li dáno výrobcem jinak.

4.3 Klasifikační hodnocení protismykových vlastností

Naměřené protismykové vlastnosti se hodnotí podle tabulky 2, kdy každý klasifikační stupeň má návaznost na bezpečnost a komfort silničního provozu. Účel stupnice spočívá ve zjednodušení hodnocení vozovek při nutnosti údržby nebo opravy a následného posuzování.

Tab. 2: Hodnocení protismykových vlastností a textury povrchu [6]

Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
Zkušební metody					
Součinitel podélného tření F_p , zařízení TRT pro měřicí rychlost 60 km/h	$\geq 0,60$	0,59 - 0,52	0,51 - 0,44	0,43 - 0,36	$\leq 0,35$
Součinitel tření zjištěný ky vadlem, PTV	≥ 70	69 - 60	59 - 50	49 - 40	≤ 39
Střední hloubka textury zjištěná odměrnou metodou, MTD	$\geq 0,75$	0,74 - 0,60	0,59 - 0,50	0,49 - 0,38	$\leq 0,37$
Střední hloubka profilu MPD	$\geq 0,69$	0,68 - 0,50	0,49 - 0,37	0,36 - 0,22	$\leq 0,21$

Klasifikačním stupněm 1 nebo 2 by měly být hodnoceny protismykové vlastnosti pro dokončenou novou vozovku. Těchto hodnot by mělo být dosahováno u kontrolních zkoušek při přejímání stavby.

Klasifikačním stupněm 2 nebo 3 by měly být hodnoceny vozovky na konci záruční doby, kdy záruční doba závisí na zvoleném typu vozovky a druhu provedených úprav.

Klasifikačním stupněm 3 nebo 4 by měly být hodnoceny vozovky v průběhu užívání, kdy se provádí běžná údržba obrusné vrstvy vozovky, přičemž při hodnocení spodní meze klasifikačního stupně se připravuje zadání údržby či opravy.

Klasifikačním stupněm 4 nebo 5 by měly být hodnoceny pozemní komunikace, které již nesplňují provozní způsobilost a je tudíž třeba provést opravu vozovky. Do doby opravy se musí komunikace osadit svislým dopravním značením o zvýšeném nebezpečí tvorby smyku. [6]

Tab. 3: Požadovaná klasifikace hodnocení PVV a textury povrchu [6]

Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
Fp, PTV					
Požadavek na zvýšené protismykové vlastnosti					
D, R, RMK, Silnice, MK					
MTD, MPD					
PK s dovolenou rychlostí > 50 km/h					
PK s dovolenou rychlostí ≤ 50 km/h					
	Přejímka povrchu vozovky pro uvedení úseku do provozu				
	Posouzení povrchu vozovky na konci záruční doby				
	Plán souboru opatření pro zvýšení PV povrchu vozovky				
	Provedení opatření pro zvýšení PV povrchu vozovky				

5 ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ PROTISMYKOVÝCH VLASTNOSTÍ

S měřením protismykových vlastností se začalo již na konci šedesátých let a pro tyto potřeby se užívalo zprvu dynamometrického přívěsu VÚD-2. Od roku 1990 se začalo s používáním zařízení TRT pro měření PVV. Byla provedena rozsáhlá měření k porovnání obou těchto zařízení a stanovení převodních vztahů tak, aby bylo možné hodnoty VÚD-2 přepočítat na hodnoty TRT a mohla vzniknout celá databáze měření počínající rokem 1975.

5.1 TRT

Zařízení TRT (Tatra Runaway Tester), které bylo navrženo a vyvinuto v České republice, bylo původně osazeno na voze Tatra 613. S ukončením životnosti tohoto vozu bylo zařízení přemístěno do vozu Ford Transit. Zařízení měří součinitel podélného tření, velikost skluzu lze volit mezi 1-100 %. Tloušťku vodního filmu lze volit libovolnou. Používá se speciální pneumatika bez vzorku. Velikost svislé síly působící na měřicí pneumatiku je 1000 N. [4]



Obr. 11: TRT – Ford Transit [4]

5.2 Griptester

Zařízení měřící součinitel podélného tření, velikost skluzu je 15 %. Tloušťku vodního filmu lze volit libovolnou. Měřící pneumatika je bez vzorku. Velikost svislé síly působící na měřící pneumatiku je cca 300 N. [4]



Obr. 12: Griptester [24]

5.3 Scrim

Na rozdíl od zařízení TRT a GRIPTEST, zajišťuje SCRIM měření součinitele bočního tření. Odklon měřícího kola od směru pojezdu je 20 °, velikost svislé síly působící na měřící kolo je 1960 N. Měřící pneumatika je bez vzorku. V Evropě se používá několik typů zařízení SCRIM, které se liší v různých konstrukčních detailech. [4]



Obr. 13: Scrim [25]

5.4 Skiddometer

Zařízení měřící součinitel podélného tření, velikost skluzu je 17 %. Zařízení používá pro měření tloušťku vodního filmu 1 mm. Měřící pneumatika je se vzorkem.



Obr. 14: Skiddometer [24]

6 ZTRÁTA PROTISMYKOVÝCH VLASTNOSTÍ POVRCHU VOZOVKY

Ke ztrátě protismykových vlastností povrchu může dojít uzavřením povrchu do hladké plochy bez vystupujících zrn kameniva – dojde ke ztrátě makrotextury povrchu vozovky, nebo vyhlazením zrn kameniva v povrchu vozovky vlivem dotyku s pneumatikami – dojde ke ztrátě mikrotextury povrchu vozovky.

6.1 Ztráta mikrotextury

Ztráta mikrotextury je spojena s nevhodnou ohladitelností kameniva, použitím snadno ohladitelného kameniva jako vápence, dolomity, břidlice nebo čediče, nebo použitím již ohlazených zrn kameniva (těžené kamenivo). [5]

Tato porucha se projevuje u netuhých vozovek hladkým a lesklým povrchem zrn kameniva, které jsou již na první pohled zřetelně zaoblena. Totéž platí pro vozovky z dlažebních prvků, kdy dochází k ohlazení výstupků na povrchu dílců a ztrátě už tak nízkých protismykových vlastností.



Obr. 15: Ztráta mikrotextury u vozovky s netuhým krytem [5]

Vyústěním ztráty mikrotextury je po vyhlazení kameniva zvýšené nebezpečí vzniku smyku na mokré vozovce. Opravou poruchy může být zdrsnění povrchu (např. frézou), nátěry pro zdrsnění povrchu, bezpečnostní úpravy, případně výměna celé obrusné vrstvy.



Obr. 16: Ztráta mikrotextury u vozovky z dlažebních prvků [5]

6.2 Ztráta makrotextury

Ztráta makrotextury je spojena s vystoupením pojiva na povrch vozovky u nátěrů a kalových zákrytů, s vystupováním asfaltového tmelu (směsi pojiva a kameniva do velikosti 2 mm) na povrch vozovky (nebo zatlačením hrubého kameniva do směsi). Na povrchu se poté může vytvořit souvislá vrstva pojiva nebo měkkého asfaltového tmelu. Takový povrch se poté stává uzavřený a hladký, což způsobuje nebezpečí především při vyšších rychlostech, kdy se povrch stává nebezpečně kluzký a mohou se navíc tvořit vyjeté koleje. [5]

Možnými příčinami může být vyšší obsah pojiva v asfaltové směsi, pojivo o vyšší penetraci, zatlačení kameniva do měkké obrusné vrstvy, ztráta kameniva u nátěrů a kalových zákrytů, případně nevhodná směs kameniva.

Opravou poruchy ztráty makrotextury může být například posypání drceným kamenivem v místech vystupujícím pojivem na povrchu, případně výměna celé obrusné vrstvy.



Obr. 17: Ztráta makrotextury vozovky s netuhým krytem [5]

6.3 Ztráta kameniva z nátěru

Tato porucha vzniká uvolňováním kameniva z nátěru, kdy na povrchu vozovky zůstává asfaltové pojivo. Následným působením dopravy a klimatických vlivů mohou vznikat vyhlazená místa s čistým pojivem, kde dochází ke ztrátám protismykových vlastností.

Příčinou může být opožděné podrcení nástřiku horkého asfaltu kamenivem, nevhodná drť (vyšší obsah podsítných nebo jemných částic), nebo například nehomogenní obrusná vrstva pod nátěrem (již provedeny vysprávky). Jako oprava může být zvolen nový nátěr, případně zcela nová obrusná vrstva. [5]



Obr. 18: Ztráta kameniva z nátěru vozovky s netuhým krytem [5]

6.4 Opravy tryskovou metodou

Obzvláště nebezpečná místa jsou úseky, které byly již v minulosti opraveny pomocí tzv. tryskové metody. Tato metoda rychlé a poměrně levné opravy má na protismykové vlastnosti zcela opačný efekt. Místo opravy se stává ještě kluzčí a proto je v TP 96 označováno pouze jako provizorní opatření pro vozovky s klasifikačním stupněm protismykových vlastností horších než 3, popřípadě se může použít pouze na určitou část vozovky (5 % plochy vozovky pro návrhovou úroveň D1, 10 % pro D2, do 25 % pro D3, kde D1 – D3 představují návrhové úrovně porušení vozovky). [9]

Hodnoty součinitele podélného tření f_p po použití tryskové metody na dvou komunikacích o různých zatíženích provozem jsou uvedeny v příloze 4 a 5.



Obr. 19: Lokální oprava tryskovou metodou

7 ZŘIZOVÁNÍ A OBNOVA PROTISMYKOVÝCH VLASTNOSTÍ

Pro nehodové úseky, kde je velké procento nehod způsobné vlivem usmýknutí vozidla, případně pro úseky, které již nevyhovují svými protismykovými vlastnostmi, je třeba obnovení těchto vlastností. Rozlišujeme obnovu PVV pro vozovky asfaltové a pro vozovky cementobetonové. Pro každou vozovku je třeba vybrat tu správnou technologii, po jejímž provedení bude vozovka opět splňovat kritéria protismykových vlastností. Technologie by měla být kompromisem mezi pořizovací cenou, životností a požadavky na danou komunikaci.

Hodnoty součinitele podélného tření f_p protismykových vlastností a jejich životnost u různých technologiích prováděných na území České republiky jsou uvedeny v příloze 1 – 9.

7.1 Netuhé vozovky

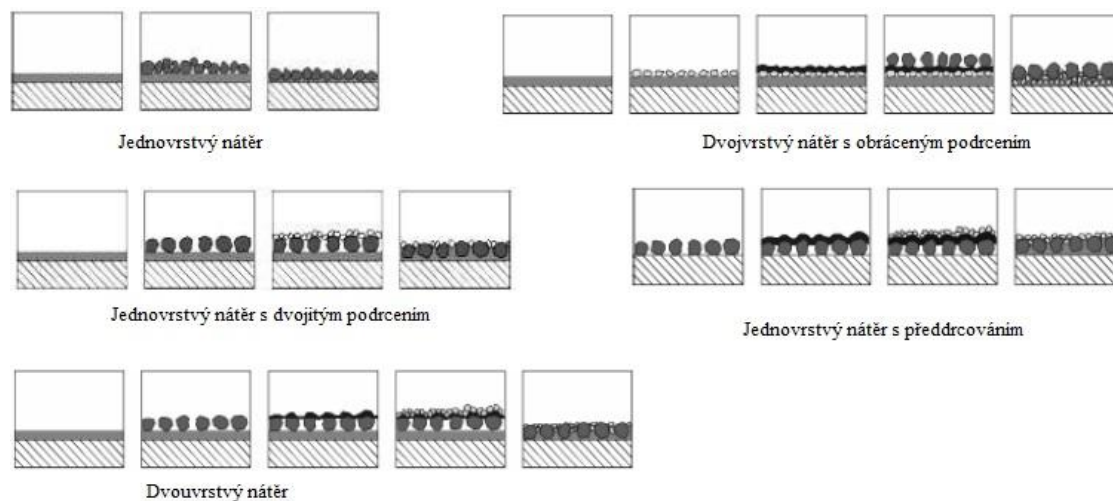
7.1.1 *Nátěry*

Jedná se o postřik asfaltovým pojivem a následné podrcením kamenivem válcováním. Tloušťka naneseného nátěru se pohybuje od 4 mm po 16 mm dle zvoleného druhu nátěru, který závisí především na třídě dopravního zatížení. Tato technologie je základní technologií při obnově protismykových vlastností především u méně zatížených silnic II. a III. tříd, kde je používána z důvodu velmi dobrých výsledků na těchto komunikacích s kombinací přijatelných ekonomických nákladů. Pomocí této technologie naopak nelze udržovat úseky, kde se vyskytuje na obrusné vrstvě přebytek asfaltového pojiva, protože přebytek asfaltu se pak vytvoří i v nátěru.

Druhy nátěrů:

- jednovrstvý nátěr - N JV
- jednovrstvý nátěr s dvojitým podrcením – N JVD

- dvouvrstvý nátěr – N DV
- jednovrstvý nátěr s předdrcováním – N JVP
- dvouvrstvý nátěr s obráceným podrcením – N DVI



Obr. 20: Druhy nátěrů [10]

7.1.2 Emulzní kalový zákryt

Tenká kalová vrstva, která je provedena při použití asfaltové kationaktivní emulze nemodifikované a kameniva s maximální velikostí zrna menší než 4 mm. Tloušťka provedené úpravy zpravidla nepřesahuje velikost maximálního zrna o více než 50%. [10]

Druhy EKZ:

- emulzní kalový zákryt jednovrstvý – EKZ JV
- emulzní kalový zákryt dvouvrstvý – EKZ DV

Především jednovrstvé zákryt má poměrně kratší životnost, než například mikrokoberec. Proto je určen převážně pro použití na komunikacích II. a III. třídy s nízkým dopravním zatížením. Je velmi vhodný pro údržbu povrchu při ztrátě asfaltového tmele a na údržbu nehomogenních povrchů s vysprávkami a trhlinami. [17]

- Slurry seal (Kalová pečeť)

Metoda pocházející ze Spojených států, vhodná pro obnovu protismykových vlastností povrchu vozovky, v dnešní době velmi užívaná. Princip emulzního kalu spočívá ve směsi drobného kameniva spojitě zrnitosti frakce 0 - 4 mm, asfaltové emulze, záměsové vody a aditiva označovaného jako stabilizátor. Tato kombinace vytvoří živičnou polotekutou, kašovitou směs, která se pokládá speciálním kladečem na předem řádně vyspravený (provedeny vysprávkou obalovaným kamenivem nebo penetračním způsobem) a vyčištěný povrch vozovky. Postupným vyštěpením emulze a vypařením vody kalová vrstva tuhne, pevně přilne k původnímu povrchu a vytvoří tak novou ochrannou a obrusnou vrstvu. Po tuto dobu tuhnutí je nutné odklonit provoz do druhé poloviny vozovky. Tato živičná úprava se běžně používá na státních silnicích I., II., III. tříd. [11]



Obr. 21: Pokládání zákrytu Slurry seal [12]

7.1.3 Mikrokoberec

Mikrokoberec má vytvářet na povrchu vozovky tenkou souvislou živičnou vrstvu sloužící k obnově protismykových vlastností, ochraně proti pronikání vody, k prodloužení životnosti vozovky a k omezení vzniku a šíření poruch. Vrstva nezvyšuje

únosnost konstrukce. Mikrokoberce se kladou na veškeré druhy hutněných asfaltových vrstev. Je možné provést zakrytí cementobetonových krytů, krytů z kameniva stmeleného hydraulickými pojivy. Výhodné je použít technologii jako vrchní krycí vrstvu po opravách výtluků. Tato technologie je schopna vyrovnat menší nerovnosti v profilu vozovky na rozdíl od technologie Slurry seal, která pouze kopíruje profil vozovky s minimální možností vyrovnání povrchu. Mikrokoberec není vhodné pokládat na vozovkách nebo plochách, kde již došlo k porušení únosnosti konstrukčních vrstev nebo kde je kryt nadměrně deformován. [11]

Tato technologie je vhodná i pro extrémně zatížené asfaltové a cementobetonové úseky dálnic, které mohou dosahovat životnosti z hlediska protismykových vlastností i delší než 10 let.



Obr. 22: Vozovka po a před pokládkou mikrokoberce [13]

GRIPFIBRE

Gripfibre je emulzní mikrokoberec 0/5 nebo 0/8 se spojitou či přetržitou čarou zrnitosti. Pokládka této vrstvy se provádí v tloušťce 10 mm. Použitím syntetických vláken ve směsi se zajišťují dlouhodobé protismykové vlastnosti a odstraní se riziko vypadávání zrn kameniva při pojíždění vozovky. [19]

Tato technologie je vhodná pro všechna dopravní zatížení a komunikace s touto úpravou povrchu dosahuje ještě lepších protismykových vlastností, než běžně používané mikrokoberce. Například hodnota průměrné hloubky makrotextury po roce provozu je:

Směs	zrnitost	MTD
GRIPFIBRE 0/5	spojitá	0,6 – 0,8 mm
GRIPFIBRE 0/5	přetržitá	0,9 – 1,4 mm
GRIPFIBRE 0/8	přetržitá	1,3 – 1,8 mm

Hodnota koeficientu f_p naměřeného zařízením TRT na již zřízených úsecích na dálnici D5 a silnici II. třídy:

Lokalita	D5 Beroun		II/125 Osek	
Doprava	TDZ S		TDZ III	
Km/hod	80	120	80	120
1 rok	0,63	0,53	0,60	0,52
3 roky	0,58	0,44	0,50	0,41
5 roků	0,52	0,43	0,46	0,35
Limitní hodnota pro vyhovující vlastnosti				
ČSN	0,37	0,27	0,34	–

Obr. 23: Hodnoty při úpravě GRIPFIBRE [19]

VIAPHONE

Viaphone je asfaltová směs zrnitosti 0/8 pro tenké obrusné vrstvy. Pokládka této vrstvy se provádí v tloušťce 20 – 30 mm. Složení této směsi, především pak přetržená křivka zrnitosti a přítomnost vláken, zajišťuje směsi velmi dobré protismykové vlastnosti a významné snížení hluku způsobeného valením pneumatiky po povrchu vozovky. Vysoký stupeň bezpečnosti, který tato asfaltová směs získala, je doložen vysokou makrotexturou (průměrnou hloubkou větší než 0,9 mm) a výborným koeficientem podélného tření. [18]

7.1.4 Další možnosti obnov PVV

- Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy – BBTM

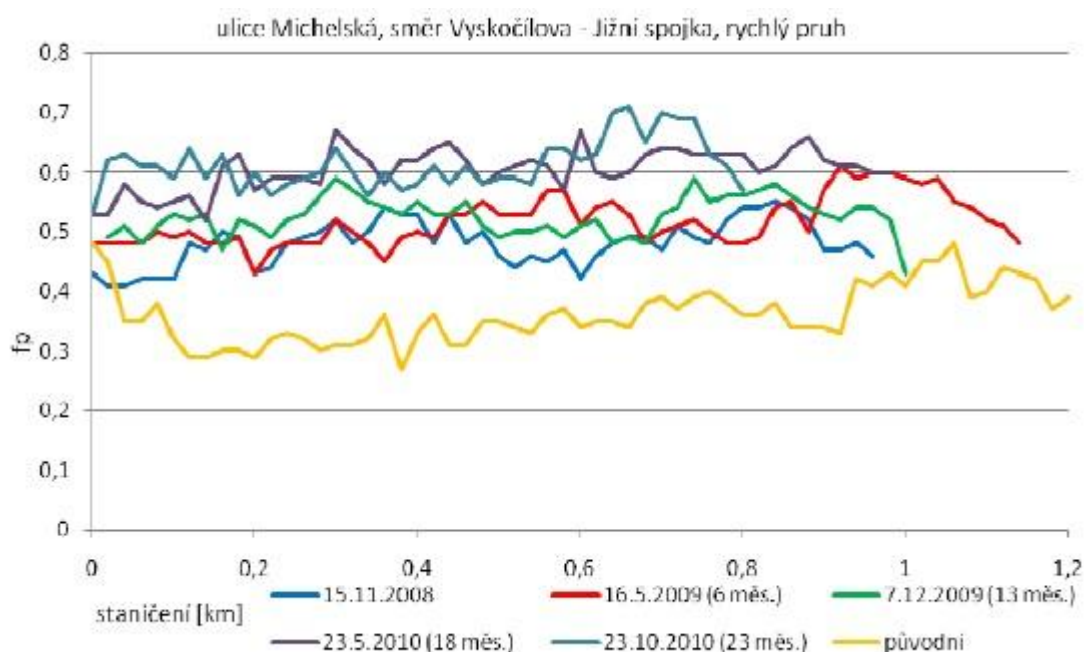
Je možné použít pro obnovu protismykových vlastností, ale pouze v případě výskytu dalších poruch vozovky. Vrstva o tloušťce 20 – 35 mm.

- Výměna obrusné vrstvy

Jako poslední možnost, pokud jsou poruchy tak zásadní, že nelze provést některou z výše zmíněných metod. Zároveň je podmínkou ale dobrý stav a únosnost podkladních a ložných vrstev.

- Nárůst hodnot f_p

Tato speciální vlastnost se týká například vozovek s povrchem z asfaltového koberce drenážního. Postupným ojížděním povrchu vozovky a tím způsobenou ztrátou asfaltového tmelu se zvyšují hodnoty protismykových vlastností. Kamenivo použité u těchto směsí musí být velmi kvalitní a dosahovat velkých hodnot součinitele ohladitelnosti, aby nedocházelo k velkému ohlazování kameniva a tím se neztrácela celá vrstva na povrchu vozovky.



Obr. 24: Zvyšování f_p v závislosti na čase [16]

7.2 Tuhé vozovky

Mechanické zdrsňování povrchu vozovky se provádí z důvodu obnovení protismykových vlastností povrchu vozovky a pro odstranění narušené povrchové vrstvy betonu. K tomuto účelu se používá úprava povrchu otryskáním ocelovými kuličkami, úprava povrchu otryskáním vysokotlakým vodním paprskem nebo úprava povrchu broušením, která může příznivě ovlivnit také hlučnost povrchu. Další mechanickou úpravou zdrsňování je úprava povrchu frézováním, která se používá především lokálně.

Životnost protismykových vlastností zajištěných mechanickým zdrsňováním je závislá na dopravním zatížení, ohladitelnosti kameniva použitého do horní vrstvy cementobetonového krytu. Tyto úpravy nemají vliv na zbytkovou životnost vozovky. Uváděná životnost je 1 – 15 let. [14]

7.2.1 Vlečená juta

V České republice se v drtivé většině případů dnes používá pro vytváření makrotextury ihned po pokládce cementobetonového krytu technologie vlečení jutového pásu. Ten je tažen z plošiny jedoucí za finišerem a vytváří tak podélnou makrotexturu. Takto upravený povrch vozovky má srovnatelné protismykové vlastnosti s asfaltovým krytem, navíc slouží ošetření vlečenou jutou ke snižování hladiny hluku.

Alternativou k této technologii může být úprava povrchu vlečením umělého trávničku. Některá měření dokazují, že tato technologie snižuje hlučnost stejně jako vlečení jutou, ale má ještě příznivější účinky na protismykové vlastnosti a koeficient f_p tak dosahuje větších hodnot v krátkodobém hodnocení. V delším časovém horizontu jsou měřeny stejné hodnoty jako při technologii s jutou.



Obr. 25: Zajišťování textury vlečenou jutou [26]

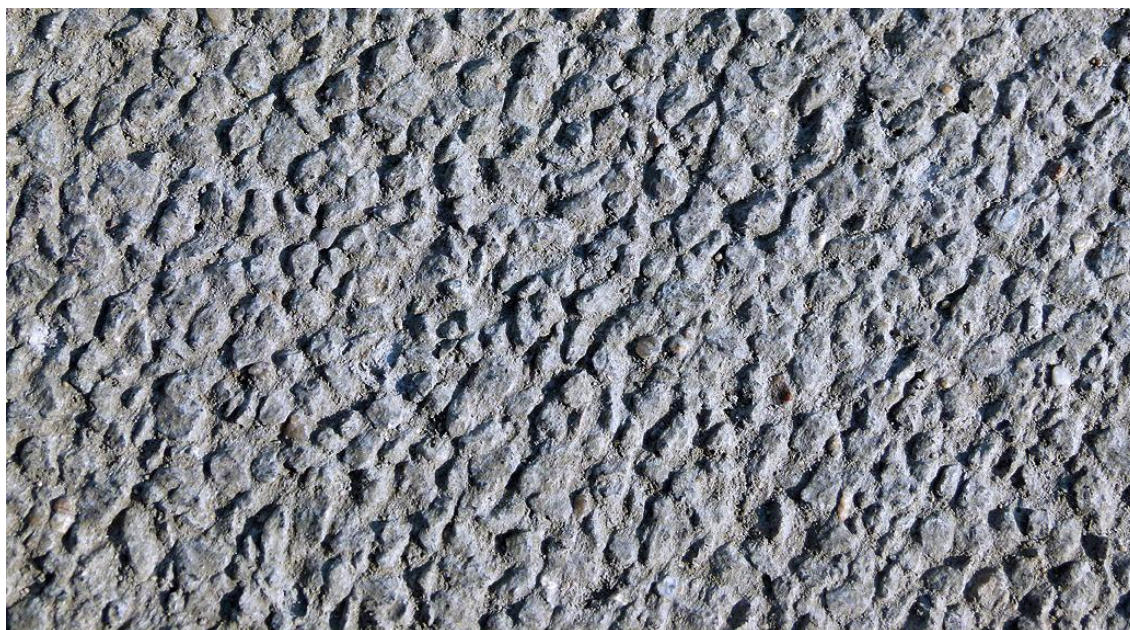


Obr. 26: CB kryt po úpravě jutou [26]

7.2.2 *Vymývaný beton*

V posledních letech a především v Rakousku, odkud se tato metoda rozšiřuje do ostatních zemí, se uplatňuje technologie tzv. vymývaného betonu. Správný český název pro tuto technologii je „Povrch s obnaženým kamenivem“ tedy aspoň tak zní překlad

z originálního anglického názvu „Exposed concrete“. Podstata technologie spočívá v položení dvouvrstvého krytu, na který je aplikován postřík, který má zabránit odpařování vody z čerstvého betonu a zároveň zpomaluje hydrataci betonu na povrchu v tloušťce asi 1 mm. Po zatvrdnutí cementobetonového krytu je vykartáčováním odstraněna nezatvrdlá malta z povrchu a vzniká tak kvalitní makrotextura s velmi dobrými protismykovými vlastnostmi. Jedná se tedy stejně jako u vlečení jutou o technologii zajišťující dostatečnou drsnost povrchu ihned po pokládce. [20]



Obr. 27: Textura povrchu z vymývaného betonu [21]

7.2.3 *Otryskání ocelovými kuličkami*

Dříve používané otryskání pískem tzv. pískování, které nebylo tak výkonné, nebo používání korundu jako tryskaného materiálu, v dnešní době téměř zcela nahradilo otryskání ocelovými kuličkami. Při otryskání jsou ocelové kuličky vrhány pomocí metacího kola a rozváděcího prstence šikmo dolů proti otryskávanému povrchu. Účelem této metody je odstranění všech nečistot včetně vodorovného dopravního značení (pro účel například pokládky nátěru), především pak ale zdrsnění povrchu již oježděného betonového krytu vozovky, kdy se při této metodě velmi účinně obnovují protismykové vlastnosti.



Obr. 28: CB kryt před a po otryskání ocelovými kuličkami [27]

7.2.4 *Otryskání vysokotlakým vodním paprskem*

Metoda otryskání vysokotlakým vodním paprskem spočívá z přejezdu vozidla osazeného sestavou trysek, které prostřednictvím vysokotlakých vodních paprsků otryskávají povrch CB krytu. Tato úprava je vhodná pro odstranění nepevných vrstev a očištění povrchu betonu, například nátěry či otěry pneumatik, k otevření pórů starého betonu jako přípravu pro aplikaci penetračního nátěru, zejména pak pro zdrsnění povrchu a obnově protismykových vlastností povrchů vozovek. [14]



Obr. 29: Textura po otryskání vodním paprskem [14]

7.2.5 Broušení

Broušení má hned několik použití. Může být použito pro odstranění místních nerovností a nerovností na spárách, může i příznivě působit na hluk při kontaktu pneumatiky s vozovkou, ale především velmi účinně zvyšuje protismykové vlastnosti a to už při záběru pouze 2 mm do betonového krytu. Broušení má zajistit jednotný povrchu se shodnými protismykovými vlastnostmi po celé délce broušeného úseku.



Obr. 30: Textura vozovky před a po broušení [22]

7.2.6 Frézování

Frézování je vhodné jak pro odstranění schůdků a vypouklých nerovností, pro odstraňování narušené povrchové vrstvy, pro zlepšení poměrů pro odtok vody a pro zlepšení protismykových vlastností. Provádí se frézami se speciálními nástroji. Nevýhodou je vysoká prašnost, hlučnost procesu frézování za sucha a porušení spár. Tato technologie se nesmí provádět na novostavbách a cementobetonových krytech v záruční době. Přípustné je provádění pouze pro zlepšení havarijního stavu vozovky v období konce životnosti krytu, nebo jako příprava pro celoplošné technologie (nátěr, mikrokoberec). [14]



Pohled na hlavu frézy

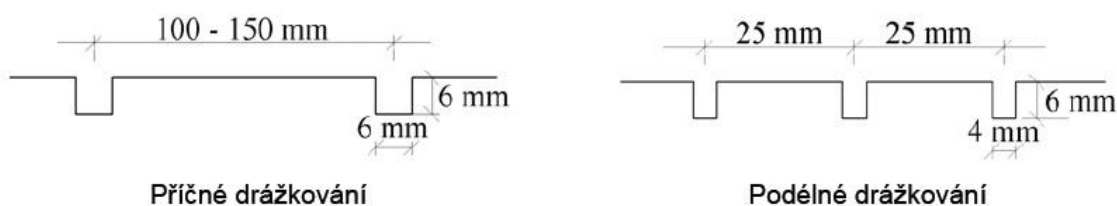
Stav povrchu po frézování

Obr. 31: Frézování [14]

7.2.7 Drážkování

Řezáním drážek lze při nedostatečném odvodu vody z povrchu vozovky snížit nebezpečí náhlého poklesu protismykových vlastností, případně až vzniku aquaplaningu za vydatných dešťů.

Drážky, které se provádí zpravidla zařízeními s diamantovými řeznými kotouči, musí mít ostré a nepoškozené hrany a spáry vzniklé drážkováním se zřizují v příčném, šikmém nebo podélném směru. Nevýhodou této úpravy může být zvýšení hladiny zvuku, především při použití příčných drážek.



Příčné drážkování

Podélné drážkování

Obr. 32: Vzdálenosti pro drážkování [14]



Obr. 33: Textura vozovky po a před drážkováním [22]

7.2.8 *Nátěry a mikrokoberce*

Tyto technologie, uvedené v kapitole 7.1, se zpravidla užívají až ve druhé polovině plánované životnosti vozovky s cílem jejího prodloužení, případně dočasné fixaci stavu povrchu vozovky. Je třeba počítat s prokopírováním spár a trhlin do krycí vrstvy.

Životnost protismykových vlastností závisí na dopravním zatížení, použitém typu nátěru včetně kameniva a pojiva, případně na stavu cementobetonového krytu. Životnost by měla dosahovat zhruba 4 – 6 let.

7.2.9 *Možný postup volby technologie pro zlepšení PVV*

Tento příklad slouží pouze pro názorné zobrazení možnosti při postupu technologie a je převzata z TP 92.

Byl vybrán úsek na dálnici, délka úseku 500 m, kde DRS (parametr pro souhrnné označení protismykových vlastností založený na měření f_p , MTD,MPD nebo PTV) byl hodnocen klasifikačním stupněm 3, navíc byl potvrzen zvýšený výskyt dopravních nehod na tomto úseku. Jiné poruchy, trhliny ani koroze se zde nevyskytují. Zbytková životnost vozovky je 10 let.

Je tedy možno vybrat některou ze šestice technologií uvedených v tabulce, které zajistí obnovu protismykových vlastností. Jako první se vyloučí technologie, jejichž životnost je výrazně kratší, než zbytková životnost vozovky v tomto případě je to úprava nátěrem a úprava emulzním mikrokoercem (navíc se tyto technologie používají zpravidla až ke konci životnosti vozovky s cílem jejího prodloužení). První tři technologie jsou závislé na hodnotě ohladitelnosti hrubého kameniva, proto je nejprve nutno zjistit tuto hodnotu, nebo alespoň druh použitého kameniva.

Výběr technologie závisí především na poměru cena / předpokládaná životnost a rychlost provedení.

V tomto názorném případě se zdá jako nejlepší technologie úprava povrchu vysokotlakým vodním paprskem. [14]

Technologie	Cena / Kč/m ²	Předpokládaná životnost technologie při třídě dopravního zatížení S / roky	Zbytková doba životnosti / roky	Rychlost provedení (délka omezení) / h (dny)	Hodnocení
1 - Úprava povrchu broušením	2,4 c	14*	10	6 h	
2 - Úprava povrchu vysokotlakým vodním paprskem	2 c	12*		8 h	X
3 - Úprava povrchu otryskáním ocelovými kuličkami	1,8 c	10*		8 h	
4 - Úprava povrchu nátěry	c	4		1 den	ne
5 - Úprava povrchu emulzními mikrokoercí	1,3 c	8		1 den	ne
6 - Překrytí vozovky asfaltovou vrstvou do 40 mm	4 c	12		1 den	

* životnost úpravy povrchu ovlivňuje kvalita odkrytého kameniva.

Obr. 34: Příklad volby technologie [14]

8 BEZPEČNOSTNÍ PROTISMYKOVÉ ÚPRAVY

Bezpečnostní protismykové úpravy povrchů vozovek poskytují díky použité technologii a kvalitním materiálům vysoké hodnoty součinitele tření a zároveň jsou schopné odolávat velkému dopravnímu zatížení a udržet tak velmi dobré protismykové vlastnosti povrchu vozovky po celou dobu své životnosti. Jedná se o tenké vrstvy prováděné za studena nebo za horka s použitím speciálních pojiv a kameniva, případně jiných zdrsňujících materiálů poskytující vysoké hodnoty součinitele tření. Životnost těchto úprav je závislá na třídě dopravního zatížení. Zatímco při TDZ S (> 7500 TNV) je životnost předpokládána v délce minimálně 4 let, při třídě TDZ I (3501 – 7500 TNV) je životnost předpokládána v délce minimálně 8 let. Při menší TDZ je předpokládána životnost delší než 8 let. [15]

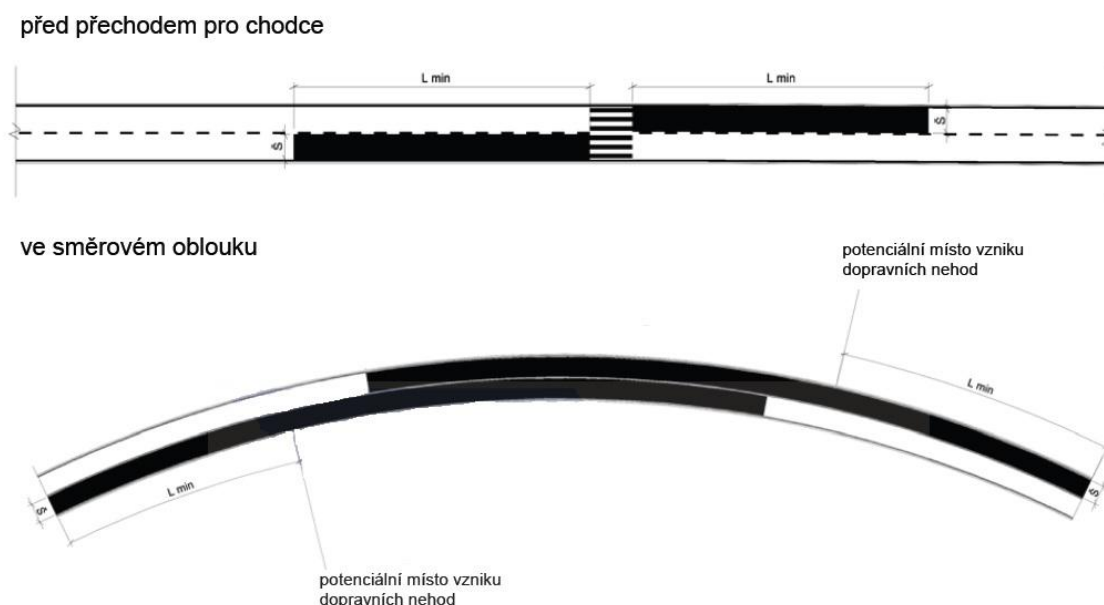


Obr. 35: Úprava systémem Rocbinda [23]

Zkrácení brzdné dráhy vozidel a zvýšení bezpečnosti krizových silničních úseků jsou základní funkce BPÚ, kdy tyto úpravy mohou být zároveň doplněny o barevné rozlišení vozovky varující řidiče o nebezpečném úseku. Další použití může být pro účely zklidňování dopravy, případně z čistě estetického hlediska.

Místo, ve kterém by měly být provedeny bezpečnostní protismykové úpravy, je úsek komunikace, který vykazuje snížené protismykové vlastnosti, převyšuje počtem

dopravních nehod v konkrétním místě okolní úseky a převládají nehody, ve kterých hrálo roli usmýknutí vozidla na vozovce. Pro takovéto úseky je poté vhodné použití BPÚ. Další úseky, kde je vhodné provést tyto technologické úpravy, jsou úseky s požadavkem na zvýšené protismykové vlastnosti.



Obr. 36: Místo použití BPÚ [15]

Zvýšené protismykové vlastnosti jsou požadovány v úsecích, kde je potenciálně vysoké riziko prodloužení brzdné dráhy a vzniku smyku. Jsou to přechody pro chodce, úroňové železniční přejezdy, úroňové křižovatky (včetně okružních) včetně úseků délky 50 m v intravilánu a 100 m v extravilánu před hranicí křižovatky, směrové oblouky a větve křižovatek o poloměru menším než 250 m při rychlosti vyšší než 60 km/h a v klesáních či stoupáních větších než 8 % v úseku delším než 100 m. [6]

Bezpečnostní protismykové úpravy se pokládají před úseky potenciálních dopravních nehod v minimální délce závislé od rychlosti vozidla.

Tab. 4: Minimální délky BPÚ [15]

Nejvyšší dovolená rychlost daná místní úpravou	Minimální délka BPÚ (L_{min}) nutná pro zastavení před potenciálním místem vzniku dopravních nehod	Minimální délka BPÚ (L_{min}) před potenciálním místem vzniku dopravních nehod ve směrovém oblouku nebo klesání
50 km.h ⁻¹	30 m	10 m
60 km.h ⁻¹	35 m	15 m
70 km.h ⁻¹	40 m	20 m
80 km.h ⁻¹	45 m	25 m
90 km.h ⁻¹	55 m	35 m

V České republice je hlavní bezpečnostní protismykovou úpravou systém zvaný Rocbinda. Princip spočívá v pokrytí živičných nebo betonových povrchů kombinací speciální kaučukové pryskyřice a velmi kvalitního kameniva s vysokou tvrdostí (obvykle čínský nebo guyanský bauxit s hodnotou PSV vyšší než 70). Životnost toho systému by měla na vozovkách o zatížení do 3500 TNV/24 hod dosahovat 6 – 10 let.



Obr. 37: Rocbinda a vliv na brzdou dráhu za mokra [23]

9 PRAKTICKÁ ČÁST – MĚŘENÍ PTV

Praktická část prováděná v laboratoři se zaměřuje na hodnocení protismykových vlastností dálničních vozovek pomocí měření PTV – Hodnota zkušebního kyvadla. K dispozici byly čtyři vzorky odebrané jádrovým vývrtem z dálničních komunikací, z toho byly dva kryty cementobetonové typu I, a dva netuhé kryty typu mastixový koberec SMA 11 a SMA 16.

Zkouška byla provedena na zkušebním kyvadle dle zásad normy ČSN EN 13036-4, která je popsána v kapitole 3.2.1 Měření mikrotextury. Na každém vzorku, který byl vždy před každým měřením dostatečně navlhčen, bylo provedeno měření pětkrát. Z těchto hodnot se vypočte průměrná hodnota, které se následně přiřadí dle TP 87 (tab. 2) klasifikační hodnota. Na základě této hodnoty lze určit, zda má vozovka dostatečné protismykové vlastnosti a je tak zaručena její bezpečnost z tohoto hlediska, nebo zda jsou protismykové vlastnosti nedostatečné a mělo by tak dojít k opravě nebo rekonstrukci vozovky pro zvýšení protismykových vlastností.



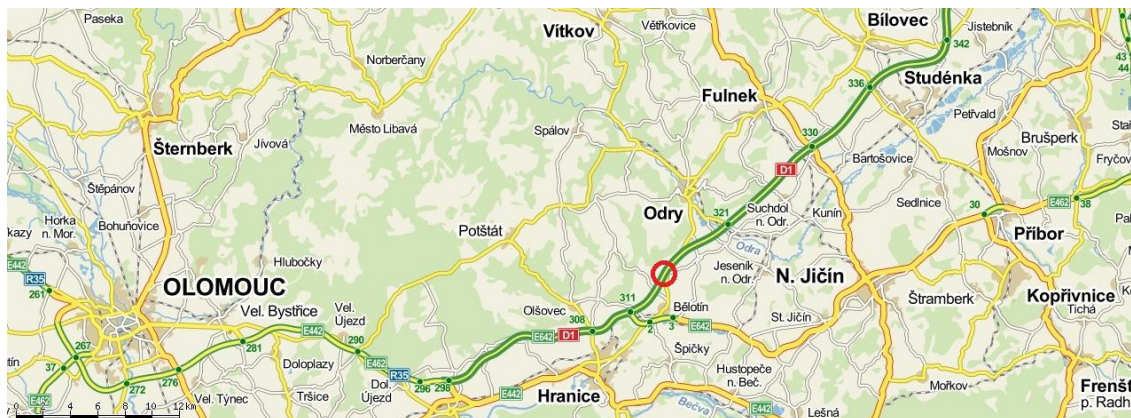
Obr. 38: Nastavování kyvadla

Vzorek 1

Typ krytu: tuhý – CB I

Komunikace: D1

Staničení: 313,1 km



Obr. 39: Vzorek 1 - úsek



Obr. 40: Vzorek 1

Tab. 5: Vzorek 1 – měření PTV

Vzorek 1 - CB I - D1 313,1 km					
číslo kyvu	1	2	3	4	5
PTV	67	65	64	64	64
prům. hodnota PTV: 65					

Vzorek 2

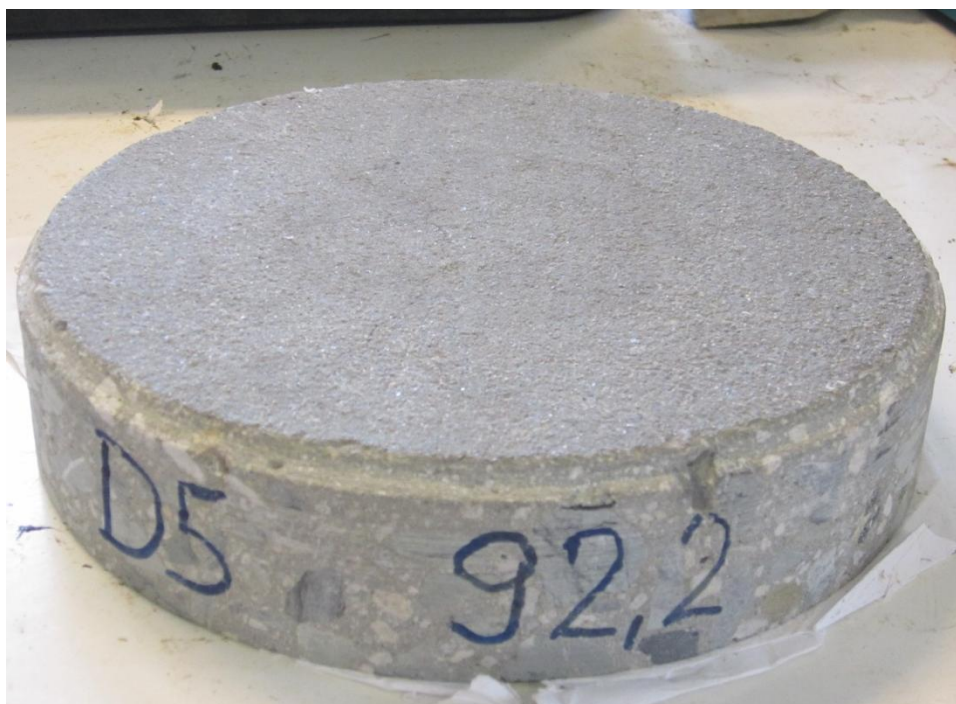
Typ krytu: tuhý – CB I

Komunikace: D5

Staničení: 92,2 km



Obr. 41: Vzorek 2 – úsek



Obr. 42: Vzorek 2

Tab. 6: Vzorek 2 – měření PTV

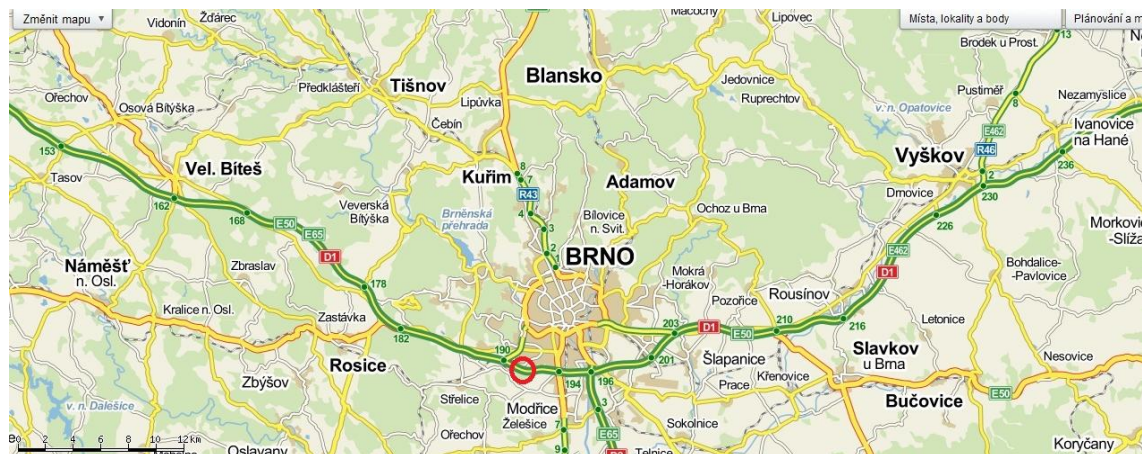
Vzorek 2 - CB I - D5 92,2 km					
číslo kyvu	1	2	3	4	5
PTV	72	72	71	70	69
prům. hodnota PTV: 71					

Vzorek 3

Typ krytu: netuhý – SMA 11

Komunikace: D1

Staničení: 191,3



Obr. 43: Vzorek 3 – úsek



Obr. 44: Vzorek 3

Tab. 7: Vzorek 3 – měření PTV

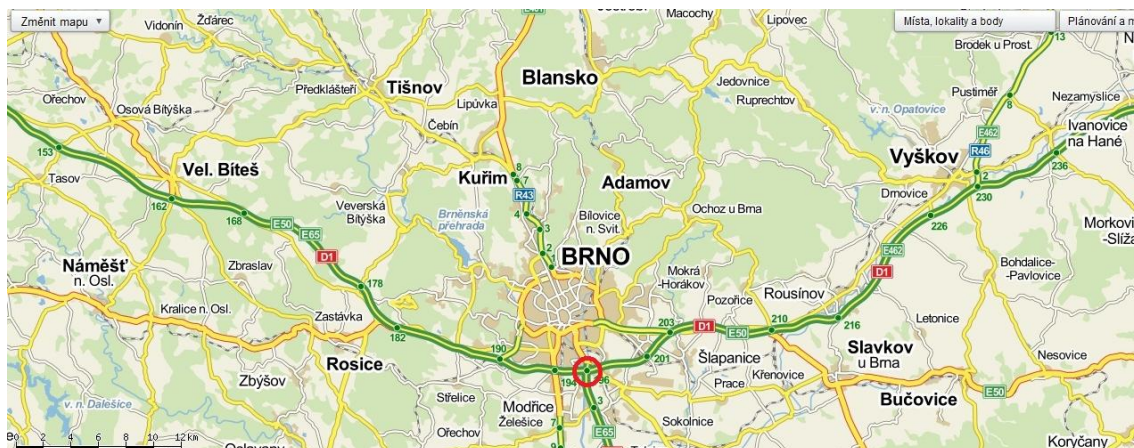
Vzorek 3 - SMA 11 - D1 191,3 km					
číslo kyvu	1	2	3	4	5
PTV	70	68	67	67	67
prům. hodnota PTV: 68					

Vzorek 4

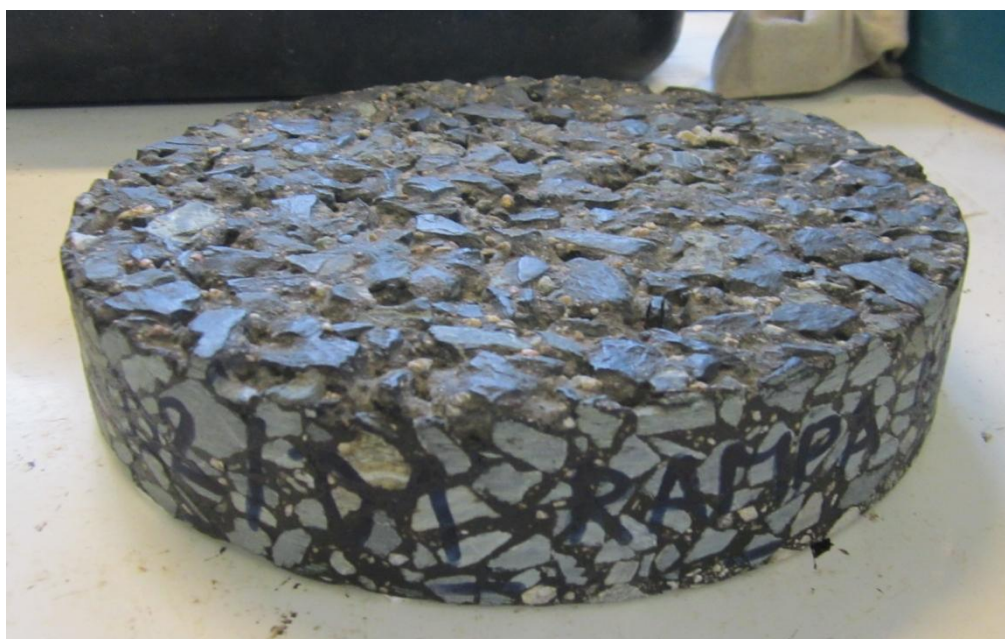
Typ krytu: netuhý – SMA 16

Komunikace: D1/D2

Staničení: rampa Bratislava - Praha



Obr. 45: Vzorek 4 – úsek



Obr. 46: Vzorek 4

Tab. 8: Vzorek 4 – měření PTV

Vzorek 4 - SMA 16 - D1/D2					
číslo kyvu	1	2	3	4	5
PTV	51	50	49	49	48
prům. hodnota PTV: 49					

Tab. 9: Naměřené hodnoty PTV

Vzorek	PTV	Klasifikační stupeň
1 - CB I - D1 313,1 km	65	2
2 - CB I - D5 92,2 km	71	1
3 - SMA 11 - D1 191,3 km	68	2
4 - SMA 16 - D1/D2	49	4

Hodnota PTV vzorku 2 odpovídá dle TP 87 (tab. 2) klasifikačnímu stupni 1. Na základě tabulky 3 je možné konstatovat, že protismykové vlastnosti u tohoto vzorku odpovídají hodnotám při přejímce vozovky a tudíž může být vozovka bezpečně užívána bez omezení.

Obdobně můžeme klasifikovat vzorky 1 a 3, které jsou svými hodnotami řazeny do klasifikačního stupně 2. Pro dálnice je i stupeň 2 hodnotou při přejímce vozovky, tudíž stejně jako u vzorku 2, ani zde nehrozí žádné ohrožení z důvodu vzniku smyku a protismykové vlastnosti jsou tak plně vyhovující.

Vzorek 4, zde se jedná o rampu spojující dálnice D1 a D2 ve směru z Bratislavy na Prahu, je klasifikován pro svoje nízké hodnoty jako stupeň 4. Při dosažení tohoto stupně by měl být navržen plán souboru opatření pro zvýšení protismykových vlastností. Jelikož tento úsek spadá do modernizace dálnice D1 a již v této době probíhá rekonstrukce, při které bude položen nový povrch rampy, budou při této opravě zajištěny i vyhovující protismykové vlastnosti.

10 ZÁVĚR

Výsledkem práce je zpracování poznatků o protismykových vlastnostech. V práci je uveden princip měření a hodnocení mikrotextury a makrotextury a jejich vliv na protismykové vlastnosti, nejčastější používaná zařízení a jejich charakteristiky, ale především je věnován prostor pro poruchy a ztráty PVV a vhodné technologie pro opravy vozovek ať tuhých či netuhých. V příloze jsou uvedeny grafy hodnotící vliv zatížení dopravou na součinitel tření a životnost vozovek v závislosti na použité technologii opravy.

V praktické části se zaměřuji na měření hodnot součinitele PTV u dálničních krytů, ze kterých jsou odvozeny klasifikační stupně příslušné naměřené hodnotě. Vzorky 1 – 3 vyhovují na protismykové vlastnosti, kdy především vzorek 2 ošetřen po pokládce vlečenou jutou má výborné vlastnosti dosahující stupně 1. U vzorku 4 je již hodnota PTV hraniční, ale vzhledem k probíhající modernizaci tohoto úseku bude brzy nahrazen tento povrch jiným povrchem s vyhovujícím PVV.

11 SEZNAM LITERATURY

- [1] TP 170, *Navrhování vozovek pozemních komunikací*. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, 2010.
- [2] KUDRNA, J. *Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů pozemních komunikací*. 1. vydání. VUT FAST, 2007. ISBN 978-80-214-3429-5.
- [3] ČSN EN 13036-1, *Povrchové vlastnosti vozovek pozemních komunikací a letištních ploch - Zkušební metody - Část 1: Měření hloubky makrotextury povrchu vozovky odměrnou metodou*. 2010.
- [4] VOJTĚŠEK, A. *Srovnávací měření dynamických zařízení pro měření součinitele tření povrchů vozovek*. Sborník ze semináře. VUT FAST, 2007.
- [5] TP 82, *Katalog poruch netuhých vozovek*. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, 2010.
- [6] TP 87, *Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek*. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, 2010.
- [7] ČSN EN 13036-4, *Povrchové vlastnosti vozovek pozemních komunikací a letištních ploch - Zkušební metody - Část 4: Metoda pro měření protismykových vlastností povrchu – Zkouška kyvadlem*. 2012.
- [8] ČSN 73 6177, *Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek*. 2009.
- [9] TP 96, *Vysprávký vozovek tryskovou metodou*. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, 2010.
- [10] VARAUS, M. *Postřiky, nátěry, kalové zákryty*, přednáška BM02. VUT FAST, 2012.
- [11] Silstap [online]. 2013 [cit. 2013-04-22]. Kalové zákryty. Dostupné z WWW: <<http://www.silstap.cz/>>.
- [12] Stripenseal [online]. 2013 [cit. 2013-04-22]. Slury seal. Dostupné z WWW: <<http://www.stripensealinc.com/services.php/>>.
- [13] PDCSimost [online]. 2013 [cit. 2013-04-22]. Mikrokoberec. Dostupné z WWW: <<http://www.pdcsimost.cz/img/gallery/15/2.JPG/>>.
- [14] TP 92, *Navrhování údržby a oprav vozovek s cementobetonovým krytem*. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, 2010.

- [15] TP 213, *Bezpečnostní protismykové úpravy povrchů vozovek*. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, 2009.
- [16] KUDRNA, J. *Asfaltové směsi snižující hlukové emise a zlepšující protismykové vlastnosti*. SBORNÍK KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY, 2011.
- [17] NEKULA, L; DAŠKOVÁ, J; KUDRNA, J. *Technologie údržby nehodových úseků s nevyhovujícími protismykovými vlastnostmi a zhodnocení zkušenosti z realizovaných*. SBORNÍK KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY, 2011.
- [18] Silnice Železnice [online]. 2013 [cit. 2013-04-23]. Viaphone. Dostupné z WWW: <<http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/viaphone-asfaltova-smes-pro-snizeni-hluku-a-bezpecnou-jizdu/>>.
- [19] Eurovia [online]. 2013 [cit. 2013-04-23]. Gripfibre. Dostupné z WWW: <http://www.eurovia.cz/download/5_gripfibre_www.pdf/>.
- [20] POSPÍŠIL, K, *Vlastnosti cementobetonových vozovek*. BETON 6/2005, BETONTKS, 2005.
- [21] Českomoravský cement [online]. 2013 [cit. 2013-04-24]. Vymývaný beton. Dostupné z WWW: <<http://presskithc.cz/zpravy-pro-media/vymyvany-beton-pro-d1/>>.
- [22] Rekma [online]. 2013 [cit. 2013-04-23]. Broušení a drážkování. Dostupné z WWW: <http://www.rekma.net/index.php?id1=234&m=228&pg=_B_&lg=cz/>.
- [23] Rocbinda [online]. 2013 [cit. 2013-04-24]. Rocbinda. Dostupné z WWW: <<http://www.rocbinda.cz/cs/pouziti--pouziti-a-vlastnosti />>.
- [24] Findlay Irvine [online]. 2013 [cit. 2013-05-12]. Griptester, Skiddometer. Dostupné z WWW: <www.findlayirvine.com/>.
- [25] IFI [online]. 2013 [cit. 2013-05-12]. Scrim. Dostupné z WWW: <<http://ifi.de/scrim.htm />>.
- [26] HÝZL, P. *Cementobetonové kryty, přednáška*. VUT FAST, 2012.
- [27] ShotBlast [online]. 2013 [cit. 2013-05-18]. Shot blasting. Dostupné z WWW: <<http://shotblastinc.com//>>.

12 SEZNAM ZKRATEK

BPÚ	Bezpečnostní protismyková úprava
CB	Cementobeton
ČSN	Česká technická norma
ČSN EN	Česká technická norma zavádějící evropskou normu
D	Dálnice
EKZ	Emulzní kalový zákryt
fb	Součinitel bočního tření
fp	Součinitel podélného tření
m	Metr
mm	Milimetr
MK	Místní komunikace
MPD	Mean profile depth
MTD	Mean texture depth
N	Newton
PK	Pozemní komunikace
PSV	Polishing stone value
PTV	Pendulum test value
PVV	Protismykové vlastnosti vozovek
R	Rychlostní komunikace
SMA	Asfaltový koberec mastixový
TDZ	Třída dopravního zatížení
TP	Technické podmínky
TRT	Tatra runaway tester

13 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Textury povrchu vozovky [8]	- 15 -
Obr. 2: Mikrotextura, makrotextura [2]	- 16 -
Obr. 3: Výpočet hloubky makrotextury dle ČSN EN 13036-1 [2]	- 17 -
Obr. 4: Lineární regresní model pro převod mezi používanými měřicími médii [2]-	17 -
Obr. 5: Výpočet MPD [8].....	- 18 -
Obr. 6: Kyvadlo pro ČSN EN 13036-4 [7]	- 19 -
Obr. 7: Výpočet PTV [7].....	- 20 -
Obr. 8: Vliv rychlosti na součinitel tření při skluzu 15 % [2].....	- 20 -
Obr. 9: Schéma měřícího zařízení pro součinitel tření [8]	- 21 -
Obr. 10: Schéma měřícího zařízení pro součinitel tření[8]	- 23 -
Obr. 11: TRT – Ford Transit [4]	- 26 -
Obr. 12: Griptester [24].....	- 27 -
Obr. 13: Scrim [25]	- 27 -
Obr. 14: Skiddometer [24]	- 28 -
Obr. 15: Ztráta mikrotextury u vozovky s netuhým krytem [5].....	- 29 -
Obr. 16: Ztráta mikrotextury u vozovky z dlažebních prvků [5]	- 30 -
Obr. 17: Ztráta makrotextury vozovky s netuhým krytem [5]	- 31 -
Obr. 18: Ztráta kameniva z nátěru vozovky s netuhým krytem [5]	- 32 -
Obr. 19: Lokální oprava tryskovou metodou	- 33 -
Obr. 20: Druhy nátěrů [10].....	- 35 -
Obr. 21: Pokládání zákrytu Slurry seal [12].....	- 36 -
Obr. 22: Vozovka po a před pokládkou mikrokoberce [13]	- 37 -
Obr. 23: Hodnoty při úpravě GRIPFIBRE [19]	- 38 -
Obr. 24: Zvyšování f_p v závislosti na čase [16].....	- 39 -
Obr. 25: Zajišťování textury vlečenou jutou [26]	- 41 -
Obr. 26: CB kryt po úpravě jutou [26]	- 41 -
Obr. 27: Textura povrchu z vymývaného betonu [21]	- 42 -
Obr. 28: CB kryt před a po otryskání ocelovými kuličkami [27]	- 43 -
Obr. 29: Textura po otryskání vodním paprskem [14].....	- 43 -

Obr. 30: Textura vozovky před a po broušení [22]	- 44 -
Obr. 31: Frézování [14].....	- 45 -
Obr. 32: Vzdálenosti pro drážkování [14].....	- 45 -
Obr. 33: Textura vozovky po a před drážkováním [22].....	- 46 -
Obr. 34: Příklad volby technologie [14].....	- 47 -
Obr. 35: Úprava systémem Rocbinda [23].....	- 48 -
Obr. 36: Místo použití BPÚ [15].....	- 49 -
Obr. 37: Rocbinda a vliv na brzdnu dráhu za mokra [23].....	- 50 -
Obr. 38: Nastavování kyvadla.....	- 51 -
Obr. 39: Vzorek 1 - úsek	- 52 -
Obr. 40: Vzorek 1	- 52 -
Obr. 41: Vzorek 2 – úsek	- 53 -
Obr. 42: Vzorek 2.....	- 53 -
Obr. 43: Vzorek 3 – úsek	- 54 -
Obr. 44: Vzorek 3.....	- 54 -
Obr. 45: Vzorek 4 – úsek	- 55 -
Obr. 46: Vzorek 4.....	- 55 -

14 SEZNAM TABULEK

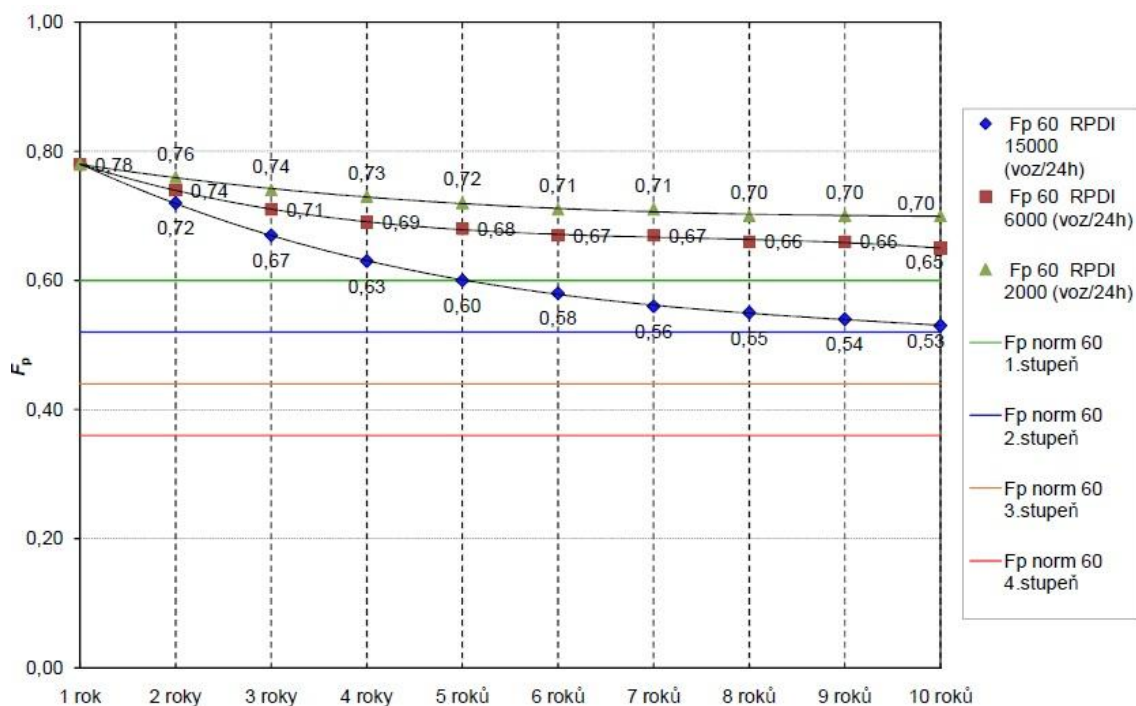
Tab. 1: Nejnižší roční hodnoty F_p [8]	- 23 -
Tab. 2: Hodnocení protismykových vlastností a textury povrchu [6].....	- 24 -
Tab. 3: Požadovaná klasifikace hodnocení PV a textury povrchu [6]	- 25 -
Tab. 4: Minimální délky BPÚ [15]	- 49 -
Tab. 5: Vzorek 1 – měření PTV	- 52 -
Tab. 6: Vzorek 2 – měření PTV	- 53 -
Tab. 7: Vzorek 3 – měření PTV	- 54 -
Tab. 8: Vzorek 4 – měření PTV	- 55 -
Tab. 9: Naměřené hodnoty PTV	- 56 -

15 SEZNAM PŘÍLOH

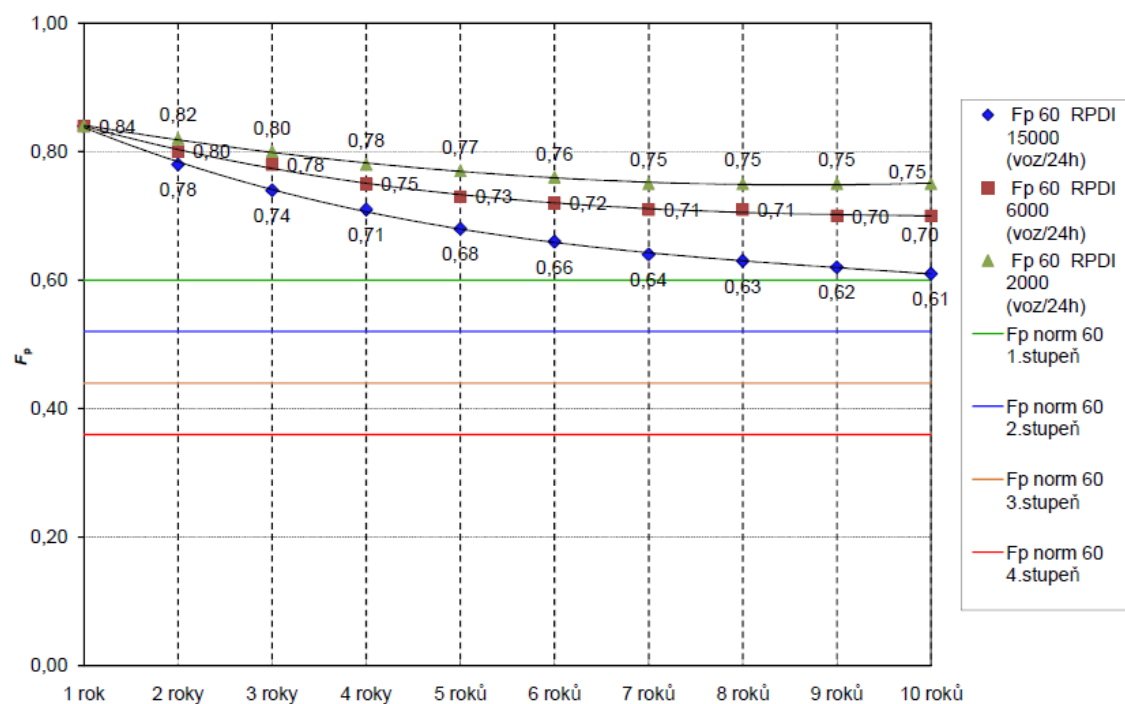
Příloha 1:	Emulzní mikrokoberec [17]	- 65 -
Příloha 2:	Emulzní mikrokoberec – GRIPFIBRE [17].....	- 65 -
Příloha 3:	Emulzní kalový zákryt [17].....	- 66 -
Příloha 4:	Trysková metoda – RPDI > 6000 voz/24 hod [17]	- 66 -
Příloha 5:	Trysková metoda - RPDI < 200 voz/24 hod [17].....	- 67 -
Příloha 6:	Bezpečnostní protismyková úprava [17].....	- 67 -
Příloha 7:	Jednovrstvý nátěr [17].....	- 68 -
Příloha 8:	Otryskání ocelovými kuličkami [17]	- 68 -
Příloha 9:	Frézování [17]	- 69 -

PŘÍLOHY

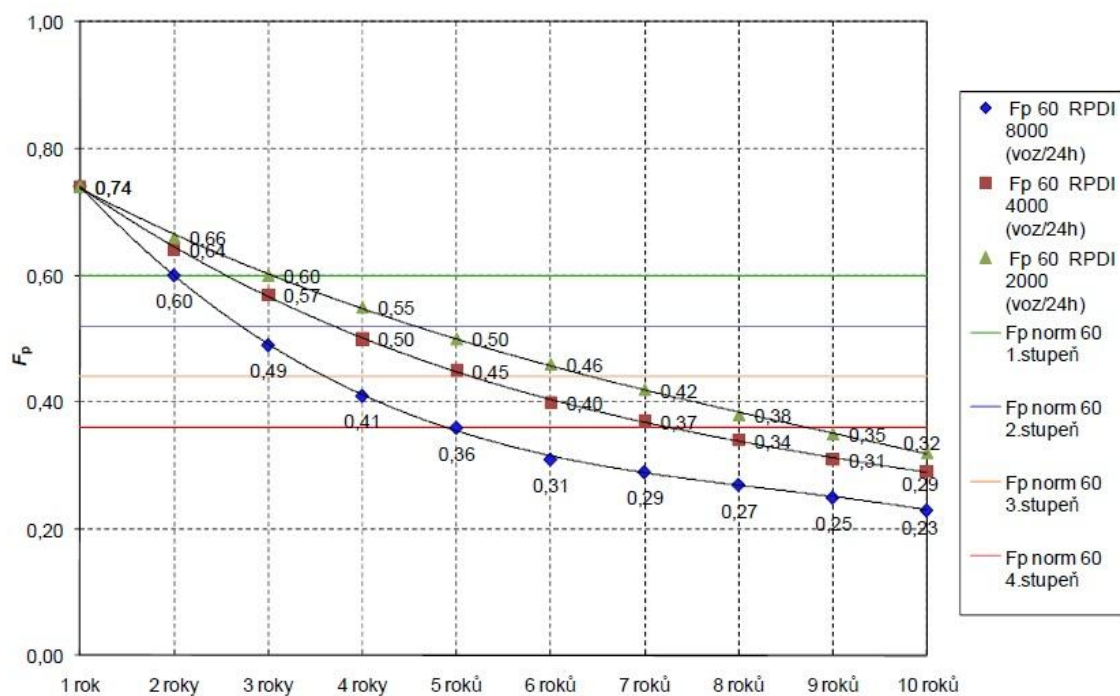
Příloha 1: Emulzní mikrokoberec [17]



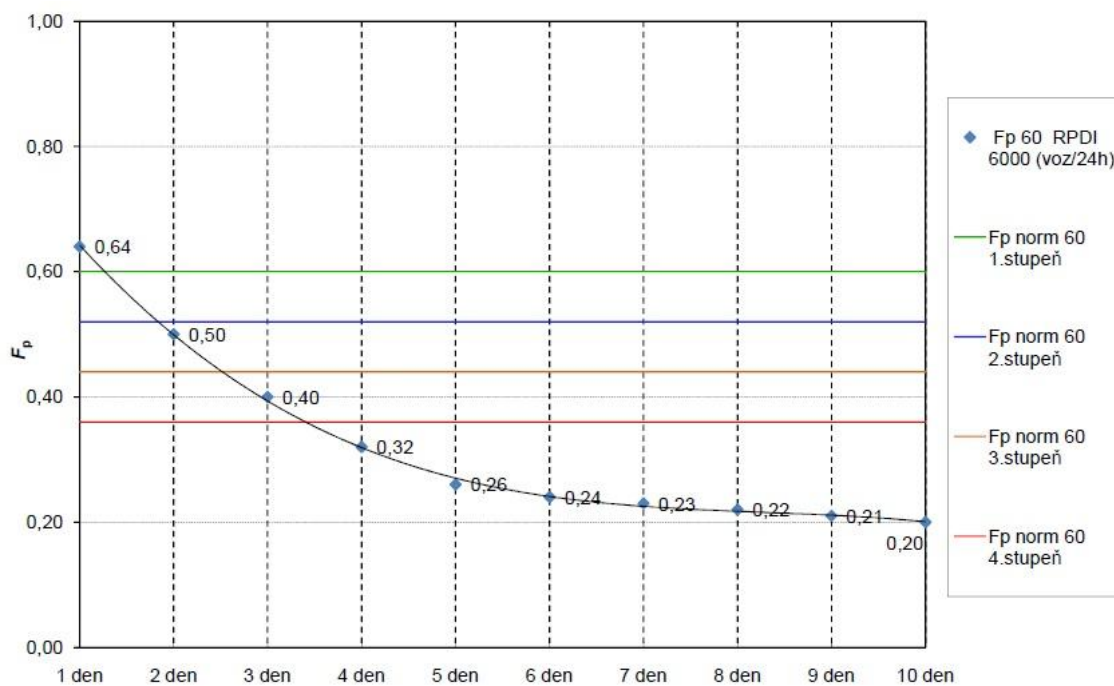
Příloha 2: Emulzní mikrokoberec – GRIPFIBRE [17]



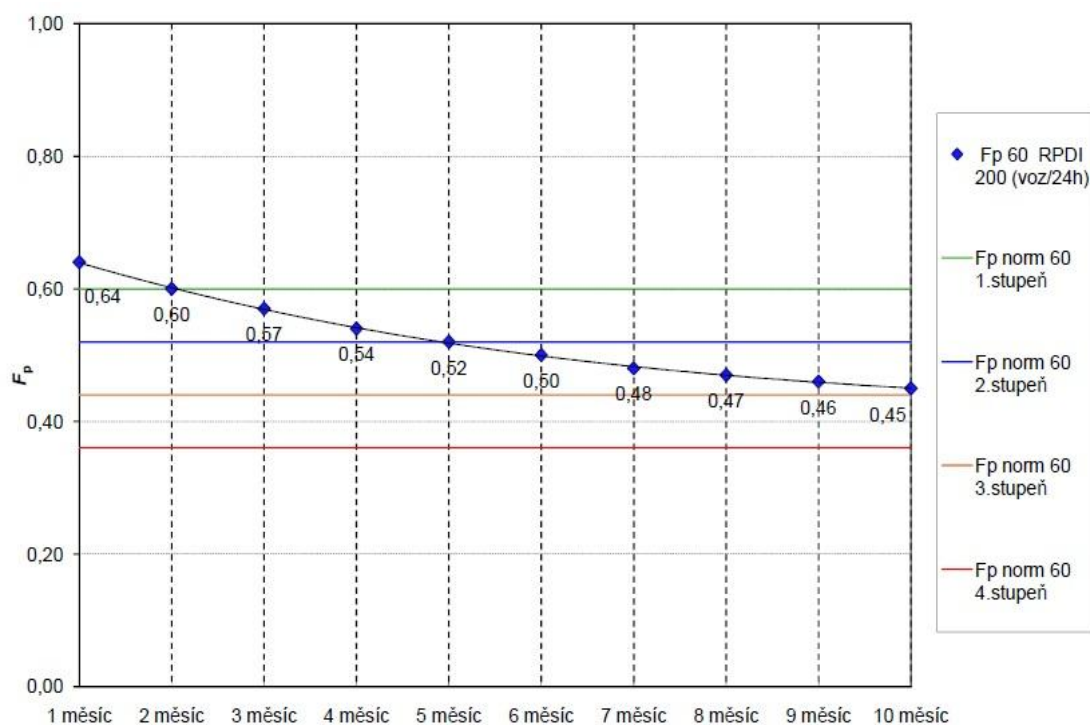
Příloha 3: Emulzní kalový zákryt [17]



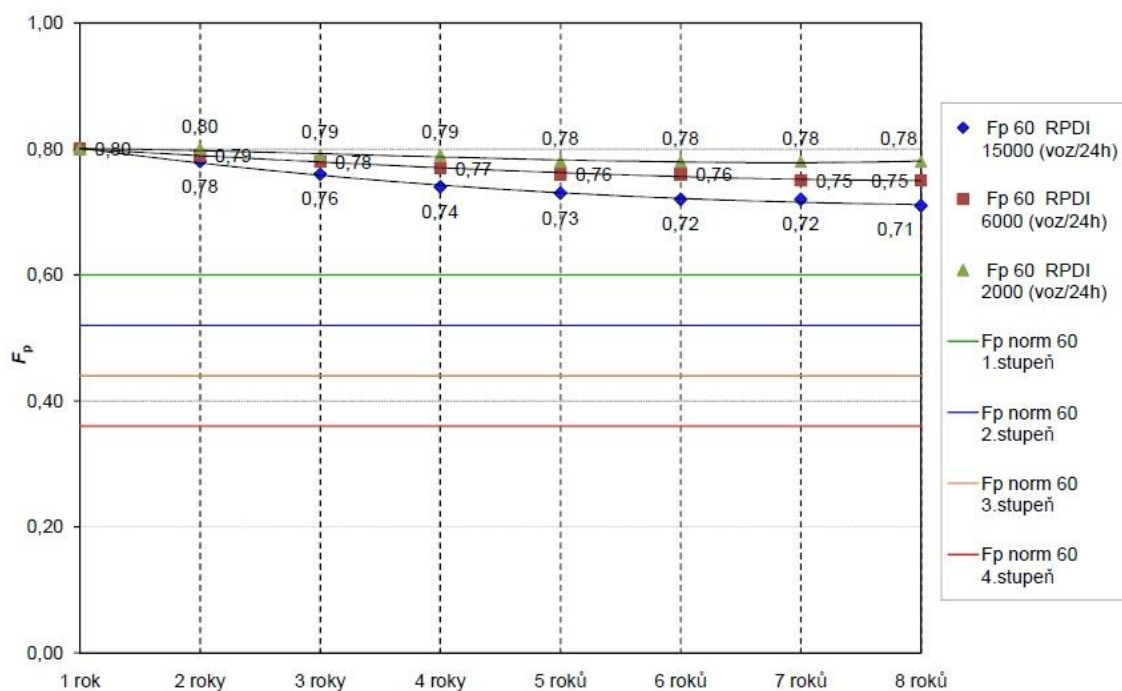
Příloha 4: Trysková metoda – velmi zatížená komunikace RPDI > 6000 voz/24 hod [17]



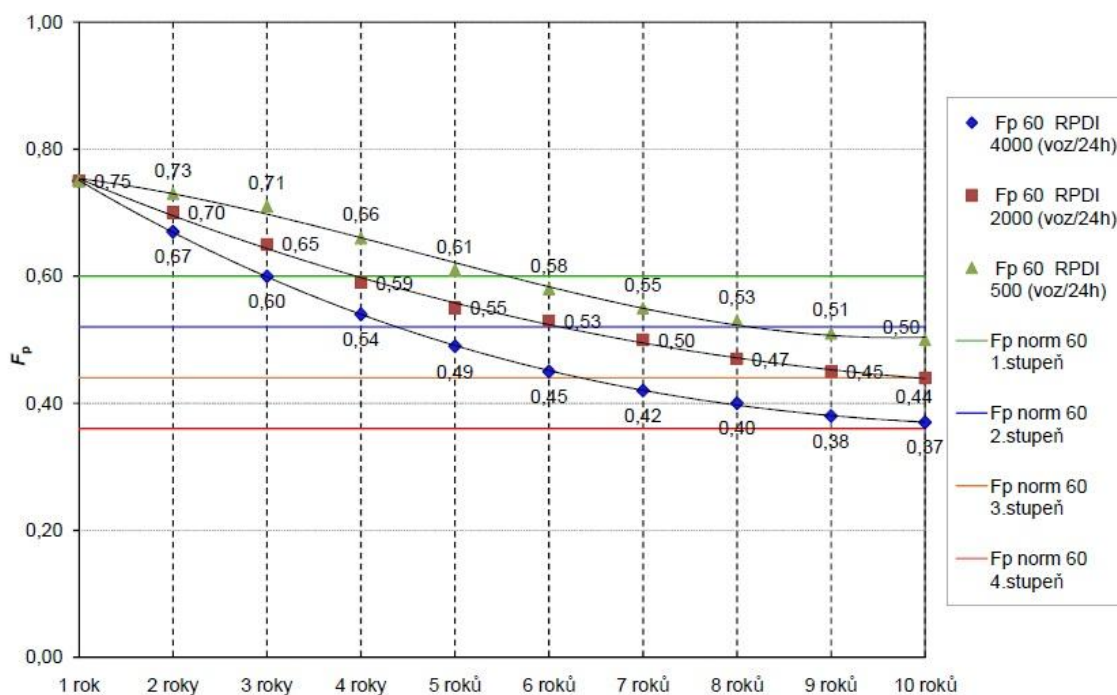
Příloha 5: Tryskková metoda - málo zatížená komunikace $RPDI < 200$ voz/24 hod
[17]



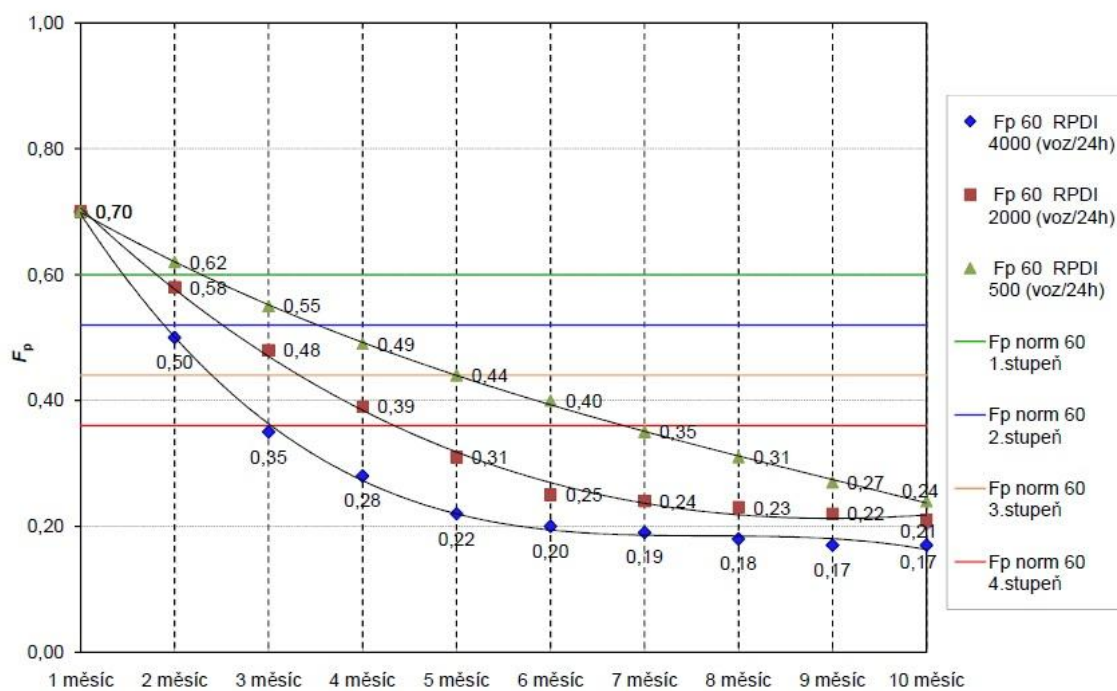
Příloha 6: Bezpečnostní protismyková úprava [17]



Příloha 7: Jednovrstvý nátěr [17]



Příloha 8: Otryskání ocelovými kuličkami [17]



Příloha 9: Frézování [17]

