

METODIKA

ZÁSADY PRO POUŽITÍ OBRUSNÝCH VRSTEV A TECHNOLOGIÍ ÚDRŽBY A OPRAV POVRCHŮ VOZOVEK Z HLEDISKA PROTISMYKOVÝCH VLASTNOSTÍ



Název: Zásady pro použití obrusných vrstev a technologií údržby a oprav povrchů vozovek z hlediska protismykových vlastností

Tato metodika byla vypracována se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy v rámci Programu DOPRAVA 2020+, v rámci řešení projektu CK01000110.

Autoři: Ing. Josef Stryk, Ph.D.; Ing. Ondřej Machel (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)

Leoš Nekula (Zkušební laboratoř č. 193: Měření PVV – Leoš Nekula)

Ing. Pavla Nekulová; Ing. Jaroslava Dašková, Ph.D. (Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemních komunikací)

Oponenti: Ing. Čestmír Kopřiva, Ředitelství silnic a dálnic ČR, Úsek kontroly kvality staveb, vedoucí Samostatného oddělení technického rozvoje

Ing. Jan Valentin, Ph.D., České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra silničních staveb, zástupce vedoucího katedry

Metodika schválená: Ministerstvo dopravy, č.j. XXXXX

ISBN XXX (pdf)

© Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Brno 2024

OBSAH

1. Úvod	1
1.1 Cíl a určení metodiky	1
1.2 Řešený výzkumný projekt.....	1
1.3 Návaznost na metodický pokyn MD z roku 2006.....	1
2. Povrchy vozovek	2
2.1 Obrusné vrstvy.....	2
2.2 Bezpečnostní protismyková úprava BPÚ.....	3
2.3 Technologie údržby a oprav povrchů vozovek	4
3. Měření a sledování	5
3.1 Součinitel podélného tření f_p	5
3.2 Součinitel tření po ohlazení μ_{FAP}	6
3.3 Ohladitelnost kameniva PSV	7
3.4 Makrotextura.....	9
3.5 Mikrotextura.....	10
3.6 Intenzita dopravy.....	10
3.7 Dopravní nehody	11
4. Co ovlivňuje výsledky měření	12
5. Obvyklé životnosti protismykových vlastností	13
6. Vlastní popis metodiky	20
6.1 Predikce vývoje protismykových vlastností.....	21
6.1.1 Měření součinitele podélného tření f_p	21
6.1.2 Měření součinitele tření po ohlazení	22
6.1.3 Odhad na základě zvolených parametrů	23
6.2 Volba zavedené obrusné vrstvy/technologie údržby.....	24
6.3 Ověření nové obrusné vrstvy/technologie údržby.....	25
7. Novost postupů, způsob uplatnění a ekonomické aspekty	26
8. Seznam použité a související literatury	27
9. Seznam publikací, které předcházely metodice	29
<u>Příloha</u> – příklady vývoje protismykových vlastností povrchů vozovek	

1. Úvod

Metodika je určena jako pomůcka pro plánování výstavby, souvislé údržby a oprav obrusných vrstev vozovek dálnic, silnic a místních komunikací z hlediska požadovaného hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek.

Tato metodika aktualizuje informace uvedené v metodickém pokynu „Zásady pro použití obrusných vrstev vozovky z hlediska protismykových vlastností“ zpracovaném sdružením Měření PVV - Nekula, Plachý (schváleno Ministerstvem dopravy pod č.j. 424/06-120-RS/2 ze dne 28.7.2006 s účinností od 1.8.2006).

Nová metodika je ke stažení v elektronické formě na adrese:

<https://www.shopcdv.cz/cs/metodika-protismykovve-vlastnosti>

1.1 Cíl a určení metodiky

Metodika má sloužit k výběru obrusné vrstvy vozovky nebo technologie údržby a oprav povrchu vozovky, s přihlédnutím k požadovanému hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek. Metodika také upřesňuje, jaké jsou současné možnosti měření protismykových vlastností povrchů vozovek v terénu a v laboratoři, jaké jsou možnosti predikce vývoje tohoto proměnného parametru a uvádí obvyklé životnosti vybraných obrusných vrstev a povrchových úprav vozovek z hlediska protismykových vlastností.

Metodika je určena především pro:

- projektanty pozemních komunikací,
- zhotovitele obrusných vrstev a technologií souvislé údržby a oprav,
- správce pozemních komunikací,
- odbornou veřejnost silničního hospodářství a stavitelství.

1.2 Řešený výzkumný projekt

Tato metodika byla vypracována se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy v rámci programu Doprava 2020+, projektu č. CK01000110: Životnost protismykových vlastností povrchů vozovek, její predikce a skutečný vývoj v čase.

1.3 Návaznost na metodický pokyn MD z roku 2006

Důvody pro aktualizaci informací uvedených v metodickém pokynu Ministerstva dopravy z roku 2006 byly zejména tyto:

- metodický pokyn posuzoval obrusné vrstvy a technologie údržby a oprav aktivně používané v roce 2006,
- většina těchto technologií se již v současnosti nepoužívá, u technologií, které jsou používány dodnes se zásadně změnila receptury, zvláště použitá asfaltová pojiva,

- největší změnou jsou intenzity dopravy, hlavně těžkých nákladních vozidel, které od roku 2006 vzrostly několikanásobně, a to zásadně změnilo doby trvání požadovaného hodnocení protismykových vlastností povrchu vozovky,
- v současnosti se používá mnoho nových typů obrusných vrstev a technologií údržby a oprav s cílem obnovy protismykových vlastností povrchů vozovek s asfaltovým i cementobetonovým krytem,
- byl vydán TP 213: 2009, který definuje požadavky na bezpečnostní protismykové úpravy povrchů vozovek (BPÚ),
- mezi posuzovanými vlivy na životnost protismykových vlastností chyběla ohladitelnost kameniva (PSV), která ji zásadním způsobem ovlivňuje,
- původní MP nezmiňoval možnosti zrychlené predikce vývoje protismykových vlastností, kterou umožňuje laboratorní zkouška pro stanovení součinitel tření po ohlazení (podle ČSN EN 12697-49).

2. Povrchy vozovek

2.1 Obrusné vrstvy

Vozovky s asfaltovým krytem:

Požadavky na obrusné vrstvy vozovek s asfaltovým krytem jsou uvedeny v ČSN 73 6121. Požadavky na ostatní asfaltové obrusné vrstvy uvádí ČSN 73 6122 a ČSN 73 6120, kde jsou zařazeny také nízkohlučné povrchy vozovek.

Běžně používané asfaltové obrusné vrstvy jsou:

<u>Označení:</u>	<u>Název:</u>	<u>Norma:</u>
ACO	asfaltový beton pro obrusnou vrstvu vozovky	ČSN 73 6121, příloha E
SMA	asfaltový koberec mastixový	ČSN 73 6121, příloha G
BBTM	asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy	ČSN 73 6121, příloha F
SMA NH	obrusná vrstva SMA se sníženou hlučností	ČSN 73 6120, příloha G
BBTM NH	obrusná vrstva BBTM se sníženou hlučností	ČSN 73 6120, příloha G
MA	litý asfalt	ČSN 73 6122, příloha A

Za označením vrstvy se uvádí číslo, které udává maximální velikost použitého zrna hrubého kameniva v obrusné vrstvě, zpravidla 4, 5, 8, 11, 16 či 22 mm. Případně ho následuje doplňkové označení (+, S) udávající vyšší odolnost obrusné vrstvy.

Orientační předpokládané doby životnosti obrusných vrstev v letech, v závislosti na třídě dopravního zatížení (viz kap. 3.6), jsou uvedeny v tab. 11 TP 87 (revize textu TP z roku 2023, která byla v době vydání metodiky ve schvalovacím procesu), viz níže:

Orientační předpokládané doby životnosti asfaltových obrusných vrstev v letech *							
Označení obrusné vrstvy	Třída dopravního zatížení						
	VI	V	IV	III	II	I	S
ACO +			14	12	10		
ACO	16	14	12				
SMA S				16	16	14	12
SMA			16	14	12		
SMA NH					12	10	8
MA I				25	25	20	15
BBTM S				12	12	10	10
BBTM +			12	10	8		
BBTM	15	12	10				
BBTM NH					10	8	8

* Předpokládanou dobu životnosti obrusné vrstvy není možné zaměňovat s životností obrusné vrstvy z hlediska protismykových vlastností, která může být odlišná.

Vozovky s cementobetonovým krytem:

Požadavky na cementobetonový kryt (dále jen CB kryt) uvádí ČSN 73 6123-1.

Členění je na skupiny I až III. Přičemž pro nejméně zatížené vozovky se navrhuje stupeň I.

Povrchová úprava CB krytu:

- povrch s obnaženým kamenivem (vymývaný, resp. kartáčovaný povrch),
- úprava povrchu vlečenou jutou, silonovými nebo ocelovými kartáči, nebo tzv. umělým trávíčkem (v současnosti se již téměř nepoužívá),
- úprava povrchu broušením diamantovými kotouči (grinding).

Poznámka: První CB kryt s vymývaným povrchem byl v ČR realizován v roce 2013 a v současné době jde o preferovanou variantu na stavbách Ředitelství silnic a dálnic ČR.

Orientační předpokládané doby životnosti krytu nejsou zmíněny v této normě ani v TP, ale předpokládá se, že CB kryt vydrží déle, než je návrhové období, které je pro vozovky 25 let.

2.2 Bezpečnostní protismyková úprava BPÚ

Základní funkcí bezpečnostní protismykové úpravy (BPÚ) je zkrácení brzdné dráhy vozidel. V případě použití barevné BPÚ je její doplňkovou funkcí i optické zvýraznění nebezpečných úseků. Navrhuje se podle TP 213 v místech, kde jsou vyšší požadavky na hodnocení protismykových vlastností s cílem zvýšit bezpečnost silničního provozu (např. před křižovatkami, přechody pro chodce, železničními přejezdy, ve směrových obloucích o malém

poloměru, v klesání a stoupání větším než 8 %) a provádí se také v případě kumulace dopravních nehod na jednom místě z příčin, které souvisejí se smykem vozidel či nedostatečnou brzdou dráhou vozidel.

Předpokládaná minimální doba životnosti BPÚ je závislá na třídě dopravního zatížení. Podle TP 213 je to při TDZ S = 5 let, při TDZ I = 8 let a při nižší TDZ > 8 let.

2.3 Technologie údržby a oprav povrchů vozovek

Vozovky s asfaltovým krytem:

- provedení opravy výměnou obrusné vrstvy (viz předchozí kapitola),
- provedení nátěru či kalové vrstvy (nejčastěji emulzní kalový zákryt EKZ nebo emulzní mikrokoberec EMK) po případné údržbě a vyrovnání povrchu vozovky,
- aplikace regeneračního postřiku, který se používá za účelem regenerace asfaltového pojiva; zde se sleduje, zda jeho aplikace ovlivní protismykové vlastnosti.

Předpokládané průměrné doby životnosti nátěrů jsou uvedeny v tab. 7 normy ČSN 73 6129, viz níže:

Typ nátěru	Průměrná doba životnosti v letech *
Jednovrstvý nátěr (JN)	3 až 5
Jednovrstvý nátěr s dvojitým podrťováním (JND)	4 až 7
Jednovrstvý nátěr s předdrťováním (JNP)	3 až 8
Dvouvrstvý nátěr (DN)	3 až 8
Dvouvrstvý nátěr s obráceným podrťováním (DNI)	3 až 8

* Předpokládanou dobu životnosti nátěru není možné zaměňovat s životností nátěru z hlediska protismykových vlastností, která může být odlišná.

Předpokládané průměrné doby životnosti pro jednotlivé typy kalových vrstev jsou uvedeny v tab. 9 normy ČSN 73 6130, viz níže:

Typ kalová vrstvy	Průměrná doba životnosti v letech *
Emulzní kalový zákryt jednovrstvý (EKZ-JV)	2 až 3
Emulzní kalový zákryt dvouvrstvý (EKZ-DV)	2 až 4
Emulzní mikrokoberec jednovrstvý (EMK-JV)	5 až 8
Emulzní mikrokoberec dvouvrstvý (EMK-DV)	6 až 9
Emulzní mikrokryt (EMKR)	7 až 10

* Předpokládanou dobu životnosti vrstvy není možné zaměňovat s životností vrstvy z hlediska protismykových vlastností, která může být odlišná.

Orientační předpokládané doby životnosti technologií údržby vozovek v letech v závislosti na třídě dopravního zatížení (viz kap. 3.6) jsou uvedeny v tab. 11 TP 87 (revize textu TP z roku 2023, která byla v době vydání metodiky ve schvalovacím procesu), viz níže:

Orientační předpokládané doby životnosti technologií údržby a oprav v letech *							
Technologie údržby a oprav	Třída dopravního zatížení						
	VI	V	IV	III	II	I	S
Nátěr jednovrstvý	4	3	2				
Nátěr jednovrstvý - modifikovaný asfalt			5	3			
Nátěr dvouvrstvý	6	6	5	4			
Nátěr dvouvrstvý - modifikovaný asfalt			7	6	5	4	3
EKZ - JV	6	5	4	3			
EKZ – DV s modifikovanou asfaltovou emulzí				5	4	3	
EMK - jednovrstvý	10	8	7	5			
EMK - dvouvrstvý			10	10	8	7	6

* Předpokládanou dobu životnosti technologií údržby a oprav není možné zaměňovat s jejich životností z hlediska protismykových vlastností, která může být odlišná.

Vozovky s cementobetonovým krytem:

- mechanické zdrsňení povrchu vozovky (broušení, frézování, otryskání ocelovými kuličkami nebo vysokotlakým vodním paprskem), které se používá za účelem zlepšení povrchových vlastností vozovek, viz katalogové listy uvedené v TP 92,
- překrytí povrchu jednou nebo více asfaltovými vrstvami, viz TP 92,
- impregnace povrchu přípravky na různé bázi, viz metodika ŘSD [1], která se používá za účelem prodloužení životnosti CB krytu; zde je důležitým sledovaným parametrem za jak dlouho po aplikaci přípravku se protismykové vlastnosti povrchu vozovky navrátí do výchozích hodnot.

Předpokládané průměrné doby životnosti těchto úprav nejsou v TP ani v normách definovány a odvíjí se zejména od intenzity dopravy a kvality CB krytu.

3. Měření a sledování

3.1 Součinitel podélného tření f_p

Součinitel podélného tření f_p je parametr charakterizující protismykové vlastnosti povrchů vozovek, na základě kterého správci pozemních komunikací provádí přejímku nových povrchů a následnou kontrolu jejich stavu.

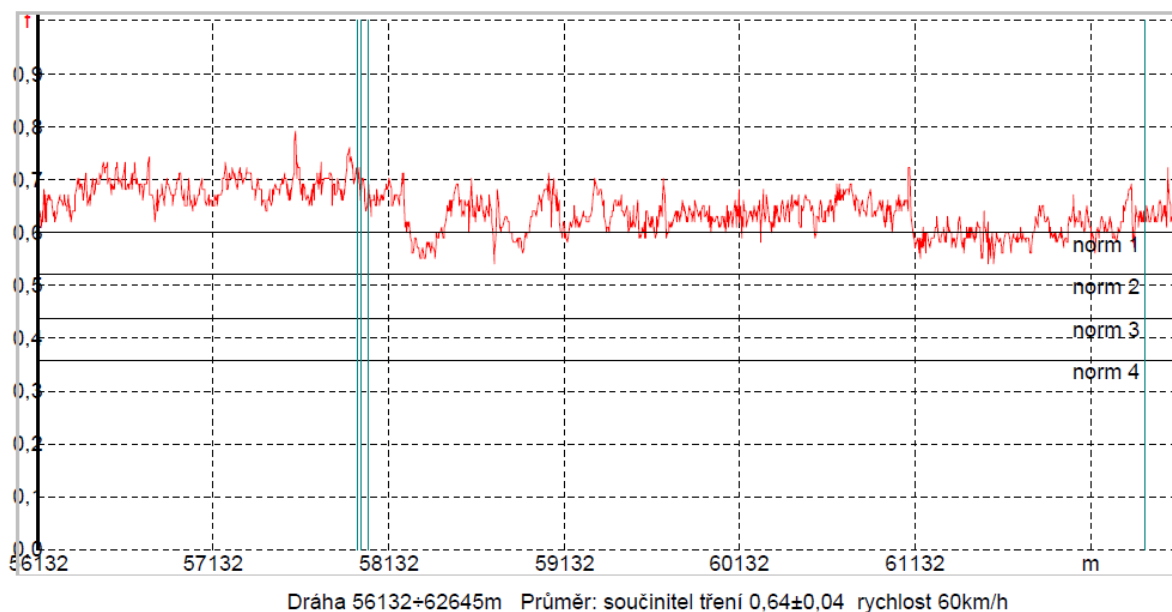
Jde o sledovaný normový proměnný parametr, který má definované požadavky na klasifikaci hodnocení pro stav nové vozovky, vozovky na konci záruční doby a stav, kdy je potřeba plánovat a provést opatření pro zvýšení protismykových vlastností povrchu vozovky.

Měření a hodnocení součinitele podélného tření f_p se v ČR provádí dynamickým měřicím zařízením podle normy ČSN 73 6177. Měří se kontinuálně v jízdní stopě stanovenou měřicí rychlostí po zkrápěném povrchu vozovky, s využitím řízeného skluzu měřicího kola

s kontrolovaným přtlakem měřicí pneumatiky k měřenému povrchu. Hodnocení protismykových vlastností povrchu vozovky se provádí pro 20m průměry hodnot součinitele podélného tření f_p , vyrovnané na zvolenou měřicí rychlost a opravené na teplotu mokré vozovky (F_p) pomocí 5 klasifikačních stupňů.

Měřicí zařízení, která mají oprávnění pro měření součinitele tření od Ministerstva dopravy, jsou uvedena na webu: <https://pjpk.rsd.cz/opravneni-k-mereni-soucinitele-treni-povrchu-vo/>.

Na obr. 1 je uvedena ukázka záznamu z kontinuálního měření součinitele podélného tření F_p , s uvedením klasifikačních stupňů hodnocení protismykových vlastností povrchu vozovky (norm 1 - 4).



Obr. 1: Graficky červeně vyjádřený záznam z kontinuálního měření součinitele podélného tření F_p rychlostí 60 km/h, se zobrazením hranic klasifikačních stupňů hodnocení protismykových vlastností povrchu vozovky

3.2 Součinitel tření po ohlazení μ_{FAP}

Jde o laboratorní zkoušku, dříve označovanou Wehner-Schulze, která umožňuje zrychleným způsobem zjistit rozdíly v životnosti protismykových vlastností mezi různými typy povrchů vozovek a použitím různého hrubého kameniva v obrusné vrstvě.

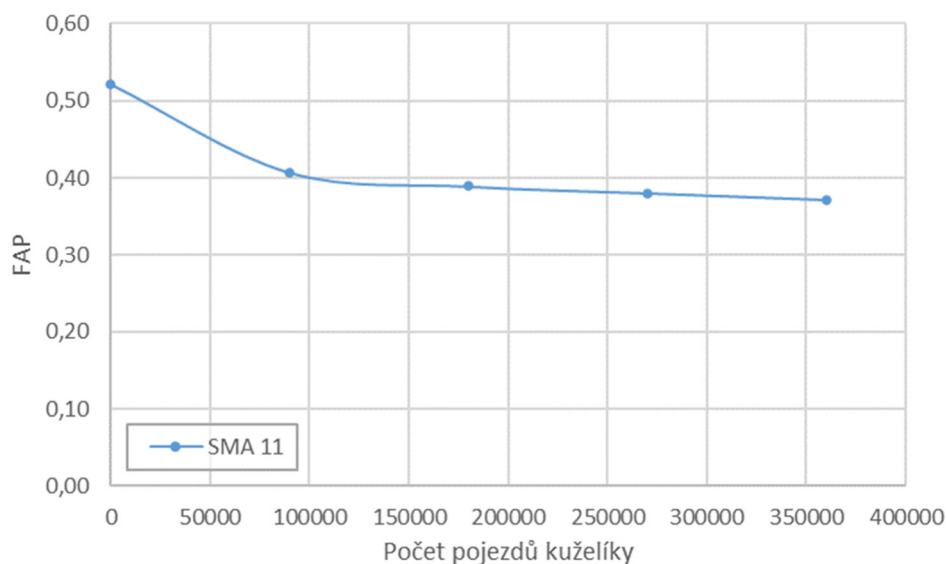
Měření a stanovení součinitele tření po ohlazení μ_{FAP} se provádí podle ČSN EN 12697-49. Zkušebními vzorky jsou vývrty průměru 225 mm odebrané z vozovky, nebo z desek zhotovených v laboratoři. Dopravní zatížení je zde simulováno opakovanými pojezdy kuželíků ohlazovací hlavy měřicího zařízení, při skrápění povrchu směsí křemenné moučky a vody, přičemž se v různých intervalech provádí stanovení součinitele tření pomocí měřicí hlavy tohoto zařízení.

Tímto způsobem je možné ověřovat životnost protismykových vlastností v řádu let, zejména obrusných vrstev nebo technologií úprav povrchů, které jsou nové nebo jsou s nimi zatím malé zkušenosti.

Díky krouživému způsobu ohlazování zkušebního tělesa nejsou pro tuto zkoušku vhodné povrchy s jednosměrnou texturou, např. broušené nebo frézované povrchy.

V ČR vlastní laboratorní měřicí zařízení pro tuto zkoušku pouze Vysoké učení technické v Brně (VUT). V minulosti VUT vydalo metodiku, jak stanovit tento parametr pro asfaltové obrusné vrstvy vozovek a CB kryt, kde byly uvedeny přepočtení vztahy na součinitel podélného tření F_p a vztah pro přepočet počtu pojezdů kuželíků na dopravní zatížení. Aktualizovaná verze těchto vztahů je uvedena v příloze C ČSN EN 12697-49: 2023 a v disertační práci Ing. Pavly Nekulové [2],

Na obr. 2 je uvedena ukázka výsledků zkoušky stanovení součinitele tření po ohlazení provedená na jednom zkušebním tělese.



Obr. 2: Diagram závislosti součinitele tření po ohlazení μ_{FAP} na počtu pojezdů ohlazovacími kuželíky na jednom zkušebním tělese

3.3 Ohladitelnost kameniva PSV

Jde o laboratorní zkoušku, která udává odolnost kameniva proti ohlazení a umožňuje srovnání vlastností hrubého kameniva použitého do obrusných vrstev vozovek. Ohladitelnost kameniva má úzký vztah k mikrotextuře povrchu vozovky.

Měření ohladitelnosti kameniva udávané hodnotou PSV se provádí podle normy ČSN EN 1097-8. Zkušební vzorky z vyskládaného kameniva se nejdříve podrobí zrychlenému ohlazování v zařízení s otáčejícím se pogumovaným kolem a následně se měří tření kyvadlem.

Tuto hodnotu deklarují lomy pro jimi dodávané frakce hrubého kameniva. Informace z jednotlivých lomů lze nalézt v pasportizaci lomů přírodního kameniva ČR, kterou pro

Ředitelství silnic a dálnic ČR zpracovává Česká geologická služba. Poslední aktualizace pasportizace lomů je z roku 2018 [3], viz <https://pjp.k.rsd.cz/kamenivo-a-vyrobnny-kameniva-soubory/>.

Hodnota PSV použitého kameniva má bez ohledu na typ obrusné vrstvy zásadní vliv na životnost protismykových vlastností povrchu vozovky. Obrusné vrstvy, které mají ve své receptuře hrubé kamenivo s vyšší hodnotou PSV, dosahují delší životnosti z hlediska protismykových vlastností povrchu vozovky.

Při zjišťování hodnoty PSV hrubého kameniva po delší době od pokládky obrusné vrstvy vozovky, může být obtížné tento údaj zjistit. V takových případech je snaha identifikovat z jakého lomu bylo použité hrubé kamenivo dovezeno a vychází se z hodnot PSV deklarovaných výrobcem. Tyto hodnoty je však nutné brát s jistou rezervou, protože deklarované hodnoty PSV uvedené v pasportizaci lomů lze považovat za hodnoty PSV pro daný lom maximální, z jiných částí lomu mohou být tyto hodnoty nižší. Proto je vhodné skutečnou hodnotu PSV zjistit laboratorní zkouškou.

To, jak se od sebe liší požadavky na hodnotu PSV použitého kameniva pro obrusné vrstvy nebo úpravy povrchu vozovky, je uvedeno níže:

<u>Vrstva a typ:</u>	<u>Min. požadovaná hodnota PSV:</u>	<u>Norma/předpis:</u>
ACO	deklarované 48	ČSN 73 6121, příl. E
ACO +	50	ČSN 73 6121, příl. E
SMA	deklarované 48	ČSN 73 6121, příl. G
SMA S	50	ČSN 73 6121, příl. G
posyp pro SMA ¹	deklarované 53, doporučené 56	ČSN 73 6121, tab. 8
BBTM	deklarované 50 (48) ²	ČSN 73 6121, příl. F
SMA NH a BBTM NH	50	ČSN 73 6120, tab. G1
MA	50 (48) ³	ČSN 73 6122, příl. A
posyp pro MA	deklarované 53 (50) ⁴	ČSN 73 6122, tab. 2
nátěry	50	ČSN 73 6129, příloha 1
kalové vrstvy	50	ČSN 73 6130, tab. 4
CB I a II	50	ČSN 73 6123-1, tab. 4
CB s obnaž. kameniv. ≥ 53		ČSN 73 6123-1, tab. 4
BPÚ	≥ 65	TP 213, kap. 5.2, tab. 3

Legenda:

1 Zdršňující posyp se doporučuje pro obrusnou vrstvu, ve které bylo použito kamenivo s **PSV < 50**

2 Pro třídu dopravního zatížení S až II se požaduje **PSV50**.

3 Požadavek platí pro obrusné vrstvy MA I, MA III na komunikacích podle tabulky 1 ČSN 73 6122 (s výjimkou parkovišť) a pro obrusné vrstvy MA II s TDZ III. Pro ostatní obrusné vrstvy MA II se požaduje **PSVdeklarovaná48**. Volba uvedených hodnot PSV vychází z předpokladu zdršňování povrchu MA.

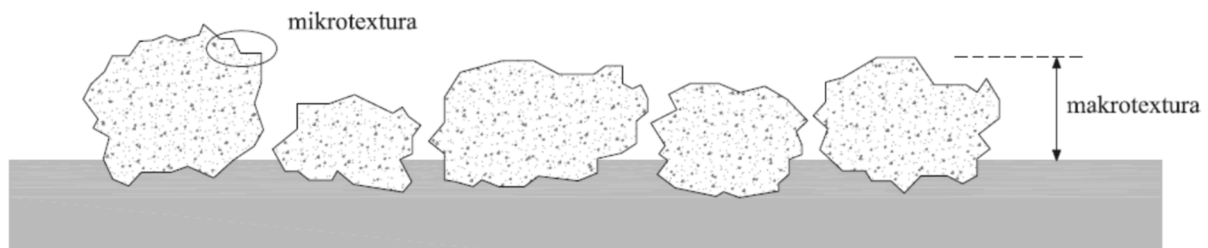
4 Deklarovaná hodnota PSV zdršňujících posypů pro vozovky s TDZ S, I, II, III musí být min. **53**. V ostatních případech použití pro zdršňování vrstev MA I, II, III pro vozovky s nižším dopravním zatížením v kategorii **PSV50**.

Požadované hodnoty PSV uvedené v přehledu je nutné považovat z hlediska životnosti protismykových vlastností povrchu vozovky za minimální. Dlouhodobá měření součinitele podélného tření F_p na komunikacích s dopravním zatížením S nebo I totiž prokázala, že obrusné vrstvy s kamenivem PSV 48 nebo 50 většinou nesplňují požadavky hodnocení protismykových vlastností na konci záruční doby, tedy běžně po 5 letech.

3.4 Makrotextura

Makrotextura povrchu vozovky je tvořena hrubými a jemnými frakcemi kameniva nebo povrchovou úpravou vozovky. Je možné ji měřit lokálně odměrnou metodou MTD (střední hloubka textury) podle ČSN EN 13036-1, ale zpravidla se měří kontinuálně profilometry MPD (střední hloubka profilu) podle ČSN EN 13473-1, 2 a 3. Hodnocení makrotextury MTD i MPD pro nové vozovky, vozovky na konci záruční doby a stav, kdy je potřeba provést opatření či zásah na vozovce je podle ČSN 73 6177.

Rozdíl mezi makrotexturou a mikrotexturou je uveden na obr. 3.



Obr. 3: Znárodnění mikrotextury a makrotextury povrchu vozovky, zdroj: ČSN 73 6177

Poznámka: Od roku 2019 se pro účely Ředitelství silnic a dálnic ČR, Silniční databanku eviduje parametr MPD měřený v pravé jízdni stopě, levé jízdni stopě a ve středu mezi nimi, což umožňuje porovnání mezi pojížděnou a nepojížděnou částí vozovky. Vyhodnocují se 20m průměry MPD.

Podle ČSN 73 6177 lze měření textury pro posouzení protismykových vlastností použít jako závazné jen u místních komunikací s dovolenou rychlostí 50 km/h a nižší za podmínky, že proběhne současně jak měření mikrotextury kyvadlem (parametr PTV), tak i měření makrotextury a oba parametry jsou hodnoceny minimálně klasifikačním stupněm 3. V ostatních případech je měření textury pouze orientační a pro závazné posouzení se musí použít dynamické měřicí zařízení pro zjišťování součinitele tření povrchu vozovky.

Zařízení, která mají oprávnění k měření makrotextury MPD od Ministerstva dopravy jsou uvedena na webu: <https://pjk.rsd.cz/opravneni-k-mereni-stredni-hloubky-profilu-vozo/>.

V zahraničí je snaha nalézt nové způsoby měření makrotextury povrchů vozovek a zkouší se predikce hlučnosti povrchů vozovek založená na nových parametrech. Predikce vývoje protismykových vlastností založená pouze na měření makrotextury povrchu vozovky není možná.

3.5 Mikrotextura

Mikrotextura povrchu vozovky je dána velikostí a tvarem výstupků jednotlivých zrn kameniva a její měření se provádí staticky. Důležitou roli zde hraje použité hrubé kamenivo, zejména jeho frakce (velikost zrn) a jeho ohladitelnost udávaná hodnotou PSV.

Rozdíl mezi makrotexturou a mikrotexturou je uveden na obr. 3.

Jde o normový proměnný parametr, který má definované požadavky pro stav nové vozovky, vozovky na konci záruční doby a stav, kdy je potřeba provést opatření či zásah na vozovce. Jeho měření se pro měření projížděných povrchů vozovky příliš často neprovádí. Větší využití má tato zkouška pro laboratorní ověřování, například při měření ohladitelnosti kameniva nebo zjišťování protismykových vlastností vodorovného dopravního značení.

Měření mikrotextury vyjádřené parametrem PTV se provádí podle normy ČSN EN 13036-4 a jeho hodnocení se v ČR provádí podle normy ČSN 73 6177. Měří se staticky kyvadlem s pryžovou třecí patkou.

Podle ČSN 73 6177 lze měření textury pro posouzení protismykových vlastností použít jako závazné jen u místních komunikací s dovolenou rychlostí 50 km/h a nižší za podmínky, že proběhne současně jak měření mikrotextury kyvadlem (parametr PTV), tak i měření makrotextury a oba parametry jsou hodnoceny minimálně klasifikačním stupněm 3. V ostatních případech je měření textury pouze orientační a pro závazné posouzení se musí použít dynamické měřicí zařízení pro zjišťování součinitele tření povrchu vozovky.

3.6 Intenzita dopravy

Informace o druhu a počtu projíždějících vozidel na silniční a dálniční síti se jednou za 5 let zjišťují v rámci celostátního sčítání dopravy, jehož výsledky jsou uvedeny na webu: <https://www.rsd.cz/silnice-a-dalnice/scitani-dopravy>.

Mimo to je možné využít údaje ze sčítačů, dopravních průzkumů či šetření provedených pro konkrétní účely, např. při plánování objížděk.

V rámci sčítání se sledují různé kategorie vozidel (lehká, střední, těžká, návěsové soupravy, autobusy atd.) a ty se pak přepočítávají na průměrnou denní intenzitu provozu těžkých nákladních vozidel (TNV₀). Při navrhování vozovek pozemních komunikací podle TP 170 se pracuje s hodnotou TNV_k, což je průměrná denní intenzita provozu těžkých nákladních vozidel v (dílčím) návrhovém období, která oproti hodnotě TNV₀ zjišťované v roce sčítání dopravy zahrnuje vliv nárůstu intenzity provozu. Na základě toho jsou definovány následující třídy dopravního zatížení:

<u>Třída dopravního zatížení:</u>	<u>TNV_k (vozidel):</u>
S	> 7500
I	3501 – 7500
II	1501 – 3500

III	501 – 1500
IV	101 – 500
V	15 – 100
VI	< 15

Další možností je sledování počtu vozidel konkrétní kategorie.

Poznámka: Podle definice uvedené v TP 170 je TNV vozidlo, vyvozující stejné účinky jako přejezd jedné návrhové nápravy s definovanými charakteristikami.

Intenzita dopravy má vliv nejenom na celkovou životnost vozovek, ale také na životnost povrchů vozovek z hlediska protismykových vlastností. Čím je intenzita dopravy vyšší, tím kratší dobu vydrží požadované hodnocení protismykových vlastností na stejném typu obrusné vrstvy se stejným kamenivem.

3.7 Dopravní nehody

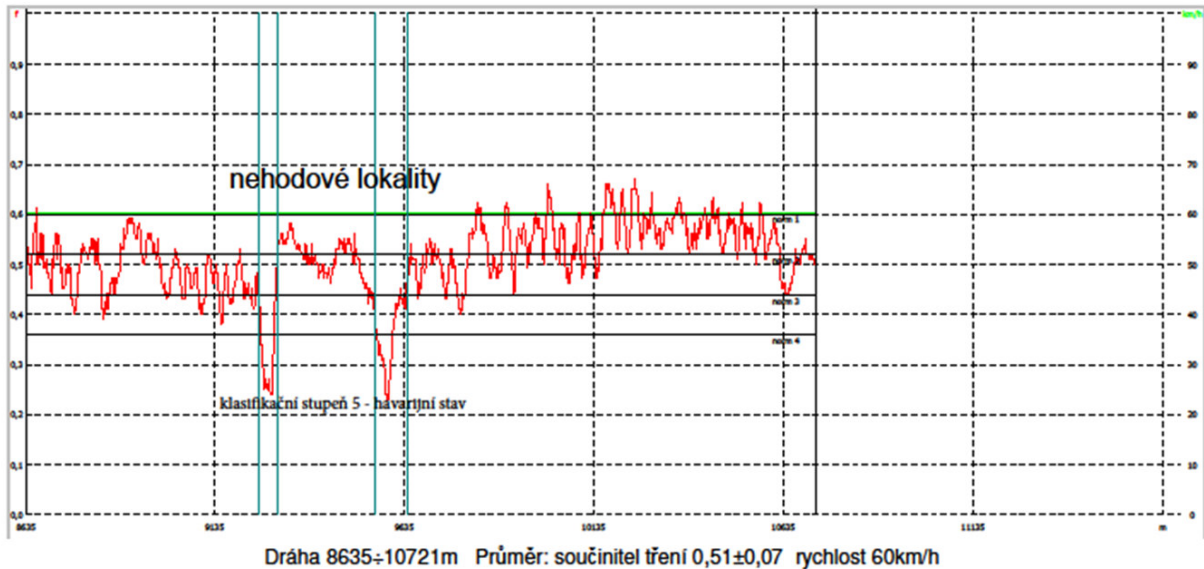
Policie ČR vede evidenci dopravních nehod s tzv. oznamovací povinností. Tato data využívá veřejně dostupná webová aplikace [4] (<https://nehody.cdv.cz/statistics.php>), která umožňuje analyzovat data dopravních nehod v České republice. Uživatel může sám filtrovat nehody na základě časové a prostorové lokalizace a 64 souvisejících parametrů. Dostupná jsou zde data od 1. ledna 2006 a jejich aktualizace probíhá jednou měsíčně.

Níže jsou uvedeny ty parametry, které mají souvislost s povrchovými vlastnostmi vozovek:

- zavinění nehody (p10) - volba „závadou komunikace“,
- hlavní příčiny nehody (p12) - volba „nepřízpůsobení rychlosti stavu vozovky (náledí, výtlučky, bláto, mokrá povrch apod.“,
- povětrnostní podmínky v době nehody (p18) - 8 možností,
- stav povrchu vozovky v době nehody (p16) - především tyto volby: povrch mokrá, znečištěný, náledí, sněhová vrstva atd.,
- stav komunikace (p17) - především tyto volby: zvlněný povrch v podélném směru, výtlučky, hrbol atd.,
- smyk (p49) - volba ano/ne.

Policie má podrobnější záznamy, ale ty nejsou veřejně přístupné.

Pokud má Policie ČR podezření na snížené protismykové vlastnosti povrchu vozovky v místech opakovaných dopravních nehod za mokra, obrací se na správce pozemní komunikace nebo na laboratoř s oprávněním k měření se žádostí na měření součinitele podélného tření f_p daného úseku. Příklad z takového měření je uveden na obr. 4.



Obr. 4: Záznam průběhu měření součinitele podélného tření F_p nehodových lokalit

4. Co ovlivňuje výsledky měření

Níže jsou uvedeny různé vlivy, které se promítají do výsledků měření součinitele podélného tření f_p , a tím do hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek.

Použitá měřicí zařízení:

Už samotný výběr měřicího zařízení pro dynamické měření součinitele tření hraje roli. V Evropě se mohou pro tyto účely používat měřicí zařízení mající technickou specifikaci CEN/TS 15901, kterých je v současné době 15. Základní rozdíl měřicích zařízení je ve způsobu měření součinitele tření, který je buď podélný nebo boční. Měřicí zařízení, které měří součinitel podélného tření f_p má měřicí kolo rovnoběžné s podélnou osou vozidla, zařízení měřící součinitel bočního tření f_b má měřicí kolo odkloněné od podélné osy vozidla o 20° . V ČR se používají pouze zařízení měřící součinitel podélného tření f_p . Dalším podstatným rozdílem je umístění měřicího kola. Pokud je měřicí kolo umístěno v pravé nebo levé ose pneumatik nosného vozidla, může měřit pravou nebo levou jízdní stopu, pokud je umístěno v podélné ose vozidla, což je většinou u zařízení pro měření letištních ploch, tak na většině komunikací měří střed jízdního pruhu. Umístění měřicího kola je v současnosti uvedeno v Oprávnění k měření součinitele tření povrchu vozovek pozemních komunikací vydávaných Ministerstvem dopravy. Další rozdíly mezi měřicími zařízeními jsou v přítlaku měřicího kola (od cca 250 N do 3500 N), který může být statický (jen vahou měřicího zařízení působící na měřicí pneumatiku) nebo je hydraulicky nebo pneumaticky řízený. Dále jsou rozdíly v prokluzu měřicího kola (15 až 100 %), použité měřicí pneumatice (její velikosti a toho, zda je s dezénem, nebo bez dezénu) apod.

Poznámka: Zařízení používaná v ČR měří pouze součinitel podélného tření a používají se přepočtení vztahy mezi používanými zařízeními a národním referenčním zařízením TRT, které se zjišťují na základě provedeného experimentu přesnosti podle TP 207.

Podmínky měření:

Základní měřicí rychlost je 60 km/h. Ideální je, pokud se měření provádí za rychlostí obvyklých na příslušné komunikaci. Proto se v intravilánu měří při rychlosti 50 km/h a na dálnicích a rychlostních silnicích s dovolenou rychlostí vyšší než 110 km/h se měří při rychlosti 80 km/h. Mimo to se provádí také měření v tzv. režimu různých rychlostí (zpravidla tři až čtyř) a podle druhu komunikace se používají rychlosti 40, 50, 60, 80, 100 a 120 km/h. Záleží na tom, zda je měřený úsek v intravilánu nebo extravilánu. Při zpracování jsou výsledky měření vyrovnávány na zvolenou měřicí rychlost.

Měření by se mělo provádět při teplotách mokré vozovky v rozsahu +5 °C až +40 °C. Hodnoty změřeného součinitele podélného tření se přepočtou na referenční teplotu podle vzorce uvedeného v ČSN 73 6177.

Parametry povrchu vozovky:

Jak makrotextura, tak mikrotextura povrchu vozovky hrají významnou roli pro dosažení požadovaných a trvanlivých protismykových vlastností povrchů vozovek. Makrotextura a způsob jejího měření je popsán v kap. 3.4, mikrotextura v kap. 3.5.

V případě měření při rychlostech 80 km/h a vyšších je potřeba přihlížet k tomu, zda má měřicí zařízení zajištěn dostatečný přítlak měřicí pneumatiky k povrchu vozovky (ve formě statického zatížení měřicího kola nebo řízeného přítlaku), a to zejména v případě výskytu podélných nerovností povrchu vozovky vyjádřených mezinárodním indexem nerovnosti IRI klasifikačním stupněm 3 a vyšším.

Zásadní je také homogenita povrchu vozovky. Lokální změny textury či lokální výskyt nerovností se při hodnocení pro 20m úseky vozovek zprůměrují a nemají takovou váhu, jakou by měly v případě jejich samostatného hodnocení.

Intenzita dopravy:

Od pokládky obrusné vrstvy/provedení úpravy povrchu vozovky se protismykové vlastnosti mění zejména v souvislosti s dopravním zatížením, kterému je komunikace vystavena a ohladitelnosti hrubého kameniva v obrusné vrstvě nebo povrchovou úpravou CB krytů. V závislosti na intenzitě dopravy a ohladitelnosti kameniva může stejný povrch vydržet řadu let, nebo jen několik měsíců. Proto jsou tyto parametry podstatné pro predikci životnosti protismykových vlastností povrchu vozovky.

5. Obvyklé životnosti protismykových vlastností

Níže jsou uvedeny obvykle dosahované životnosti protismykových vlastností obrusných vrstev a technologií údržby a oprav vozovek, které vycházejí z měření součinitele podélného tření f_p zařízením TRT (na různě starých površích vystavených různé intenzitě dopravy) a z laboratorně stanoveného součinitele tření po ohlazení μ_{FAP} .

Jako rozhodující kritérium pro označení konce životnosti byla použita hraniční hodnota klasifikačního stupně 3 pro hodnocení součinitele podélného tření F_p , uvedená v tab. A.4 přílohy A ČSN 73 6177. Tedy hodnota $F_p = 0,44$ při měřicí rychlosti 60 km/h a $F_p = 0,39$ při měřicí rychlosti 80 km/h.

Pro vyjádření intenzity dopravy byly použity třídy dopravního zatížení VI až S, založené na počtu těžkých nákladních vozidel TNV_k , viz kap. 3.6. Pro účely dosažení vyšší vypovídací hodnoty je někde třída S oproti TP 170 rozdělena na část b s $TNV_k = 7501$ až 15000 a na část a s $TNV_k > 15000$.

Je nutné počítat s tím, že záleží na konkrétních parametrech povrchů vozovek, které má možnost zhotovitel ovlivnit různými způsoby. Proto se může stát, že stejně označovaná obrusná vrstva/technologie údržby může mít životnost protismykových vlastností povrchu vozovky odlišnou od níže uvedených hodnot.

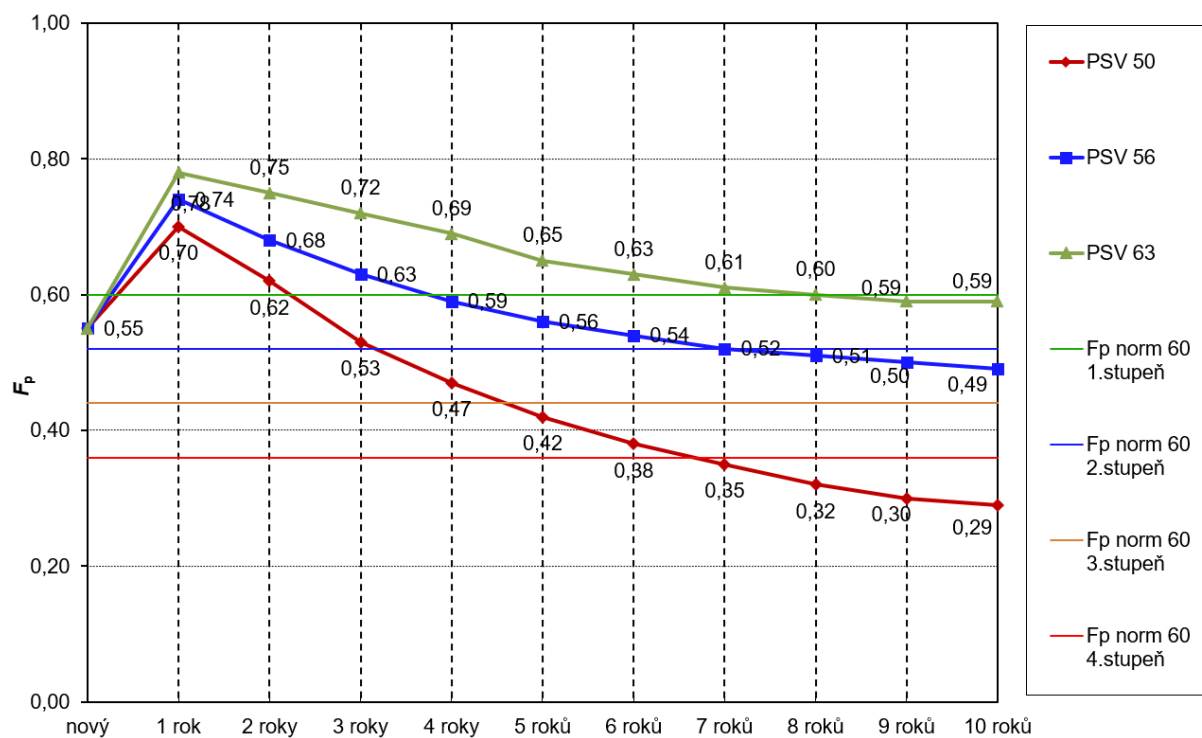
Zásadní vliv na životnost protismykových vlastností povrchu vozovky má ohladitelnost použitého hrubého kameniva. Minimální požadované hodnoty ohladitelnosti PSV použitého hrubého kameniva pro konkrétní obrusnou vrstvu či povrchovou úpravu jsou dány normami a technickými předpisy, viz kap. 3.3.

Poznámka: Lomy deklarované hodnoty PSV hrubého kameniva určeného do obrusných vrstev vozovky je vhodné si nezávisle ověřit v laboratoři provádějící měření hodnot PSV. To platí zejména v případech, pokud nejsou s hrubým kamenivem určeným do obrusné vrstvy vozovky předchozí pozitivní zkušenosti z hlediska trvanlivosti protismykových vlastností povrchů vozovek.

Obrusné vrstvy vozovek s asfaltovým krytem

Pro stanovení životnosti protismykových vlastností jednotlivých typů obrusných vrstev nebo technologií oprav a údržby z hlediska různých hodnot ohladitelnosti použitého kameniva není k dispozici dostatek dat. Nicméně pokud předpokládáme, že hrubé kamenivo je při dané intenzitě dopravy ohlazováno u všech obrusných vrstev přibližně stejně, je možné pro jednotlivé hodnoty ohladitelnosti hrubého kameniva PSV a pro třídy dopravního zatížení stanovit předpokládanou životnost protismykových vlastností povrchu vozovky, viz níže uvedená tabulka a vzorový příklad uvedený na obr. 5. Tyto hodnoty je potřeba brát v úvahu při navrhování obrusné vrstvy nebo technologie oprav a údržby ve vazbě na uvedené životnosti jednotlivých úprav podle třídy dopravního zatížení. Záleží potom na lokalitě, kde je obrusná vrstva pokládána a možnostech volby použití hrubého kameniva z místních zdrojů, u kterých je hodnota PSV známa. Kamenivo by ale nemělo mít nikdy nižší hodnotu PSV, než je požadována v příslušných normách. Pokud se použije kamenivo s nižší hodnotou PSV, musí se v závislosti na dopravním zatížení patřičně snížit očekávaná životnost protismykových vlastností povrchu vozovky.

Třída dopravního zatížení	TNV _k (vozidel)	Doba vyhovujících protismykových vlastností (klasifikační stupeň 3) - v letech						
		PSV						
		45	48	50	53	56	60	63
S _a	> 15000	0	0	1 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 12	13 - 16
S _b	7501 - 15000	0	0	2 - 4	5 - 7	8 - 10	12 - 15	16 - 20
I	3501 - 7500	0	1 - 2	4 - 6	7 - 9	10 - 12	15 - 20	> 20
II	1501 - 3500	1 - 2	2 - 3	6 - 8	9 - 11	12 - 15	> 20	> 20
III	501 - 1500	2 - 3	3 - 4	8 - 10	11 - 15	16 - 20	> 20	> 20
IV	101 - 500	3 - 4	4 - 6	10 - 14	15 - 20	> 20	> 20	> 20
V	15 - 100	4 - 6	6 - 8	14 - 20	> 20	> 20	> 20	> 20
VI	< 15	6 - 10	8 - 12	> 20	> 20	> 20	> 20	> 20



Obr. 5: Vzorový příklad rozdílů v životnosti protismykových vlastností povrchu vozovky v průběhu 10 let, plynoucích z použití hrubého kameniva s různou ohladitelností PSV v obrusné vrstvě SMA 11 S při stejné intenzitě provozu

Obecně je možné na základě provedených měření říci, že pro stejné dopravní zatížení má vrstva SMA a BBTM obvykle z hlediska protismykových vlastností o něco vyšší životnost než vrstva ACO. Vrstva MA má specifickou texturu povrchu, je méně používaná a není s ní prozatím dostatek zkušeností z hlediska protismykových vlastností.

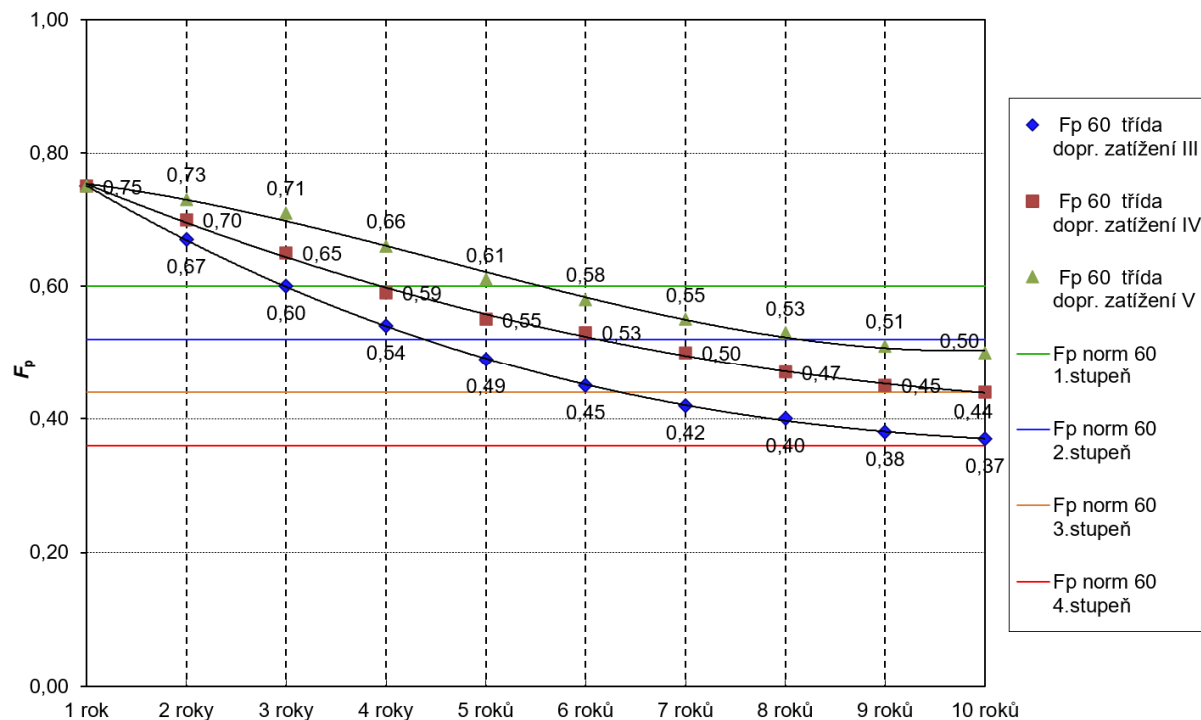
Tyto životnosti je možné porovnat s orientační předpokládanou dobou životnosti obrusných vrstev uvedenou v kap. 2.1.

Další konkrétní příklady jsou uvedeny v příloze této metodiky a na obr. 12.

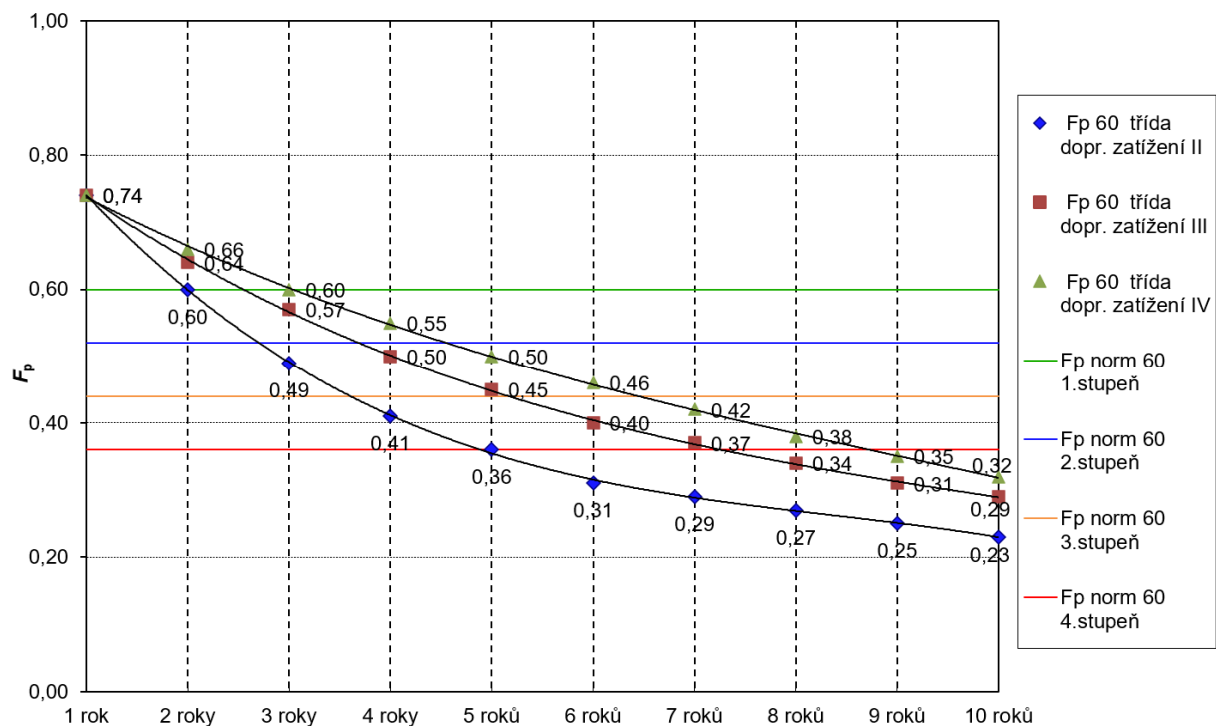
Technologie údržby vozovek s asfaltovým krytem

To, co bylo uvedeno u obrusných vrstev, platí stejně také pro technologie údržby, které mají zlepšit protismykové vlastnosti povrchů vozovek. Rozhodující roli hraje ohladitelnost (PSV) použitého kameniva a výše uvedená tabulka doby vyhovujících protismykových vlastností platí i zde.

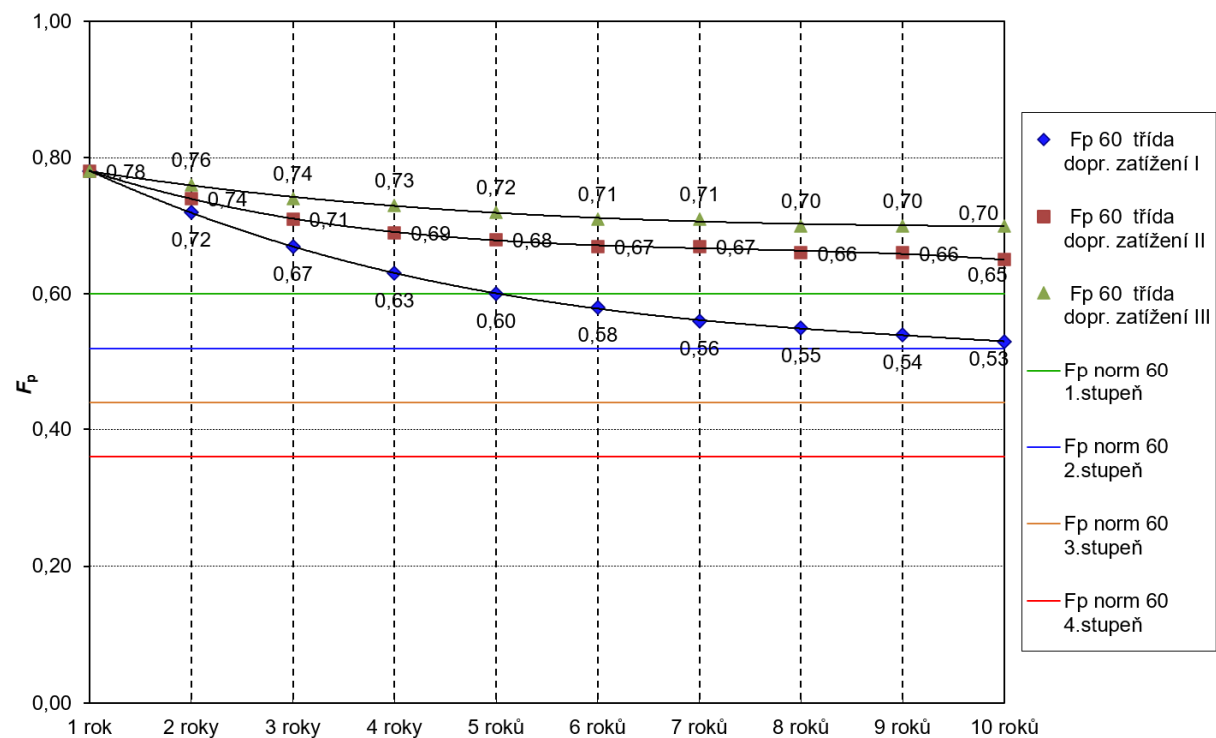
Ilustrační příklady rozdílů v životnosti protismykových vlastností jednotlivých technologií údržby (nátěr, emulzní kalový zákryt, emulzní mikrokoberec) jsou uvedeny na obr. 6, 7 a 8.



Obr. 6: Vzorový příklad rozdílů v životnosti protismykových vlastností nátěru 4-8 v průběhu 10 let pro třídy dopravního zatížení III, IV a V



Obr. 7: Vzorový příklad rozdílů v životnosti protismykových vlastností emulzního kalového zákrytu EKZ v průběhu 10 let pro třídy dopravního zatížení II, III a IV



Obr. 8: Vzorový příklad rozdílů v životnosti protismykových vlastností emulzního mikrokoberce EMK v průběhu 10 let pro třídy dopravního zatížení I, II a III

To, jestli je použita jednovrstvá nebo vícevrstvá technologie se výrazně promítne do celkové životnosti vrstvy, ale z hlediska životnosti protismykových vlastností povrchů vozovek to není zásadní.

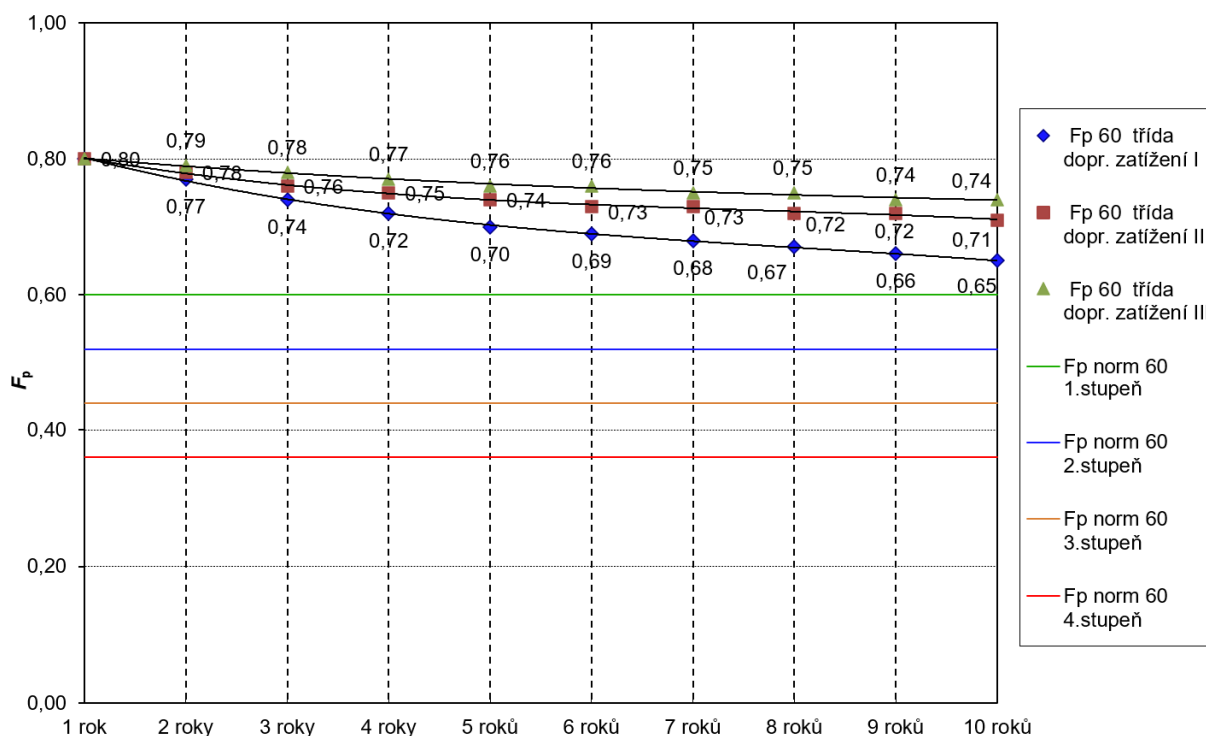
Životnost protismykových vlastností těchto vrstev je možné porovnat s předpokládanou průměrnou dobou životnosti údržbových technologií a oprav uvedenou v kap. 2.3.

Bezpečnostní protismyková úprava BPÚ

Na nově zhotoveném povrchu BPÚ i na konci záruční doby v rámci kontrolní zkoušky se v souladu s TP 213 požaduje součinitel podélného tření zjištěný dynamickým měřicím zařízením $F_p > 0,6$ při měřicí rychlosti 60 km/h, což odpovídá klasifikačnímu stupni 1.

V rámci provedených měření byly dosti často zjištěny problémy s kvalitou protismykových vlastností realizovaných BPÚ. Na některých površích měla nová BPÚ dokonce nižší hodnocení protismykových vlastností povrchu vozovky než původní povrch a její použití tak ztrácelo smysl, viz příklad uvedený v příloze této metodiky.

Při použití kvalitního kameniva s požadovanou hodnotou PSV ≥ 65 , jak je požadováno v TP 213, a při splnění dalších ustanovení tohoto předpisu by měla tato úprava bez problémů plnit svůj účel po celou dobu životnosti obrusné vrstvy na kterou byla aplikována, viz obr. 9.



Obr. 9: Vzorový příklad rozdílů v životnosti protismykových vlastností BPÚ s názvem Rocbinda pro třídy dopravního zatížení I, II a III v průběhu 10 let

Cementobetonový kryt (dálnice)

Starší CB kryty s úpravou povrchu vlečenou jutou mají z hlediska protismykových vlastností velmi krátkou životnost, proto se tato úprava povrchu již u nových CB krytů nepoužívá.

S povrchem s obnaženým kamenivem (vymývaným povrchem) jsou doposud velmi dobré zkušenosti. Při použití kameniva s PSV = 55 se i po 10 letech hodnocení protismykových

vlastností drží v klasifikačním stupni 2 a je předpoklad, že jeho životnost v tomto ohledu bude při intenzitě dopravy S odpovídat 15, 20 a více letům.

Konkrétní příklad je uveden na obr. 11.

Technologie údržby vozovek s cementobetonovým krytem (dálnice)

U novějších CB krytů s povrchovou úpravou z obnaženého kameniva nebylo doposud potřeba technologie na obnovu protismykových vlastností povrchu použít.

U stávajících úseků CB krytů s úpravou povrchu vlečenou jutou se obnova protismykových vlastností musí mnohdy používat opakovaně. Životnost protismykových vlastností je závislá na odolnosti původního CB krytu (horní cementopískové vrstvy) proti ohlazení a na intenzitě dopravy zejména těžkých vozidel. Proto se životnost může pohybovat od několika měsíců do několika let.

Pokud se provádí obnova protismykových vlastností formou otryskání povrchu, tak je vytvářena textura pouze v cementopískové vrstvě a hrubé kamenivo není obnaženo. Pokud se použije broušení nebo frézování, tak je cementopísková vrstva odstraněna a textura je vytvořena v obnaženém hrubém kamenivu. Potom je důležitá jeho ohladitelnost PSV, na niž závisí životnost obnovených protismykových vlastností CB krytu.

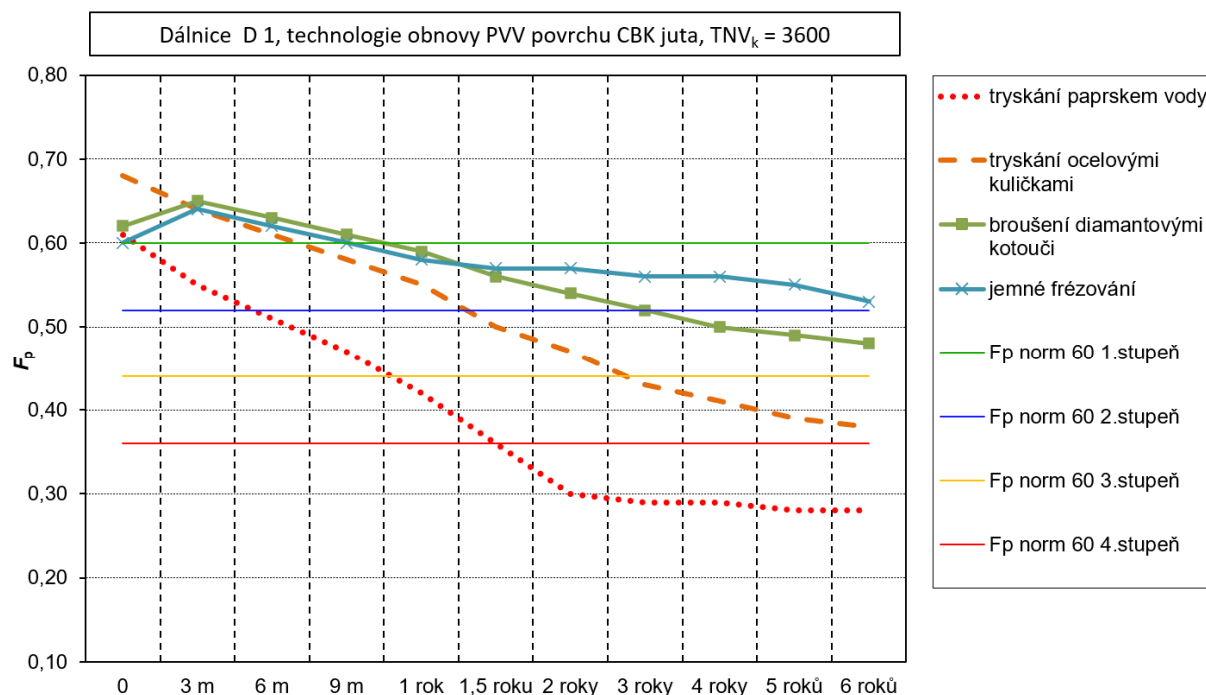
Rozdíl mezi těmito technologiemi lze vyjádřit následujícím poměrem¹:

- | | |
|---|----|
| - tryskání vysokotlakým vodním paprskem | 1 |
| - tryskání ocelovými kuličkami | 3 |
| - broušení diamantovými kotouči | 9 |
| - jemné frézování ² | 10 |

¹ Při uvedeném poměru vychází životnost broušení 9x déle než otryskání povrchu vysokotlakým vodním paprskem.

² V případě této technologie je potřeba přijmout speciální opatření pro ochranu hran spár CB krytu před jejich poškozením.

Ilustrativní příklad životnosti všech uvedených technologií obnovy protismykových vlastností pro třídu dopravního zatížení I je uveden na obr. 10.



Obr. 10: Vzorový příklad rozdílů v životnosti obnovy protismykových vlastností povrchu CB krytu při použití 4 různých technologií, při intenzitě provozu 3600 TNV_k

V případě překrytí povrchu CB krytu jednou nebo více asfaltovými vrstvami, se nejčastěji nejdříve aplikuje mikrokoberec a v případě následného zákroku vybraná asfaltová vrstva. Z hlediska životnosti protismykových vlastností překrývající asfaltové vrstvy se tato neliší od informací uvedených u vozovek s asfaltovým krytem.

Aktualizace výše uvedených informací

Protože se v současné době potýkáme s ubývajícím zdroji kvalitního kameniva, dlouhodobě nejsou otevírány nové lomy, jsou nové požadavky na používaná pojiva (asfalt, cement), zvyšují se nároky na uplatnění recyklátů apod., předpokládá se, že se budou častěji měnit parametry obrusných vrstev. To se promítne také do jejich životnosti z hlediska protismykových vlastností. Z toho důvodu byl zřízen web, kde budou aktualizovány výše uvedené údaje a uváděny novinky týkající se problematiky měření a hodnocení povrchových vlastností povrchů vozovek. Adresa tohoto webu je: <https://www.povrchove-vlastnosti-vozovek.cz/>.

6. Vlastní popis metodiky

Metodická část zahrnuje tři následující oblasti:

- jaké jsou možnosti predikce vývoje protismykových vlastností povrchů vozovek,
- jak postupovat při volbě obrusné vrstvy, technologie údržby a oprav nebo rozhodnutí o aplikaci bezpečnostní protismykové úpravy (BPÚ),
- jak postupovat v případě nových typů obrusných vrstev, nebo technologií údržby.

6.1 Predikce vývoje protismykových vlastností

Pro predikci protismykových vlastností povrchů vozovek je možné použít různé přístupy, které jsou popsány níže.

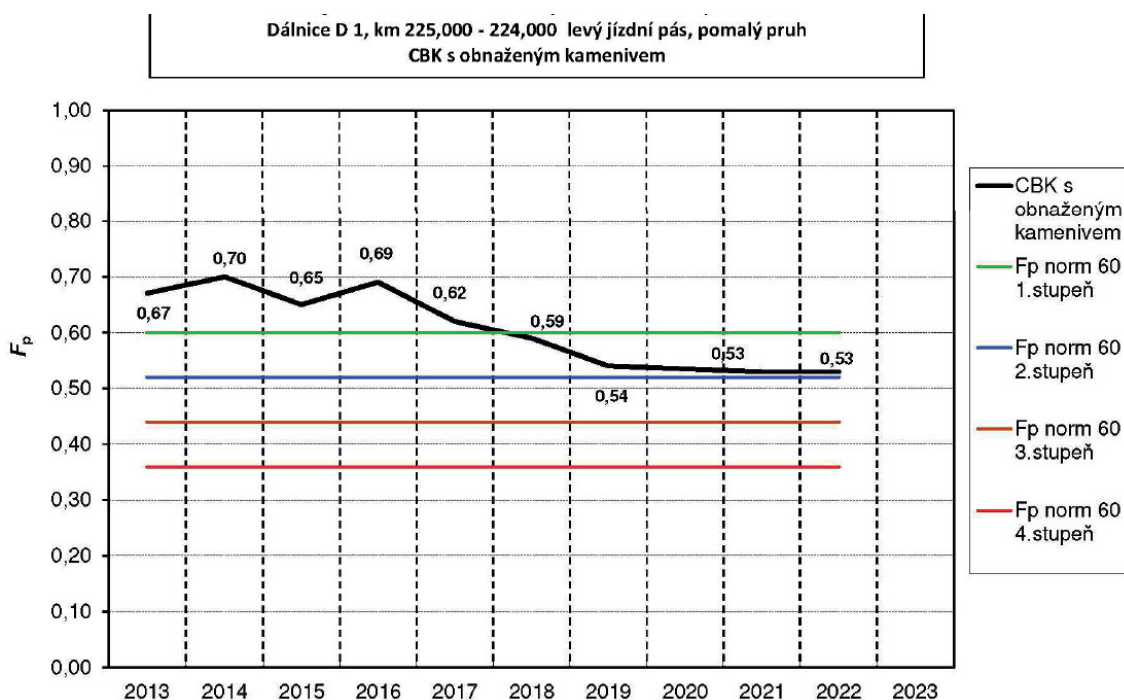
6.1.1 Měření součinitele podélného tření f_p

Při měření součinitele podélného tření f_p se zjistí aktuální stav vozovky v době měření, viz kap. 3.1. Pokud je ale potřeba provést predikci dalšího vývoje protismykových vlastností, tak musí být k dispozici buď:

- výsledky opakovaných měření součinitele podélného tření f_p na stejném úseku od pokládky/opravy, což se týká i zkušebních úseků pro ověření nových technologií, kde se zpravidla měření provádí v kratších intervalech,
- výsledky měření součinitele podélného tření f_p na různě starých provozovaných površích stejného typu s podobným zatížením (dopravním, klimatickým) a kamenivem se podobnou hodnotou PSV.

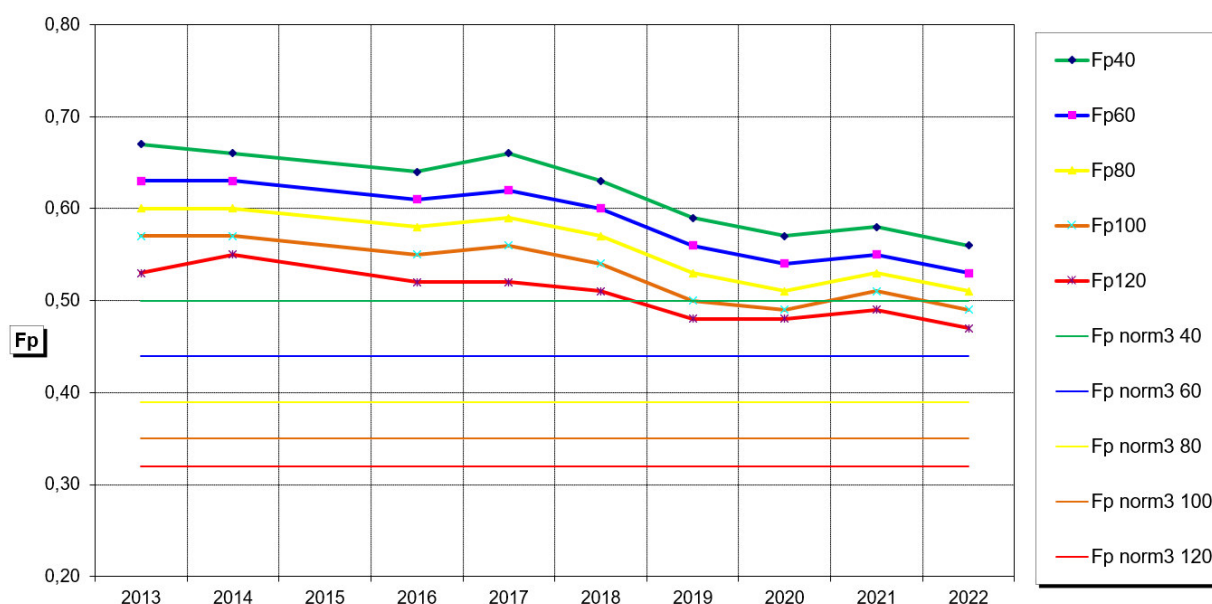
Přitom se musí zohledňovat intenzita provozu (zejména těžkých nákladních vozidel) a pokud možno také použité hrubé kamenivo do obrusné vrstvy vozovky (frakce, ohladitelnost udávaná hodnotou PSV či alespoň informace z jakého lomu je toto kamenivo).

Příklad opakovaného měření součinitele podélného tření na úseku dálnice D1 s CB krytem s obnaženým kamenivem v průběhu 10 let je uveden na obr. 11. Obdobně pro vozovku s asfaltovým krytem s obrusnou vrstvou SMA 11 S na dálnici D8 je uveden příklad na obr. 12.



Obr. 11: Diagram závislosti součinitele podélného tření F_p na čase pro jeden konkrétní úsek vozovky s CB krytem, povrch s obnaženým kamenivem – roky 2013 až 2022, rychlost jízdy 60 km/h

Dálnice D 8, km 15,0 - 14,0 levý jízdní pás, pomalý pruh
SMA 11 S (Raňčívov PSV 57, Klecany PSV 56) 2013



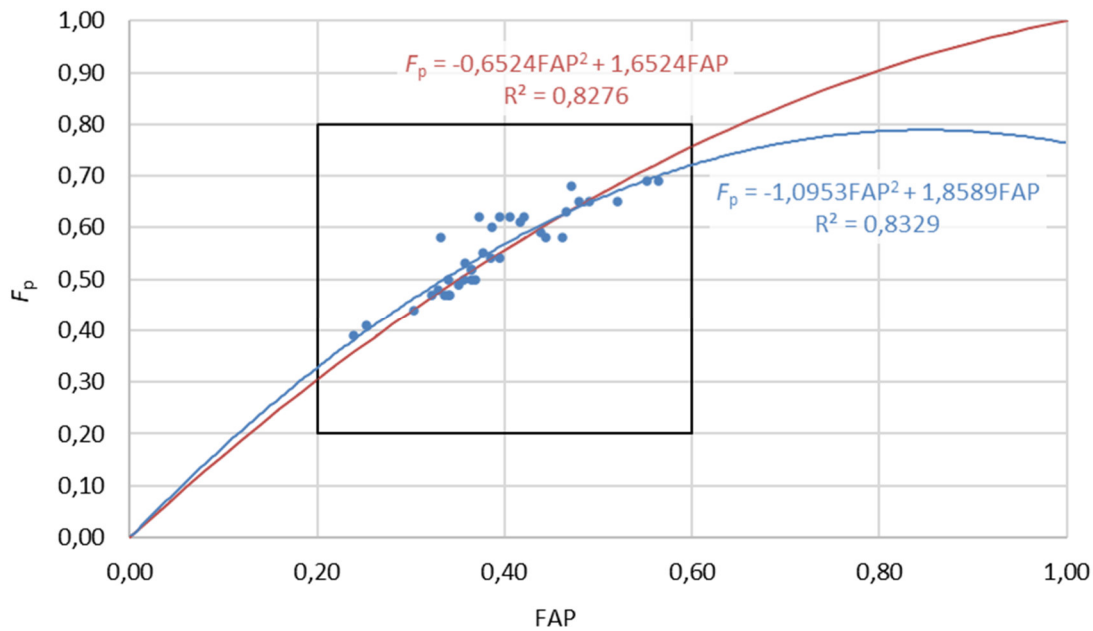
Obr. 12: Diagram závislosti součinitele podélného tření F_p na čase pro jeden konkrétní úsek vozovky s obrusnou vrstvou SMA 11 S a PSV 56-57 – roky 2013 až 2022, měřicí rychlost 40 až 120 km/h

6.1.2 Měření součinitele tření po ohlazení

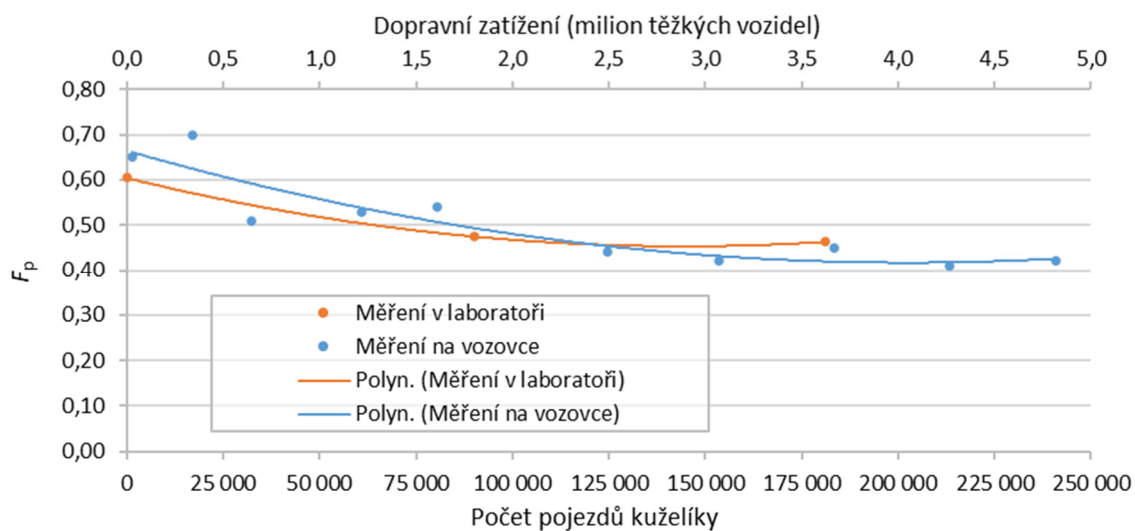
Další možností pro predikci vývoje protismykových vlastností povrchu vozovky je využít výsledky laboratorních zkoušek pro stanovení součinitele tření po ohlazení, viz kap. 3.2.

Předchozím výzkumem byla ověřena závislost mezi počtem pojezdů kuželíky ohlazovací hlavy tohoto laboratorního zařízení a dopravním zatížením, ve vztahu k hodnotě součinitele podélného tření F_p měřené národním referenčním zařízením TRT přímo na vozovce, viz obr. 13 a 14.

Předchozím výzkumem bylo také prokázáno, že při současném nedostatku kvalitního kameniva s vysokou hodnotou ohladitelnosti PSV do obrusných vrstev vozovek se vyplatí, za účelem zlepšení životnosti protismykových vlastností, použít směs kameniv s různou ohladitelností PSV [H].



Obr. 13: Vztah mezi součinitelem tření po ohlazení měřeným v laboratoři a součinitelem podélného tření měřeným přímo na vozovce s asfaltovým krytem - národní zkušenosti v ČR, zdroj: disertační práce P. Nekulová [2]



Obr. 14: Srovnání výsledků laboratorní simulace s měřením přímo na vozovce ve vztahu k dopravnímu zatížení, zdroj: ČSN EN 12697-49: 2023, příloha C: Národní zkušenosti, kap. C.2.3: Česká republika

6.1.3 Odhad na základě zvolených parametrů

Další možností, jak predikovat budoucí vývoj protismykových vlastností povrchů vozovek v čase v případě, kdy není dostatek výsledků měření součinitele tření a jde o atypické nebo nové povrchy či jejich úpravy, je založit predikci na základě zvolených parametrů povrchu vozovky a předpokládané intenzitě dopravy.

Zásadní roli zde má hrubé kamenivo použité do obrusné vrstvy/povrchové úpravy. Čím vyšší je hodnota PSV vyjadřující ohladitelnost použitého kameniva, viz kap. 3.3 (která zde zastupuje

parametr mikrotextury), tím lepší životnost protismykových vlastností příslušný povrch vykazuje. V případě nedostatku kvalitního hrubého kameniva se doporučuje zvážit použití kombinace kameniva s různou ohladitelností PSV [H].

***Poznámka:** Pokud nejsou s hrubým kamenivem určeným do obrusné vrstvy vozovky předchozí pozitivní zkušenosti z hlediska trvanlivosti protismykových vlastností povrchů vozovek, doporučuje se zhotovitelům provést v nezávislé laboratoři ověření lomy deklarovaných hodnot PSV hrubého kameniva, určeného do obrusných vrstev vozovek.*

Dále je potřeba posoudit makrotexturu posuzovaného povrchu, viz kap. 3.4, a to ze dvou pohledů, zda je dostatečně velká pro rychlý odvod vody z povrchu a zda není příliš velká pro zajištění dostatečného kontaktu mezi kolem vozidla a povrchem vozovky. Zde je nutné spoléhat na předchozí zkušenosti s konkrétními, nebo obdobnými obrusnými vrstvami/úpravami povrchů.

***Poznámka:** V případě, že jsou k dispozici výsledky měření makrotextury (parametr MPD) měřené v pravé jízdní stopě, levé jízdní stopě a ve středu mezi nimi, je možné porovnání mezi pojížděnou a nepojížděnou částí vozovky a vyhodnocení ztráty makrotextury, jako indikátoru potenciálního snížení protismykových vlastností.*

Nejde ale pouze o zastoupení hrubého kameniva v ploše povrchu obrusné vrstvy, ale u asfaltových povrchů také o předpoklad doby ojetí tenké vrstvy pojiva z povrchu hrubého kameniva, která je závislá na intenzitě dopravy a může trvat i několik let. Zde je také nutné spoléhat na předchozí zkušenosti s konkrétními, nebo obdobnými obrusnými vrstvami/úpravami povrchů.

6.2 Volba zavedené obrusné vrstvy/technologie údržby

Níže je uvedeno, jak postupovat při výběru z již zavedených obrusných vrstev vozovek či technologií údržby a oprav vozovek s přihlédnutím k požadované životnosti protismykových vlastností těchto povrchů. Členění je na novostavby a vozovky v provozu, na kterých je potřeba provést zásah.

Novostavby:

- zjistit požadovanou třídu dopravního zatížení, viz kap. 3.6,
- vybrat obrusné vrstvy, které vyhovují požadované třídě dopravního zatížení s preferovanou celkovou předpokládanou životností, viz kap. 2.1 a s přihlédnutím ke stanoveným záručním dobám a pořizovacím nákladům,

***Poznámka:** Základní délky záručních dob obrusných vrstev a technologií údržby a oprav vozovek jsou uvedeny v tab. 1, přílohy 7 TKP 1, s případným upřesněním v ZTKP. V případě obrusných vrstev je to zpravidla 4 až 5 let, v případě technologií údržby 1,5 až 3 roky.*

- výběr konkrétní obrusné vrstvy z hlediska životnosti protismykových vlastností, viz kap. 5 s možností upravit vybrané parametry, viz kap. 6.1.3,

- rozhodnout, zda je na některých úsecích vozovky vhodné preventivně aplikovat v oblasti křižovatek, směrových oblouků apod. bezpečnostní protismykovou úpravu (BPÚ) podle TP 213.

Vozovky v provozu:

- neliší se příliš od postupu pro novostavby s tím, že se uvažuje především o technologiích údržby a oprav, viz kap. 2.3, které mají zpravidla kratší životnost,
- navíc se zde vyhodnocuje výskyt, četnost a příčiny dopravních nehod, viz kap. 3.7; v případě zvýšeného počtu nehod za mokra, kde není shledána jednoznačná příčina na straně řidiče, prověřuje Policie ČR, zda příčinou nejsou nevyhovující povrchové vlastnosti vozovky, s případným následným návrhem na snížení rychlosti do doby, než je provedena vybraná technologie údržby a oprav, či BPÚ.

Poznámka: Za účelem ověření toho, že BPÚ splňuje zvýšené požadavky na protismykové vlastnosti povrchů vozovek je potřeba dbát na plnění ustanovení čl.7.2.2 TP 213 Kontrolní zkoušky BPÚ, kde je uvedeno, že „Kontrolní zkoušky ověřující splnění požadavků kladených na nově zhotovené BPÚ se při použití shodných materiálů a stejné technologie pokládky provádí minimálně na jedné (první) realizované BPÚ v kalendářním roce...“. Na BPÚ se na nově zhotoveném povrchu i na konci záruční doby v rámci kontrolní zkoušky požaduje součinitel podélného tření zjištěný dynamickým měřicím zařízením $F_p > 0,6$ při měřicí rychlosti 60 km/h (klasifikační stupeň 1). Správcům pozemních komunikací se doporučuje, aby si protismykové vlastnosti povrchu vozovky ověřili v případě pochybností kdykoli v průběhu záruční doby i po ní.

6.3 Ověření nové obrusné vrstvy/technologie údržby

Níže je uvedeno, jak postupovat v případě nového typu vrstvy/technologie údržby a oprav, které se používají kratší dobu, nebo se teprve ověřují, a to z hlediska ověření požadované životnosti protismykových vlastností těchto povrchů. Postup je možné aplikovat jak pro novostavby, tak pro vozovky v provozu, na kterých je potřeba provést zásah.

- preferuje se zrychlené laboratorní měření součinitele tření po ohlazení, viz kap. 3.2, a to na vývrtech odebraných ze zkušebních úseků, které byly vybudovány tradičním způsobem, raději než na vzorcích připravených v laboratorních podmínkách. Využívá se způsob přepočtu pojezdů kuželíků ohlazování hlavy laboratorního zařízení na posuzovanou dopravní intenzitu a přepočet na součinitel podélného tření F_p uvedený v kap. 6.1.2,
- pokud je dostatek času pro důkladné ověření vrstvy/technologie údržby a oprav, provádí se opakovaná měření součinitele podélného tření f_p na pokusných úsecích, viz kap. 6.1.1,

Poznámka: Před možností využití laboratorní zkoušky měření součinitele tření po ohlazení bylo nutné zhotovit zkušební úsek a minimálně po dobu pěti let sledovat vývoj součinitele podélného tření, což bylo velmi časově náročné.
- hrubý odhad je možné provést prostřednictvím vyhodnocení parametrů posuzované vrstvy/technologie údržby a oprav, zejména použitého kameniva a textury povrchu, viz kap. 6.1.3,

- ve specifických případech se sleduje za jak dlouho po aplikaci impregnačního či regeneračního přípravku se protismykové vlastnosti povrchu vozovky vrátí do původních hodnot (má to souvislost se spuštěním provozu na ošetřenou vozovku, nebo odstraněním omezení rychlosti provozu na konkrétním úseku); v těchto případech se provádí měření součinitele podélného tření f_p v krátkých časových intervalech, např. po 2, 4, 8, 12, 24 a 48 hodinách.

Poznámka: V poslední době se toto ověřování provádělo především na površích ošetřených impregnačním přípravkem u vozovek s CB krytem a regeneračním přípravkem u vozovek s asfaltovým krytem.

7. Novost postupů, způsob uplatnění a ekonomické aspekty

7.1 Srovnání novosti postupů

Tato metodika aktualizuje informace uvedené v metodickém pokynu „Zásady pro použití obrusných vrstev vozovky z hlediska protismykových vlastností“ zpracovaném sdružením Měření PVV - Nekula, Plachý (schváleno Ministerstvem dopravy pod č.j. 424/06-120-RS/2 ze dne 28.7.2006 s účinností od 1.8.2006).

Důvody pro aktualizaci informací uvedených v metodickém pokynu jsou podrobně popsány v kap. 1.3.

Hlavní přínosy metodiky jsou:

- na jednom místě shrnuje všechny aktuální informace související s měřením, hodnocením a predikcí vývoje protismykových vlastností povrchů vozovek,
- nově uvádí způsob využití laboratorní zkoušky zrychleného zjišťování součinitele tření po ohlazování,
- zahrnuje nové typy obrusných vrstev a technologií údržby a oprav povrchů vozovek,
- zahrnuje nové aspekty, které mají podstatný vliv na vývoj protismykových vlastností, jako je ohladitelnost hrubého kameniva,
- upřesňuje, jak postupovat při volbě zavedené obrusné vrstvy/technologie údržby a při ověření nové obrusné vrstvy/technologie údržby.

7.2 Popis uplatnění metodiky

Metodika bude uplatněna při plánování výstavby vozovek a obnovy protismykových vlastností povrchů vozovek, a to jak v případě zavedených obrusných vrstev a technologií údržby a oprav, tak v případě ověřování a uplatnění nových typů obrusných vrstev a technologií údržby a oprav.

Metodika platí pro všechny úrovně správců pozemních komunikací (stát, kraje, města) a je určena především pro:

- projektanty pozemních komunikací,

- zhotovitele obrusných vrstev a technologií údržby a oprav,
- správce pozemních komunikací,
- odbornou veřejnost.

7.3 Ekonomické aspekty

Díky tomu, že jsou zde na jednom místě shrnuty aktuální informace k této problematice a srovnán vývoj protismykových vlastností různých obrusných vrstev a technologií údržby vozovek, a to ve vazbě na intenzitu dopravy a ohladitelnost hrubého kameniva, mohou se projektanti a správci pozemních komunikací snadněji a erudovaněji rozhodnout o tom, jakou obrusnou vrstvu/technologie obnovy protismykových vlastností povrchů vozovek zvolit pro konkrétní případy.

Díky uvedeným obvyklým životnostem protismykových vlastností povrchu vozovky a uvedeným způsobům provádění jejich predikce bude možné vhodněji vybírat obrusné vrstvy/technologie údržby a přesněji plánovat náklady v systémech hospodaření s vozovkami. To by mělo přinést úspory nákladů životního cyklu vozovky.

Metodika také zdůrazňuje význam kontroly dodržování požadavků na bezpečnostní protismykové úpravy (BPÚ) a význam jejich aplikace v případě zvýšeného výskytu dopravních nehod souvisejících s povrchovými vlastnostmi vozovek. To se zase může pozitivně promítnout do zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích.

8. Seznam použité a související literatury

Normy a technické předpisy:

ČSN 73 6120: Stavba vozovek – Ostatní asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody, 2020

ČSN 73 6121: Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody, 2023

ČSN 73 6122: Stavba vozovek – Vrstvy z litého asfaltu – Provádění a kontrola shody, 2019

ČSN 73 6123-1: Stavba vozovek – Cementobetonové kryty – Část 1: Provádění a kontrola shody, 2014

ČSN 73 6129: Stavba vozovek – Postřiky a nátěry, 2021

ČSN 73 6130: Stavba vozovek – Kalové vrstvy, 2021

ČSN 73 6177: Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek, 2015

ČSN P CEN/TS 15901: Povrchové vlastnosti vozovek pozemních komunikací a letištních ploch, řada 1 až 15 (pro jednotlivá zařízení)

ČSN P CEN/TS 15901-4: Povrchové vlastnosti vozovek pozemních komunikací a letištních ploch – Část 4: Postup pro stanovení protismykových vlastností povrchu vozovek pomocí zařízení s řízeným podélným skluzem (LFCT): Tatra Runway Tester (TRT)

ČSN EN 1097-8: Zkoušení mechanických a fyzikálních vlastností kameniva – Část 8: Stanovení hodnoty ohladitelnosti, 2020

ČSN EN 12272-2: Nátěry – Zkušební metody – Část 2: Vizuální posuzování poruch, 2005

ČSN EN 12274-8: Kalové vrstvy – Zkušební metody – Část 8: Vizuální posuzování poruch, 2006

ČSN EN 12697-49: Asfaltové směsi – Zkušební metody – Část 49: Stanovení součinitele tření po ohlazení, 2023

ČSN EN 13036-1: Povrchové vlastnosti vozovek pozemních komunikací a letištních ploch – Zkušební metody – Část 1: Měření hloubky makrotextury povrchu vozovky odměrnou metodou, 2010

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

ČSN EN ISO 13473-1: Popis textury vozovky pomocí profilů povrchu – Část 1: Určování průměrné hloubky profilu, 2019

ČSN EN ISO 13473-2: Popis textury vozovky pomocí profilů povrchu – Část 2: Terminologie a základní požadavky vztahující se k analýze profilu textury vozovky, 2003

ČSN EN ISO 13473-3: Popis textury vozovky pomocí profilů povrchu – Část 3: Specifikace a klasifikace profilometrů, 2004

TKP kap. 1: Všeobecně, 2017

TP 87: Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek, 2023 - ve schvalovacím řízení

TP 92: Navrhování údržby a oprav vozovek s cementobetonovým krytem, 2011

TP 170: Navrhování vozovek pozemních komunikací, 2023 - ve schvalovacím řízení

TP 207: Experiment přesnosti zařízení pro měření povrchových vlastností a dalších parametrů vozovek PK, 2023

TP 213: Bezpečnostní protismykové úpravy povrchů vozovek, 2009

Metodické pokyny a metodiky Ministerstva dopravy:

- SJ-PK: Systém jakosti v oboru pozemních komunikací, v aktuálním znění
<http://www.pjpk.cz/metodicky-pokyn-systemu-jakosti-pk/>
- Zásady pro použití obrusných vrstev vozovek z hlediska protismykových vlastností, metodický pokyn Ministerstva dopravy, autor: Nekula, Plachý, 2006
- Oprávnění k měření proměnných parametrů povrchů vozovek uvedené na webu
<https://pjpk.rsd.cz/opravneni-zarizeni-pro-mereni-povrchovych-vlast/>

Ostatní tuzemské:

[1] Směrnice generálního ředitele ŘSD č. 1/2017: *Údržba cementobetonového krytu*, 2022

- [2] Nekulová, Pavla. *Predikce protismykových vlastností povrchu vozovky v laboratoři*. Brno, 2023. 76 s., 85 s. příl. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemních komunikací.
- [3] Aktualizace Pasportizace lomů přírodního kameniva ČR, Česká geologická služba, 360 s., 2018 <https://pjk.rsd.cz/kamenivo-a-vyroby-kameniva-soubory/>
- [4] Webová aplikace: Dopravní nehody v ČR
<https://nehody.cdv.cz/statistics.php>

9. Seznam publikací, které předcházely metodice

Metodiky:

- Zásady pro použití obrusných vrstev vozovek z hlediska protismykových vlastností, Ministerstvo vnitra, Správa pro dopravu, autor: Silniční vývoj Brno Ing. Jan Zálešák, 1986
- Zásady pro použití obrusných vrstev vozovek z hlediska protismykových vlastností, metodický pokyn Ministerstva dopravy, autor: Nekula, Plachý, 2006
- Metodika pro stanovení součinitele tření po ohlazení - asfaltové vozovky. Vysoké učení technické v Brně, Ministerstvo dopravy, autoři: Nekulová P., Dašková J., Nekula L., 2016
- Metodika pro stanovení součinitele tření po ohlazení - cementobetonové kryty. Vysoké učení technické v Brně, Ministerstvo dopravy, autoři: Nekulová P., Dašková J., Nekula L., 2016
- Metodika pro stanovení součinitele tření po ohlazení - kamenivo. Vysoké učení technické v Brně, Ministerstvo dopravy, autoři: Nekulová P., Dašková J., Nekula L., 2016

Disertační práce:

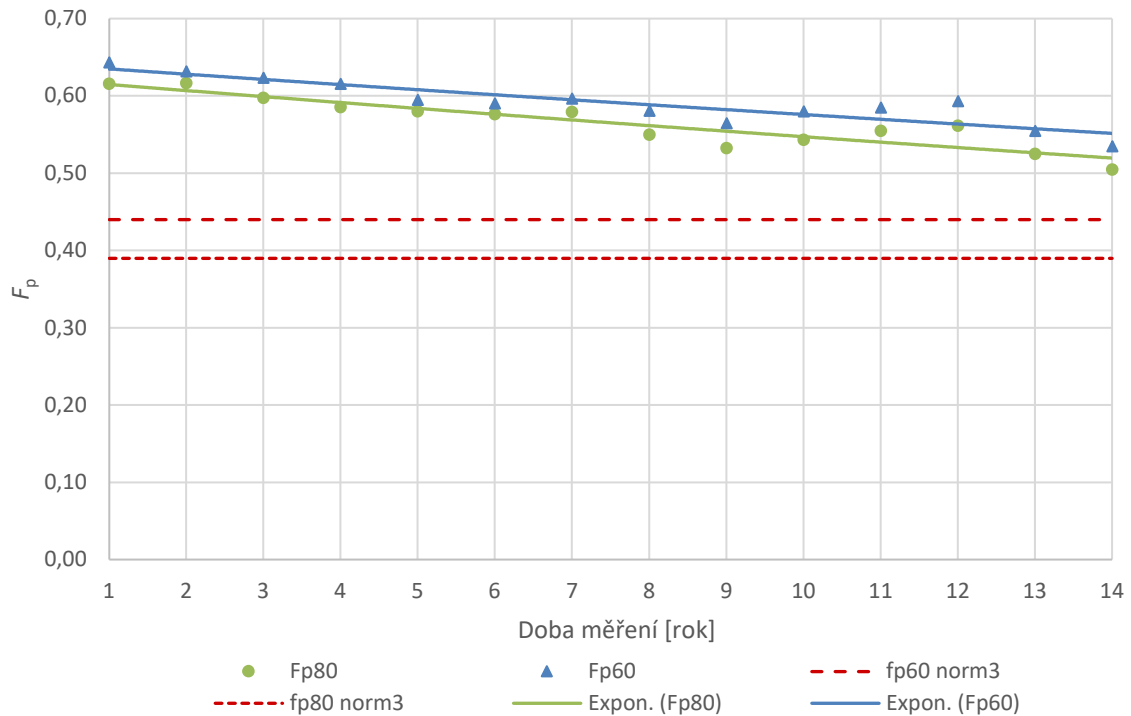
- Nekulová P. *Predikce protismykových vlastností povrchu vozovky v laboratoři*. Brno, 2023. 76 s., 85 s. příl. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemních komunikací.

Články a publikace:

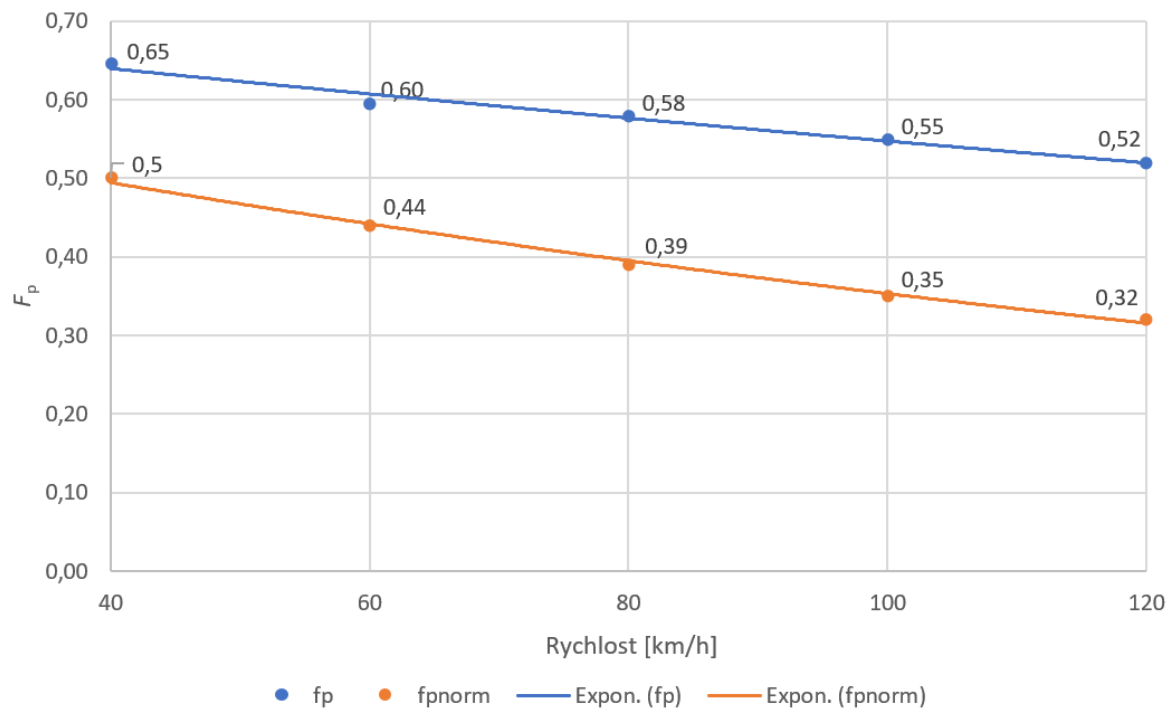
- [A] Stryk J., Nekula L., Nekulová P. et al. Výběr vrstvy/technologie údržby s přihlédnutím k protismykovým vlastnostem povrchů vozovek. *Silniční obzor*, 2023, roč. 84, č. 12, s. 3-8.
- [B] Nekula L., Nekulová P., Dašková J. et al. Protismykové vlastnosti povrchů asfaltových vozovek - jejich vývoj v čase. In *Asfaltové vozovky: sborník přednášek*. České Budějovice, 28. - 29. 11. 2023, s. 127-135.
- [C] Nekulová P. TRT – Tatra Road Tester innovated measuring device, PIARC XXVII. *World Road Congress*, Praha, 5. 10. 2023, 11 sl.
- [D] Nekula L. Vývoj protismykových vlastností cementobetonových krytů s obnaženým kamenivem a technologie obnovy protismykových vlastností cementobetonových krytů. In *Betonové vozovky: sborník přednášek*. Praha, 3. 11. 2022, s. 112-117.

- [E] Bedřich S., Nekula L. Zkušenosti a vývoj protismykových vlastností u cementobetonových krytů s povrchem upraveným broušením (grindingem) In *Betonové vozovky: sborník přednášek*. Praha, 3. 11. 2022, s. 148-165.
- [F] Stryk J., Nekula L., Nekulová P. et al. Měření protismykových vlastností povrchů vozovek a možnosti predikce jejich vývoje. *Silniční obzor*, 2022, roč. 83, č. 12, s. 9-13. ISSN 0322-7154.
- [G] Nekulová P., Nekula L., Stryk J. Principles for Using Wearing Courses in Terms of Skid Resistance. In *SURF (9th symposium on pavement surface characteristics): proceedings*. 12.- 14. 9. 2022, Milano (Italy), 8 p.
- [H] Nekulová P., Dašková J., Nekula L. et al. Použití směsí kameniv s různou ohladitelností do asfaltových směsí pro obrusné vrstvy. In *Asfaltové vozovky : sborník příspěvků*, 23. 11. 2021, České Budějovice, 11 s.
- [I] Stryk J., Nekula L., Nekulová P. et al. Měření proměnných parametrů povrchů vozovek ve vazbě na bezpečnost silničního provozu. *Silniční obzor*, 2021, roč. 82, č. 12, s. 322-326.
- [J] Nekula L. Po cementobetonovém krytu s obnaženým kamenivem jezdíme už 8 let. *Silniční obzor*, 2020, roč. 81, č. 12, s. 311-314.
- [K] Stryk J., Nekula L., Nekulová P. Měření protismykových vlastností povrchů vozovek v ČR a jeho význam. *Silnice železnice*, 2019, roč. 14, č. 4/2019, s. 38-42.
- [L] Nekula L. Cementobetonové kryty z hlediska protismykových vlastností povrchu vozovky. In *Betonové vozovky: sborník přednášek*. Praha, 8. 11. 2018, s. 219-231.
- [M] Nekula L. Povrchové vlastnosti vozovek pozemních komunikací, Část 14 – Celoevropské srovnávací měření zařízení na měření součinitele tření na zkušební dráze IFSTTAR, Nantes, Francie. *Silnice mosty*, 2016, č. 1, s. 21-25.
- [N] Nekula L. Povrchové vlastnosti vozovek pozemních komunikací, Část 11 – Revize ČSN 73 6175 Měření a hodnocení nerovností povrchů vozovek a ČSN 73 6177 Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek. *Silnice mosty*, 2014, č. 4, s. 19-21.
- [O] další zde neuvedené články a příspěvky na různých tuzemských konferencích a jednáních

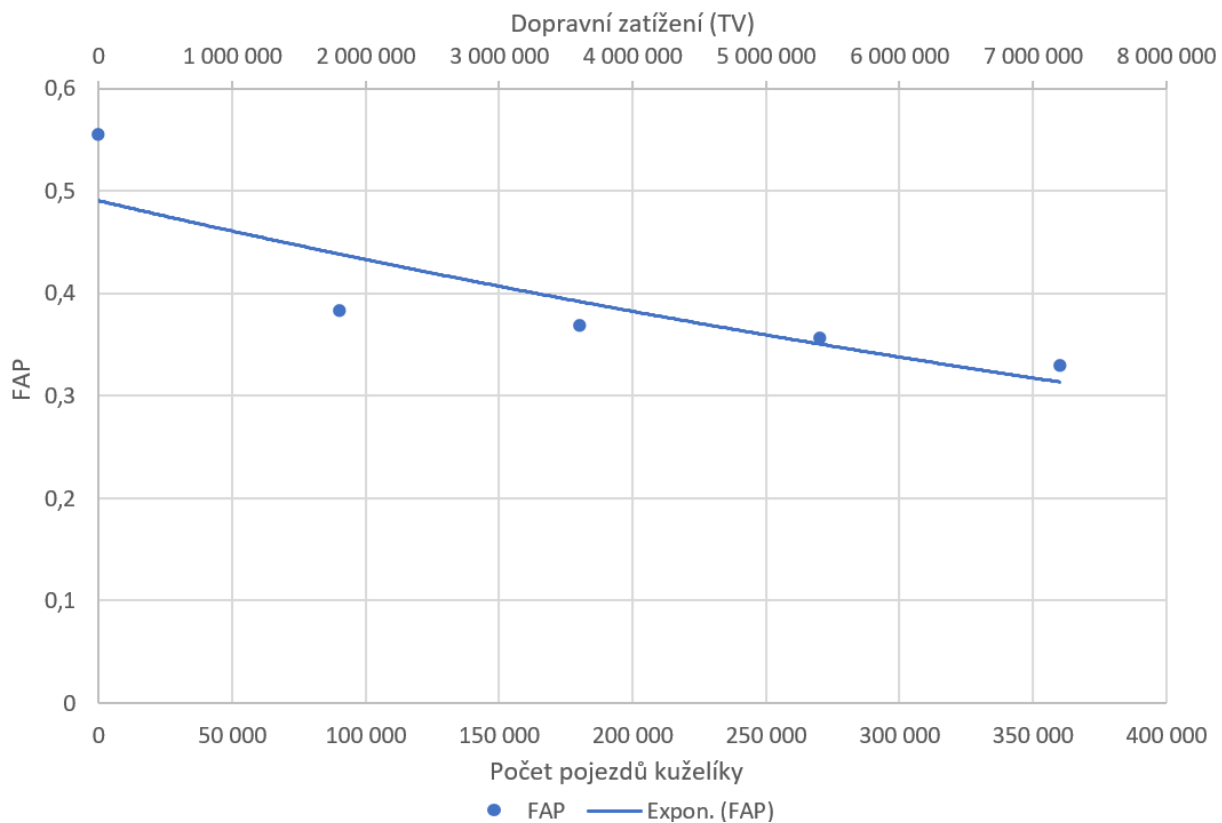
Příloha: Příklady vývoje protismykových vlastností povrchů vozovek



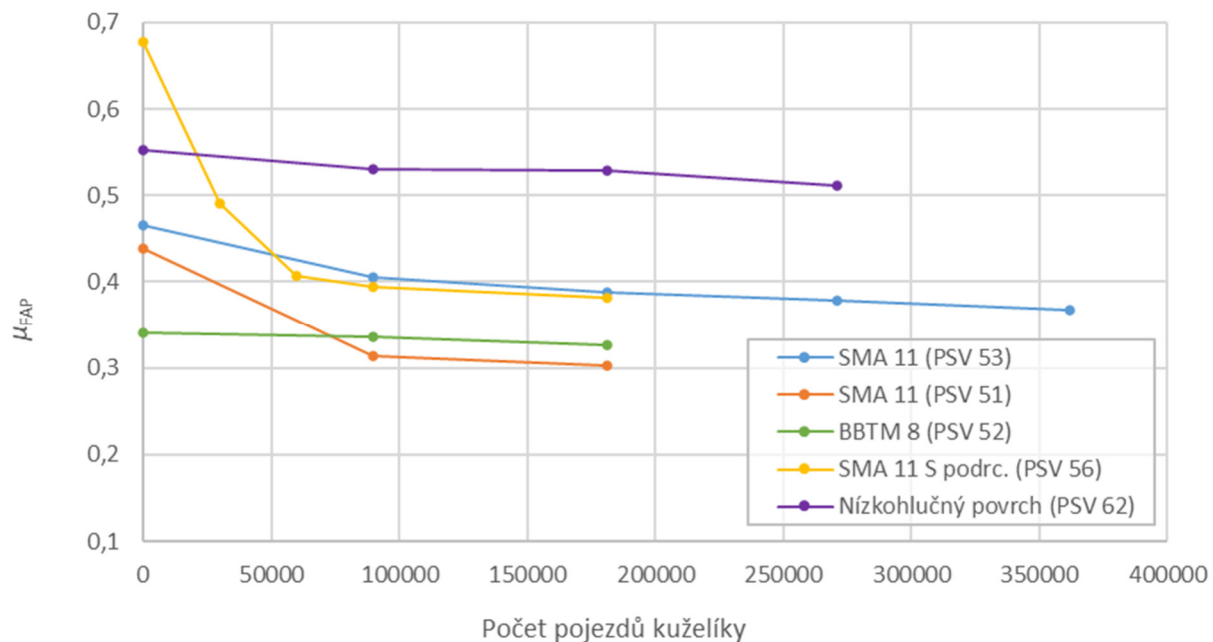
Obr. 1: Typická změna součinitele podélného tření F_p v průběhu 14 let pro vrstvu SMA 11 S a průměrnou intenzitu dopravy $TNV_k = 6853$ vozidel/den; průměr z měření provedených na 32 různých úsecích vozovek



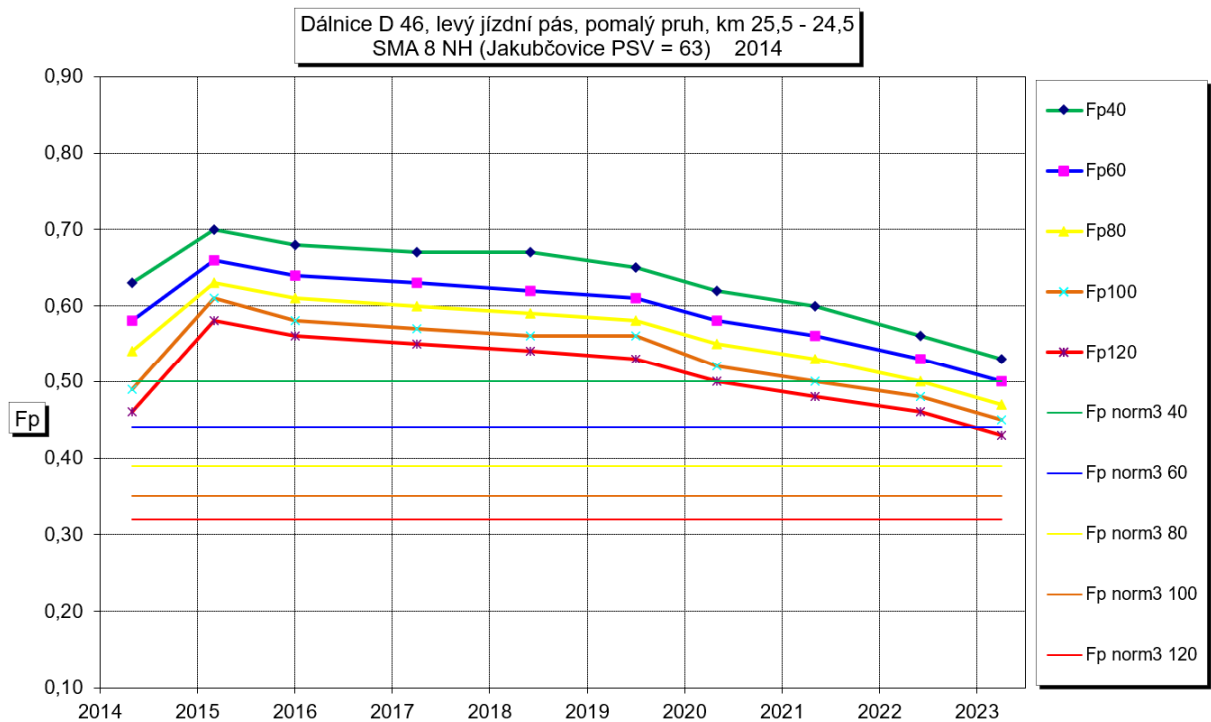
Obr. 2: Typický průběh součinitele podélného tření F_p v závislosti na rychlosti měření v 5. roce od pokládky pro vrstvu SMA 11 S a průměrnou intenzitu dopravy $TNV_k = 6853$ vozidel/den (navazuje na obr. 1)



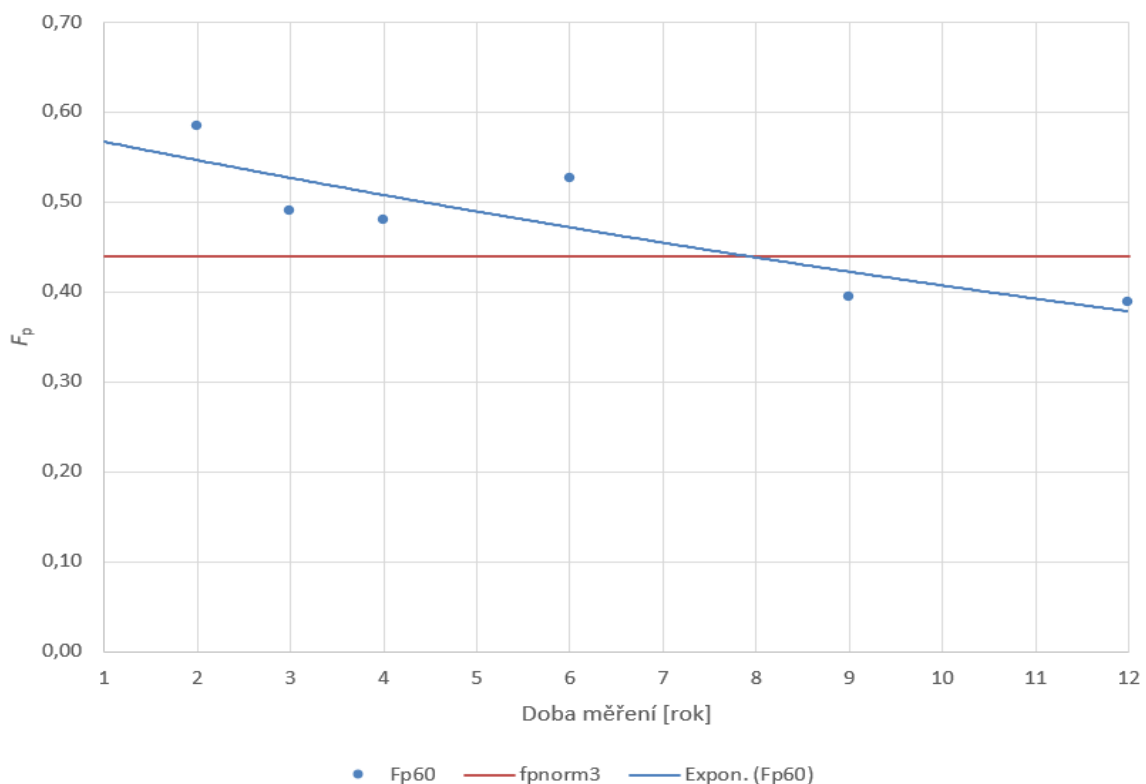
Obr. 3: Vývoj součinitele tření po ohlazení μ_{FAP} pro vrstvu SMA 11 S, výsledky laboratorní zkoušky součinitele tření po ohlazení provedené na 8 vývrtech ze 4 úseků vozovek



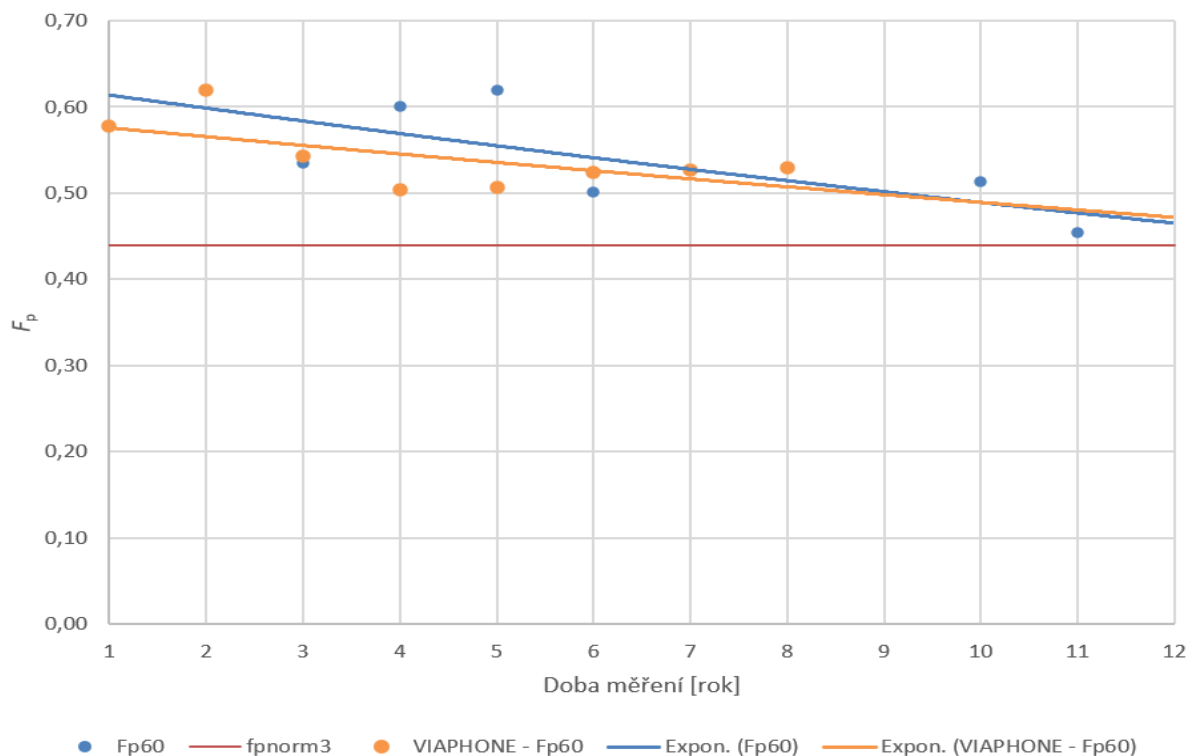
Obr. 4: Vývoj součinitele tření po ohlazení μ_{FAP} pro různé vrstvy vozovek s asfaltovým krytem při použití různého kameniva, lišícího se hodnotou PSV



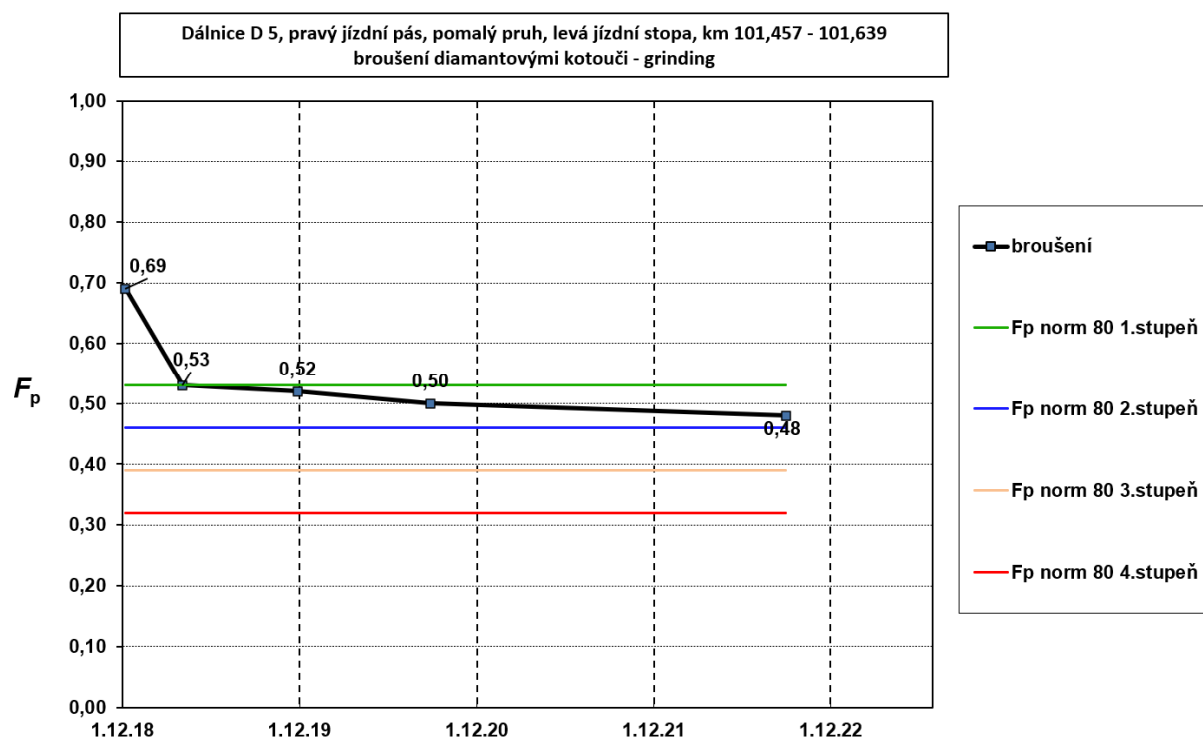
Obr. 5: Příklad závislosti součinitele podélného tření F_p na čase pro jeden konkrétní úsek dálniční vozovky s obrusnou vrstvou SMA 8 NH s vysokou hodnotou PSV 63, při dopravním zatížení 8000 TNV_k – roky 2014 až 2023, měřicí rychlost 40 až 120 km/h



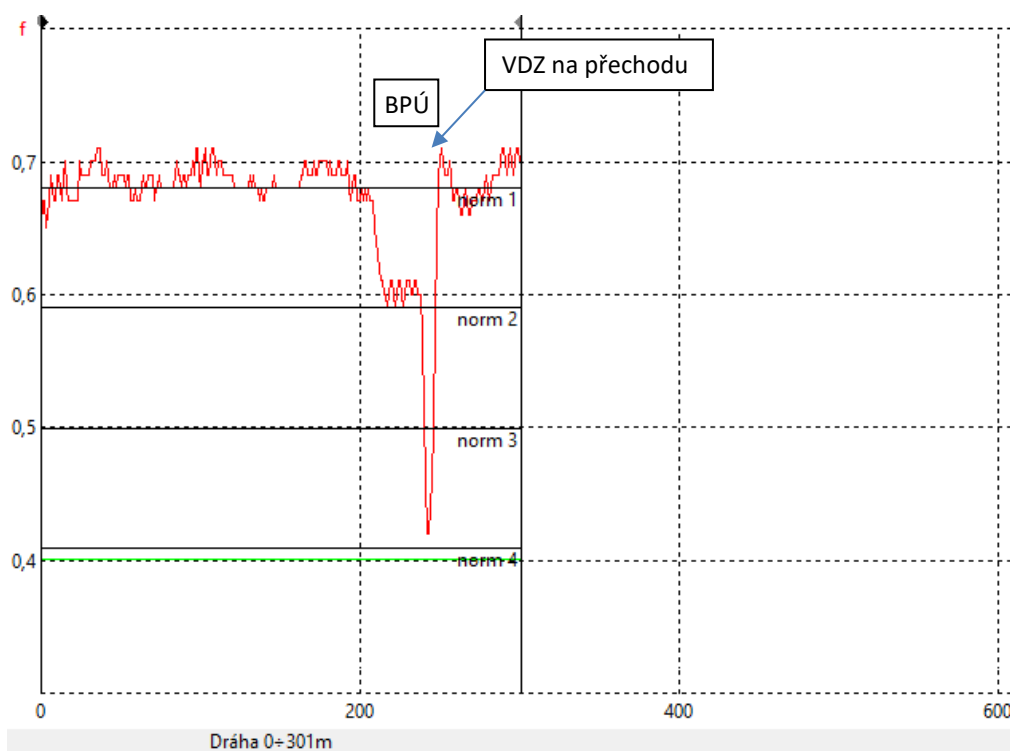
Obr. 6: Příklad změny součinitele podélného tření F_p v průběhu 12 let pro vrstvu SMA 8 NH a průměrnou intenzitu dopravy $\text{TNV}_k = 1838$ vozidel/den, s nižší hodnotou PSV, měření byla provedena v intravilánu měst a obcí s maximální dovolenou rychlostí 50 km/h



Obr. 7: Příklad změny součinitele podélného tření F_p v průběhu 11 let pro vrstvu BBTM 8 NH a průměrnou intenzitu dopravy $TNV_k = 3008$ vozidel/den (modrá barva - měření byla provedena v intravilánu měst a obcí s maximální dovolenou rychlostí 50 km/h), $TNV_k = 15262$ vozidel/den (vrstva s názvem Viaphon - oranžová barva)



Obr. 8: Diagram změny součinitele podélného tření F_p na novém CB kytu upraveném technologií broušení diamantovými kotouči v průběhu 4 let



Obr. 9: Hodnoty součinitele podélného tření F_p při rychlosti 40 km/h na 4 roky staré nízkohlučné obrusné vrstvě BBTM 8 NH, která je opatřena BPÚ před přechodem – viditelné zhoršení na BPÚ o jeden klasifikační stupeň

Název: **Zásady pro použití obrusných vrstev a technologií údržby/oprav povrchů vozovek z hlediska protismykových vlastností**

Autoři: Ing. Josef Stryk, Ph.D.; Ing. Ondřej Machel (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.)

Leoš Nekula (Zkušební laboratoř č. 193: Měření PVV – Leoš Nekula)

Ing. Pavla Nekulová; Ing. Jaroslava Dašková, Ph.D. (Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemních komunikací)

Oponenti: Ing. Čestmír Kopřiva, Ředitelství silnic a dálnic ČR, Úsek kontroly kvality staveb, vedoucí Samostatného oddělení technického rozvoje

Ing. Jan Valentin, Ph.D., České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra silničních staveb, zástupce vedoucího katedry

Vydalo: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Líšeňská 33a Brno, Česká republika

Rok, místo a číslo vydání: 2024, Brno, 1. vydání

ISBN XXX (pdf)