



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR ZNALECTVÍ VE STROJÍRENSTVÍ, ANALÝZA DOPRAVNÍCH NEHOD A OCEŇOVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL

DEPARTMENT OF EXPERTISE IN MECHANICAL ENGINEERING, ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS AND
VEHICLE ASSESSMENT

ANALÝZA VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ VODOROVNÉHO DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ

ANALYSIS OF SELECTED PROPERTIES OF HORIZONTAL ROAD MARKING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Daniela Šašinková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Stanislav Tokař, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání diplomové práce

Studentka:	Bc. Daniela Šašinková
Studijní program:	Soudní inženýrství
Studijní obor:	Expertní inženýrství v dopravě
Vedoucí práce:	Ing. Stanislav Tokař, Ph.D.
Akademický rok:	2018/19
Ústav:	Odbor znalectví ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza vybraných vlastností vodorovného dopravního značení

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce se zabývá vybranými vlastnostmi vodorovného dopravního značení na vozovkách. Nejprve budou popsány jednotlivé metody měření konkrétních vlastností VDZ. Následně budou provedeny vlastní měření na zkušebních vzorcích a na již aplikovaných VDZ. V závěru bude provedeno vyhodnocení naměřených dat.

Cíle diplomové práce:

1. Popis jednotlivých metod měření vybraných vlastností vodorovného dopravního značení (VDZ).
2. Provedení měření na zkušebních vzorcích a vybraných úsecích zvolenými metodami.
3. Analýza výsledků měření a srovnání jednotlivých typů materiálu VDZ.

Seznam doporučené literatury:

- [1] BRADÁČ, Albert a kol. Soudní inženýrství. Brno: CERM, 1999, 725 s. ISBN 80-720-4133-9.
- [2] ŠACHL (st.), J., ŠACHL (ml.), J., Adheze pneumatik v analýze silničních nehod, Praha, ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znalectví v dopravě, 2008.
- [3] ČSN 73 6177: Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchu vozovek, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2009.
- [4] ČSN EN 1436 +A1 Vodorovné dopravní značení - Požadavky na dopravní značení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. Rok vydání 2009.

[5] ČSN EN 1423 Vodorovné dopravní značení - Materiály pro dopravní značení - Dodatečný posyp - Balotina, protismykové přísady a jejich směsi. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. Rok vydání 2012.

[6] ČSN EN 1424 Vodorovné dopravní značení - Materiály pro dopravní značení - Premixová balotina ČSN. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha.

[7] ČSN EN 1790 Vodorovné dopravní značení - Materiály pro dopravní značení - Předem připravené vodorovné dopravní značení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha.

[8] TP 70 Zásady pro provádění a zkoušení vodorovného dopravního značení na PK. Silniční vývoj ZDZ - spol. s r.o., Brno. Rok vydání 2013.

[9] ČSN EN 1824 Vodorovné dopravní značení - Materiály pro dopravní značení - Zkoušení na zkušebních úsecích. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. Rok vydání 2011.

[10] ČSN EN 1790 Vodorovné dopravní značení – Materiály pro dopravní značení - Předem připravené vodorovné dopravní značení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. Rok vydání 2014.

[11] ČSN EN 1871 Vodorovné dopravní značení – Materiály pro dopravní značení – Fyzikální vlastnosti. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. Rok vydání 2001.

[12] TKP 14 Dopravní značky a dopravní zařízení. Ministerstvo dopravy, Odbor pozemních komunikací, Praha. Rok vydání 2015.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.
vedoucí odboru

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce se zabývá analýzou vybraných vlastností vodorovného dopravního značení (VDZ). Z hlediska protismykových vlastností jsou provedena měření ke zjištění součinitele podélného tření, součinitele adheze za různých podmínek a drsnosti VDZ. Měření protismykových vlastností jsou doplněna o měření retroreflexe vodorovného dopravního značení. V teoretické části je popsán současný stav dané problematiky, obecná charakteristika vodorovného dopravního značení a veličin měřených v této práci (tření a adheze). Praktická část práce je tvořena popisem použitých měřicích zařízení, vlastním řešením a analýzou výsledků řešení. Vlastní řešení se skládá z popisu měřených vzorků, jejich přípravy, následného měření a podrobného vysvětlení způsobu vyhodnocení naměřených dat. Analýza dat je založena na porovnání výsledků získaných z jednotlivých skupin vzorků a na porovnání měřených veličin mezi sebou. Práce je doplněna o fotodokumentaci a videozáznamy.

Abstract

This diploma thesis deals with the analysis of selected properties of horizontal road marking (HRM). In terms of anti-skid properties measurements are made to determine the longitudinal friction coefficient, the coefficient of adhesion under different conditions and skid resistance of HRM. Measurements of anti-skid properties are supplemented by measurement of retroreflection of HRM. The theoretical part describes the current state of the issue, general characteristics of horizontal road marking and quantities measured in this thesis (friction and adhesion). The practical part consists of description of used measuring devices, custom solution and results analysis. The solution consists of the description of the measured samples, their preparation, subsequent measurement and a detailed description of the method of measured data evaluation. Data analysis is based on comparison of results obtained from individual sample groups and on comparison of measured values among themselves. The thesis is supplemented with photo documentation and video footage.

Klíčová slova

Vodorovné dopravní značení, protismykové vlastnosti, adheze, tření, noční viditelnost (retroreflexe)

Keywords

Horizontal Road Marking, anti-skid properties, adhesion, friction, night time visibility (retroreflection)

Bibliografická citace

ŠAŠINKOVÁ, Daniela. *Analýza vybraných vlastností vodorovného dopravního značení*. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/113365>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znalectví ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Stanislav Tokař.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „*Analýza vybraných vlastností vodorovného dopravního značení*“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědoma následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně

.....

Podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu své diplomové práce panu Dr. Ing. Stanislavu Tokařovi za čas věnovaný realizaci praktické části i čas věnovaný konzultacím, cenné rady a připomínky. Mé další poděkování patří panu Leoši Nekulovi za poskytnutá měření, spolupráci a konzultace v průběhu zpracovávání diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala společnosti Silniční Vývoj - ZDZ spol. s.r.o. a Brněnským komunikacím a.s., které mi umožnily provést realizaci vzorků, jejich následné měření, ale především za jejich ochotu.

A na závěr patří mé velké poděkování celé mojí rodině a všem blízkým, především ale rodičům, kteří mi byli po celou dobu mého vysokoškolského studia oporou a podporou.

OBSAH

OBSAH	8
1 ÚVOD.....	10
2 SOUČASNÝ STAV	11
3 VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ.....	14
3.1 Rozdělení VDZ	14
3.1.1 Vodorovné dopravní značení typ I.....	14
3.1.2 Vodorovné dopravní značení typ II.....	14
3.2 Materiály pro vodorovné dopravní značení	16
3.2.1 Hmoty.....	16
3.2.2 Materiál na dodatečný posyp.....	17
3.3 Parametry vodorovného dopravního značení a jejich zkoušky dle ČSN EN 1436 a ČSN 73 7010	17
3.3.1 Noční viditelnost (<i>Retroreflexe R_I</i>).....	17
3.3.2 Denní viditelnost.....	19
3.3.3 Drsnost.....	19
3.3.4 Barva.....	20
3.3.5 Index opotřebení	21
4 ADHEZE A TŘENÍ	22
4.1 Adheze.....	22
4.2 Tření.....	26
4.3 Rozdíl mezi adhezí a třením	29
4.4 Faktory ovlivňující adhezi.....	29
4.4.1 Skluz	29
4.4.2 Rychlost jízdy, makrotextura a mikrotextura	30
4.4.3 Množství vody.....	31
4.4.4 Huštění pneumatiky	31
5 CÍLE ŘEŠENÍ	32
6 POUŽITÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE.....	33
6.1 Kyvadlo.....	33
6.2 Multifunkční zařízení TRT	34
6.3 XL Meter™ Pro	37
6.4 Racelogic Performancebox.....	41
6.5 Vbox.....	42
6.6 Retroreflektometr	43

7	VLASTNÍ ŘEŠENÍ	44
7.1	Vzorky ZÚ	44
7.1.1	<i>Příprava a zhotovení vzorků</i>	45
7.1.2	<i>Vlastní měření a vyhodnocení Vzorků ZÚ</i>	54
7.2	Vzorky Poříčí	67
7.2.1	<i>Vlastní měření a vyhodnocení Vzorků Poříčí</i>	68
7.3	Vzorky přechody a symboly	72
7.3.1	<i>Vlastní měření a vyhodnocení Vzorků přechody a symboly</i>	76
8	ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ	79
8.1	Vzorky ZÚ	79
8.2	Vzorky Poříčí a Vzorky přechody a symboly	87
8.3	Bezpečnostní protismyková úprava X různé povrchy vozovky	90
9	ZÁVĚR	91
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	93
	SEZNAM TABULEK	96
	SEZNAM GRAFŮ	97
	SEZNAM OBRÁZKŮ	98
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	101
	SEZNAM PŘÍLOH	103

1 ÚVOD

Z hlediska řešení dopravních nehod, ale i z hlediska bezpečnosti silničního provozu hrají významnou roli protismykové vlastnosti povrchů vozovek. V dnešní době existuje značné množství různých povrchů vozovky (např. asfaltový beton, cementobetonový kryt, dlážděná vozovka atd.). Znalost protismykových vlastností jednotlivých povrchů je důležitá nejen při navrhování konstrukce vozovky, ale také při následné diagnostice v průběhu životnosti vozovky. Protismykové vlastnosti povrchu vozovky jsou charakterizovány součinitelem tření, který je závislý na textuře povrchu vozovky. Součinitel tření je veličina používaná při navrhování nových a diagnostice stávajících krytů vozovek pozemních komunikací. Při expertní analýze dopravních nehod je také důležitá znalost hodnoty součinitele adheze, na které závisí délka brzdné dráhy vozidla. Adhezi reprezentuje míra interakce pneumatiky vozidla a povrchu vozovky v podélném i příčném směru a je hlavně závislá na vlastnostech pryže použité při výrobě pneumatiky. Součinitel tření je používán k hodnocení povrchů vozovek pozemních komunikací, kdežto součinitel adheze je převážně používán v soudním inženýrství při analýze dopravních nehod.

Součiniteli adheze a součiniteli tření povrchu vozovky je věnována značná pozornost, mimo jiné se jimi zabývalo také několik akademických prací. Nicméně je ale stále opomíjen fakt, že na většině pozemních komunikacích je aplikováno vodorovné dopravní značení (dále jen VDZ), které má oproti povrchu vozovky odlišné, většinou nižší hodnocení protismykových vlastností. Ale stejně tak, jako existují různé povrchy vozovek, existuje také mnoho materiálů používaných pro VDZ. Znalost adheze pneumatiky nejen na povrchu vozovky, ale i na VDZ může do budoucna přispět k úspěšnému řešení dopravních nehod, a to zejména jedná-li se o dopravní nehody na přechodech pro chodce nebo v jejich bezprostřední blízkosti, ale i v jiných lokalitách, kde je VDZ použito.

Předkládaná diplomová práce se zabývá analýzou vybraných vlastností VDZ. Obecně nejdůležitějším parametrem VDZ z hlediska funkčnosti je noční viditelnost (retroreflexe), proto je v této práci jedním ze sledovaných parametrů. Z hlediska protismykových vlastností povrchů VDZ byl měřen součinitel tření a byla provedena měření (brzdné zkoušky) ke zjištění adheze na VDZ. Ke zjištění protismykových vlastností povrchů VDZ existuje několik zkušebních metod. Metody, které byly použité při sběru dat pro zpracování diplomové práce, jsou v předkládané práci popsány.

Adheze pneumatiky vozidel na VDZ je problematika, která prozatím není řešena normami nebo technickými předpisy, ani není popsána v dostupné odborné literatuře, je cílem této práce získat základní poznatky o součiniteli adheze a součiniteli tření vybraných typů VDZ a různých materiálů používaných pro zhotovení VDZ.

2 SOUČASNÝ STAV

Existuje mnoho studií zabývajících se vodorovným dopravním značením. Velký počet výzkumů je zaměřen na chemické složení materiálů používaných pro VDZ. Většina z nich se zabývá problematikou trvanlivosti VDZ zaměřenou na úpravu chemického složení s cílem dosáhnout co nejdélejší životnosti, resp. nejlepších funkčních vlastností značení. Jiné studie se zabývají navrhováním nových komponent hmot, aby výsledné VDZ bylo šetrnější k životnímu prostředí. [2]

Další projekt byl zaměřen na speciální materiál určený pro VDZ, a to folii vyrobenou ze stlačitelného materiálu, jež má kromě retroreflexních vlastností také lepší protismykové vlastnosti zajištěné vyčnívajícími prvky. Systém je navržen tak, aby byl v zimním období schopen odolávat namáhání, které je způsobeno sněhovými pluhy odstraňujícími sníh z povrchu vozovky. Při nárazu pluhu na folii vyčnívající prvky klesnou do stlačitelného materiálu, čímž se zabrání jejich poškození. [3]

Mnoho pracovních skupin evropských technických výborů zaměřených na tvorbu norem (CEN/TC), Evropské silniční federace (ERF), ale i odborných článků se zabývá otázkou bezpečnosti silničního provozu a s tím spojeným snižováním dopravní nehodovosti. Každý zainteresovaný subjekt se snaží najít efektivní a ekonomicky výhodné řešení. V mnoha případech to může být právě aplikace vhodného vodorovného dopravního značení, viz následující příklad.

Pan Samuel G. Charlton z univerzity na Novém Zélandu se věnoval problematice směrových oblouků na pozemních komunikacích z hlediska vysoké dopravní nehodovosti, jako zásadnějším faktoru ve srovnání se šířkou pozemní komunikace nebo dodržováním odstupů mezi vozidly. Nehodovost ve směrových obloucích je většinou přisuzována řidičovu selhání, které je způsobeno kombinací třech problémů. Jedná se o nedostatečnou pozornost řidiče, nesprávné odhadnutí rychlosti vozidla při daném zakřivení směrového oblouku a špatné označení jízdních pruhů. Aby se zjistilo, jak velkou roli hrají jednotlivé faktory při nehodovosti ve směrových obloucích, byly v rámci výzkumu srovnány dva typy opatření, které byly testovány na simulátoru. Prvním z nich byla kombinace několika výstražných značek umístěných před směrovým obloukem, které mají řidiče upozornit na směrový oblouk, jejichž cílem je snížení rychlosti vozidla. Ve druhém opatření byla zahrnuta kombinace VDZ „herringbones“ (VDZ, čáry šikmé k vodící a dělicí čáře, **Obr. č. 3**) a „rumble strips“ (pravidelně vyfrézovaný povrch vozovky doplněný o VDZ, **Obr. č. 1**), která má rovněž zajistit snížení rychlosti a dále udržet vozidla v jízdním pruhu při projíždění směrovými oblouky. Na základě dosažených výsledků bylo možné konstatovat, že nejefektivnější z hlediska snížení rychlosti při průjezdu směrovým obloukem bylo použití „rumble strips“ a z hlediska vedení v jízdním pruhu „herringbones“. Použití výstražných značek upozorňujících na směrový oblouk bylo efektivní pro

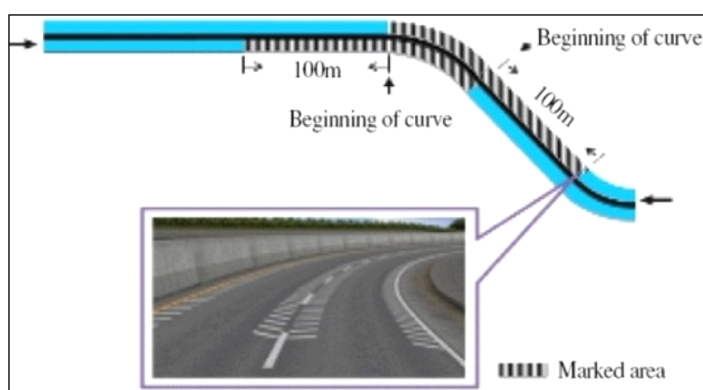
snížení rychlosti pouze ve spojení s opakovaně umístěnými „chevron signs“ (dopravní zařízení Z3, **Obr. č. 2**). Z tohoto výzkumu vyplynulo, že použití kombinace „herringbones“ a opakování „chevron signs“ dokáže zajistit požadované snížení rychlosti a dobré vedení vozidel v jízdách pruzích. Tento výzkum je dalším důkazem toho, že správné použití vhodného vodorovného dopravního značení snižuje nehodovost, čímž přispívá ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu. [1]



Obr. č. 1 "Rumble strips" [22]



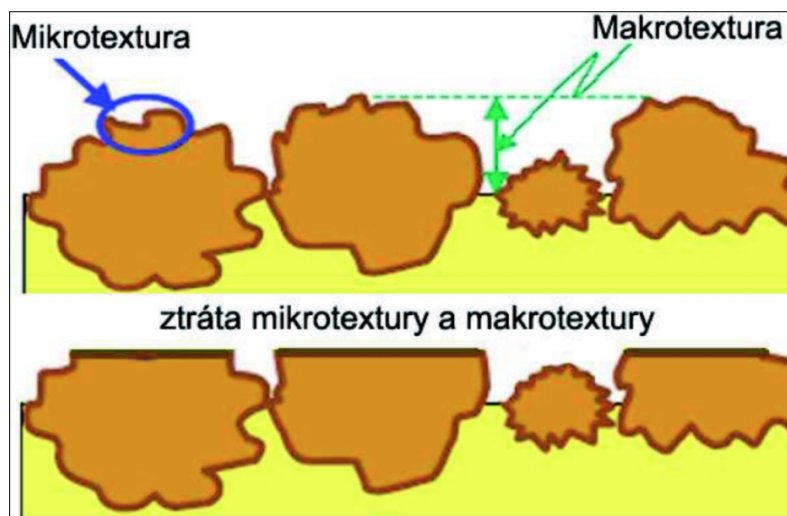
Obr. č. 2 "Chevron sign" [21]



Obr. č. 3 "Herringbones" [20]

V oblasti VDZ existuje mnoho předpisů, a to nejen evropských norem, ale i národních norem a také technických předpisů Ministerstva dopravy a Ředitelství silnic a dálnic. Nejdůležitější z hlediska požadavků na vodorovné dopravní značení jsou normy ČSN EN 1436 a ČSN 73 7010. Specifikované požadavky jsou zde vyjádřeny parametry, které představují rozdílné charakteristiky VDZ, a které musí být splněny po celou dobu funkční životnosti značení. Jedním ze základních parametrů je součinitel tření zjišťovaný kyvadlem, který ale poskytuje informace pouze o mikrotextuře povrchu VDZ. Protismykové vlastnosti jsou dány nejen mikrotexturou, ale i makrotexturou povrchu, která se však na VDZ nezjišťuje. Mikrotextura je určena souhrnem výstupků na jednotlivých zrnech kameniva vozovky s charakteristickými rozměry menšími než 0,5 mm. Oproti tomu makrotextura je tvořena hrubými a jemnými frakcemi kameniva

s charakteristickými rozměry 0,5 mm až 50 mm a je dána souhrnem všech prohlubní, které jsou na povrchu vozovky. Rozdíl mezi makrotexturou a mikrotexturou je znázorněn na **Obr. č. 4**.



Obr. č. 4 Rozdíl mezi mikrotexturou a makrotexturou [19]

3 VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ

Vodorovné dopravní značení slouží k usměrňování provozu na pozemních komunikacích a k optickému vedení řidiče. Zajišťuje dobré vnímání dopravního prostoru, poskytuje řidičům povědomí o jasné hranici vozovky a v neposlední řadě zvyšuje bezpečnost silničního provozu. [4]

3.1 ROZDĚLENÍ VDZ

VDZ lze dle účelu rozdělit na značení stálé a přechodné. Stálé VDZ slouží k usměrňování a organizaci provozu na pozemních komunikacích a jeho funkční životnost by měla být co nejdelší. Přechodné VDZ slouží k vyznačení přechodné změny místní úpravy provozu a jeho funkční životnost by měla být shodná s dobou trvání prací na pozemních komunikacích. Dle dosažené noční viditelnosti se VDZ dá rozdělit na značení typu I a typu II. [4] [5]

3.1.1 Vodorovné dopravní značení typ I

VDZ typu I je značení, u kterého není zajištěna noční viditelnost v podmínkách za vlhka a deště. Tento typ značení je prováděn zejména z barev. Při provádění tohoto typu značení je na hmotu nanášen materiál na dodatečný posyp. V podmínkách za vlhka a za deště se na povrchu tohoto značení vytváří vodní film, který výrazně snižuje noční viditelnost (retroreflexi). Z toho vyplývá, že za takových povětrnostních podmínek není splněna noční viditelnost. Použití tohoto typu značení je zejména na komunikacích II. a III. třídy. [4] [5]



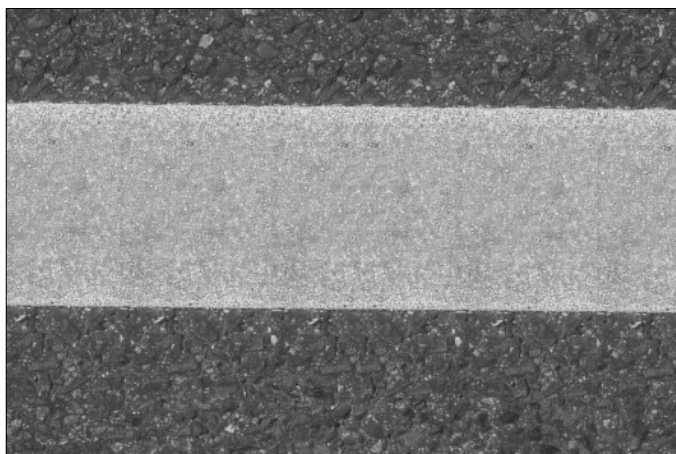
Obr. č. 5 Příklad VDZ typ I [vlastní]

3.1.2 Vodorovné dopravní značení typ II

VDZ typu II je značení, u kterého je splněn požadavek na noční viditelnost v podmínkách za vlhka a za deště. Tento typ značení je prováděn z plastických materiálů a z předem připravených

materiálů. Značení je provedeno tak, že části značení s materiálem na dodatečný posyp vyčnívají z povrchu značení a tím i z vodního filmu, který se na značení může vytvářet v podmínkách za vlhka a za deště. Čímž je zlepšena noční viditelnost i v těchto povětrnostních podmínkách a noční viditelnost je splněna. Tento typ značení se používá na dálnicích, silnicích pro motorová vozidla, silnicích I. třídy a místních rychlostních komunikacích.

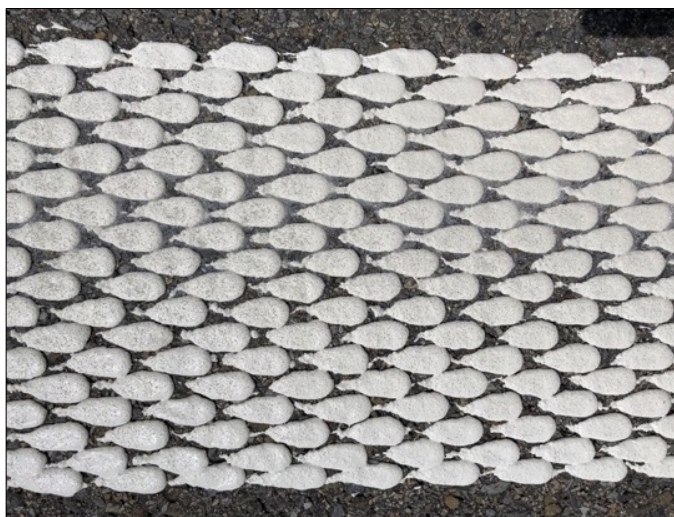
VDZ typu II se dle způsobu provedení může dělit na značení hladké, profilované, strukturální či kombinace strukturálního a profilovaného.



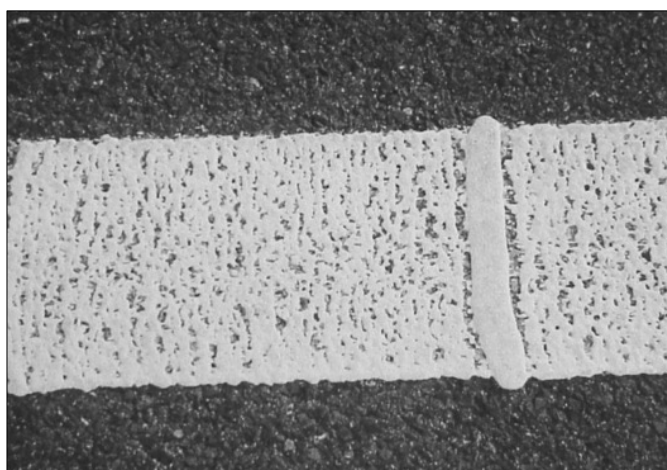
Obr. č. 6 Příklad VDZ typ II - hladké provedení s velkými zrny balotiny [5]



Obr. č. 7 Příklad VDZ typ II – strukturální provedení [vlastní]



Obr. č. 8 Příklad VDZ typ II - profilované provedení [vlastní]



Obr. č. 9 Příklad VDZ typ II - kombinace provedení profilovaného a strukturálního [5]

3.2 MATERIÁLY PRO VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ

VDZ je tvořeno hmotou a materiálem na dodatečný posyp, značení může být provedeno užitím různých materiálů.

3.2.1 Hmoty

- **Barvy (rozpuštědlové, vodouředitelné)** - Barva může být dodávána jako jednosložkový nebo vícesložkový systém. Barva zasychá po aplikaci vhodným nástrojem odpařením rozpouštědla nebo chemickým procesem, vytváří se kohezivní film. Záruční doba barev je 1 až 2 roky.
- **Plastické materiály nanášené za studena** - Jsou dodávány v jednosložkové nebo vícesložkové formě. V závislosti na typu systému jsou složky smíchány v různých

poměrech a nanášeny vhodným zařízením. Kohezní vrstva se vytváří chemickým procesem. Záruční doba se pohybuje od 3 do 5 roků.

- **Termoplastické materiály** – Jsou bezrozpouštědlové materiály. Mohou být dodávány ve formě granulí, prášku, kusů. Materiály se zahřejí až do roztavení, a poté jsou nanášeny vhodným zařízením. Kohezní vrstva se vytváří ochlazením. Záruční doba je 3 až 4 roky.
- **Předem připravené materiály (fólie, termoplasty, plastické materiály nanášené za studena)** – přilnutí předem připravených materiálů k podkladu je zajištěno prostřednictvím tepla, tlaku, lepidel nebo jejich kombinací. Jejich záruční doba je 4 až 5 roků. [4] [5] [6]

3.2.2 Materiál na dodatečný posyp

Na všechny hmoty pro VDZ se bezprostředně po jejich aplikaci nanáší materiál na dodatečný posyp. Může to být balotina nebo směs balotiny a protismykových přísad, případně jen protismykové přísady. Výjimkou jsou některé předem připravené materiály, na které je materiál na dodatečný posyp aplikován již při výrobě.

- **Balotina** – Jsou to průhledné skleněné kuličky, které zajišťují noční viditelnost pomocí zpětného odrazu světla reflektorů vozidla směrem k řidiči. Balotina se dělí dle technologie použití, účelu použití, zrnitosti.
- **Protismykové přísady** – Jsou to tvrdá transparentní/neprůhledná zrna přírodního nebo umělého původu. Používají se pro zajištění protismykových vlastností VDZ. (Cristobalit, Korund, Drcené sklo). [4] [5] [6]

3.3 PARAMETRY VODOROVNÉHO DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ A JEJICH ZKOUŠKY DLE ČSN EN 1436 A ČSN 73 7010

Normy ČSN EN 1436 a ČSN 73 7010 definují požadavky, které musí VDZ splňovat během své funkční životnosti. Tyto požadavky jsou vyjádřeny parametry představujícími různé charakteristiky VDZ. V následujících podkapitolách je uveden stručný popis všech parametrů a zkušebních metod, podrobněji jsou popsány parametry měřené v rámci diplomové práce.

3.3.1 Noční viditelnost (Retroreflexe R_L)

Noční viditelnost je vyjádřena měrným součinitelem svítivosti, udává se v jednotkách $\text{mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. Určuje viditelnost VDZ tak, jak je značení viděno řidiči motorových vozidel při osvětlení světlomety jejich vozidel. [5] [7]

Norma ČSN 73 7010 definuje minimální hodnoty retroreflexe, které VDZ musí splňovat, a to v podmínkách za sucha i vlhka. Minimální hodnoty závisí na typu VDZ (stálé, přechodné) a také na barvě VDZ (bílá, žlutá). Naměřené hodnoty v rámci diplomové práce budou posuzovány s minimální požadovanou hodnotou při zkoušení na zkušebním úseku, $R_L \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. [5] [7]

Popis zkoušky:

Účelem této zkoušky je zjištění zpětného odrazu za podmínek, které simulují zrakový výjem řidiče za volantem motorového vozidla při pozorování VDZ za jízdy v noci. Geometrie světelných paprsků, při kterých je prováděno měření, je pro úhel osvitu $1,24^\circ$, pro úhel pozorování $2,29^\circ$. Měřená plocha má šířku 45 mm a délku 200 mm, přičemž na šípkách, příčných čarách a symbolech se provádí měření na 5 bodech, na přechodech pro chodce na 3 bodech každé čáry, a to v souladu s TP 70. Na přechodech pro chodce se z jednotlivých měření vypočítá aritmetický průměr pro každou čáru. Na podélných čarách na zkušebním úseku se provádí měření v souladu s ČSN EN 1824. [5] [18]

Měření může být prováděno při teplotách 0° C až 45° C . Před začátkem měření je potřeba provést kalibraci přístroje, tato kalibrace se provádí ve dvou krocích pomocí kalibrační jednotky. Pro měření se vybírají zkušební místa čistá (bez znečištění blátem, brzdnými stopami kol vozidel apod.). Při měření za vlhka se použije čistá voda (min. 3 l), která se na vzorek nalévá z výšky cca 0,3 m nad povrchem, voda se rozlévá rovnoměrně tak, aby došlo ke krátkodobému zaplavení vodou. Měření se provádí (60 ± 5) s po nalití vody. [18]



Obr. č. 10 Retroreflektometr LTL – X [vlastní]

3.3.2 Denní viditelnost

Denní viditelnost je vyjádřena součinitelem jasu Qd a představuje viditelnost VDZ tak, jak je značení viděno řidiči motorových vozidel za typického nebo průměrného denního světla, nebo při umělém osvětlení pozemní komunikace. Udává se v jednotkách $\text{mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. V normě ČSN 73 7010 jsou uvedeny minimální požadované hodnoty na denní viditelnost, které musí být splněny v podmínkách za sucha. Zkouška se provádí reflektometrem QD 30. [5] [7]



Obr. č. 11 Retroreflektometr QD 30 [vlastní]

3.3.3 Drsnost

Drsnost je vlastnost povrchu VDZ daná jeho texturou, je vyjádřena součinitelem tření. Hodnota součinitele tření zjištěná kyvadlem je veličina vyjadřující ztrátu kinetické energie při tření standardní pryžové patky kyvadla po zkoušeném povrchu VDZ. Tato zkouška se používá pouze pro VDZ v provedení hladkém a s nízkým stupněm textury. Lze použít i jiné zkušební metody, pokud simulují chování pneumatiky na povrchu vozovky v podmínkách za vlhka a korelují s metodou měření kyvadlem. V ČSN 73 7010 jsou uvedeny minimální požadované hodnoty součinitele tření zjištěné kyvadlem pro VDZ. Naměřené hodnoty součinitele tření na zkušebním úseku v rámci diplomové práce jsou posuzovány s minimální požadovanou hodnotou součinitele tření, $\text{SRT} \geq 45$. [5] [7]

Popis zkoušky

Zařízení k měření součinitele tření (kyvadlo) simuluje provozní vlastnosti brzdícího vozidla s pneumatikami s dezénem pomocí zablokovaných kol při rychlosti 50 km/h na vlhké vozovce.

Účelem zkoušky je zjištění součinitele tření povrchu VDZ. Zkouška se provádí kyvadlem opatřeným na volném konci ramene kyvadla pryžovou třecí patkou. Po uvolnění ramene kyvadla z vodorovné polohy se zjišťuje ztráta kinetické energie způsobená třením patky po specifikované délce prokluzu mokrého povrchu VDZ, výsledek měření je vyjádřen v jednotkách SRT (skid resistance tester). Místa měření a počet měřených bodů jsou specifikovány objednatelem podle TP 70. Naměřené hodnoty součinitele tření se opraví korekcí zjištěnou podle naměřené teploty navlhčeného povrchu VDZ, a tímto způsobem se získá požadovaná hodnota součinitele tření zjištěného kyvadlem SRT. [24]



Obr. č. 12 Kyvadlový přístroj TRRL [vlastní]

3.3.4 Barva

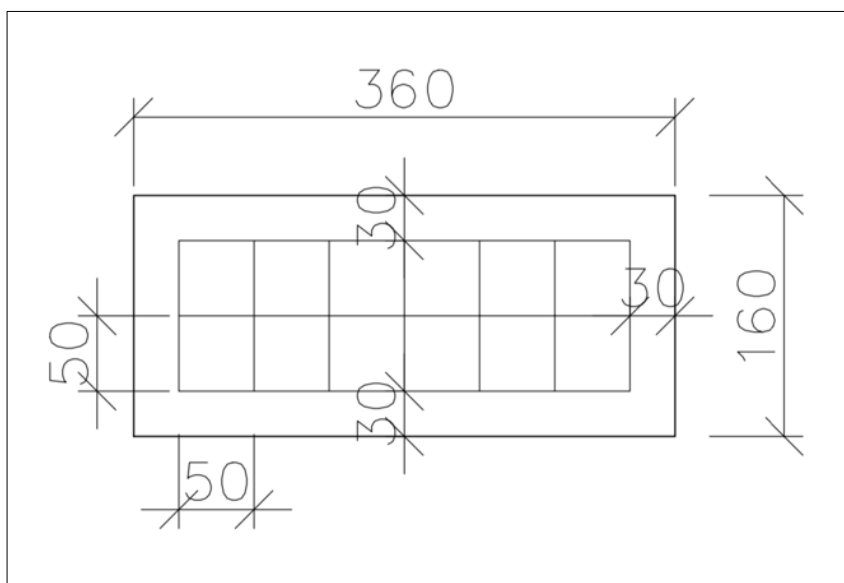
Barva je v prostoru matematicky definována trichromatickými souřadnicemi. Trichromatické souřadnice x, y slouží k určení barevné jakosti světla v kolorimetrickém trojúhelníku CIE (množina bodů, kde každý bod definuje svými souřadnicemi určitou chromatičnost). V normě ČSN 73 7010 jsou definovány souřadnice bodů, které vymezují oblast (pro VDZ barvy bílé/žluté), ve které se musí nacházet naměřené trichromatické souřadnice x, y VDZ. [4] [5] [6]



Obr. č. 13 Spektrofotometr Minolta [vlastní]

3.3.5 Index opotřebení

Vyjadřuje míru zakrytí povrchu pozemní komunikace plochou zbývajícího VDZ. Index opotřebení je stanoven na základě hodnocení stavu VDZ pomocí fotografií jednotlivých oblastí VDZ. Měřicí mřížka rozděluje měřenou oblast na 12 totožných čtverců, následně se stanovuje míra opotřebení VDZ v každém čtverci, poté se dopočítává výsledný index opotřebení. V normě ČSN 73 7010 je uveden požadavek na hodnotu indexu. [4] [5] [6]



Obr. č. 14 Měřicí mřížka [vlastní]



Obr. č. 15 Měřicí mřížka na VDZ [vlastní]

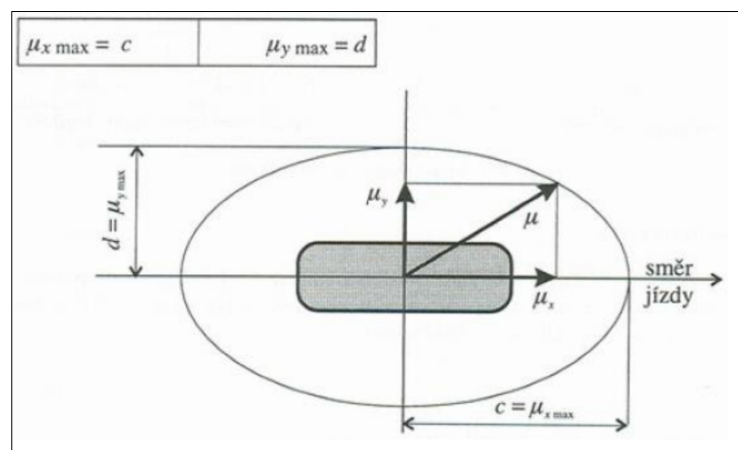
4 ADHEZE A TŘENÍ

4.1 ADHEZE

Součinitel adheze je označován jako schopnost přenosu tečných sil ve styku dvou rozdílných povrchů bez smýkání (zjednodušeně řečeno je to schopnost dvou materiálů k sobě přilnout). Adhezi je možné také popsat jako vlastnost materiálu způsobující přilnavost k jiným materiálům tím, že dochází k dočasnému molekulovému spojení mezi dvěma povrchy. V silniční dopravě se jedná o styk pneumatiky s povrchem vozovky, adheze tedy reprezentuje míru interakce pneumatiky a povrchu vozovky a je vyjádřena součinitelem adheze. [8] [9]

Adheze pneumatiky na vozovce je podmíněna mikro i makro texturou povrchu vozovky, účelně vytvořenými výstupky dezénu pneumatiky a přisáváním dezénu k vozovce. [11]

Velikost součinitele adheze μ dosahuje různých hodnot, u nejčastěji používaných povrchů pozemních komunikací se pohybuje přibližně v rozmezí 0,3 – 1,0. Velikost součinitele adheze je však závislá na mnoha faktorech, viz další kapitoly. Pro zobrazení mezní hodnoty součinitele adheze se používá tzv. adhezní elipsa, která zobrazuje využitelnou adhezi v podélném a příčném směru. Výsledná hodnota součinitele adheze pneumatiky k vozovce je vektorový součet využitelné adheze v podélném a příčném směru, což je zároveň mezní hodnota součinitele adheze, která nesmí být překročena. [23]



Obr. č. 16 Adhezní elipsa [23]

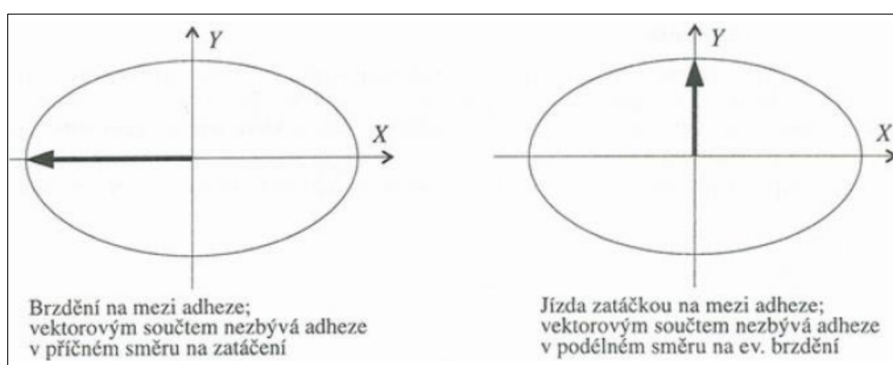
Velikost výsledného součinitele adheze je dána následujícím vztahem:

$$\frac{\mu_x}{c} + \frac{\mu_y}{d} = 1 \quad (1)$$

Velikost výsledné adhezní síly je dána následujícím vztahem, kde μ je součinitel adheze a G_k je zatížení kola.

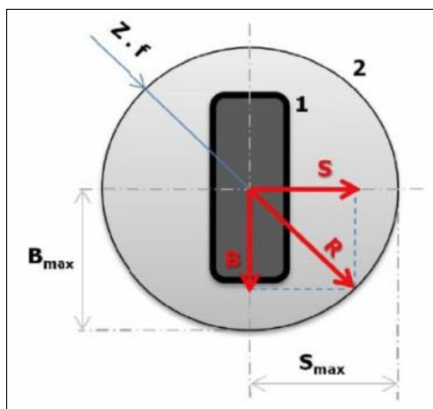
$$F_{ad} = G_k * \mu \quad (2)$$

Z adhezní elipsy tedy vyplývá, že pokud by byla veškerá adheze využita při brzdění, tedy na zpomalení v podélném směru, už by nezbyla žádná adheze pro příčný směr, tedy pro vedení vozidla. A to stejné platí obráceně, např. při jízdě směrovým obloukem by se využila veškerá adheze pro vedení v příčném směru (na zatáčení) a ke zpomalení v podélném směru (brzdění) by už žádná adheze nezbyla, viz následující **Obr. č. 17.** [23]



Obr. č. 17 Adhezní elipsa - mezní využitelnost v podélném a příčném směru [23]

Rozdělení sil v příčném a podélném směru z hlediska využitelné adheze znázorňuje Kammova kružnice. Adheze určuje velikost sil, které je možné přenést z pneumatiky na vozovku. V podélném směru (ve směru jízdy) dochází k přenosu sil při zrychlení a zpomalení, tato síla je na **Obr. č. 18** označena písmenem B. V příčném směru dochází k přenosu sil při působení boční síly na vozidlo (např. při průjezdu směrovým obloukem), síla je označena písmenem S. Celková síla přenášená na vozovku je tedy dána geometrickým součtem sil působících v podélném a příčném směru, na **Obr. č. 18** označena písmenem R.



- S... boční síla
- S_{max} ... max. možná boční síla
- B... zrychlování/ zpomalování
- B_{max} ... max. možná síla na zrychl./ zpomal.
- R... výslednice sil
- 1... pneumatika
- 2... poloměr Kammovy kružnice

Obr. č. 18 Kammova kružnice [12]

Na vozidlo pohybující se přímočarým pohybem po rovině působí setrvačná síla F_{set} (síla, která se snaží udržet vozidlo v rovnoměrném pohybu) a síla třecí F_T (síla, která působí proti směru pohybu vozidla). Z podmínky rovnováhy sil ve směru rovnoběžném s vozovkou platí:

$$F_T = F_{set} \quad (3)$$

kde F_T je třecí síla, vyjádřena následujícím vztahem:

$$F_T = F_N * f \quad (4)$$

kde f je součinitel tření, pro styk otáčejícího se kola s vozovkou bývá ve vztahu místo součinitele tření f používán součinitel adheze μ [bezrozměrná veličina], F_N [N] je normálová síla působící na styku kola s vozovkou a je rovna síle tíhové F_G [N]:

$$F_N = F_G = m * g \quad (5)$$

kde g je tíhové zrychlení [$g = 9,81 \text{ m/s}^2$].

A síla F_{set} (setrvačná síla) je dle druhého pohybového zákona vyjádřena následujícím vztahem:

$$F_{set} = m * a \quad (6)$$

kde a je zrychlení/ zpomalení [m/s^2].

Po dosazení do vztahu (3) dostáváme:

$$m * g * \mu = m * a \quad (7)$$

Z rovnice (7) je možné vyjádřit maximální dosažitelné zpomalení/zrychlení při znalosti součinitele adheze:

$$a \leq \mu * g \quad (8)$$

nebo naopak při znalosti velikosti zpomalení/zrychlení lze zjistit hodnotu součinitele adheze, za předpokladu využití maximální možné adheze v podélném směru pro brzdění nebo v příčném směru pro boční vedení:

$$\mu = \frac{a}{g} \quad (9)$$

Ze vztahu (7) vyplývá, že: „teoreticky maximální zpomalení nezávisí na hmotnosti vozidla. Toto ale platí jen v případě, že jsou všechna kola zablokována, nebo je zatížení náprav v relaci s tangenciální brzdou silou, kterou v daném okamžiku vyvine mechanismus brzdy na obvodu kola.“ [23, str. 349]

V **Tab. č. 1** jsou uvedeny hodnoty součinitele adheze pro různé povrchy a v **Tab. č. 2** jsou uvedeny hodnoty součinitele adheze na povrchu vozovky za různých podmínek.

Tab. č. 1 Součinitel adheze na různém povrchu [23]

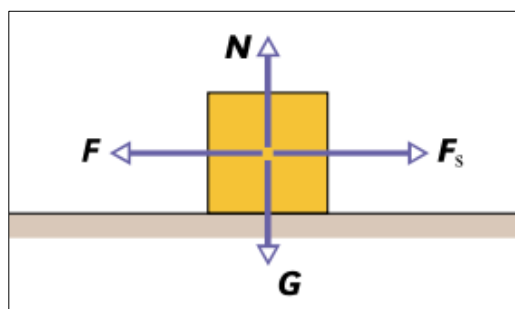
Povrch vozovky		Součinitel adheze
beton	suchý	0,8 - 1,0
	mokrá	0,5 - 0,8
asfalt	suchý	0,6 - 0,9
	mokrá	0,3 - 0,8
dlažba	suchý	0,6 - 0,9
	mokrá	0,3 - 0,5
makadam	suchý	0,6 - 0,8
	mokrá	0,3 - 0,5
polní cesta	suchý	0,4 - 0,6
	mokrá	0,3 - 0,4
tráva	suchá	0,4 - 0,6
	mokrá	0,2 - 0,5
hluboký písek		0,2 - 0,4
sníh		0,2 - 0,4
náledí	0	0,05 - 0,10
	-10	0,08 - 0,15
	-20	0,15 - 0,20

Tab. č. 2 Součinitel adheze v závislosti na různých povětrnostních podmínkách, pro cementobetonový kryt za sucha [17]

Rychlost vozidla [km/h]	Stav pneumatik	Povrch vozovky SUCHÝ	Povrch vozovky MOKRÝ (vrstva vody cca 0,2 mm)	Povrch vozovky MOKRÝ-hustý déšť (vrstva vody cca 1 mm)	Povrch vozovky MOKRÝ-louže (vrstva vody cca 2 mm)	Povrch vozovky LED
50	Nová	0,85	0,65	0,55	0,5	0,1 a méně
	Opotřebená	1	0,5	0,4	0,25	
90	Nová	0,8	0,6	0,3	0,05	-
	Opotřebená	0,95	0,2	0,1	0,05	
130	Nová	0,75	0,55	0,2	0	-
	Opotřebená	0,9	0,2	0,1	0	

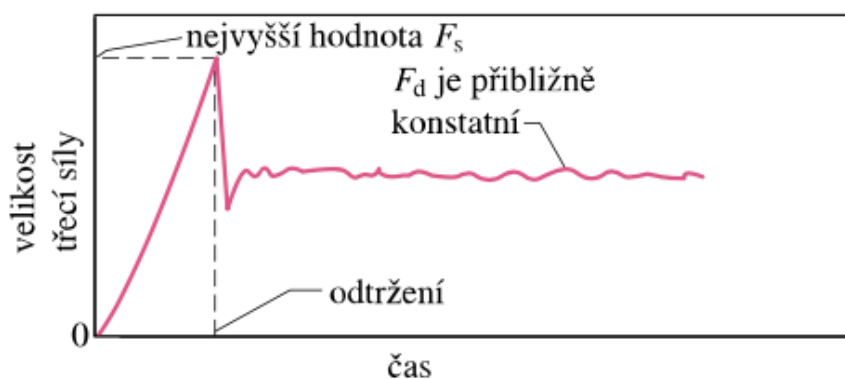
4.2 TŘENÍ

Tření je jev, ke kterému dochází při posouvání nebo valení tělesa po podložce. Na styčné ploše mezi tělesem a podložkou vzniká síla působící proti směru pohybu, tato síla je nazývána třecí silou. Na **Obr. č. 19** se nachází těleso pohybující se po podložce. Na těleso působí síla F , proti které působí statická třecí síla F_s , normálová tlaková síla N , která je rovna tíhové síle G . Se vzrůstající silou F roste i statická třecí síla F_s .



Obr. č. 19 Těleso na podložce [14]

Jakmile síla F dosáhne určité hodnoty, těleso se utrhne (dojde ke skluzu), ztratí kontakt s podložkou a začne se urychlovat ve směru působící síly F . V tomto okamžiku se statická třecí síla mění v dynamickou třecí sílu F_d , která těleso brzdí. Dynamická třecí síla má menší velikost, než je nejvyšší přípustná hodnota statické třecí síly F_s a působí na těleso pouze při pohybu tělesa, oproti tomu statická třecí síla působí na těleso jen za klidu. Průběh třecí síly je znázorněn na následujícím obrázku **Obr. č. 20**. [14]



Obr. č. 20 Průběh třecí síly [14]

Velikost síly F_s dosahuje maximální hodnoty dané následujícím vztahem, kde f_s je koeficient statického tření a N je normálová tlaková síla, již působí podložka na těleso.

$$F_{s,max} = f_s * N \quad (10)$$

Velikost síly F_d je vyjádřena následujícím vztahem, kde f_d je koeficient dynamického tření a N je normální tlaková síla. Tuto velikost má dynamická třecí síla F_d v průběhu celého pohybu.

$$F_d = f_d * N \quad (11)$$

Koeficienty f_s a f_d jsou bezrozměrné veličiny, získávané experimentálně. Jejich hodnoty závisí na vlastnostech tělesa i podložky.

Obecně se součinitel tření f dá vyjádřit z následujícího vztahu:

$$F_T = f * N \quad (12)$$

$$f = \frac{F_T}{N} \quad (13)$$

Kde:

$N = G = m * g$, m ... hmotnost tělesa [kg], g ... tíhové zrychlení [$m * s^{-2}$]

F_T ... třecí síla [N]

Statické tření nachází uplatnění při stání vozidla ve svahu. Tření dynamické (smykové) se uplatní při jízdě automobilu v okamžiku, kdy se vozidlo dostane do smyku. Smyk je způsoben změnou prokluzu pneumatiky na skluz, což je způsobeno posouvajícími se elementy pneumatiky proti elementům vozovky na stykové ploše. [15]

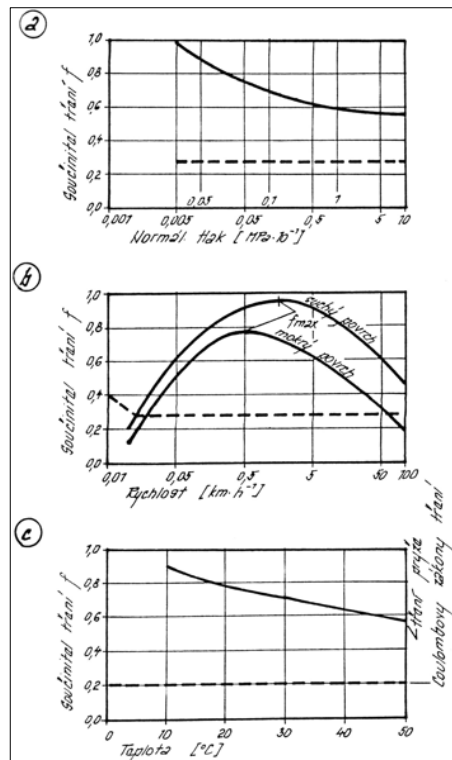
Tření pryže

Nejnámější historický obecný popis tření pochází od Ch. A. Coulomba. Jeho závěry lze shrnout takto: [16]

- k uvedení tělesa do skluzu je nutná větší síla než k udržení skluzu (tj. statický koeficient tření je větší než kinetická hodnota),
- koeficient tření je:
 - nezávislý na působícím zatížení,
 - nezávislý na rychlosti klouzání,
 - nezávislý na nominální ploše kontaktu,
 - nezávislý na charakteru materiálu v kontaktu.

Coulombovy zákony platí pro suché tření mezi běžnými víceméně tuhými materiály. Pro aplikaci na tření mezi pryží pneumatik a vozovkou je aplikace Coulombových zákonů nedostatečná.

Toto tvrzení je doloženo na následujícím obrázku **Obr. č. 21**, kde jsou grafy, které zobrazují závislost součinitele tření na různých parametrech. [10]



Obr. č. 21 Tření pryže a Coulombovy zákony tření v závislosti na různých parametrech [13]

Celkové tření pryže se skládá ze čtyř složek. Jsou jimi adhezní složka, hysterezní složka, viskózní složka a složka trhání.

Adhezní složka

Adheze je definována jako schopnost dvou různých materiálů k sobě přilnout, což je způsobeno přitažlivými silami mezi povrchovými molekulami těchto materiálů. Vliv adheze se nejvíce projeví na hladkém, suchém povrchu. Adheze závisí na velikosti stykové plochy. [11]

Hysterezní složka

Hysterezní síla je brzdná síla vznikající při klouzání pryžového vzorku po dokonale mazaném povrchu s hladkými výstupky. Tato složka má velký podíl na tření při velkých rychlostech klouzání po vodním filmu. [16]

Viskózní složka

Tato složka je vyvolávána přítomností vrstvy kapaliny mezi pneumatikou a vozovkou. Při dostatečné tloušťce této vrstvy dojde ke značnému snížení adheze pneumatiky. [16]

Složka trhání

Složka trhání je takovou složkou tření, která může vznikat v případě, že od pryže pneumatiky jsou odtrhávány tuhé částice. Tento proces se může objevit na znečištěných površích či površích, které mají výraznou makrotexturu (ostré výstupky na povrchu vozovky). [16]

V **Tab. č. 3** jsou uvedeny hodnoty součinitele tření pro různé kombinace materiálů na stykové ploše.

Tab. č. 3 Součinitel tření na různých površích [23]

Materiály stykových ploch	Hodnota tření
guma/asfalt - sucho	0,34 - 0,80
guma/asfalt - mokro	0,38 - 0,69
guma/dlažba - sucho	0,37 - 0,65
guma/dlažba - mokro	≈0,40
guma/beton čistý - sucho	0,61 - 0,74
guma/beton znečištěný - sucho	0,56 - 0,89
guma/beton - mokro	0,44 - 0,69
guma/náledí	0,10 - 0,20
guma/zmrzlý sníh	0,34 - 0,51
guma/cesta zemitá	0,63 - 0,68

4.3 ROZDÍL MEZI ADHEZÍ A TŘENÍM

Pojem adheze i tření se používá pro vyjádření poměrů přenosu sil ve stykové ploše elementů pryže běhounu pláště pneumatiky s povrchem vozovky, terénu či povrchem VDZ. [10]

- Pojem tření je používán pro vyjádření poměrů při smýkání.
- Pojem adheze je používán pro vyjádření poměrů bez posunů, či nepatrnými posuny ve stykové ploše při odvalování kola.

4.4 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ADHEZI

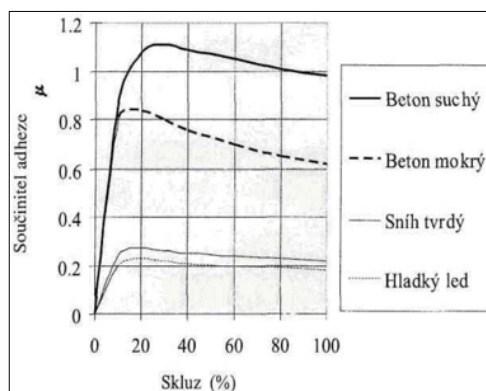
Velikost součinitele adheze závisí na mnoha faktorech, kterými jsou skluz kola, rychlost jízdy, množství vody na povrchu, makro a mikrotextura povrchu vozovky, dezén pneumatiky, složení pryže běhounu pneumatiky, huštění pneumatiky, teplota, stáří vozovky, znečištění vozovky, zatížení kola apod.

4.4.1 Skluz

Velikost skluzu pneumatik ovlivňuje vzájemné působení pneumatiky s vozovkou, tedy velikost součinitele adheze. Ke skluzu kola dochází, pokud je obvodová rychlost brzděného kola

menší než rychlost vozidla. Oproti tomu k prokluzu dochází v případě, že je obvodová rychlost kola větší než rychlost vozidla, např. při prudké akceleraci. [10]

Nejvyšších hodnot součinitele adheze v podélném směru je možné dosáhnout při velikosti skluzu 10–30 %, dle konstrukce pneumatiky a druhu dezénu. Pokud se kolo po povrchu odvaluje se skluzem větším, dochází k poklesu adheze. Nejmenší součinitel adheze je při stoprocentním skluzu, kdy dochází ke smyku a zablokování kola, viz následující obrázek. [10]

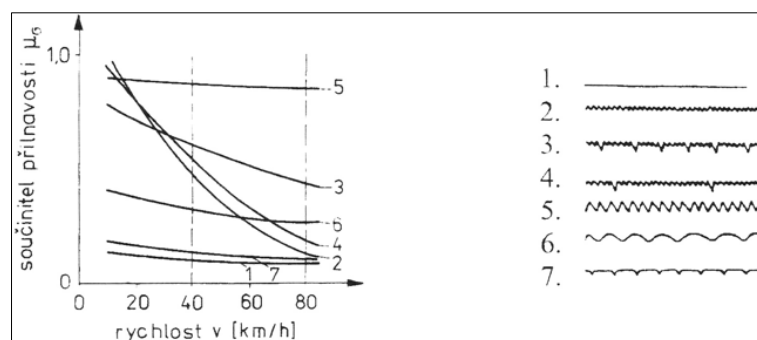


Obr. č. 22 Závislost součinitele adheze na skluzu [23]

4.4.2 Rychlost jízdy, makrotextura a mikrotextura

Na suché vozovce není hodnota součinitele adheze závislá na absolutní rychlosti, nýbrž je ovlivněna mírou skluzu kola. Oproti tomu na mokré vozovce hodnota součinitele adheze výrazně klesá se vzrůstající rychlostí. [10]

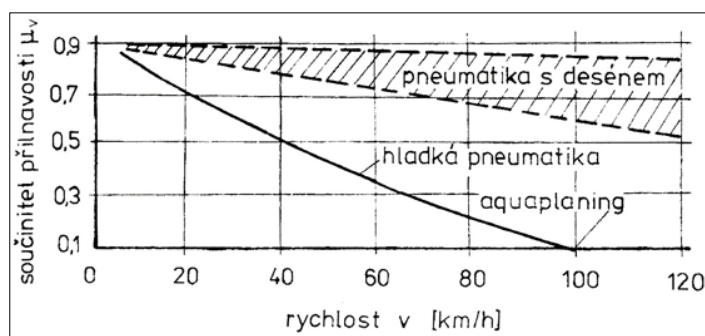
Velikost adheze při nízkých rychlostech do 20 km/h je dána zejména mikrotexturou. Makrotextura ovlivňuje velikost adheze při rychlostech vyšších, a to i z důvodu, že právě makrotextura definuje drenážní schopnosti odvádět vodu ze stykové plochy mezi pneumatikou a vozovkou, viz následující odstavec. Pokud je součinitel adheze nízký již při nižších rychlostech, je samozřejmé, že ani při vyšší rychlosti nebude vyhovující. Z následujícího obrázku je patrné, že hodnota součinitele adheze klesá rozdílně pro různé textury povrchu vozovky. [10]



Obr. č. 23 Velikost součinitele adheze v závislosti na rychlosti a různé textuře povrchu [25]

4.4.3 Množství vody

Pokud se nejedná o vozovku zaplavenou, tak tloušťka vodního filmu ovlivňuje součinitel adheze až při rychlostech nad 50 km/h. Při rychlosti větší než 50 km/h dochází k pronikání vodního klínu pod plochu běhounu a tím se zmenšuje styková plocha pneumatiky s vozovkou, až dojde k jejímu úplnému oddělení a vzniku tzv. aquaplaningu. Při jízdě po mokré vozovce musí profil pneumatiky narušit vodní film a vytlačit vodu ze stopy, aby neustále docházelo ke styku pneumatiky s vozovkou. Vliv profilu pneumatiky na vznik aquaplaningu je znázorněn na **Obr. č. 24**. [10] [25]

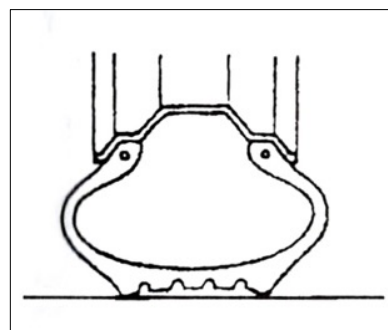
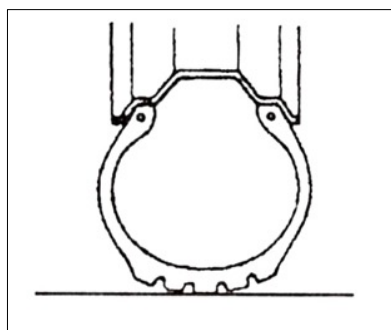


Obr. č. 24 Vliv profilu pneumatiky na vznik aquaplaningu [25]

4.4.4 Huštění pneumatiky

Huštění pneumatik je faktor, který ovlivňuje nejen životnost pneumatik ale i velikost součinitele adheze. Při mírném snížení přetlaku v pneumatice dochází ke zvětšení stykové plochy a za sucha to může vést ke zvětšení využitelné adhezní síly. Oproti tomu za mokra nelze jednoznačně určit vliv huštění na velikost adheze. [10]

Obecně lze říci, že při nesprávném huštění dochází ke snížení stykové plochy pneumatiky s vozovkou. Při podhuštění dochází k odlehčování střední části pneumatiky, při přehuštění se naopak nadzvedávají krajní části, viz **Obr. č. 25** a **Obr. č. 26**. [10] [26]



Obr. č. 25 Přehuštěná pneumatika [26] Obr. č. 26 Podhuštěná pneumatika [26]

5 CÍLE ŘEŠENÍ

V rámci provedené literární rešerše nebyly nalezeny žádné normy, technické předpisy ani odborná literatura, ve kterých by se pojednávalo o adhezi na VDZ či součiniteli podélného tření VDZ. Cílem této práce je získat základní poznatky o součiniteli adheze a součiniteli tření vybraných typů VDZ a různých materiálů používaných pro zhotovení VDZ.

Měření potřebná ke stanovení součinitele podélného tření a součinitele adheze byla doplněna o měření součinitele tření kyvadlem ke zjištění drsnosti VDZ a také měření měrného součinitele svítivosti ke stanovení retroreflexe (noční viditelnosti) VDZ – nejdůležitějšího parametru VDZ z hlediska jeho funkčnosti.

6 POUŽITÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE

Ke stanovení povrchových vlastností vozovek se v silničním stavitelství využívá mnoho zkušebních metod s využitím rozdílných měřicích zařízení. Pro účely této práce bylo nutné zvolit takové měřicí přístroje, které lze použít i pro měření povrchových vlastností VDZ. Jedná se o měření kyvadlem, pomocí kterého se získá součinitel tření vyjadřující mikrotexturu měřeného povrchu a měření multifunkčním zařízením TRT, které měří součinitel podélného tření povrchu a podélné nerovnosti.

V odvětví analýzy dopravních nehod se povrchové vlastnosti vozovky zjišťují zejména z důvodu potřeby znalosti brzdných schopností vozidel, nejčastěji se k tomu využívají brzdné zkoušky. Brzdné zkoušky jsou provedeny i v rámci této práce ke stanovení součinitele adheze na různých materiálech a typech VDZ. Při provádění brzdné zkoušky bylo využito zařízení XL Meter od společnosti Inventure, Performancebox a VBOX Video od firmy Racelogic.

Měření retroreflektometrem bylo provedeno ke zjištění noční viditelnosti VDZ, a to z důvodu, že se jedná o nejdůležitější parametr VDZ určující jeho funkčnost.

6.1 KYVADLO

Kyvadlem se zjišťuje součinitel tření. Naměřené hodnoty součinitele tření na zkušebním úseku v rámci diplomové práce jsou posuzovány s minimální požadovanou hodnotou součinitele tření, $SRT \geq 45$. Podrobnější popis je uveden v kapitole 3.3.3 Drsnost. [5] [7]



Obr. č. 27 Nastavení prokluzu třecí patky kyvadla před začátkem měření [vlastní]

Popis měření

Je uveden v kapitole 3.3.3 Drsnost.

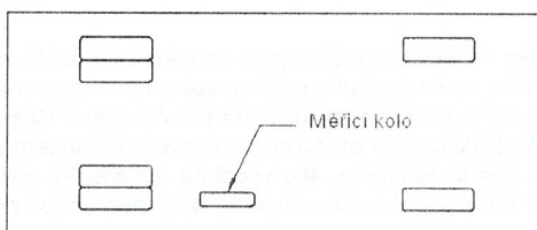
6.2 MULTIFUNKČNÍ ZAŘÍZENÍ TRT

Multifunkční zařízení TRT je české měřicí zařízení, které je podle normy ČSN 73 6177 národním referenčním zařízením pro měření součinitele podélného tření F_p . Kromě součinitele podélného tření měří zařízení TRT podélné nerovnosti povrchu vozovky vyjádřené mezinárodním indexem nerovnosti IRI. [30]



Obr. č. 28 Měřicí zařízení TRT [vlastní]

Měřicí zařízení TRT je umístěno ve speciálně upraveném nosném vozidle Ford Transit a umožňuje měření při rychlostech od 40 km/h do 120 km/h. Do nosného vozidla je namontován jednokolový paralelogramový závěs s měřicím kolem, které je rovnoběžné se směrem jízdy. Měřicí kolo je umístěné v levé jízdni stopě, viz **Obr. č. 29**. V horním rameni tohoto závěsu je umístěn tenzometrický snímač k měření vodorovné síly. Měřicí pneumatika je speciální hladká pneumatika ASTM bez dezénu, s rozměrem 4.00-8 dle ASTM E1551, nahuštěná na tlak $210 \pm 3 \text{ kPa}$ při 20° C . Vozidlo je vybaveno nádrží na vodu, jejíž součástí je zařízení pro dávkování vody, které zajišťuje skrápění povrchu vozovky před měřicí pneumatikou v celé šířce stopy měřicí pneumatiky. Množství vody je regulováno tak, aby při každé měřicí rychlosti byla tloušťka vodního filmu 0,5 mm ($\pm 8 \%$). [29] [31]



Obr. č. 29 Schéma zařízení pro měření součinitele podélného tření [28]

Zařízení TRT umožňuje měření součinitele podélného tření s použitím různého poměru skluzu od 1 % do 100 %, pro běžná měření se používá poměr skluzu 25 %. Nastavení statického zatížení měřicího kola lze nastavit v rozsahu od 700 N do 1300 N, pro běžná měření se používá statické zatížení 1000 N. Statické zatížení měřicího kola vyjadřuje přítlak měřicího kola k měřenému povrchu, tento přítlak je stabilizován hydraulickým systémem. Ve vozidle je umístěna kromě řídicí a regulační techniky také technika výpočetní, která umožňuje záznam a vyhodnocování měřených veličin v reálném čase. [29]



Obr. č. 30 Pohled na měřicí pneumatiku a trysku ke smáčení měřeného povrchu [vlastní]



Obr. č. 31 Vybavení nosného vozidla Ford Transit [vlastní]

Podstata zkoušky spočívá ve výpočtu součinitele podélného tření z poměru podélné síly potřebné k tažení měřicího kola po mokřém povrchu při daném poměru skluzu a svislé síly vyvolující přítlak měřicího kola k povrchu.

Popis měření

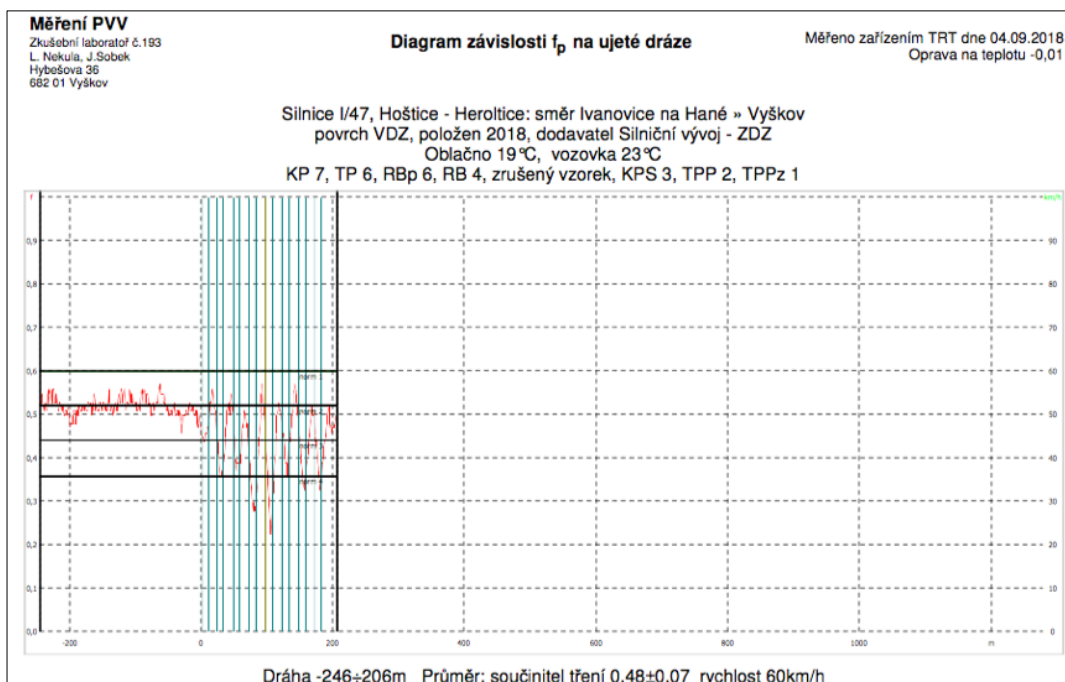
Měření lze provádět na libovolném úseku vozovky. Délka měřeného úseku by měla být minimálně 20 m. Zvolený úsek pro měření se v měřené stopě smáčí z kropícího zařízení umístěného ve vozidle, dle parametrů předepsaných výrobcem. Měřicí pneumatika je přitlačována k povrchu vozovky silou o předepsané velikosti. Zkoušený úsek se změří kontinuálně zvolenou rychlostí z výše zmíněného rozmezí. Je možné provádět měření v režimu různých rychlostí, tím je možné získat vztah mezi součinitelem tření a měřicími rychlostmi. [29]

Do počítače se zaznamená počasí, teplota vzduchu a teplota mokřé vozovky, která se používá pro přepočítání na nejnižší roční hodnotu součinitele tření. Získané hodnoty součinitele podélného tření se porovnávají s hodnotícím kritériem uvedeným v příloze A ČSN 73 6177 pro příslušnou rychlost a přiřadí se jim odpovídající klasifikační stupeň.

V předkládané diplomové práci se neměřil povrch vozovky, ale měření proběhlo na úsecích s různými druhy VDZ. Při měření přechodů, symbolů z termoplastu a vzorků na zkušebním úseku nebylo možné splnit požadavek na minimální délku měřeného úseku 20 m. S ohledem na to, že se hodnoty součinitele podélného tření zaznamenávají do paměti počítače v grafické i numerické podobě v intervalu 1 m (odečet hodnot je každých 25 cm a z nich se počítá průměrná hodnota na vzdálenost 1 m) je možné provést měření i na vybraných vzorcích VDZ. Proveditelnost měření zařízením TRT byla konzultována s odborníky.

Tab. č. 4 Klasifikační stupně dle normy ČSN 73 6177 [28]

Měřicí rychlost [km/h]	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	$F_p \leq 0,26$



Obr. č. 32 Ukázka grafického výstupu (závislost součinitele podélného tření na ujeté dráze) [32]

6.3 XL METER™ PRO

XL Meter™ je bateriově napájený přístroj, který se používá pro měření zrychlení/zpomalení, tzv. akcelerometr. Toto zařízení měří zrychlení v podélném a příčném směru (ve směru osy x a y). Normálně je podélné zrychlení ve směru osy x a příčné zrychlení ve směru osy y . Je zde však možnost tyto směry zaměnit, nicméně je potřeba to zohlednit při vyhodnocení, protože příčné zrychlení i zpomalení mohou být vyhodnoceny stejně. [27]

XL Meter™ se skládá ze tří částí: hlavní jednotky obsahující elektronickou část, vakuové přísavky a kloubového ramene.



Obr. č. 33 Měřicí zařízení XL Meter [27]

Kapacita paměti přístroje umožňuje uložit osm měření najednou, poté se musí přístroj připojit k nějakému úložišti, data stáhnout a následně se dá pokračovat v měření. Rozsah záznamu jednoho měření je 5x40 s (3x80 s), základní měřící rozsah zrychlení/zpomalení je 14 m/s^2 . [27]

Vzorkovací kmitočet zrychlení je 200 Hz, což znamená, že nová hodnota je zaznamenána každých 5 milisekund. Frekvence měření má také vliv na jeho přesnost. Čím vyšší tato frekvence je, tím je měření přesnější. [27]

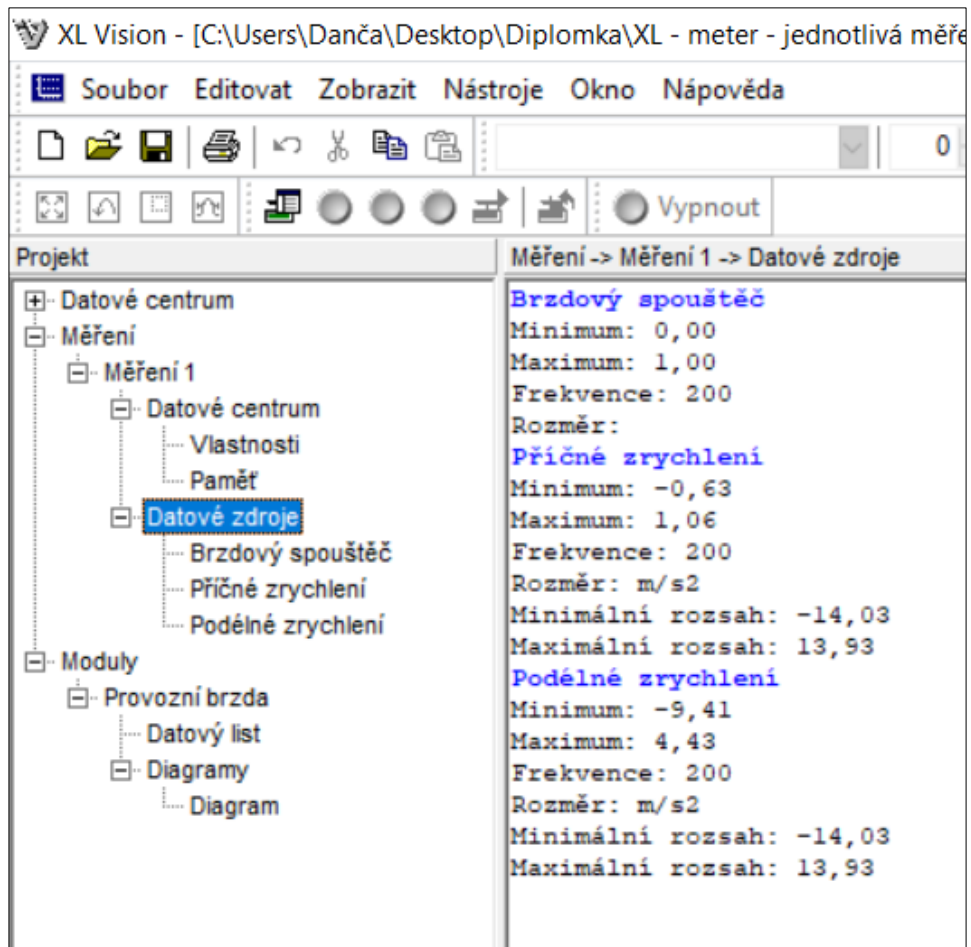
Popis měření

Pomocí vakuové přísavky se přístroj připevní na přední sklo vozidla a pro zapnutí se stiskne černé tlačítko, které je umístěné přímo na přístroji. V přístroji proběhne kontrola systému a poté následuje kalibrace. Následně je na displeji zobrazeno gravitační zrychlení ve směru měřících os přístroje (tedy ve směru osy x a y). Vozidlo by mělo stát na rovném povrchu. Pomocí nastavitelného ramene v horní části přístroje je potřeba zkalibrovat XL Meter™ na hodnotu co nejbližší $0,0 \text{ m/s}^2$, a to ve směru osy x i y . Po úspěšné kalibraci je možné stisknout červené nebo zelené tlačítko, pomocí kterého se dostaneme do nabídky Režim zobrazení. Následně se pomocí zeleného tlačítka vybere, do které paměťové pozice bude měření ukládáno, možnost výběru Měření 1 - Měření 8. Sběr dat neboli počátek měření se zahájí stiskem červeného tlačítka, naopak konec měření stiskem zeleného tlačítka. [27]

Pro další zpracování hodnot z měření se data přímo z přístroje stáhnou do počítače, kde se v programu XL Vision™ dále vyhodnocují. Program XL Vision™ umožňuje grafické zobrazení naměřených dat (zrychlení/zpomalení), program zobrazuje také průběh času, vzdálenosti. Naměřená data se z tohoto programu dají exportovat pomocí textového souboru do programu MS Excel pro další zpracování.



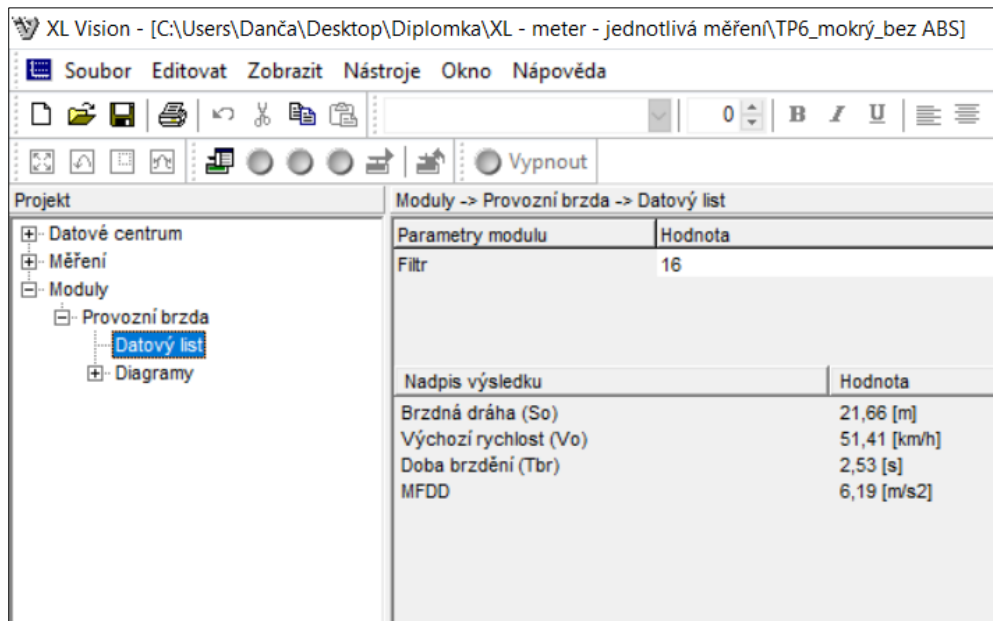
Obr. č. 34 Ukázka zobrazení naměřeného podélného zrychlení [vlastní]



Obr. č. 35 Ukázka zobrazení naměřených dat v programu XL VisionTM [vlastní]

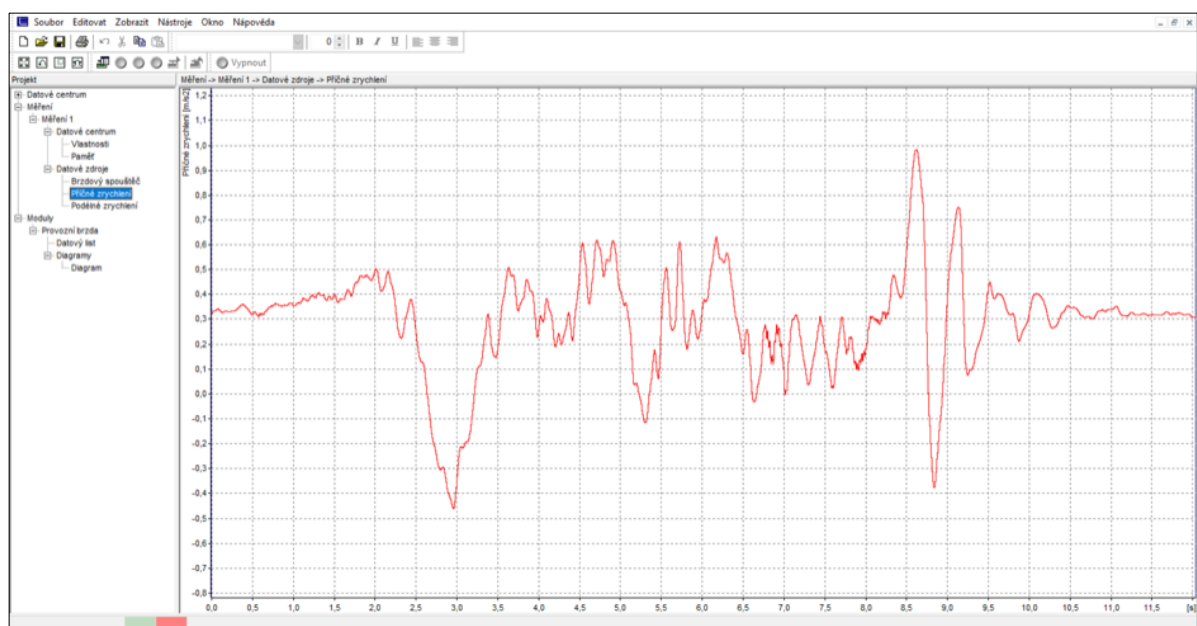


Obr. č. 36 Ukázka zobrazení naměřených dat v programu XL VisionTM [vlastní]



Obr. č. 37 Ukázka zobrazení naměřených dat v programu XL VisionTM [vlastní]

Pozn. MFDD je střední brzdné zpomalení, které bylo dosaženo při brzdění.



Obr. č. 38 Ukázka zobrazení naměřeného příčného zrychlení [vlastní]

6.4 RACELOGIC PERFORMANCEBOX

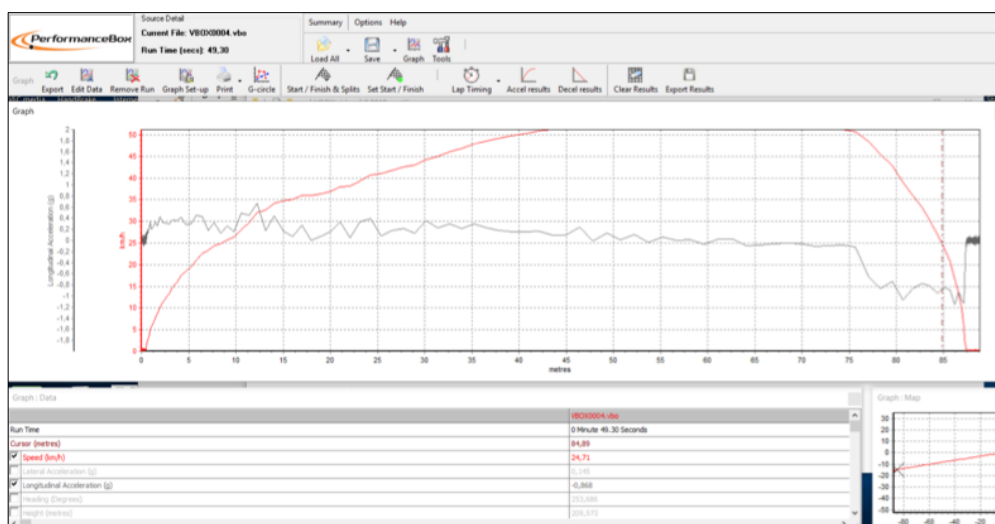
PerformanceBox je měřicí přístroj, který umožňuje měření rychlosti, času, brzdné dráhy, zpomalení a dalších parametrů. Zařízení funguje na základě vysoce výkonného GPS systému, všechny parametry měří s frekvencí 10 Hz. Performancebox zaznamenává rychlost s přesností $\pm 0,1$ Km/h a rozlišením 0,01 Km/h, vzdálenost s přesností $\pm 0,05$ % a rozlišením 0,01 m, čas s přesností $\pm 0,01$ s a rozlišením 0,01 s, zrychlení s přesností ± 1 % a rozlišením 0,01 G. [33]



Obr. č. 39 Přístroj PerformanceBox [33]

Popis měření

Zařízení se umístí pomocí přísavek na čelní sklo a spustí se, poté se 1-2 minuty čeká, než přístroj získá nejnovější satelitní informace. Přístroj je připraven k použití, jakmile z displeje zmizí obrázek satelitu. Performancebox zaznamenává měřená data, která se ukládají na paměťovou kartu desetkrát za vteřinu, kapacita paměťové karty je 4 GB. Data uložená na paměťovou kartu lze později podrobně analyzovat v softwaru Performance Tools a Circuit Tools, které jsou dodávány spolu s přístrojem. Přístroj musí být při měření zapojen do napájení vozidla.



Obr. č. 40 Ukázka zobrazení dat v programu Performance Tools (červená křivka – rychlost, šedá křivka – zpomalení/zrychlení [vlastní])

6.5 VBOX

VBOX je záznamové zařízení, které obsahuje dvojici kamer a tím umožňuje zobrazení integrovaného obrazu v obraze. Video se zaznamenává rychlostí 30 snímků za sekundu, grafika se zaznamenává v reálném čase a ve vysokém rozlišení 1080 p. V předkládané práci je při měření jedna kamera umístěna na střechu vozidla a jedna na přední dveře vozidla tak, aby byl umožněn pohled na pneumatiku po celou dobu měření, viz **Obr. č. 42**.



Obr. č. 41 Záznamové zařízení VBOX [34]



Obr. č. 42 Umístění kamer při měření na vozidle [vlastní]



Obr. č. 43 Pohled na pneumatiky použité při provádění brzděné zkoušky – Continental, ContiPremium Contact 5, 195/65 R 15 [vlastní]



Obr. č. 44 Ukázka zobrazení videozáznamu z VBOX [vlastní]

6.6 RETROREFLEKTOMETR

Retroreflektometr se využívá k měření měrného součinitele svítivosti [$\text{mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]. Tímto součinitelem je vyjádřena noční viditelnost (retroreflexe) VDZ. Naměřené hodnoty v rámci diplomové práce budou posuzovány s minimální požadovanou hodnotou při zkoušení na zkušebním úseku, $R_L \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. Podrobnější popis je uveden v kapitole 3.3.1 Noční viditelnost (Retroreflexe RL). [5] [7]



Obr. č. 45 Retroreflektometr LTL - X [vlastní]

Popis měření

Je uveden v kapitole 3.3.1 Noční viditelnost (Retroreflexe RL).

7 VLASTNÍ ŘEŠENÍ

Vzhledem k tomu, že VDZ je možné zhotovit z odlišných materiálů a v různém provedení (viz předchozí kapitoly), bylo potřeba vytvořit co nejširší spektrum různorodých vzorků, na kterých byla v rámci předkládané diplomové práce prováděna měření.

Vzorky měřené v rámci této práce by se daly rozdělit do tří skupin. První skupinu tvoří sedm různých vzorků VDZ aplikovaných na zkušebním úseku u obce Hoštice – Heroltice (vzorky jsou dále označeny **Vzorky ZÚ**). Druhou skupinu představuje přechod pro chodce s bezpečnostní protismykovou úpravou provedenou před přechodem spolu se symbolem z předem připraveného termoplastického materiálu upozorňujícího na přechod pro chodce. Tento přechod se nachází na místní čtyřpruhové komunikaci v Brně na ulici Poříčí (vzorky jsou dále označeny **Vzorky Poříčí**). Třetí skupina vzorků zahrnuje vybrané přechody pro chodce a symboly v městě Brně (vzorky jsou dále označeny **Vzorky Přechody a symboly**).

Vzorky, na kterých byla prováděna měření tedy zahrnují jak nově aplikované vzorky na ZÚ vytvořené pro účely této práce, tak vzorky, kterými jsou přechody, symboly, bezpečnostní protismyková úprava, které jsou v provozu na pozemní komunikaci již pár let.

7.1 VZORKY ZÚ

Tato skupina je složena ze sedmi různých vzorků VDZ, jejichž výběr byl proveden s cílem použití rozdílných hmot pro VDZ, odlišných materiálů na dodatečný posyp a různých typů VDZ. Typy VDZ jsou popsány v kapitole 3.1 **Rozdělení VDZ**, hmoty pro VDZ a materiály na dodatečný posyp jsou popsány v kapitole 3.2 **Materiály pro vodorovné dopravní značení**.



Obr. č. 46 Pohled na vzorky na ZÚ [vlastní]

7.1.1 Příprava a zhotovení vzorků

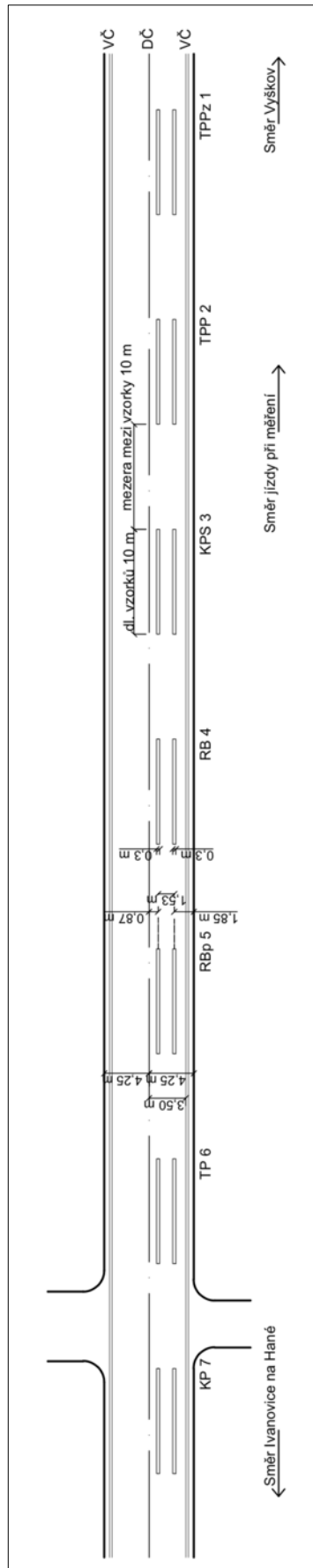
Vzorky byly aplikovány na zkušební úsek (dále „ZÚ“) firmy Silniční vývoj - ZDZ spol. s.r.o. u obce Hoštice-Heroltice, a to v květnu roku 2018. Aplikace vzorků na pozemní komunikaci používané jako ZÚ pro testování hmot pro VDZ umožnila zhotovení vzorků v požadovaných rozměrech i následné měření parametrů VDZ dle normy ČSN EN 1824. Požadavky, které musí pozemní komunikace využívaná jako ZÚ splňovat, jsou také definovány v této normě, např. požadavky na dopravní zatížení, směrové i výškové řešení, bezpečnost při práci na zkušebním úseku apod.

Každý zkušební vzorek je složen ze dvou podélných čar, které byly aplikovány na povrch vozovky v délce 10 m a šířce 0,30 m. Rozmístění čar v jízdním pruhu bylo provedeno tak, aby obě čáry ležely v jízdní stopě vozidel (stanoveno dle počtu přejezdů získaných od firmy Silniční vývoj - ZDZ spol. s.r.o.). Osová rozteč podélných čar vzorků byla zvolena tak, aby odpovídala rozchodu vozidla, kterým byly následně prováděny brzdné zkoušky. Mezi jednotlivými vzorky je mezera 10 m. Rozměry vzorků byly stanoveny s ohledem na proveditelnost následného měření měřicím zařízením TRT ke zjištění součinitele podélného tření a také s ohledem na provedení brzdných zkoušek ke stanovení součinitele adheze.

Údaje o pozemní komunikaci, na které se nachází zkušební úsek:

- Silnice I/47 u obce Hoštice – Heroltice, okres Vyškov, Jihomoravský kraj
- Návrhová kategorie silnice: S9,5/80
- Počet jízdních pruhů: 2
- Šířka jízdního pruhu: 3,5 m
- Šířka zpevněné krajnice: 0,5 m
- Vodicí proužek: 0,25 m
- Příčný sklon: střešovitý 2 %
- Podélný sklon: 0,35 %
- Povrch vozovky: asfaltový beton AB II P
- Drsnost povrchu: 50–55 jednotek SRT, místy až 60 jednotek SRT
- Textura povrchu: MTD = 0,72 – 0,84 mm

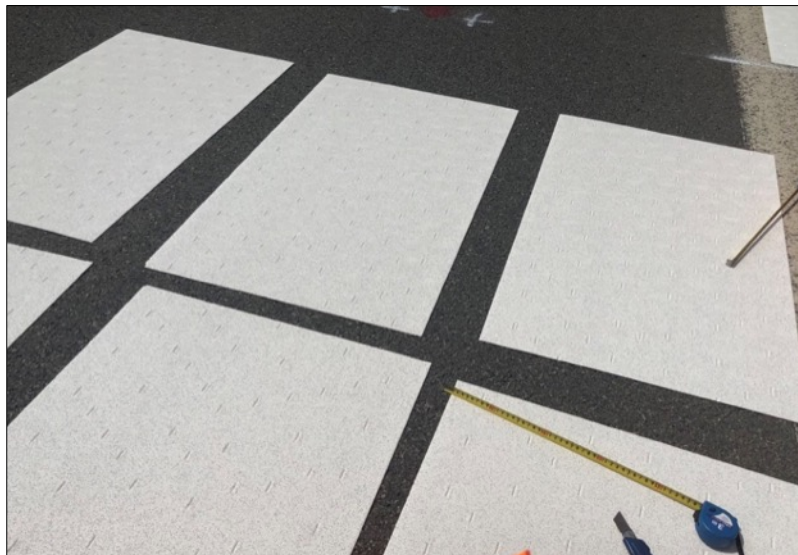
Intenzita dopravy na silnici I/47 byla převzata z celostátního sčítání dopravy z roku 2016. Silnici I/47 náleží sčítací úsek č. 6-0500. Roční průměr denních intenzit všech motorových vozidel je 2 902 voz/den a z toho je 455 těžkých nákladních vozidel. [4] [35]



Obr. č. 47 Náčrt uspořádání vzorků na ZÚ [vlastní]

Skupina „Vzorky ZÚ“ sestává z následujících vzorků s označením:

- 1) TPPz 1 - Předem připravený termoplastický materiál opatřený materiálem na dodatečný posyp již z výroby, a to balotinou (pouze zrna větší než 1000 μm a menší než 100 μm) a protismykovými přísadami, VDZ typ I



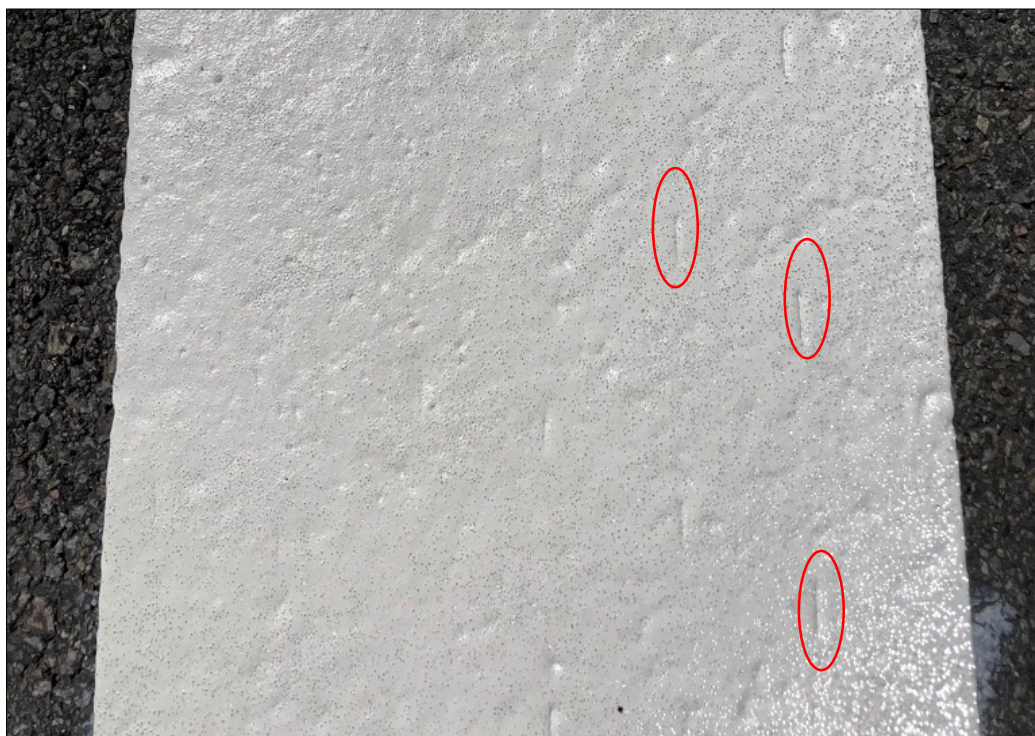
Obr. č. 48 Předem připravený termoplast dodávaný v „plátech“ o rozměrech 1 m x 0,6 m, na plátech jsou viditelné vruby, které slouží ke správné aplikaci vzorku [vlastní]



Obr. č. 49 Aplikace předem připraveného termoplastického materiálu pomocí plynového hořáku [vlastní]

Stejný způsob aplikace vzorků TPPz 1 a TPP2.

- 2) TPP 2 – Předem připravený termoplastický materiál opatřený materiálem na dodatečný posyp již z výroby, a to balotinou (pouze zrna střední velikosti 200 až 800 μm) a nízkým obsahem protismykových přísad, VDZ typ I
- Správné provedení aplikace - kontrolní vruby se po dostatečném nahřátí uzavřou a nejsou již viditelné, jako v levé části vzorku na následujícím obrázku.



Obr. č. 50 Detail vzorku TPP2 při nahřívání plynovým hořákem (kontrolní vruby zvýrazněné červeně) [vlastní]



Obr. č. 51 Detail čerstvě zhotoveného vzorku TPP 2, vruby jsou uzavřené a nejsou již vidět [vlastní]

- 3) KPS 3 – Plastický materiál nanášený za studena s dodatečným posypem, a to pouze balotinou (zrna střední velikosti 200 až 800 μm), strukturální provedení, VDZ typ II



Obr. č. 52 Aplikace vzorku KPS 3 pomocí strojního zařízení Hofmann Junior [vlastní]



Obr. č. 53 Detail čerstvě zhotoveného vzorku KPS 3 [vlastní]



Obr. č. 54 Detail vzorku KPS 3 - zrna balotiny [vlastní]

4) RB 4 – Rozpouštědlová barva bez dodatečného posypu, VDZ typ I



Obr. č. 55 Aplikace vzorku RB 4 strojním zařízením Hofmann H 8 [vlastní]



Obr. č. 56 Detail vzorku RB 4 [vlastní]

- 5) RBp 5 – Rozpouštědlová barva s dodatečným posypem, a to pouze balotinou (zrna střední velikosti 100 až 600 μm), VDZ typ I



Obr. č. 57 Aplikace vzorku RBp 5 strojním zařízením Hofmann H 8 [vlastní]

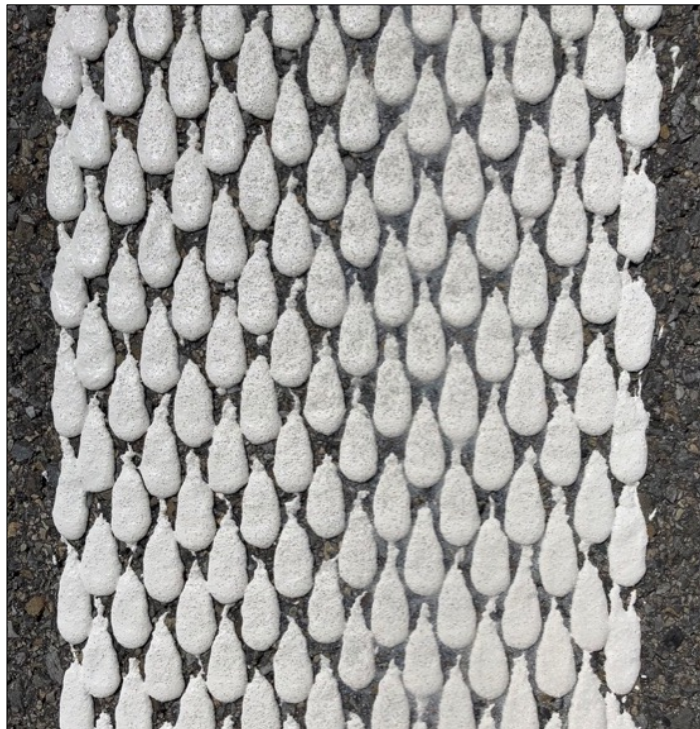


Obr. č. 58 Detail vzorku RBp 5 [vlastní]

- 6) TP 6 – Termoplastický materiál s dodatečným posypem, a to balotinou (zrna střední velikosti 200 až 800 μm) a nízkým obsahem protismykových přísad, profilované provedení, VDZ typ II



Obr. č. 59 Aplikace vzorku TP 6 strojním zařízením Hofmann H 18 [vlastní]



Obr. č. 60 Detail vzorku TP 6 [vlastní]

- 7) KP 7 – Plastický materiál nanášený za studena s dodatečným posypem, a to balotinou (zrna střední velikosti 200 až 800 μm) a protismykovými přísadami, hladké provedení, VDZ typ I



Obr. č. 61 Pravá čára vzorku KP 7 ve směru jízdy již zhotovená stěrkováním [vlastní]



Obr. č. 62 Detail vzorku KP 7 [vlastní]

7.1.2 Vlastní měření a vyhodnocení Vzorků ZÚ

Na všech vzorcích vodorovného dopravního značení na zkušebním úseku byly provedeny:

- brzdné zkoušky ke stanovení adheze μ na VDZ,
- měření zařízením TRT ke zjištění součinitele podélného tření F_p VDZ,
- měření součinitele tření kyvadlem ke zjištění drsnosti VDZ,
- měření retroreflektometrem ke zjištění retroreflexních vlastností VDZ.

Všechna tato měření byla provedena ve dvou sériích, první série měření se uskutečnila po třech měsících od pokládky vzorků (září 2018) a druhá série měření po jedenácti měsících od pokládky (duben 2019). Měření ve dvou sériích bylo zvoleno s ohledem na proměnlivost vlastností vodorovného dopravního značení v čase (vlivem zimní údržby, intenzity dopravy, povětrnostních podmínek apod.).

Brzdná zkouška

Brzdná zkouška byla provedena za použití vozidla Škoda Octavia II Combi, které bylo před měřením vybaveno akcelerometrem XL MeterTM Pro, měřicím zařízením Performancebox a záznamovým zařízením VBOX. Na vozidle byly v září 2018 i dubnu 2019 namontovány stejné pneumatiky Continental, ContiPremium Contact 5 o rozměru 195/65 R 15. Hloubka dezénu v září 2018 byla na LP a PP 6,5 mm, na LZ a PZ 6 mm, v dubnu 2019 na LP a PP 6 mm, na LZ a PZ 5,5 mm.

Brzdná zkouška byla realizována na každém vzorku ve třech různých stavech. Prvním stavem byl suchý povrch vozovky, druhým stavem byl mokrý povrch vozovky s použitím ABS systému (Anti-Lock Brake System, tedy protiskluzový brzdový systém) a třetí stav byl opět mokrý povrch vozovky, avšak bez systému ABS.

Zkouška byla na všech vzorcích provedena z rychlosti cca 50 km/h, zaznamenal se průběh brzdného zpomalení a byl proveden kamerový záznam. Kamera umístěná zvenku na předních dveřích vozidla na straně spolujezdce zajistila snímání pohybu pneumatiky vozidla po celou dobu měření, viz **Obr. č. 42**. Tento videozáznam umožnil v kombinaci s daty z ostatních měřicích zařízení přesně stanovit počátek a konec brzdění, okamžik, kdy pneumatiky vozidla „najíždou“ na měřený vzorek a případně, kdy z něj „sjedou“, pokud vozidlo nezastavilo na vzorku VDZ.

Znalost skutečného času, po který se vozidlo pohybovalo a brzdilo pouze na vzorku VDZ je klíčová ke stanovení dosažitelné adheze pouze na daném vzorku VDZ. S ohledem na to, že vzorky byly dlouhé 10 m, tak u většiny z nich ve stavu mokrém (s ABS i bez ABS) došlo k prodloužení brzdné dráhy a vozidlo nebylo schopno zastavit pouze na vzorku VDZ, ale až za vzorkem, tedy na povrchu

vozovky. Znamená to tedy, že brzdná dráha se skládala z dráhy ujeté na vzorku VDZ a dráhy ujeté na povrchu vozovky.

Způsob vyhodnocení brzdné zkoušky na vzorcích ZÚ

Vyhodnocení všech měření na každém vzorku proběhlo následujícím způsobem, ukázka vyhodnocení na vzorku RBp 5 měřeného v září 2018.

- 1) Analýza video záznamu v programu, který umožnil zobrazení video záznamu snímek po snímku, aby bylo dosaženo co největší přesnosti při stanovení počátku brzdění, konce brzdění, okamžiku „njetí“ vozidla na VDZ a okamžiku „sjetí“ vozidla z VDZ.

Pozn. Video záznamy jednotlivých brzdných zkoušek jsou uvedeny v **Elektronické příloze**.



Obr. č. 63 Snímek z videozáznamu brzdné zkoušky na vzorku RBp 5 - suchý [vlastní]

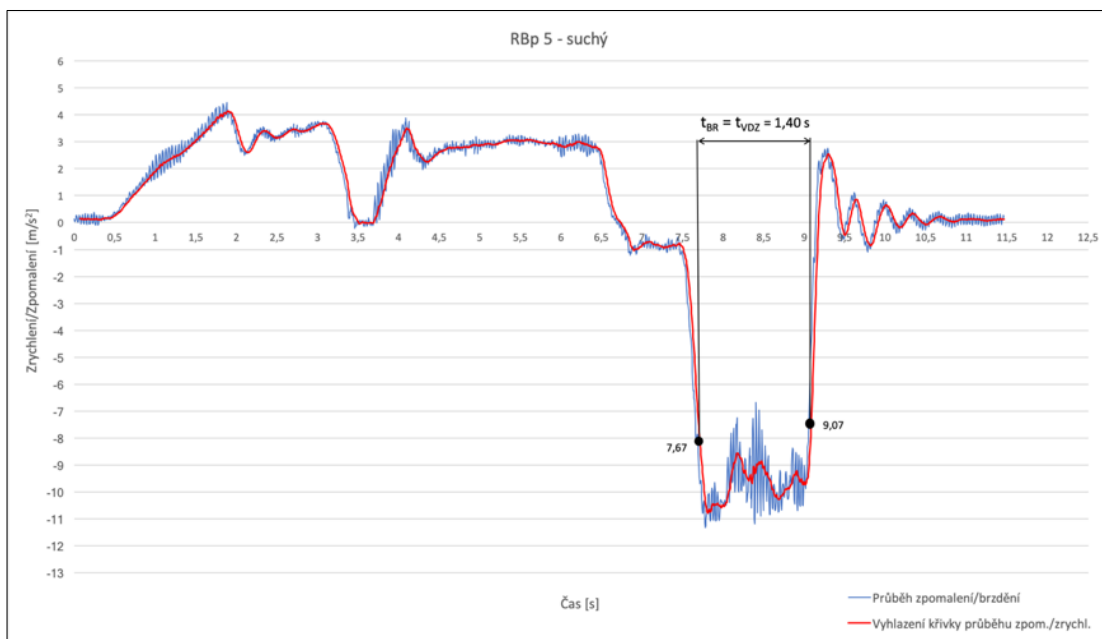
- 2) Na základě hodnot získaných z analýzy video záznamu v bodě 1) byla vytvořena tabulka v excelu, do které byly tyto časové údaje zaznamenány.

Pozn. Tabulka pro druhou etapu měření je uvedena v **Příloha č. 1: Časové údaje z Vboxu - Vzorky ZÚ – duben 2019.**

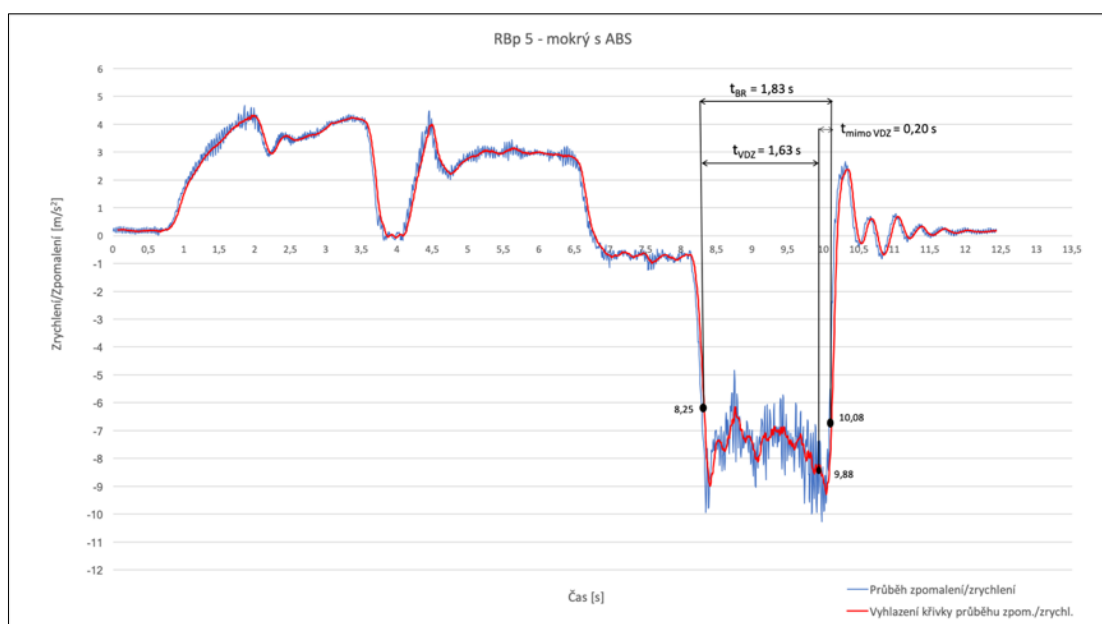
Tab. č. 5 Časové údaje získané z video záznamu, žlutě označený vzorek RBp 5 [vlastní]

Vzorek	počátek brzdění [s]	konec brzdění [s]	počátek VDZ [s]	konec VDZ [s]	celková doba brzdění [s]	doba na VDZ [s]	doba od konce VDZ do zastavení [s]	výchozí rychlost [km/h]	poznámka
TPPz1 suchý	19,567	20,900	19,700	-	1,333 s	1,200 s	-	47 km/h	
TPPz1 mokrý s ABS	12,500	14,400	12,400	13,600	1,900 s	1,200 s	0,800 s	50 km/h	
TPPz1 mokrý bez ABS	9,000	11,200	9,000	10,200	2,200 s	1,200 s	1,000 s	48 km/h	zablokovaná kola při brzdění
TPP2 suchý (1)	8,233	9,700	8,167	-	1,467 s	1,533 s	-	44 km/h	
TPP2 suchý (2)	8,700	10,067	8,733	-	1,367 s	1,334 s	-	46 km/h	na konci brzdění došlo k velkému protočení kol
TPP2 mokrý s ABS	8,067	10,067	8,133	9,267	2,000 s	1,134 s	0,800 s	49 km/h	
TPP2 mokrý bez ABS	9,433	11,700	9,600	10,667	2,267 s	1,067 s	1,033 s	49 km/h	lehká ztráta směr. stability v čase 10,33 s - lehké stáčení doleva; po sjetí z VDZ vozidlo pohyb doleva, pneumatiky se natočily doprava
KP53 suchý	7,367	8,533	7,133	-	1,166 s	1,400 s	-	40 km/h	
KP53 mokrý s ABS	6,100	7,733	6,233	-	1,633 s	1,500 s	-	42 km/h	
KP53 mokrý bez ABS	6,267	7,933	6,333	-	1,666 s	1,600 s	-	42 km/h	zablokovaná kola při brzdění
RB4 suchý	-	-	-	-	-	-	-	-	chybí záznam
RB4 mokrý s ABS	7,867	10,033	8,100	10,033	2,166 s	1,933 s	0,000 s	51 km/h	
RB4 mokrý bez ABS	11,133	13,000	11,067	12,400	1,867 s	1,333 s	0,600 s	47 km/h	v čase 11,633 začne ztrácet směr. stabilitu, stáčí se doleva. Od 11,867 vozidlo sjelo z VDZ, 1/2 pneu jede po VDZ
RBp5 suchý	9,333	10,733	9,333	-	1,400 s	1,400 s	-	50 km/h	
RBp5 mokrý s ABS	8,667	10,500	8,733	10,333	1,833 s	1,600 s	0,167 s	50 km/h	konec VDZ asi stejně jako zastavení vozidla
RBp5 mokrý bez ABS	8,667	10,733	8,667	9,633	2,066 s	0,966 s	1,100 s	53 km/h	zablokovaná kola při brzdění
TP6 suchý	9,900	11,233	9,767	-	1,333 s	1,466 s	-	45 km/h	
TP6 mokrý s ABS	8,733	10,600	8,833	10,600	1,867 s	1,767 s	0,000 s	49 km/h	konec VDZ asi stejně jako zastavení vozidla
TP6 mokrý bez ABS	5,700	7,833	5,767	6,867	2,133 s	1,100 s	0,966 s	48 km/h	zablokovaná kola při brzdění
KP7 suchý	11,367	12,667	11,300	-	1,300 s	1,367 s	-	45 km/h	11,500 povolení brzd
KP7 mokrý s ABS	7,400	9,100	7,500	-	1,700 s	1,600 s	-	46 km/h	
KP7 mokrý bez ABS	7,833	9,667	7,900	-	1,834 s	1,767 s	-	45 km/h	zablokovaná kola při brzdění, vozidlo lehce uždělo směrem doleva

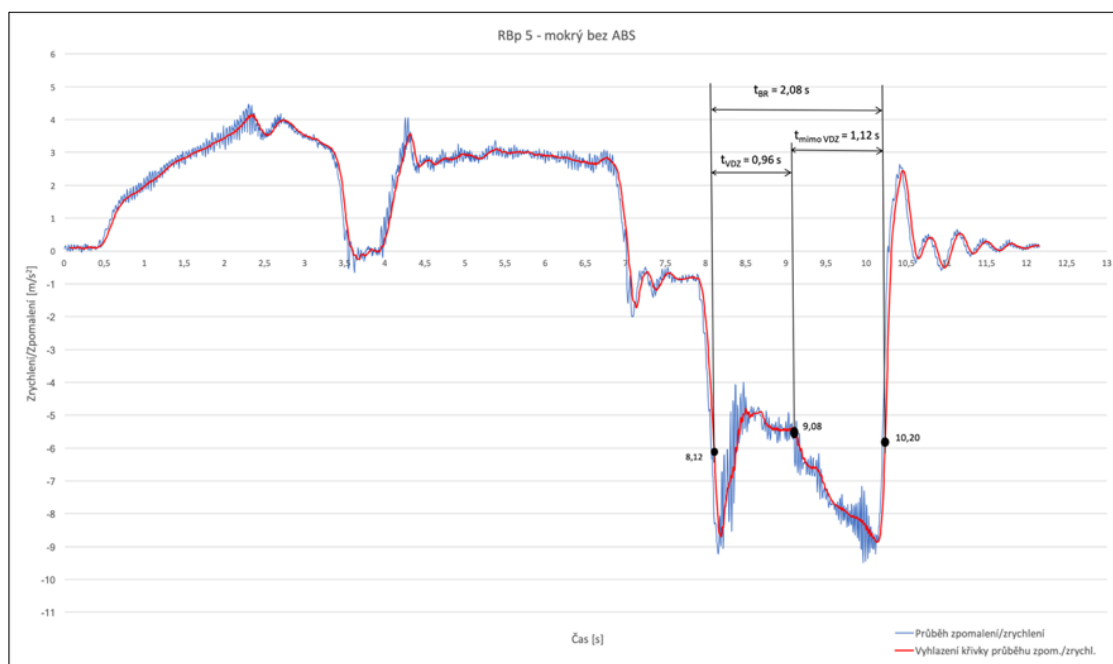
- 3) Hodnoty naměřené akcelerometrem XL Meter™ byly z programu XL Vision™ exportovány v podobě textového souboru do programu MX Excel. V tomto programu byl vytvořen graf znázorňující průběh zrychlení/zpomalení v čase pro každé měření.
- 4) V tomto kroku byla provedena analýza grafického záznamu průběhu zpomalení za pomoci hodnot z **Tab. č. 5**. Každý graf byl podrobně analyzován tak, aby výsledkem této analýzy byl časový interval, ve kterém se vozidlo při brzdění pohybovalo pouze po vzorku, tedy po vodorovném dopravním značení.



Graf č. 1 Ukázka analýzy grafu průběhu zpomalení za pomoci hodnot z Tab. č. 5, vzorek RBp 5 - suchý [vlastní]



Graf č. 2 Ukázka analýzy grafu průběhu zpomalení za pomoci hodnot z Tab. č. 5, vzorek RBp 5 - mokrý s ABS [vlastní]



Graf č. 3 Ukázka analýzy grafu průběhu zpomalení za pomoci hodnot z Tab. č. 5, vzorek RBp 5 - mokrý bez ABS [vlastní]

Pozn. Grafické znázornění průběhu zpomalení v čase všech vzorků je uvedeno v **Příloha č. 2: Grafy průběhu zpomalení pro Vzorky ZÚ – měření září 2018 a duben 2019.**

- 5) Získaný časový interval definuje brzdné zpomalení na daném vzorku VDZ, ze kterého bylo dopočítané průměrné dosažitelné zpomalení na daném vzorku. A na základě takto získaného průměrného zpomalení bylo možné dopočítat požadovaný součinitel adheze pro každý vzorek VDZ.

Vztah pro výpočet adheze ze zpomalení:

$$\mu = \frac{a}{g} \quad (14)$$

pozn. Odvození vztahu se nachází v kapitole **4.1 Adheze.**

- 6) Dle výše uvedeného vztahu se dopočítala hodnota součinitele adheze na každém vzorku VDZ ve stavu suchém, mokrém s ABS a mokrém bez ABS. Viz následující tabulky.

Tab. č. 6 Součinitel adheze a podélné zpomalení na vzorku RBp 5 suchý [vlastní]

Výpočet součinitele adheze $\mu = a/g$	
dosažené průměrné zpomalení na vzorku VDZ a [m/s^2]	9,627
tíhové zrychlení g [m/s^2]	9,807
součinitel adheze μ	0,982

Tab. č. 7 Součinitel adheze a podélné zpomalení na vzorku RBp 5 mokrý s ABS [vlastní]

Výpočet součinitele adheze $\mu = a/g$	
dosažené průměrné zpomalení na vzorku VDZ a [m/s^2]	7,421
tíhové zrychlení g [m/s^2]	9,807
součinitel adheze μ	0,757

Tab. č. 8 Součinitel adheze a podélné zpomalení na vzorku RBp 5 mokrý bez ABS [vlastní]

Výpočet součinitele adheze $\mu = a/g$	
dosažené průměrné zpomalení na vzorku VDZ a [m/s^2]	5,763
tíhové zrychlení g [m/s^2]	9,807
součinitel adheze μ	0,588

Tento postup se opakoval pro všechny vzorky ZÚ pro první etapu i druhou etapu měření. Pro porovnání hodnot součinitele adheze na vzorcích VDZ s hodnotou součinitele adheze na krytu povrchu vozovky na ZÚ bylo provedeno také měření na krytu povrchu vozovky. Všechny výsledky jsou shrnuty v následující tabulce.

Tab. č. 9 Shrnutí výsledků na vzorcích VDZ na zkušebním úseku [vlastní]

Vzorek	průměrné zpomalení [m/s^2] (září/18)	průměrné zpomalení [m/s^2] (duben/19)	adheze na VDZ (září/18)	adheze na VDZ (duben/19)
TPPz1 suchý	9,09	9,60	0,93	0,98
TPPz1 mokrý s ABS	6,31	6,87	0,64	0,70
TPPz1 mokrý bez ABS	4,64	5,02	0,47	0,51
TPP2 suchý	9,26	9,03	0,94	0,92
TPP2 mokrý s ABS	6,23	6,58	0,64	0,67
TPP2 mokrý bez ABS	3,82	5,32	0,39	0,54
KPS3 suchý	8,84	8,70	0,90	0,89
KPS3 mokrý s ABS	7,29	7,72	0,74	0,79
KPS3 mokrý bez ABS	6,94	5,91	0,71	0,60
RB4 suchý	8,01	8,93	0,82	0,91
RB4 mokrý s ABS	6,24	6,63	0,64	0,68
RB4 mokrý bez ABS	6,13	5,11	0,63	0,52
RBp5 suchý	9,63	9,61	0,98	0,98
RBp5 mokrý s ABS	7,42	7,30	0,76	0,75
RBp5 mokrý bez ABS	5,76	6,91	0,59	0,71
TP6 suchý	9,12	9,02	0,93	0,92
TP6 mokrý s ABS	6,95	7,34	0,71	0,75
TP6 mokrý bez ABS	5,77	6,23	0,59	0,64
KP7 suchý	9,46	9,86	0,96	1,01
KP7 mokrý s ABS	7,49	7,79	0,76	0,79
KP7 mokrý bez ABS	6,98	6,97	0,71	0,71
Povrch vozovky suchy	-	9,54	-	0,97
Povrch vozovky mokry s ABS	-	8,13	-	0,83
Povrch vozovky mokry bez ABS	-	6,75	-	0,69

Měření zařízením TRT a zpracování naměřených dat

Měření zařízením TRT byla provedena způsobem popsaným výše ve dvou měřících rychlostech, a to při rychlosti 40 km/h a 60 km/h. Pro potřeby této práce byla z naměřených hodnot stanovena průměrná hodnota, která by odpovídala měření při rychlosti 50 km/h. Získané hodnoty součinitele podélného tření z měření provedeného v září 2018 a dubnu 2019 jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. č. 10 Průměrná hodnota součinitele podélného tření na vzorcích ZÚ a krytu povrchu vozovky, měření září 2018 [37]

Vzorek	Měřící rychlost [km/h]				Průměrná hodnota součinitele pod.tření F_p z naměřených hodnot při rychl. 40 km/h a 60 km/h
	40	40	60	60	
TPPz 1	0,34	0,33	0,31	0,33	0,33
TPP 2	0,37	0,39	0,32	0,34	0,36
KPS 3	0,37	0,38	0,35	0,36	0,36
RB 4	0,37	0,36	0,26	0,28	0,32
RBp 5	0,43	0,40	0,38	0,37	0,39
TP 6	0,37	0,38	0,33	0,36	0,36
KP 7	0,49	0,50	0,44	0,45	0,47
Povrch vozovky	0,56	0,56	0,51	0,52	0,54

Tab. č. 11 Průměrná hodnota součinitele podélného tření na vzorcích ZÚ a krytu povrchu vozovky, měření duben 2019 [37]

Vzorek	Měřící rychlost [km/h]						Průměrná hodnota součinitele pod.tření F_p z naměřených hodnot při rychl. 40 km/h a 60 km/h
	40	40	40	60	60	60	
TPPz 1	0,36	0,36	0,37	0,44	0,43	0,42	0,36
TPP 2	0,39	0,43	0,37	0,33	0,37	0,36	0,38
KPS 3	0,48	0,44	0,47	0,41	0,42	0,41	0,44
RB 4	0,37	0,36	0,42	0,38	0,35	0,34	0,37
RBp 5	0,38	0,39	0,41	0,37	0,37	0,34	0,37
TP 6	0,53	0,51	0,52	0,48	0,49	0,48	0,50
KP 7	0,49	0,47	0,48	0,44	0,42	0,44	0,46
Povrch vozovky	0,58	0,57	0,58	0,55	0,53	0,53	0,56

Hodnoty označené červeně byly vyloučeny, a to z důvodu velkého poškození vzorku TPPz 1 (chybějící velké plochy značení), což se projevilo právě při měření při vyšších rychlostech. Poškození značení v tomto rozsahu mohlo být způsobeno nečistotami na povrchu vozovky při aplikaci. U předem připravených termoplastických materiálů je velmi důležitá čistota podkladu, na který se materiál aplikuje.

Měření retroreflexe a zpracování naměřených dat

Měření retroreflektometrem bylo realizováno na 20 bodech každé čáry, v souladu s normou ČSN EN 1436 a způsobem popsáním výše. Naměřené hodnoty byly dále zpracovány do tabulek v MS Excel, kdy byla vypočtena nejdříve průměrná hodnota retroreflexe dosažená na každé čáře vzorku a poté průměrná hodnota celého vzorku. Všechny tabulky s naměřenými a spočítanými hodnotami jsou uvedeny v Příloha č. 3: Výsledky RL pro Vzorky ZÚ – měření září 2018 a duben 2019.

Pozn. Minimální požadované hodnoty na retroreflexi VDZ jsou $100 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, viz výše.

Tab. č. 12 Ukázka zpracování naměřených hodnot RL, vzorek KPS 3, měření duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	KPS 3 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	KPS 3 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	152	217	199	201	1	184	150	147	142
2	148	216	214	186	2	169	168	158	152
3	182	180	209	201	3	183	181	141	145
4	167	205	195	191	4	173	154	147	155
5	193	200	196	225	5	166	148	160	181
Φ RL [$\text{mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]	194				Φ RL [$\text{mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]	160			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					177				

V následující tabulce je přehled průměrných hodnot retroreflexe dosažených na vzorcích VDZ při měření v září 2018 a dubnu 2019.

Tab. č. 13 Průměrné hodnoty retroreflexe na vzorcích ZÚ [vlastní]

Vzorek	září 2018	duben 2019
	naměřená RL [$\text{mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]	naměřená RL [$\text{mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]
TPPz 1	322	298
TPP 2	201	150
KPS 3	337	177
RB 4	28	27
RBp 5	243	128
TP 6	340	219
KP 7	154	145

Vzorek RB 4 byl změřen spíše pro zajímavost, vzhledem k tomu, že jde o vzorek bez dodatečného posypu (resp. bez balotiny, která zajišťuje retroreflexi značení). Hodnoty naměřené na tomto vzorku se blíží hodnotám obvyklým pro samotný povrch vozovky, ty se pohybují v rozmezí přibližně $5\text{-}30 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$.

Měření drsnosti a zpracování naměřených dat

Měření kyvadlem bylo realizováno na třech místech každé čáry, v každém bodě bylo provedeno pět měření, v souladu s normou ČSN EN 1436 a způsobem popsáním výše. Měření na třech místech každé čáry byla zvolena z důvodu, že měření kyvadlem byla pouze doplňková v rámci předkládané práce. Naměřené hodnoty byly dále zpracovány do tabulek v MS Excel, kdy byla vypočtena nejdříve průměrná hodnota součinitele tření vyjadřujícího drsnost dosažená na každé čáře vzorku a poté průměrná hodnota celého vzorku. Všechny tabulky s naměřenými a spočítanými hodnotami jsou uvedeny v Příloha č. 4: Výsledky SRT pro Vzorky ZÚ – měření září 2018 a duben 2019.

Pozn. Minimální požadované hodnoty na drsnost VDZ jsou 45 SRT jednotek, viz výše. Měření kyvadlem je možné provádět pouze na VDZ v hladkém provedení či s nízkým stupněm textury, proto se neměřil vzorek KPS 3 (strukturální provedení) a TP 6 (profilované provedení).

Tab. č. 14 Ukázka zpracování naměřených hodnot SRT, vzorek KP 7, měření září 2018 [vlastní]

Název vzorku	KP 7 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	KP 7 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	50	49	51	1	52	49	50
2	50	49	51	2	52	49	50
3	49	49	50	3	50	48	49
4	50	49	50	4	50	48	49
5	49	49	50	5	52	48	49
Φ	50	49	50	Φ	51	48	49
teplota povrchu	30	30	30	teplota povrchu	29	30	30
korekce	2	2	2	korekce	1	2	2
Φ SRT	52	51	52	Φ SRT	52	50	51
Φ SRT	52			Φ SRT	51		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:	52			52			

Tab. č. 15 Průměrné hodnoty drsnosti na vzorcích ZÚ [vlastní]

Vzorek	září 2018	duben 2019
	SRT	SRT
TPPz 1	40	41
TPP 2	46	50
KPS 3	-	-
RB 4	30	39
RBp 5	45	48
TP 6	-	-
KP 7	52	55

Fotodokumentace vzorků ZÚ po 11 měsících od pokládky (duben 2019)

K fotodokumentaci bylo využito měřítko ve tvaru čtverce (14 x 14 cm), který je složený z malých bílých a černých čtverečků o rozměru 1 x 1 cm.

- 1) Vzorek TPPz 1 – termoplast je značně poškozený, ale velmi málo vydrolená balotina oproti ostatním vzorkům

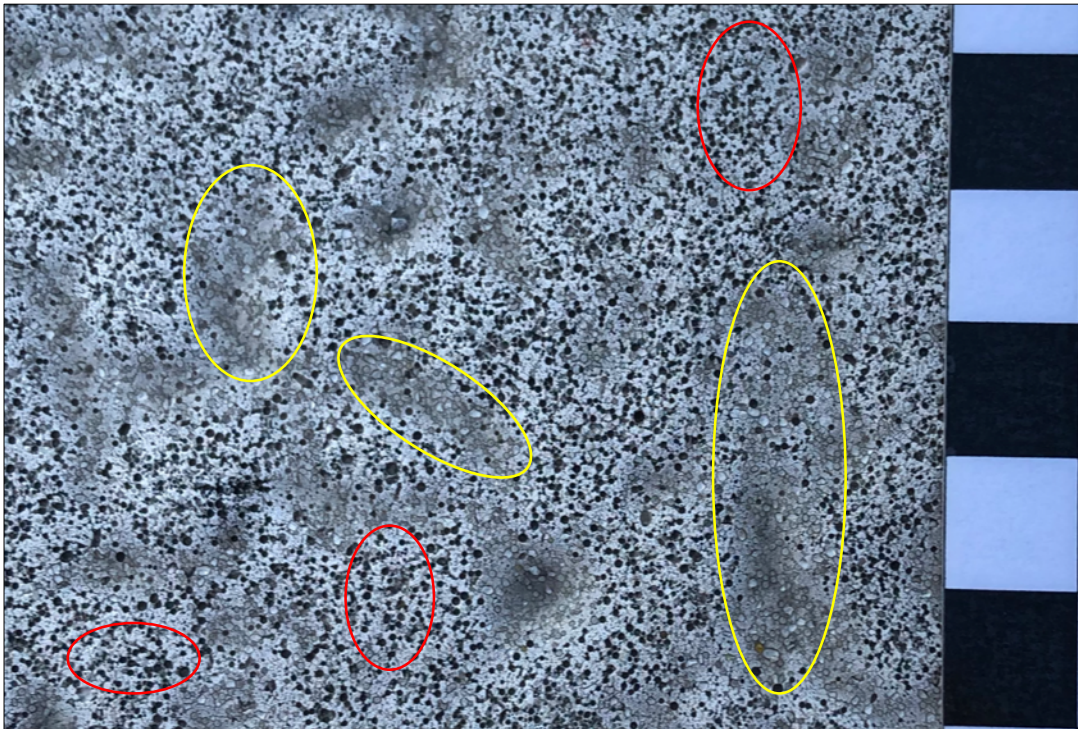


Obr. č. 64 Vzorek TPPz 1 po 11 měsících od pokládky, duben 2019 [vlastní]



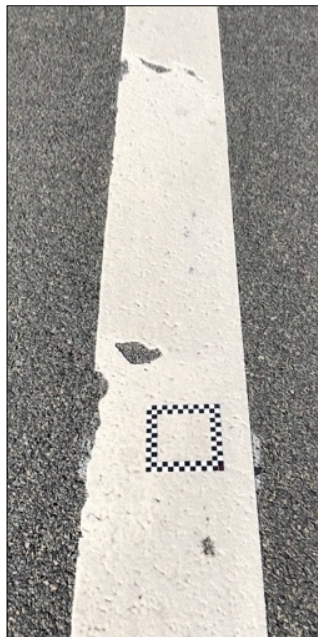
Obr. č. 65 Detail vzorku TPPz 1, žlutě označená zůstávající balotina, červeně označená vydrolená balotina a modře protismykové přísady, duben 2019 [vlastní]

- 2) Vzorek TPP 2 – poměrně hodně vydrolená balotina, vznik tzv. prohlubní (červeně označené na následujícím obrázku). Oproti tomu na některých místech zůstávají „shluky“ balotiny (žlutě označené)



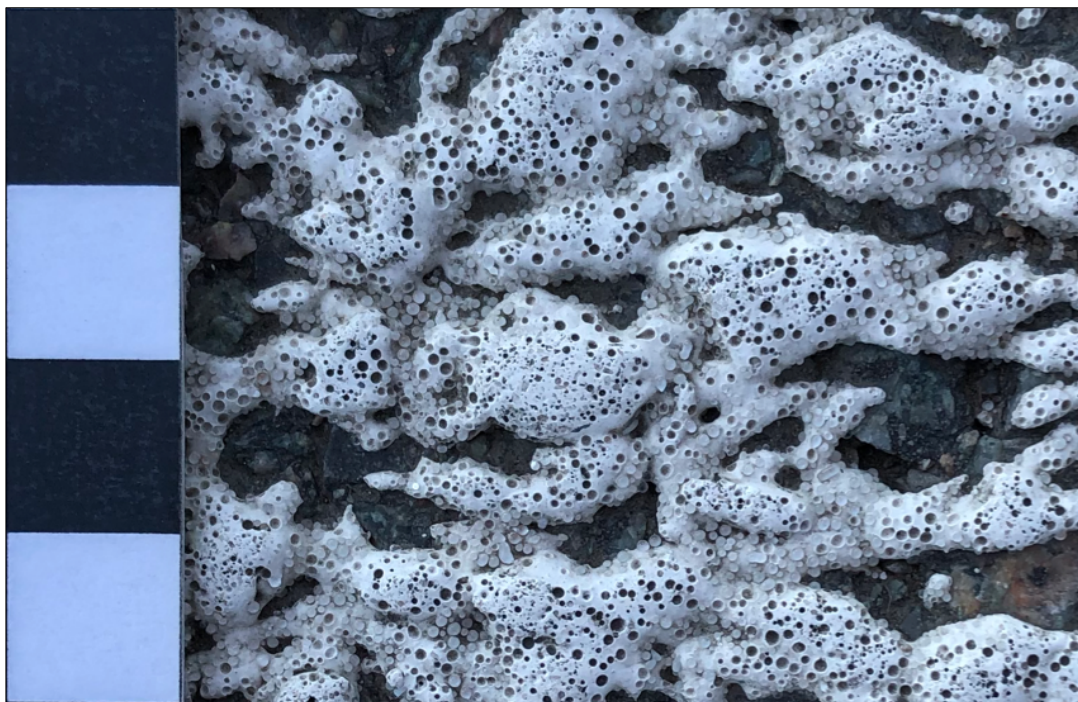
Obr. č. 66 Detail vzorku TPP 2, duben 2019 [vlastní]

Na pár místech vzorku se po 11 měsících od pokládky vzorků objevily „odlupky“ termoplastu, viz následující obrázek.



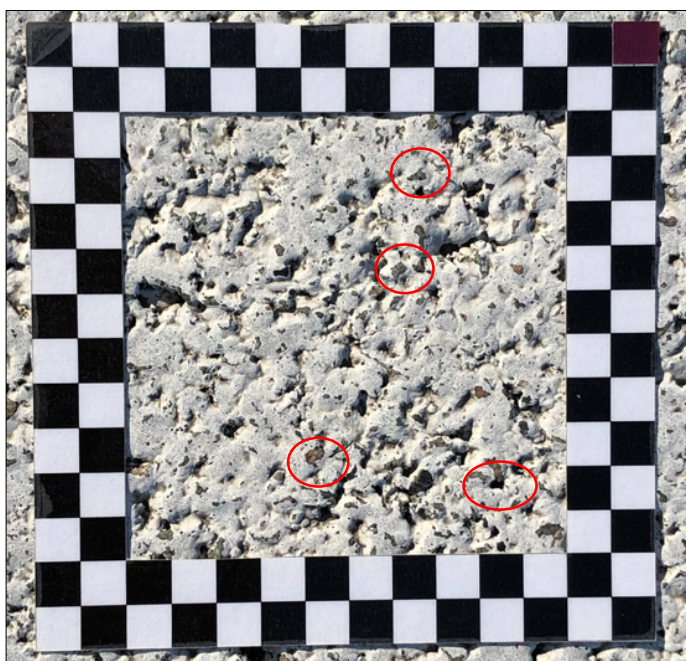
Obr. č. 67 Poškození vzorku TPP 2, duben 2019 [vlastní]

- 3) Vzorek KPS 3 – vzorek bez viditelného poškození, místy pouze vydrolená balotina (tmavé prohlubně na následujícím obrázku)



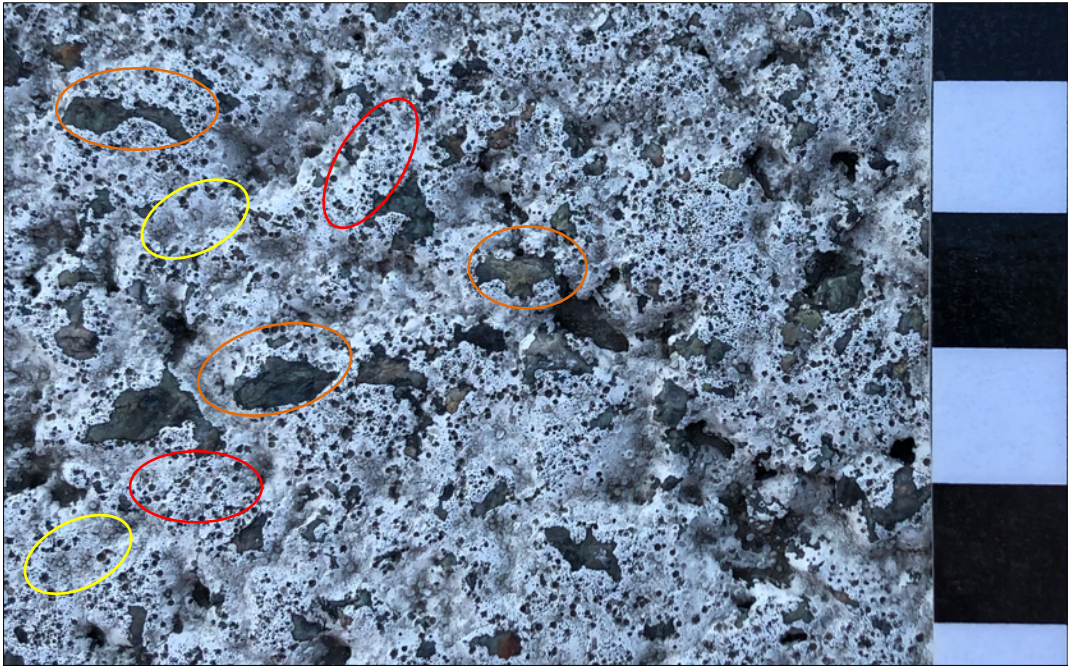
Obr. č. 68 Detail vzorku KPS 3, duben 2019 [vlastní]

- 4) Vzorek RB 4 – tento vzorek nebyl opatřen dodatečným posypem. Lze tedy pozorovat pouze opotřebení barvy z povrchu vozovky (už „prosvítá“ podkladní povrch, červeně označené na následujícím obrázku)



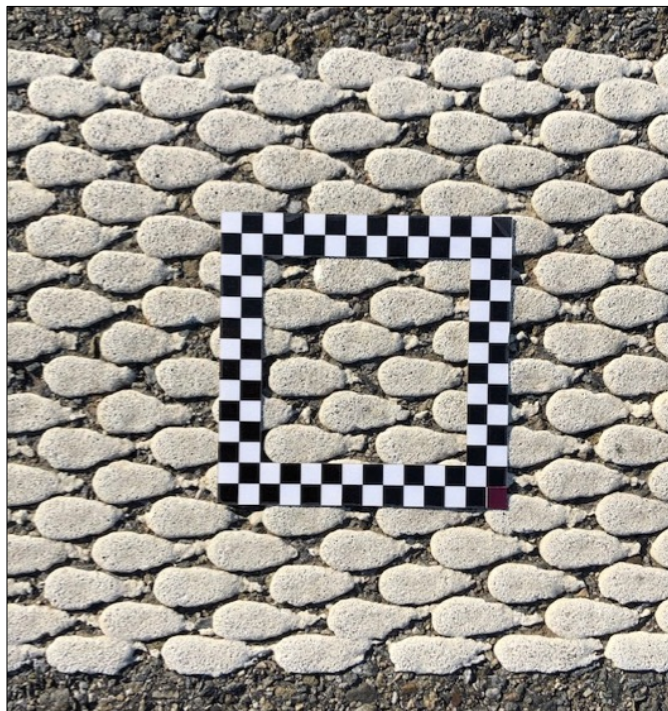
Obr. č. 69 Detail vzorku RB 4, duben 2019 [vlastní]

- 5) Vzorek RBp 5 – na vzorku lze pozorovat vydrolení balotiny a odlupky barvy, poměrně nízký podíl zůstávající balotiny

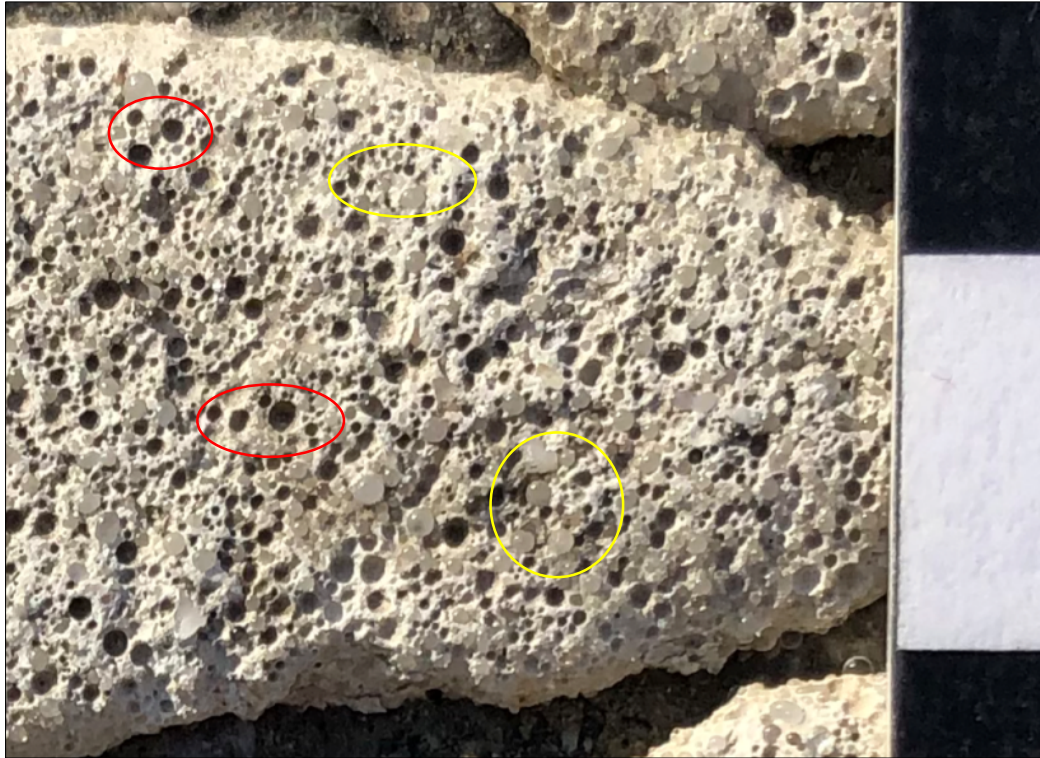


Obr. č. 70 Detail vzorku RBp 5, vydrolená balotina (červeně označená) a odlupky barvy (oranžově označené), zůstávající balotina (žlutě označená), duben 2019 [vlastní]

- 6) Vzorek TP 6 – na vzorku lze pozorovat běžné vydrolení balotiny



Obr. č. 71 Vzorek TP 6, duben 2019 [vlastní]



Obr. č. 72 Detail vzorku TP 6, žlutě označená zůstávající balotina, červeně vydrolená balotina, duben 2019 [vlastní]

7) Vzorek KP 7 – běžné vydrolení balotiny a zbylá zrna balotiny



Obr. č. 73 Detail vzorku KP 7, duben 2019 [vlastní]

7.2 VZORKY POŘÍČÍ

Tato skupina je tvořena přechodem pro chodce na ulici Poříčí v Brně, který je doplněn o bezpečnostní protismykovou úpravu povrchu vozovky (dále „BPÚ“) před přechodem a symbolem z termoplastu upozorňujícím na přechod pro chodce. Tyto úpravy jsou provedeny v obou jízdních směrech, a to z důvodu zvýšení bezpečnosti provozu s ohledem na vysokou intenzitu dopravy na dané komunikaci, která je čtyřpruhová.

Intenzita dopravy na ulici Poříčí byla opět převzata z celostátního sčítání dopravy z roku 2016. Ulici Poříčí náleží sčítací úsek č. 6-7432. Roční průměr denních intenzit všech motorových vozidel je 17 170 voz/den, z toho 869 těžkých nákladních vozidel. [35]

Přechod pro chodce byl realizován v dubnu roku 2017, a to z plastického materiálu nanášeného za studena, v hladkém provedení, typ I. Pro zvýraznění přechodu jsou čáry bílé barvy (značka V 7a) doplněny o čáry červené provedené rovněž z plastického materiálu nanášeného za studena.

Bezpečnostní protismyková úprava byla realizována také v dubnu v roce 2017. BPÚ je vytvořena ze speciálních materiálů, které zvyšují součinitel podélného tření i součinitel adheze, čímž zkracují brzdnou dráhu vozidla. BPÚ se skládá z penetrační vrstvy (pryskyřice), kotvicí metakrylátové vrstvy pro zdrsňující posyp a vrstvy zdrsňujícího materiálu (korund, granát aj.). Obecně se BPÚ používá zejména před přechodem pro chodce, ve směrovém oblouku s příčným sklonem neodpovídajícím danému poloměru a v místech se špatnými rozhledovými poměry. [36]

Symbol svislé výstražné dopravní značky A 11 upozorňující na přechod pro chodce byl na ulici Poříčí aplikován v roce 2017. Je vyroben z předem připraveného termoplastického materiálu. Použití tohoto symbolu slouží ke zvýšení pozornosti řidiče na blížící se neočekávaný přechod.



Obr. č. 74 BPÚ a symbol před přechodem pro chodce ve směru k výstavišti [vlastní]



Obr. č. 75 BPÚ a symbol před přechodem pro chodce ve směru ke křižovatce s ul. Vídeňskou [vlastní]



Obr. č. 76 Přechod pro chodce na ul. Poříčí [vlastní]

7.2.1 Vlastní měření a vyhodnocení Vzorků Poříčí

Na přechodu pro chodce na ulici Poříčí byly provedeny:

- brzdné zkoušky ke stanovení adheze μ na VDZ,
- měření zařízením TRT ke zjištění součinitele podélného tření F_p VDZ,
- měření součinitele tření kyvadlem ke zjištění drsnosti VDZ,
- měření retroreflektometrem ke zjištění retroreflexních vlastností VDZ (pouze na bílých čárách, na červené čáry nejsou definovány požadavky na retroreflexi).

Na bezpečnostní protismykové úpravě na ulici Poříčí byly provedeny:

- brzdné zkoušky ke stanovení adheze μ na BPÚ,
- měření zařízením TRT ke zjištění součinitele podélného tření F_p BPÚ,
- měření součinitele tření kyvadlem ke zjištění drsnosti BPÚ.

Na symbolu z termoplastu na ulici Poříčí bylo provedeno pouze:

- měření zařízením TRT ke zjištění součinitele podélného tření F_p VDZ

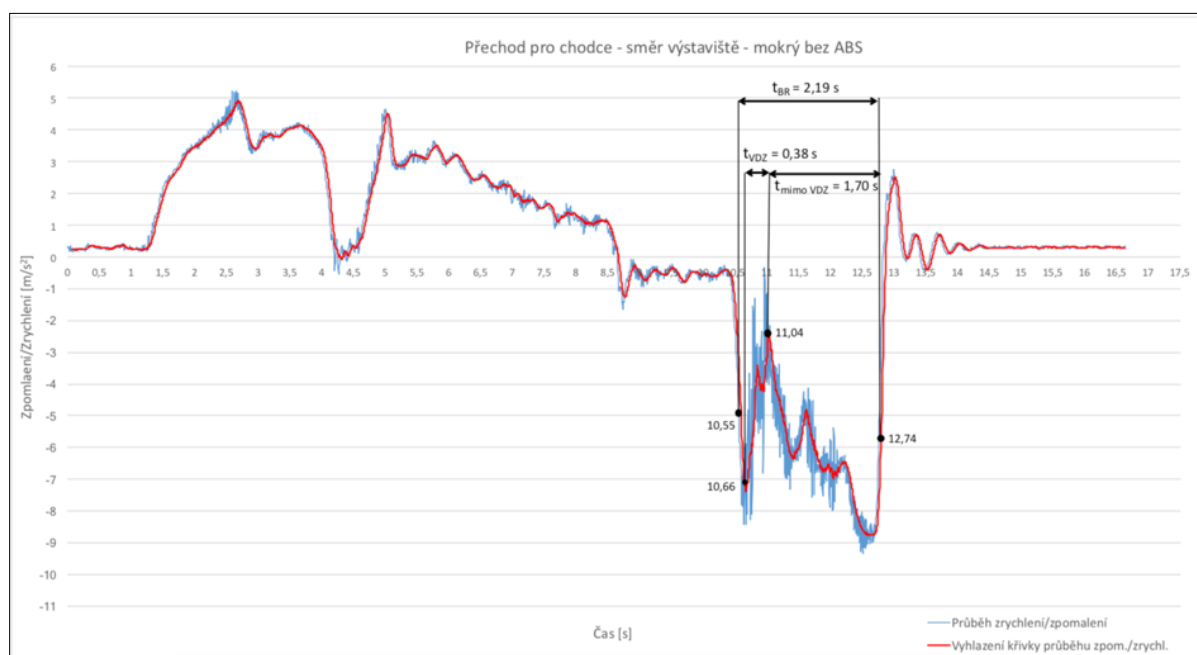
Pozn. Z důvodu vysoké intenzity dopravy na ulici Poříčí, byla všechna měření kromě měření zařízením TRT prováděna vždy pouze v pravém jízdním pruhu daného směrem jízdy (směr k výstavišti a směr ke křižovatce).

Brzdná zkouška a vyhodnocení brzdné zkoušky na vzorcích Poříčí

Brzdná zkouška byla na přechodu pro chodce a na BPÚ provedena totožným způsobem jako na vzorcích ZÚ, podrobný popis brzdné zkoušky i postupu jejího vyhodnocení je uveden v kapitole 7.1.2 *Vlastní měření a vyhodnocení Vzorků ZÚ*. Brzdná zkouška byla však na vzorcích ZÚ realizována pouze v první sérii měření, tedy v září 2018.

Tab. č. 16 Tabulka s časovými údaji získanými z videozáznamu [vlastní]

Vzorek	počátek brzdění [s]	konec brzdění [s]	počátek VDZ [s]	konec VDZ [s]	celková doba brzdění [s]	doba na VDZ [s]	doba od konce VDZ do zastavení [s]	výchozí rychlost [km/h]	poznámka
RC směr výstaviště sucho	11,167	12,567	-	-	1,400 s	-	-	51 km/h	
RC směr výstaviště mokro s ABS (1)	9,800	11,333	-	-	1,533 s	-	-	51 km/h	
RC směr výstaviště mokro s ABS (2)	9,600	11,133	-	-	1,533 s	-	-	50 km/h	
RC směr výstaviště mokro bez ABS	12,533	14,267	-	-	1,734 s	-	-	52 km/h	zablokovaná kola při brzdění
RC směr křižovatka sucho	15,800	17,100	-	-	1,300 s	-	-	51 km/h	plus velký závit krosierie
RC směr křižovatka mokro s ABS	13,100	14,567	-	-	1,467 s	-	-	51 km/h	plus závit krosierie
RC směr křižovatka mokro bez ABS	10,133	11,567	-	-	1,434 s	-	-	50 km/h	zablokovaná kola při brzdění
Přechod směr výstaviště sucho (1)	19,333	20,667	19,567	20,667	1,334 s	1,100 s	0,000 s	47 km/h	
Přechod směr výstaviště sucho (2)	11,433	12,867	11,733	12,867	1,434 s	1,134 s	0,000 s	49 km/h	
Přechod směr výstaviště mokro s ABS (1)	10,900	12,667	10,867	11,300	1,767 s	0,433 s	1,367 s	51 km/h	
Přechod směr výstaviště mokro s ABS (2)	10,133	12,067	10,200	10,667	1,934 s	0,467 s	1,400 s	51 km/h	
Přechod směr výstaviště mokro bez ABS	14,033	16,233	14,167	14,567	2,200 s	0,400 s	1,666 s	54 km/h	zablokovaná kola při brzdění
Přechod směr křižovatka sucho	10,133	11,600	10,233	10,933	1,467 s	0,700 s	0,667 s	50 km/h	
Přechod směr křižovatka mokro s ABS	11,433	13,200	11,633	12,167	1,767 s	0,534 s	1,033 s	51 km/h	
Přechod směr křižovatka mokro bez ABS (1)	13,567	16,200	13,667	14,133	2,633 s	0,466 s	2,067 s	53 km/h	zablokovaná kola při brzdění, čas 15,300-16,200 kola se zase otáčí
Přechod směr křižovatka mokro bez ABS (2)	8,067	10,533	8,333	8,767	2,466 s	0,434 s	1,766 s	51 km/h	zablokovaná kola při brzdění, 9,833-10,533 kola se zase otáčí



Graf č. 4 Ukázka analýzy grafů průběhu zpomalení za pomoci hodnot z Tab. č. 16, přechod pro chodce směr Výstaviště mokrý bez ABS [vlastní]

Pozn. Grafické znázornění průběhu zpomalení v čase na přechodu pro chodce a na BPÚ na ul. Poříčí je uvedeno v Příloha č. 6: Grafy průběhu zpomalení pro Vzorky Poříčí – měření září 2018.

Výsledky brzdné zkoušky jsou shrnuty v následující tabulce.

Tab. č. 17 Shrnutí výsledků brzdné zkoušky na vzorcích Poříčí [vlastní]

Vzorek	podélné zpomalení [m/s ²] (září/18)	součinitel adheze (září/18)
BPÚ směr výstaviště sucho	9,72	0,99
BPÚ směr výstaviště mokro s ABS (1)	8,69	0,89
BPÚ směr výstaviště mokro s ABS (2)	8,60	0,88
BPÚ směr výstaviště mokro bez ABS	7,72	0,79
BPÚ směr křižovatka sucho	10,75	1,10
BPÚ směr křižovatka mokro s ABS	9,64	0,98
BPÚ směr křižovatka mokro bez ABS	8,97	0,92
Přechod směr výstaviště sucho	9,25	0,94
Přechod směr výstaviště mokro s ABS (1)	6,98	0,71
Přechod směr výstaviště mokro s ABS (2)	7,00	0,71
Přechod směr výstaviště mokro bez ABS	4,29	0,44
Přechod směr křižovatka sucho	8,57	0,87
Přechod směr křižovatka mokro s ABS	6,51	0,66
Přechod směr křižovatka mokro bez ABS (1)	5,59	0,57
Přechod směr křižovatka mokro bez ABS (2)	4,77	0,49

Měření zařízením TRT a zpracování naměřených dat

Měření zařízením TRT bylo na vzorcích Poříčí realizováno v září 2018 i dubnu 2019. Měření bylo provedeno způsobem popsaným dříve. Výsledky z obou měření jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. č. 18 Součinitel podélného tření na Vzorcích Poříčí [vlastní]

Vzorek	měřicí rychlost 50 km/h	
	součinitel podélného tření (září/18)	součinitel podélného tření (duben/19)
Symbol směr výstaviště (pravý pruh)	0,38	0,33
BPÚ směr výstaviště (pravý pruh)	0,67	0,56
Přechod směr výstaviště (pravý pruh)	0,39	0,38
Povrch vozovky směr výstaviště (pravý pruh)	0,49	0,57
Symbol směr křižovatka (pravý pruh)	0,34	0,32
BPÚ směr křižovatka (pravý pruh)	0,66	0,59
Přechod směr křižovatka (pravý pruh)	0,39	0,37
Povrch vozovky směr křižovatka (pravý pruh)	0,50	0,55

Měření retroreflexe a zpracování naměřených dat

Retroreflexe je požadavek na VDZ, proto bylo měření realizováno pouze na přechodu pro chodce, a to na bílých čarách. Červené čáry slouží pouze na doplnění a zvýraznění přechodu pro chodce, nejedná se o vodorovné dopravní značení, a nejsou tedy na tyto čáry definovány požadavky v podobě drsnosti, retroreflexe aj. Bylo provedeno měření na třech bodech každé čáry přechodu, jak je uvedeno v TP 70. Hodnoty retroreflexe naměřené v září 2018 a dubnu 2019 na přechodu pro chodce na ulici Poříčí jsou uvedeny v následující Tab. č. 19 a Tab. č. 20.

Pozn. Minimální požadovaná hodnota na retroreflexi VDZ je 100 mcd*lux⁻¹*m⁻², viz výše.

Tab. č. 19 Hodnoty retroreflexe v pravém jízdním pruhu ve směru jízdy na přechodu pro chodce, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Přechod - ul. Poříčí, Brno, materiál - hladký plast									
	pravý jízdní pruh směr výstaviště					pravý jízdní pruh směr křižovatka				
	Čáry přechodu - bílé					Čáry přechodu - bílé				
měřicí body	I.	II.	III.	IV.	měřicí body	I.	II.	III.	IV.	
1	240	102	65	75	1	40	163	43	43	
2	313	94	41	70	2	35	268	51	38	
3	291	71	48	56	3	45	195	47	41	
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	281	89	51	67	Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	40	209	47	41	

Tab. č. 20 Hodnoty retroreflexe v pravém jízdním pruhu ve směru jízdy na přechodu pro chodce, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	Přechod - ul. Poříčí, Brno, materiál - hladký plast									
	pravý jízdní pruh směr výstaviště					pravý jízdní pruh směr křižovatka				
	Čáry přechodu - bílé					Čáry přechodu - bílé				
měřicí body	I.	II.	III.	IV.	měřicí body	I.	II.	III.	IV.	
1	56	71	25	61	1	32	89	40	46	
2	79	59	28	65	2	35	170	45	48	
3	41	43	28	70	3	36	100	47	50	
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	59	58	27	65	Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	34	120	44	48	

Měření drsnosti a zpracování naměřených dat

Měření kyvadlem ke zjištění drsnosti VDZ na přechodu pro chodce a drsnosti bezpečnostní protismykové úpravy byla provedena v září 2018. I přes to, že čáry červené na přechodu pro chodce nejsou VDZ, a tedy není stanoven požadavek na drsnost těchto čar, měření byla provedena, a to hlavně proto, že z hlediska bezpečnosti jsou důležité protismykové vlastnosti celého přechodu. Zjištěné hodnoty drsnosti na přechodu a na BPÚ jsou uvedeny v následující Tab. č. 21 a Tab. č. 22.

Pozn. Minimální požadované hodnoty na drsnost VDZ jsou 45 SRT jednotek, viz výše.

Tab. č. 21 Hodnoty drsnosti na přechodu pro chodce, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Poříčí - přechod pro chodce																
	pravý jízdní pruh směr výstaviště							pravý jízdní pruh směr křižovatka									
	Čáry přechodu							Čáry přechodu									
bod	bílá	červená	bílá	červená	bílá	bod	bílá	červená	bílá	červená	bílá	bod	bílá	červená	bílá		
1	44	46	55	45	44	1	47	43	42	45	50	2	48	44	43	45	50
2	43	45	55	45	43	3	47	44	43	46	50	4	46	45	43	45	50
3	43	45	55	45	42	5	46	45	43	45	50	1	47	44	43	45	50
4	43	44	55	45	42	3	47	44	43	46	50	4	46	45	43	45	50
5	43	44	55	44	43	5	46	45	43	45	50	5	46	45	43	45	50
Φ	43	45	55	45	43	Φ	47	44	43	45	50	Φ	47	44	43	45	50
teplota povrchu	28	30	28	29	27	teplota povrchu	24	23	25	26	25	teplota povrchu	24	23	25	26	25
korekce	1	2	1	1	1	korekce	1	1	1	1	1	korekce	1	1	1	1	1
Φ SRT	44	47	56	46	44	Φ SRT	48	45	44	46	51	Φ SRT	48	45	44	46	51

Tab. č. 22 Hodnoty drsnosti na BPÚ měřené v jízdní stopě a mimo jízdní stopu, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Poříčí - BPÚ							
	pravý jízdní pruh směr výstaviště				pravý jízdní pruh směr křižovatka			
	Měřicí místa				Měřicí místa			
bod	jízdní stopa	jízdní stopa	mimo jízdní stopu	bod	jízdní stopa	jízdní stopa	mimo jízdní stopu	
1	57	57	65	1	60	58	69	
2	56	57	64	2	59	57	70	
3	56	56	64	3	59	57	70	
4	57	56	64	4	59	57	70	
5	56	55	63	5	59	57	70	
Φ	56	56	64	Φ	59	57	70	
teplota povrchu	30	29	29	teplota povrchu	25	25	24	
korekce	2	1	1	korekce	1	1	1	
Φ SRT	58	57	65	Φ SRT	60	58	71	

7.3 VZORKY PŘECHODY A SYMBOLY

Tato skupina vzorků se skládá z několika vybraných přechodů a symbolů ve městě Brně. Tyto přechody a symboly byly vybrány na doplnění měřených vzorků ZÚ, a to hlavně proto, že se jedná o reálné přechody (případně symboly). Snahou bylo vybrat přechody a symboly, které jsou zhotoveny z obdobných materiálů a jsou stejného typu jako vzorky na ZÚ.

- 1) **Přechod ul. Šimáčkova (Brno – Líšeň)** - Plastický materiál nanášený za studena s dodatečným posypem (pouze balotinou), strukturální provedení, VDZ typ II. Pokládka tohoto přechodu proběhla v červnu roku 2014. V březnu 2019 byl daný přechod obnoven aplikací rozpouštědlové barvy s dodatečným posypem (balotinou), resp. čáry v jízdních pruzích byly obnoveny, ty v oblasti ostrůvku byly ponechány bez obnovy. Dané ulici nenáleží v celostátním sčítání dopravy žádný sčítací úsek, intenzita dopravy tedy nebyla zjištěna.



Obr. č. 77 Přechod ul. Šimáčkova [vlastní]



Obr. č. 78 Detail přechodu po obnově [vlastní]

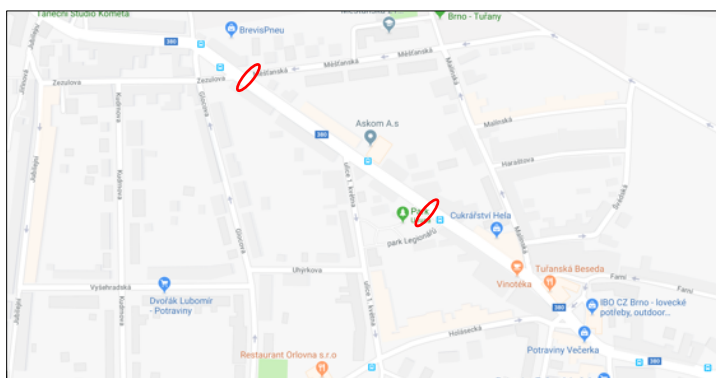


Obr. č. 79 Přechod před obnovou [vlastní]



Obr. č. 80 Přechod po obnově barvou [vlastní]

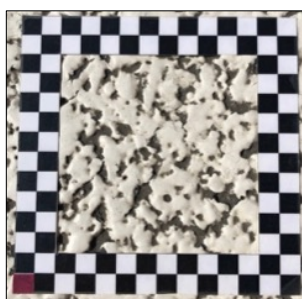
- 2) **Přechod na ul. Revoluční (Brno – Tuřany)** – Rozpouštědlová barva, bez dodatečného posypu, hladké provedení, VDZ typ I. Přechod se nachází naproti Parku u Rusa, viz mapa na **Obr. č. 81**. Před měřením v září 2018 byl přechod naposledy obnovován barvou (bez posypu) v dubnu 2018, a poté před měřením v dubnu 2019 byl přechod obnoven stejným způsobem v březnu 2019. Přechody, které jsou realizovány z barvy je nutné obnovovat přibližně každých 6 až 12 měsíců v závislosti na intenzitě dopravy na daném úseku. Roční průměr denních intenzit dopravy na ul. Revoluční všech motorových vozidel je 12 143 voz/den, z toho 1 587 těžkých nákladních vozidel. (sčítací úsek 6-2382)



Obr. č. 81 Zaznačení dvou měřených přechodů na ul. Revoluční [Google maps]



Obr. č. 82 Přechod na ul. Revoluční (bez posypu) [Google maps]



Obr. č. 83 Detail přechodu, barva bez posypu [vlastní]



Obr. č. 84 Čára přechodu na ul. Revoluční (bez posypu) [vlastní]

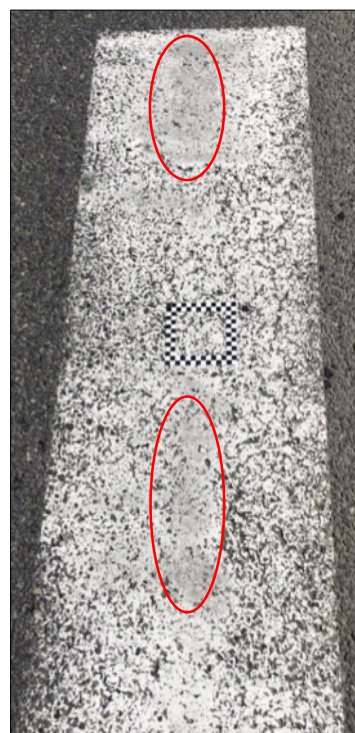
- 3) **Přechod na ul. Revoluční (Brno – Tuřany)** – Rozpouštědlová barva, s dodatečným posypem, hladké provedení, VDZ typ I. Přechod se nachází před křižovatkou s ul. Měšťanská., viz mapa na **Obr. č. 81**. Před měřením v září 2018 byl přechod obnoven pár dní před měřením a to barvou (s posypem), před měřením v dubnu 2019 již obnovován nebyl. Roční průměr denních intenzit dopravy na ul. Revoluční všech motorových vozidel je 12 143 voz/den, z toho 1 587 těžkých nákladních vozidel. (sčítací úsek 6-2382)



Obr. č. 85 Přechod na ul. Revoluční (Tuřanská) [Google mapy]



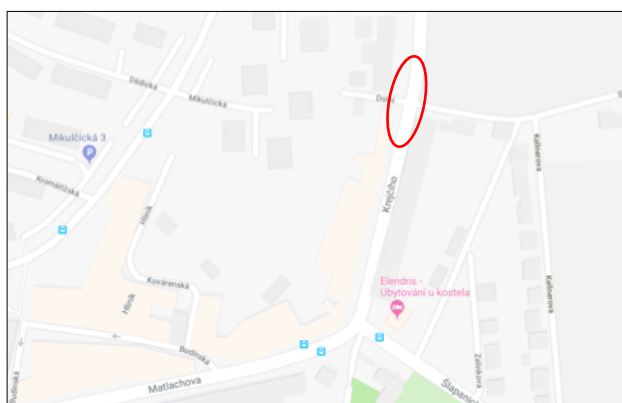
Obr. č. 86 Pohled na čáru po obnově, září 2018 [vlastní]



Obr. č. 87 Pohled na čáru po 7 měsících od obnovy, duben 2019 [vlastní]

Nerovnoměrně naaplikovaná balotina (označené červeně na **Obr. č. 86** a **Obr. č. 87**), která způsobila dosažení minimální požadované hodnoty RL jen v daných místech a jen při měření v září.

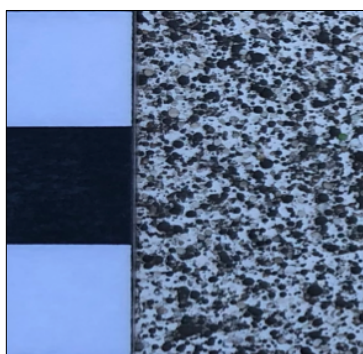
- 4) **Symbole a přechod na ul. Krejčího (Brno – Slatina)** – přechod je z plastického materiálu nanášeného za studena s dodatečným posypem (pouze balotinou), strukturální provedení, VDZ typ II. Symbol je zhotoven z předem připraveného termoplastického materiálu. Pokládka symbolů i přechodu pro chodce proběhla v červnu 2017. Dané ulici nenáleží v celostátním sčítání dopravy žádný sčítací úsek, intenzita dopravy tedy nebyla zjištěna.



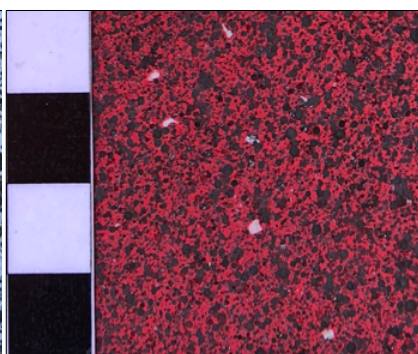
Obr. č. 88 Zaznačení měřeného přechodu pro chodce a symbolů [Google maps]



Obr. č. 89 Měřený přechod a symboly [Google maps]



Obr. č. 90 Detail bílé části symbolu [vlastní]



Obr. č. 91 Detail červené části symbolu [vlastní]



Obr. č. 92 Detail černé části symbolu [vlastní]

7.3.1 Vlastní měření a vyhodnocení Vzorků přechody a symboly

Na přechodech pro chodce na ulici Revoluční a na symbolech byla provedena:

- měření zařízením TRT ke zjištění součinitele podélného tření F_p VDZ,
- měření součinitele tření kyvadlem ke zjištění drsnosti VDZ,
- měření retroreflektometrem ke zjištění retroreflexních vlastností VDZ.

Na přechodech pro chodce na ulici Krejčího a ulici Šimáčkova byla provedena:

- měření zařízením TRT ke zjištění součinitele podélného tření F_p BPÚ,
- měření retroreflektometrem ke zjištění retroreflexních vlastností VDZ,
- měření součinitele tření kyvadlem ke zjištění drsnosti VDZ **nebylo** na těchto přechodech prováděno, protože se jedná o VDZ strukturální.

Brzdné zkoušky nebyly realizovány ani na jednom z těchto přechodů, a to ze dvou důvodů. Aby bylo možné brzdovou zkoušku provést, bylo by třeba zajistit uzavírku, a z důvodu bezpečnosti nejlépe obou jízdních pruhů v oblasti měřených přechodů (symbolů). Druhým důvodem je šířka vybraných přechodů pro chodce a délka symbolů, která v některých případech nedosahovaly ani 5 m, naměřené hodnoty by tedy nemusely být vypovídající.

Měření zařízením TRT a zpracování naměřených dat

Měření zařízením TRT bylo na vzorcích přechody a symboly realizováno v září 2018 a dubnu 2019. K porovnání hodnot dosažených na VDZ, byl vždy také měřen povrch vozovky. Měření bylo provedeno způsobem popsaným dříve. Výsledky z obou měření jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. č. 23 Součinitel podélného tření na měřených přechodech a symbolech v Brně [vlastní]

Měřené místo	měřicí rychlost [km/h]	září 2018			duben 2019		
		1. měření	2. měření	průměr	1. měření	2. měření	průměr
Přechod ul. Šimáčkova - struktura, směr Ochoz	50	0,37	0,35	0,36	0,4	0,38	0,39
Přechod ul. Šimáčkova - struktura, směr Slatina	50	0,37	0,35	0,36	0,38	0,36	0,37
Povrch vozovky	50	0,48	0,51	0,49	0,53	0,56	0,54
Přechod ul. Revoluční - barva, bez posypu, směr Brno	50	0,41	0,38	0,39	0,44	0,42	0,43
Přechod ul. Revoluční - barva, bez posypu, směr Tuřany	50	0,41	0,39	0,4	0,42	0,43	0,42
Přechod ul. Revoluční - barva, s posypem, obnova, směr Brno	50	0,49	0,46	0,47	0,43	0,45	0,44
Přechod ul. Revoluční - barva, s posypem, obnova, směr Tuřany	50	0,49	0,47	0,48	0,45	0,43	0,44
Povrch vozovky	50	0,55	0,56	0,55	0,55	0,56	0,55
Přechod ul. Krejčího - struktura, směr ul. Bedřichovická	50	0,39	-	0,39	0,45	-	0,45
Přechod ul. Krejčího - struktura, směr ul. Matlachova	50	0,28	0,35	0,31	-	-	-
Znak ul. Krejčího - termoplast, směr ul. Bedřichovická	50	0,34	-	0,34	0,29	-	0,29
Znak ul. Krejčího - termoplast, směr ul. Matlachova	50	0,33	0,34	0,33	0,31	0,32	0,31
Povrch vozovky	50	0,48	0,51	0,49	0,54	0,58	0,56

Měření retroreflexe a zpracování naměřených dat

Vodorovné dopravní značení se provádí v retroreflexní úpravě. VDZ v neretroreflexní úpravě lze provádět pouze pro vyznačení způsobu stání, na účelových komunikacích a komunikacích s nemotorovou dopravou. Tento požadavek vychází z normy ČSN 73 7010. Z toho vyplývá, že všechny přechody pro chodce by měly být opatřeny materiálem na dodatečný posyp, resp. balotinou. Měření byla prováděna v září 2018 i dubnu 2019, způsobem popsaným výše. Naměřené hodnoty byly zpracovány obdobně jako u předešlých skupin vzorků. Výsledky retroreflexe jsou shrnuty v následujících tabulkách.

Pozn. Minimální požadovaná hodnota na retroreflexi VDZ je $100 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, viz výše.

Tab. č. 24 Průměrné hodnoty retroreflexe na jednotlivých čarách měřených přechodů v Brně [vlastní]

Měřené místo	RL [$\text{mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]								
	Čary přechodu								
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Přechod ul. Šimáčkova (září/2018)	42	70	46	116	133	176	53	83	46
Přechod ul. Šimáčkova (duben/2019)	194	258	229	123	118	131	195	232	175
Přechod ul. Revoluční bez posypu (září/2018)	19	20	18	30	23	20	28	-	-
Přechod ul. Revoluční bez posypu (duben/2019)	21	18	18	28	20	14	14	-	-
Přechod ul. Revoluční s posypem (září/2018)	74	83	118	141	107	99	193	-	-
Přechod ul. Revoluční s posypem (duben/2019)	30	30	24	45	44	24	27	-	-

Tab. č. 25 Průměrné hodnoty retroreflexe na měřených symbolech, na bílé, červené a černé části termoplastu [vlastní]

Měřené místo	RL [$\text{mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]					
	Měřená místa na symbolu					
	bílá	bílá	červená	červená	černá	černá
Symbol ul. Krejčího směr ul. Matlachova (září/2018)	194	176	50	51	36	29
Symbol ul. Krejčího směr ul. Matlachova (duben/2019)	182	126	26	26	32	30
Symbol ul. Krejčího směr ul. Bedřichovická (září/2018)	169	196	47	31	40	52
Symbol ul. Krejčího směr ul. Bedřichovická (duben/2019)	207	164	32	44	57	38

Retroreflexe na červených a černých částech byla měřena pro zajímavost, nejsou na ni požadavky v normě ČSN 73 7010.

Měření drsnosti a zpracování naměřených dat

Měření kyvadlem ke zjištění drsnosti VDZ na přechodech pro chodce bylo prováděno pouze na přechodech z barvy, které jsou v hladkém provedení a na symbolu z předem připraveného termoplastu, který je také v hladkém provedení. Měření bylo provedeno v září 2018 a dubnu 2019. Měření i vyhodnocení bylo prováděno způsobem popsáním výše. Zjištěné hodnoty drsnosti na přechodech pro chodce a symbolech jsou uvedeny v následující **Tab. č. 26** a **Tab. č. 27**.

Na VDZ v jakémkoli barevném provedení jsou v normě ČSN 73 7010 uvedeny požadavky na drsnost. Proto byly kyvadlem měřeny i červené a černé části symbolu z termoplastu.

Pozn. Minimální požadované hodnoty na drsnost VDZ jsou 45 SRT jednotek, viz výše.

Tab. č. 26 Průměrné hodnoty drsnosti na jednotlivých čarách měřených přechodů v Brně [vlastní]

Měřené místo	SRT						
	Čáry přechodu						
	směr od kostelu			středová čára	směr ke kostelu		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Přechod ul. Revoluční bez posypu (září/2018)	35	32	32	34	34	35	35
Přechod ul. Revoluční bez posypu (duben/2019)	31	31	30	37	37	36	30
Přechod ul. Revoluční s posypem (září/2018)	37	28	38	43	38	43	38
Přechod ul. Revoluční s posypem (duben/2019)	31	29	26	33	31	31	30

Tab. č. 27 Průměrné hodnoty drsnosti na měřených symbolech, na bílé, červené a černé části termoplastu [vlastní]

Měřené místo	SRT		
	měřená místa na symbolu		
	bílá	červená	černá
Symbol ul. Krejčího, směr ul. Matlachova (září/2018)	53	52	50
Symbol ul. Krejčího, směr ul. Matlachova (duben/2019)	53	54	51
Symbol ul. Krejčího, směr ul. Bedřichovická (září/2018)	45	50	44
Symbol ul. Krejčího, směr ul. Bedřichovická (duben/2019)	48	51	44

Naměřené hodnoty drsnosti a retroreflexe na jednotlivých čarách přechodu a na symbolech jsou uvedeny v **Příloha č. 7: Výsledky RL a SRT pro Vzorky přechody a symboly**.

8 ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ

8.1 VZORKY ZÚ

Výsledky všech měření na vzorcích aplikovaných na ZÚ, které byly uvedeny v kapitole 7.1, byly souhrnně zpracovány do tabulky, viz Tab. č. 28.

Tabulka obsahuje:

- hodnoty součinitele podélného tření na jednotlivých vzorcích VDZ a povrchu vozovky,
- zjištěnou drsnost vzorků VDZ a povrchu vozovky,
- hodnoty součinitele adheze na vzorcích VDZ a na povrchu vozovky,
- hodnoty součinitele adheze získaného z MFDD,
- hodnoty retroreflexe na vzorcích VDZ.

Poznámka:

MFDD je střední brzdné zpomalení, které bylo dosaženo při brzdění. V případech, kdy byla brzdná dráha složena z brzdné dráhy na vzorku VDZ a brzdné dráhy na povrchu vozovky, zahrnuje MFDD zpomalení dosažené na VDZ a zpomalení dosažené na povrchu vozovky. Tedy i adheze zjištěná z MFDD se v některých případech liší od adheze na samotném vzorku VDZ, která vychází pouze ze zpomalení dosaženého na vzorku VDZ.

Tab. č. 28 Souhrn všech naměřených hodnot na vzorcích ZÚ [vlastní]

Vzorek	souč. adheze μ z MFDD (září/18)	souč. adheze μ z MFDD (duben/19)	souč. adheze μ na VDZ (září/18)	souč. adheze μ na VDZ (duben/19)	souč. pod. tření Fp (září/18)	souč. pod. tření Fp (duben/19)	drsnost SRT (září/18)	drsnost SRT (duben/19)	Retroreflexe RL (září/2018)	Retroreflexe RL (duben/2019)
TPPz1 suchý	0,92	0,98	0,93	0,98	0,33	0,36	40	41	322	298
TPPz1 mokrý s ABS	0,65	0,70	0,64	0,70						
TPPz1 mokrý bez ABS	0,51	0,55	0,47	0,51						
TPP2 suchý	0,91	0,96	0,94	0,92	0,36	0,38	46	50	201	150
TPP2 mokrý s ABS	0,66	0,72	0,64	0,67						
TPP2 mokrý bez ABS	0,50	0,57	0,39	0,54						
KPS3 suchý	0,89	0,87	0,90	0,89	0,36	0,44	-	-	337	177
KPS3 mokrý s ABS	0,73	0,84	0,74	0,79						
KPS3 mokrý bez ABS	0,69	0,62	0,71	0,60						
RB4 suchý	0,84	0,92	0,82	0,91	0,32	0,37	30	39	28	27
RB4 mokrý s ABS	0,66	0,69	0,64	0,68						
RB4 mokrý bez ABS	0,64	0,59	0,63	0,52						
RBp5 suchý	1,00	0,97	0,98	0,98	0,39	0,37	45	48	243	128
RBp5 mokrý s ABS	0,76	0,76	0,76	0,75						
RBp5 mokrý bez ABS	0,62	0,70	0,59	0,71						
TP6 suchý	0,92	0,90	0,93	0,92	0,36	0,50	-	-	340	219
TP6 mokrý s ABS	0,70	0,71	0,71	0,75						
TP6 mokrý bez ABS	0,63	0,65	0,59	0,64						
KP7 suchý	0,99	1,01	0,96	1,01	0,47	0,46	52	55	154	145
KP7 mokrý s ABS	0,76	0,81	0,76	0,79						
KP7 mokrý bez ABS	0,66	0,71	0,71	0,71						
Povrch vozovky suchý	-	0,96	-	0,97	0,54	0,56	51	52	-	-
Povrch vozovky mokrý s ABS	-	0,83	-	0,83						
Povrch vozovky mokrý bez ABS	-	0,67	-	0,69						

Na základě výše uvedených hodnot bylo provedeno porovnání součinitele podélného tření a součinitele adheze na jednotlivých vzorcích VDZ. Při tomto porovnání byly použity hodnoty součinitele adheze zjištěné při měření na mokřem povrchu vozovky s ABS a bez ABS, a to z důvodu,

že součinitel podélného tření je měřen na povrchu skrápěném vodou. (rozdíl mezi adhezí a třením je popsán podrobně v kapitole **4.3 Rozdíl mezi adhezí a třením**).

Z porovnání vzorků dle přiřazeného pořadí (od nejlepšího výsledku ohodnoceného 1 až k nejhoršímu, a to vzestupně) podle naměřených hodnot součinitele adheze na mokřím povrchu bez ABS a s ABS a součinitele podélného tření (pro obě série měření) vyplývá, že souhrnně jako nejlepší vzorek VDZ na ZU je možné vyhodnotit vzorek KP7 (označen zeleně v **Tab. č. 29**), dále potom vzorky TP 6 a KPS 3, naproti tomu vzorky s nejnižšími naměřenými hodnotami jsou TPPz 1 (označen oranžově v **Tab. č. 29**), TPP 2 a RB 4.

Tab. č. 29 Pořadí vzorků dle dosažených hodnot [vlastní]

Vzorek	Pořadí vzorku dle:						výsledné pořadí
	součinitel adheze mokřý s ABS		součinitel adheze mokřý bez ABS		součinitel pod. tření		
	září 2018	duben 2019	září 2018	duben 2019	září 2018	duben 2019	
TPPz 1	4	3	4	6	4	6	7
TPP 2	4	5	5	4	3	4	5
KPS 3	2	1	1	3	3	3	3
RB 4	4	4	2	5	5	5	6
RBp 5	1	2	3	1	2	5	4
TP 6	3	2	3	2	3	1	2
KP 7	1	1	1	1	1	2	1

Výše uvedenému ohodnocení odpovídají také naměřené hodnoty SRT, kdy nejvyšších hodnot dosáhl vzorek KP 7 a nejnižších RB 4, potom dále opět vzorek TPPz 1. Naopak je tomu však u retroreflexe, kdy jako nejlepší lze vyhodnotit vzorek TPPz 1. Stejně jako u SRT je nejhorší vzorek RB 4, nicméně jde o vzorek zhotovený z rozpouštědlové barvy bez materiálu na dodatečný posyp, proto se tyto výsledky očekávaly. Za zmínku stojí skutečnost, že vzorek TPPz 1 a KP 7 mají po celou dobu sledování téměř neměnné hodnoty všech měřených parametrů, což je způsobeno dokonalým zabudováním materiálu na dodatečný posyp do hmot při pokládce. U ostatních vzorků jsou patrné změny retroreflexe (poklesy při měření po 11 měsících od pokládky) i drsnosti SRT (nárůst při druhé sérii měření). To je způsobeno postupným vydrolováním materiálu na dodatečný posyp, kdy s ubývající balotinou klesá retroreflexe a částečně se zvyšuje hodnota SRT, protože po vydrolené balotiny zůstávají na povrchu vzorků prohlubně, navíc zde působí také nečistoty na vozovce jako abrazivní materiál.

Žádná norma určená pro zhotovené vodorovné dopravní značení nebo pro materiály pro VDZ nedefinuje požadavky na součinitel podélného tření, proto byla pro vyhodnocení použita norma ČSN 73 6177, která se zabývá protismykovými vlastnostmi povrchů vozovek. Hodnoty uvedené pro hodnocení protismykových vlastností pro jednotlivé klasifikační stupně 1 až 5 (viz **Tab. č. 4**) ale neobsahují údaje pro rychlost 50 km/hod, proto byly pro tento účel interpolovány hodnoty uvedené pro rychlost 40 km/h a 60 km/h. Interpolované hodnoty jsou uvedeny v **Tab. č. 30**.

Tab. č. 30 Klasifikační stupně pro rychlost 50 km/h [vlastní dle [28]]

Měřicí rychlost [km/h]	Klasifikační stupeň				
	1	2	3	4	5
50	$F_p \geq 0,64$	0,63 až 0,55	0,54 až 0,47	0,46 až 0,38	$F_p \leq 0,37$

Z výsledků měření vyplývá, že nejvyšším (nejhorším) klasifikačním stupněm 5 v obou sériích měření jsou ohodnoceny dva vzorky (TPPz 1 a RB 4), tři vzorky se v dubnovém měření posunuly do nižšího klasifikačního stupně (TPP 2 a KPS 3 z 5. stupně do 4. stupně, TP 6 z 5. stupně do 3. stupně), naopak u dvou vzorků došlo k poklesu hodnot, a tím zvýšením klasifikačního stupně (RBp 5 ze 4. stupně do 5. stupně a KP 7 ze 3. stupně do 4. stupně). Tyto výsledky, resp. hodnocení dle dosažených klasifikačních stupňů (3 až 5) ukazují na nedostatečné protismykové vlastnosti vzorků VDZ.

Obdobně je tomu také při posouzení naměřených hodnot SRT, resp. zatřídění dle klasifikačních stupňů pro součinitel tření povrchu vozovky zjištěný kyvadlem (PTV) dle ČSN 73 6177.

Tab. č. 31 Klasifikační stupně součinitele tření povrchu vozovky zjištěného kyvadlem [28]

Klasifikační stupeň	1	2	3	4	5
PTV	≥ 70	69 až 60	59 až 50	49 až 40	≤ 39

Dle měření v září 2018 a dubnu 2019 je jeden vzorek (KP 7) v klasifikačním stupni 3, dva vzorky (TPPz 1 a RBp 5) jsou v klasifikačním stupni 4, jeden vzorek (RB 4) je ve stupni 5 a jeden vzorek (TPP 2) se posunul ze stupně 4 (měření v září 2018) do stupně 3 (měření v dubnu 2019). Nicméně při posouzení dle požadavkové normy pro vodorovné dopravní značení ČSN 73 7010 je třeba říci, že pouze vzorek TPPz 1 je zcela nevyhovující, protože vzorek RB 4 byl cíleně zhotoven bez materiálu na dodatečný posyp.

V rámci posouzení změn součinitele adheze na mokřím povrchu vozovky s ABS a bez ABS a součinitele podélného tření v obou sériích měření bylo zjištěno, že hodnoty u většiny vzorků mají stoupající tendenci, což bylo zjištěno u více než 70 % výsledků měření. Rozdíly v naměřených hodnotách součinitele adheze na mokřím povrchu vozovky s ABS a bez ABS ve vztahu na součinitel podélného tření jsou však poměrně velké. Pro lepší názornost byly rozdíly zpracovány do tabulky a vyjádřeny v procentech, viz **Tab. č. 32** a **Tab. č. 33**.

Tab. č. 32 Číselné a procentuální vyjádření rozdílů hodnot souč. podélného tření a souč. adheze s ABS [vlastní]

Vzorek	Rozdíl hodnot součinitele adheze mokrý s ABS a součinitele podélného tření							
	souč. adheze s ABS (září/18)	souč. pod. tření (září/18)	září 2018		souč. adheze s ABS (duben/19)	souč. pod. tření (duben/19)	duben 2019	
			číselný rozdíl	vyjádření v %			číselný rozdíl	vyjádření v %
TPPz 1	0,64	0,33	0,31	48%	0,70	0,36	0,34	49%
TPP 2	0,64	0,36	0,28	44%	0,67	0,38	0,29	43%
KPS 3	0,74	0,36	0,38	51%	0,79	0,44	0,35	44%
RB 4	0,64	0,32	0,32	50%	0,68	0,37	0,31	46%
RBp 5	0,76	0,39	0,37	49%	0,75	0,37	0,38	51%
TP 6	0,71	0,36	0,35	49%	0,75	0,50	0,25	33%
KP 7	0,76	0,47	0,29	38%	0,79	0,46	0,33	42%

Tab. č. 33 Číselné a procentuální vyjádření rozdílů hodnot souč. podélného tření a souč. adheze bez ABS [vlastní]

Vzorek	Rozdíl hodnot součinitele adheze mokrý bez ABS a součinitele podélného tření							
	souč. adheze bez ABS (září/18)	souč. pod. tření (září/18)	září 2018		souč. adheze bez ABS (duben/19)	souč. pod. tření (duben/19)	duben 2019	
			číselný rozdíl	vyjádření v %			číselný rozdíl	vyjádření v %
TPPz 1	0,47	0,33	0,14	30%	0,51	0,36	0,15	29%
TPP 2	0,39	0,36	0,03	8%	0,54	0,38	0,16	30%
KPS 3	0,71	0,36	0,35	49%	0,60	0,44	0,16	27%
RB 4	0,63	0,32	0,31	49%	0,52	0,37	0,15	29%
RBp 5	0,59	0,39	0,2	34%	0,71	0,37	0,34	48%
TP 6	0,59	0,36	0,23	39%	0,64	0,50	0,14	22%
KP 7	0,71	0,47	0,24	34%	0,71	0,46	0,25	35%

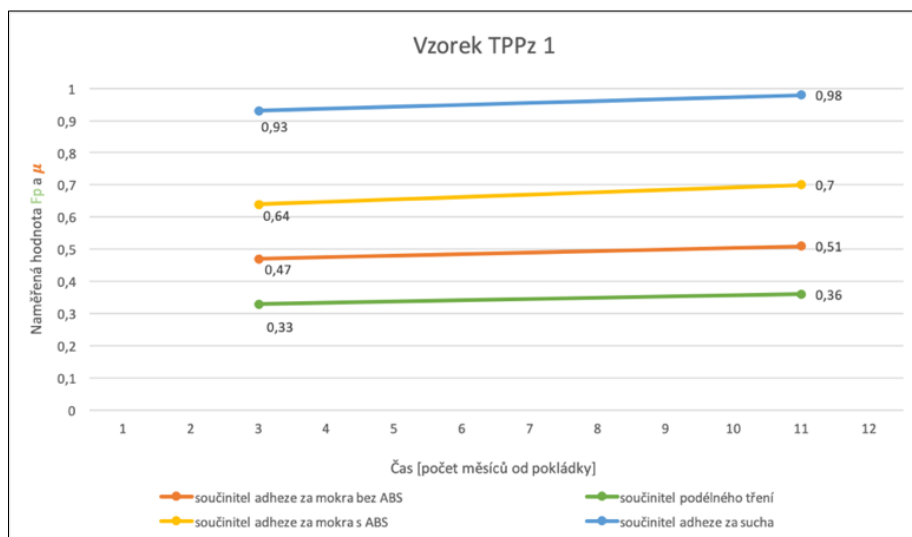
Z výpočtů uvedených v **Tab. č. 32** vyplývá, že největší rozptyl hodnot 0,03 až 0,35 (což je 8 % až 49 %) je v první sérii měření mezi součinitelem adheze na mokrém povrchu bez ABS a součinitelem podélného tření, a to pro vzorky TPP 2 a KPS 3, ve druhé sérii měření je rozptyl menší, a to 0,14 až 0,34 (22 % až 48 %) u vzorků RBp 5 a TP 6. Z **Tab. č. 31** vyplývá, že v obou sériích měření součinitele adheze na mokrém povrchu s ABS a součinitele podélného tření jsou největší rozdíly zaznamenány u stejných vzorků jako u měření bez ABS, ale rozptyly hodnot jsou nižší (44 % až 51 % v první sérii měření, 51 % až 33 % ve druhé sérii měření).

Rozdíl mezi naměřenými hodnotami parametrů je větší při měření součinitele adheze na mokrém povrchu s ABS a součinitele podélného tření, a to v obou sériích měření, dosahuje v průměru 47 % v první sérii měření, ve druhé to je 44 %, zatímco při porovnání součinitele adheze na mokrém povrchu bez ABS a součinitele podélného tření to je v průměru 35 % v první sérii měření a 31 % ve druhé sérii.

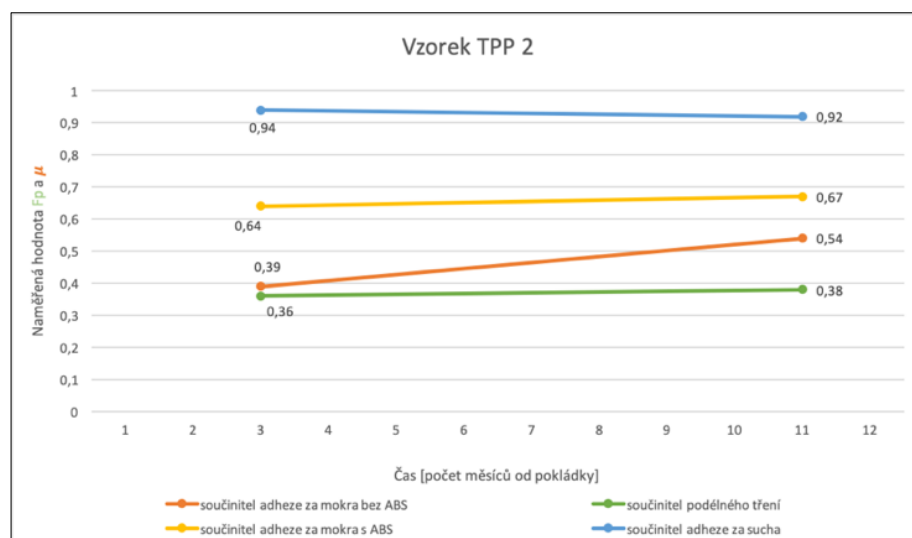
Z porovnání výsledků měření součinitele adheze na mokrém povrchu s ABS, bez ABS a součinitele podélného tření na jednotlivých vzorcích VDZ a povrchu vozovky vyplývá, že vzorky VDZ mají menší nejen součinitel podélného tření, ale v 86 % je menší také adheze na VDZ (vyjma vzorků KP 7 a RBp 5 měřených ve druhé sérii, kde byly dosaženy hodnoty srovnatelné s hodnotami na povrchu vozovky). V případě součinitele podélného tření jsou vzorky VDZ oproti povrchu vozovky horší v průměru o 27 % v první sérii měření a o 31 % ve druhé sérii měření. Absolutně nejhorší vzorek RB 4 má nižší součinitel podélného tření než povrch vozovky o 41 %. Při stejném posouzení součinitele adheze na VDZ oproti povrchu vozovky (na mokrém povrchu s ABS i bez ABS)

dostáváme shodně v průměru o 12 % nižší hodnoty na VDZ. Zajímavé jsou vzorky RBp 5 a KP 7, které vykazují o 3 % vyšší hodnotu součinitele adheze na mokřém povrchu bez ABS.

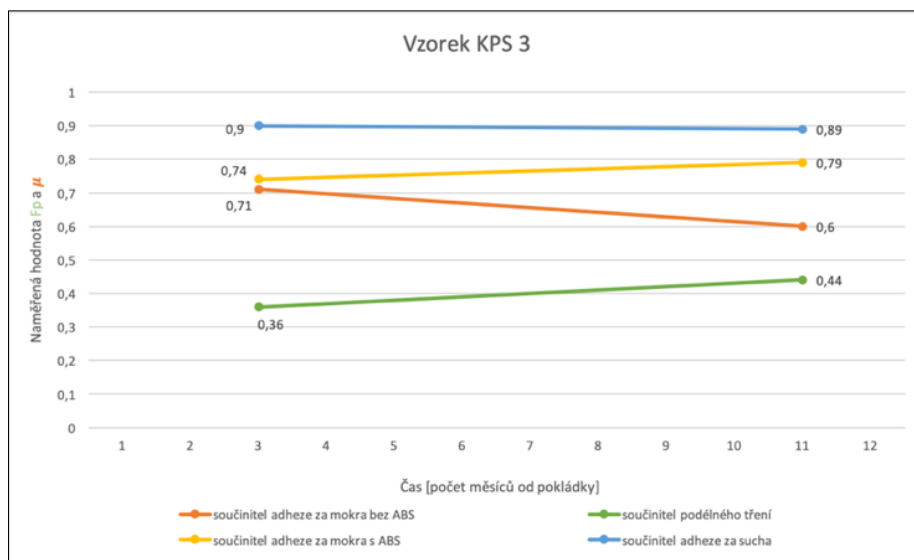
Hodnoty součinitele podélného tření a součinitele adheze na suchém povrchu, mokřém povrchu s ABS a bez ABS dosažené při měření v září 2018 a dubnu 2019 byly graficky zpracovány pro každý vzorek ZÚ, viz následující grafy.



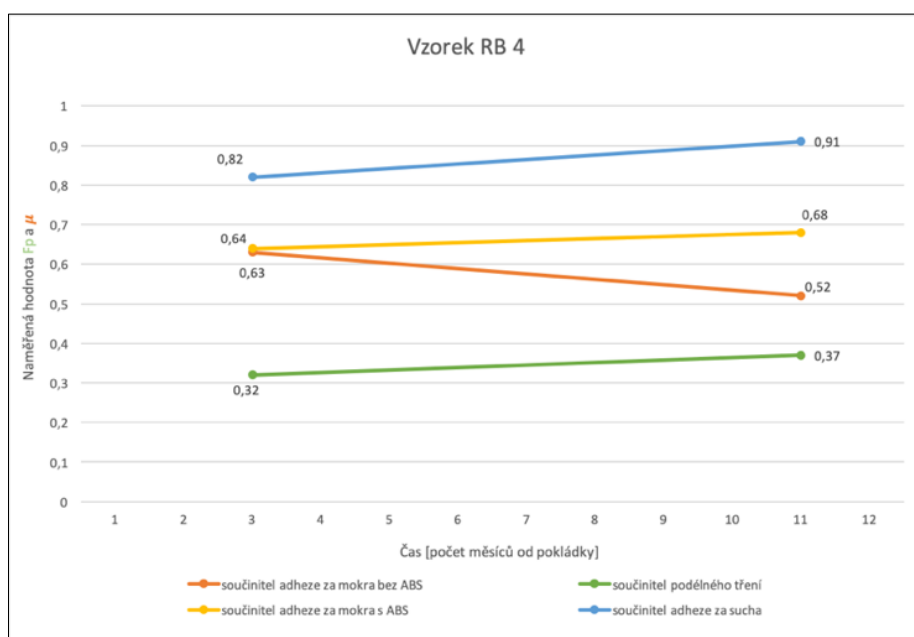
Graf č. 5 Vzorek TPPz 1 [vlastní]



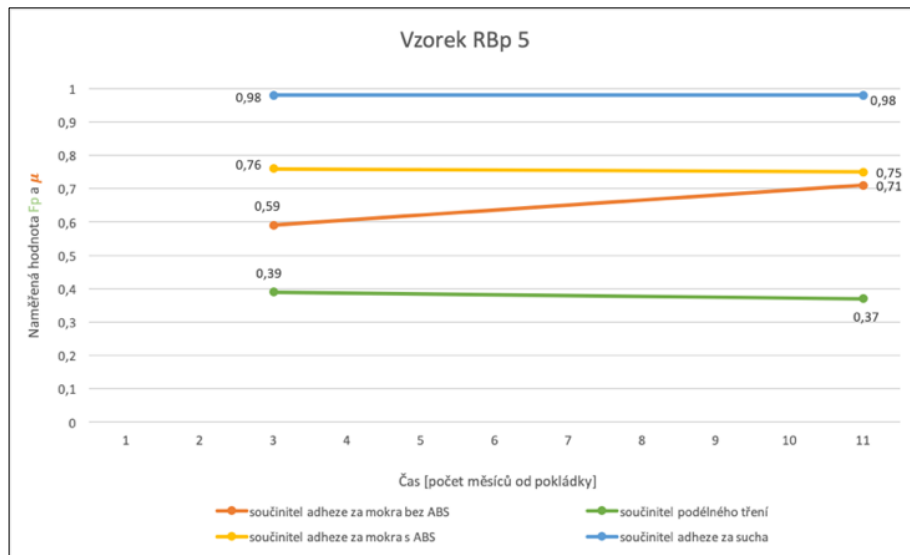
Graf č. 6 Vzorek TPP 2 [vlastní]



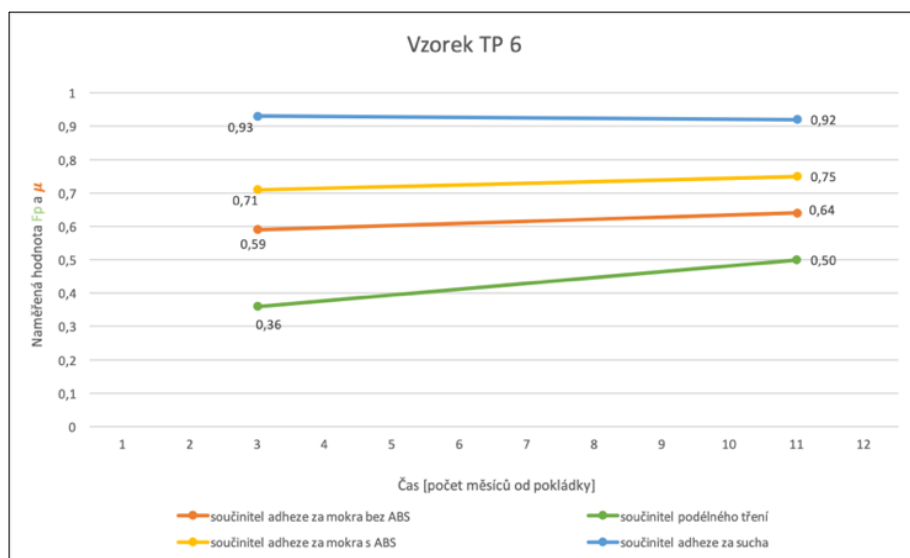
Graf č. 7 Vzorek KPS 3 [vlastní]



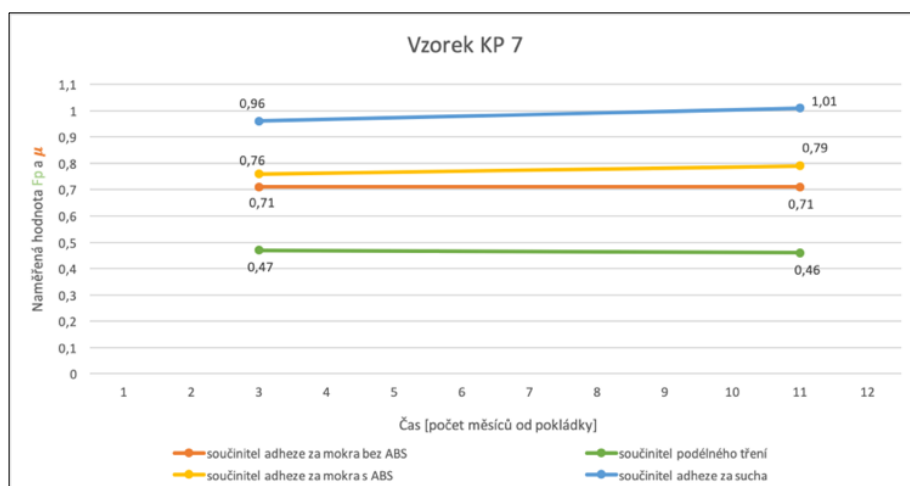
Graf č. 8 Vzorek RB 4 [vlastní]



Graf č. 9 Vzorek RBp 5 [vlastní]

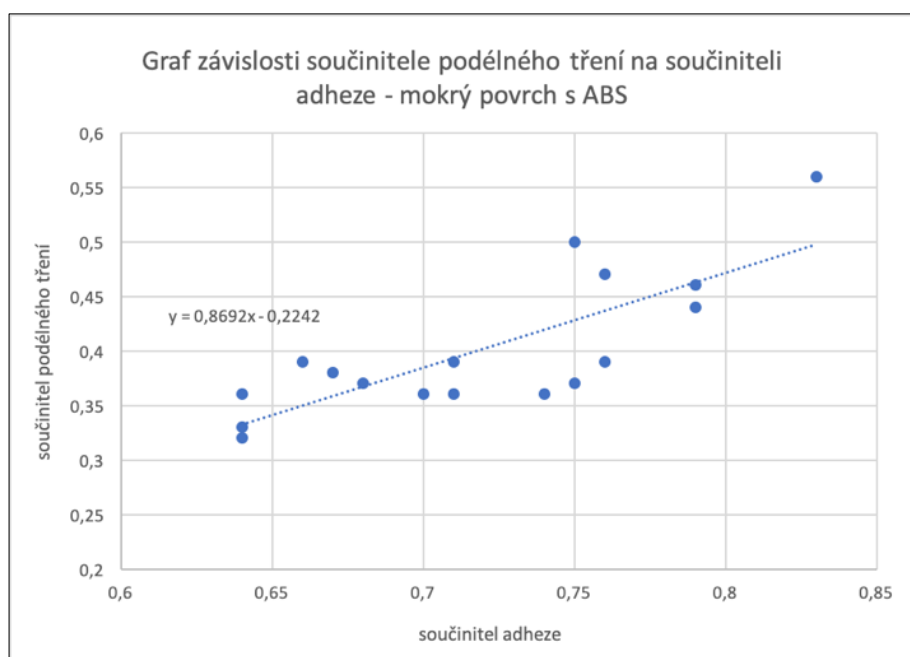


Graf č. 10 Vzorek TP 6 [vlastní]



Graf č. 11 Vzorek KP 7 [vlastní]

Na základě hodnot naměřených na vzorcích ZÚ a na povrchu vozovky na ZÚ během měření v září 2018 a dubnu 2019 byl vytvořen graf závislosti součinitele podélného tření na součiniteli adheze. Grafy byly vytvořeny pro měření součinitele adheze na mokřím povrchu s ABS i bez ABS, a zároveň byly vytvořeny inverzní grafy závislosti, tedy závislost součinitele adheze na součiniteli podélného tření. Grafy jsou uvedeny v **Příloha č. 5: Grafy závislosti součinitele podélného tření na součiniteli adheze - Vzorky ZÚ**. Hodnoty jsou v grafech poměrně hodně rozptýleny a jedná se o malý soubor naměřených dat, nelze tedy jednoznačně hovořit o nějaké závislosti mezi těmito veličinami. Hodnoty vynesené do grafů byly proloženy přímkou s předpisem uvedeným v grafech, viz následující graf.



Graf č. 12 Graf závislosti součinitele podélného tření na součiniteli adheze na mokřím povrchu s ABS [vlastní]

8.2 VZORKY POŘÍČÍ A VZORKY PŘECHODY A SYMBOLY

Výsledky měření, která byla provedena na vodorovném dopravním značení v Brně, sloužily k porovnání s výsledky získanými na vzorcích ZÚ. K tomuto porovnání bylo využito hodnot součinitele podélného tření a částečně také drsnosti a retroreflexe.

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty součinitele podélného tření na jednotlivých přechodech/symbolech, které jsou doplněny o hodnoty součinitele podélného tření odpovídajících vzorků ZÚ (stejný použitý materiál, provedení a typ VDZ).

Tab. č. 34 Porovnání součinitele podélného tření na vzorcích ZÚ a vzorcích přechody a symboly [vlastní]

Použitý materiál a typ VDZ	Vzorek ZÚ/Měřené místo v Brně	září 2018	duben 2019
		souč. podélného tření Fp	souč. podélného tření Fp
Rozpouštědlová barva bez dodatečného posypu, hladké provedení, typ I	Přechod ul. Revoluční bez posypu	0,39	0,42
	RB 4	0,32	0,37
Rozpouštědlová barva s dodatečným posypem (balotinou), hladké provedení, typ I	Přechod ul. Revoluční s posypem	0,47	0,44
	RBp 5	0,39	0,37
Plastický materiál nanášený za studena s dodatečným posypem (balotinou), strukturální provedení, typ II	Přechod ul. Šimáčkova	0,36	0,38
	Přechod ul. Krejčího	0,35	0,45
Předem připravený termoplastický materiál, opatřen dodatečným posypem již z výroby (balotinou a protismykovými přísadami), hladké provedení, typ I	KPS 3	0,36	0,44
	Symbol ul. Krejčího	0,34	0,30
	Symbol ul. Poříčí	0,36	0,32
	TPPz 1	0,33	0,36
Plastický materiál nanášený za studena s dodatečným posypem (balotinou a protismykovými přísadami), hladké provedení, typ I	TPP 2	0,36	0,38
	Přechod ul. Poříčí	0,38	0,40
	KP 7	0,47	0,46

Z hodnot uvedených v tabulce vyplývá, že přechod pro chodce na ul. Krejčího dosahuje podobných hodnot jako vzorek KPS 3 na ZÚ. Na přechodu na ul. Šimáčkova bylo naměřeno podobných hodnot jako na vzorku KPS 3 pouze při měření v září, lze to vysvětlit tím, že přechod byl před měřením v dubnu obnoven barvou s dodatečným posypem.

Na obou přechodech na ul. Revoluční bylo dosaženo hodnot vyšších než na vzorcích ZÚ. To by mohlo být způsobeno jinou technologií pokládky, jinou barvou, odlišným dávkováním barvy i materiálu na dodatečný posyp při aplikaci VDZ, použitím odlišného materiálu na dodatečný posyp ale zejména tím, že při měření v dubnu byl nástřík barvou na přechodech na ul. Revoluční opotřeбенý provozem až na povrch vozovky.

Nejnižší hodnoty byly naměřeny na symbolech na ul. Krejčího a ul. Poříčí, tomu korespondují i nejnižší hodnoty naměřené na vzorku TPPz 1 na ZÚ.

Srovnání hodnot naměřených na přechodu na ul. Poříčí s hodnotami na vzorku KP 7 není vhodné z důvodu rozdílného stáří VDZ, z patrně použitých jiných materiálů, možného odlišného

způsobu aplikace VDZ a v neposlední řadě také z důvodu vyšší intenzity dopravy, která je na ul. Poříčí téměř šestkrát větší než na zkušebním úseku.

Vyhodnocení retroreflexe a drsnosti na vybraných přechodech pro chodce a symbolech bylo provedeno obdobně jako u součinitele podélného tření, tedy dílčím způsobem pro jednotlivé přechody a symboly. U každého vzorku ZÚ byla vypočítána průměrná hodnota RL a průměrná hodnota SRT reprezentující daný vzorek, a to v souladu s ČSN EN 1824. V TP 70 je popsán způsob hodnocení přechodů pro chodce, kdy se hodnotí každá čára samostatně. Za předpokladu, že by na vybraných přechodech pro chodce byly naměřeny obdobné hodnoty na každé čáře přechodu, pro zjednodušení posouzení v rámci této práce by se mohla stanovit průměrná hodnota, která by se porovnávala s hodnotami ze vzorků ZÚ. Vzhledem k výrazným rozdílům v naměřených hodnotách na jednotlivých čárách přechodů však nebylo možné vypočítat pouze průměrnou hodnotu reprezentující celý přechod. Proto bylo vyhodnocení provedeno následujícím způsobem.

Pozn. Naměřené hodnoty retroreflexe a drsnosti na vzorcích ZÚ jsou uvedeny v **Tab. č. 13** a **Tab. č. 15**, na daných přechodech a symbolech jsou uvedeny v **Tab. č. 24**, **Tab. č. 25**, **Tab. č. 26** a **Tab. č. 27**.

- 1) **Přechod ul. Revoluční bez posypu** – Na tomto přechodu bylo dosaženo hodnot retroreflexe i drsnosti srovnatelných jako na vzorku RB 4 na zkušebním úseku, a to při měření v září 2018 i dubnu 2019. Jde o přechod z barvy bez materiálu na dodatečný posyp, tzn. že dané VDZ nemá retroreflexní vlastnosti a naměřené hodnoty tomu odpovídají. Zde je nutno podotknout, že VDZ v neretroreflexní úpravě lze provádět pouze pro vyznačení způsobu stání, na účelových komunikacích a komunikacích s nemotorovou dopravou. Tento požadavek vychází z normy ČSN 73 7010.
- 2) **Přechod ul. Revoluční s posypem** – Na tomto přechodu bylo při měření v září 2018 dosaženo obdobných hodnot retroreflexe jako na vzorku RBp 5 pouze na jedné čáře (ze sedmi), na všech ostatních čárách byly hodnoty nižší, na některých dokonce nevyhovující z hlediska požadavků na VDZ. Toto je poměrně závažná skutečnost, neboť první měření v září na vzorcích ZÚ bylo provedeno po třech měsících od jejich pokládky, kdežto měření na daném přechodu bylo prováděno několik dní po jeho obnově. Při měření v dubnu již ani jedna z čar přechodu nedosahovala minimální požadované hodnoty, naopak se hodnoty blížily hodnotám naměřeným na přechodu bez posypu na ul. Revoluční. Hodnoty naměřené na vzorku RBp 5 na ZÚ byly výrazně větší než minimální požadované hodnoty. Z hlediska drsnosti vzorek RBp 5 splňoval

minimální požadované hodnoty při měření v září i dubnu, přechod s posypem na ul. Revoluční nevyhovoval ani v září, ani v dubnu. Je ale nutné říci, že na ul. Revoluční je čtyřikrát větší intenzita dopravy než zkušebním úseku.

- 3) **Přechod ul. Šimáčkova** – Při měření v září 2018 bylo dosaženo minimálních požadovaných hodnot retroreflexe na daném přechodu na třech čárách z devíti, které se nachází v oblasti dopravního ostrůvku. Nicméně s ohledem na stáří přechodu (přes 4 roky) lze takové hodnoty očekávat. Před měřením v dubnu 2019 byl tento přechod, resp. pouze čáry, které leží v jízdních pružích, obnoveny aplikací barvy s dodatečným posypem (balotinou) a hodnoty naměřené na všech čárách tohoto přechodu byly vyšší než minimální požadované. Srovnání hodnot retroreflexe na přechodu s hodnotami naměřenými na vzorku KPS 3 není relevantní s ohledem na stáří přechodu. Drsnost se na strukturálním značení neměří.

- 4) **Symboly ul. Krejčího** – S ohledem na stáří symbolů (aplikace červen 2017) lze naměřené hodnoty retroreflexe i drsnosti považovat za uspokojivé, bez výrazných změn po zimním období a stále splňující požadované minimální hodnoty. Hodnoty naměřené na symbolech na ul. Krejčího by se daly přirovnat k hodnotám získaným na vzorku TPP 2 na ZÚ.

8.3 BEZPEČNOSTNÍ PROTISMYKOVÁ ÚPRAVA X RŮZNÉ POVRCHY VOZOVKY

Pro možnost porovnání VDZ a povrchů vozovek z hlediska protismykových vlastností byly měřeny také součinitel podélného tření, součinitel adheze a drsnost na povrchu vozovky i na BPÚ. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. č. 35 Srovnání naměřených hodnot na různých površích a na BPÚ [vlastní]

Měřené místo	září 2018			duben 2019		
	součinitel adheze μ	součinitel podélného tření Fp	drsnost SRT	součinitel adheze μ	součinitel podélného tření Fp	drsnost SRT
Povrch vozovky ul. Šimáčkova	-	0,49	-	-	0,54	-
Povrch vozovky ul. Revoluční	-	0,55	-	-	0,55	-
Povrch vozovky ul. Krejčího	-	0,49	-	-	0,56	-
Povrch vozovky na ZÚ suchý	-	0,54	51	0,97	0,56	52
Povrch vozovky na ZÚ mokrý s ABS	-			0,83		
Povrch vozovky na ZÚ mokrý bez ABS	-			0,68		
Povrch vozovky Poříčí směr výstaviště	-	0,50	49	-	0,57	51
Povrch vozovky Poříčí směr křižovatka	-	0,50	50	-	0,56	51
BPÚ Poříčí směr výstaviště sucho	0,99	0,67	60	-	0,57	-
BPÚ Poříčí směr výstaviště mokro s ABS	0,88			-		
BPÚ Poříčí směr výstaviště mokro bez ABS	0,79			-		
BPÚ Poříčí směr křižovatka sucho	1,10	0,67	63	-	0,59	-
BPÚ Poříčí směr křižovatka mokro s ABS	0,98			-		
BPÚ Poříčí směr křižovatka mokro bez ABS	0,92			-		

Z tabulky vyplývá, že nejvyšších hodnot dosahuje právě bezpečnostní protismyková úprava. V TP 213 jsou definovány požadavky na BPÚ z hlediska protismykových vlastností, které by měly být splněny v průběhu záruční doby, která je obvykle 4 roky, a to:

- součinitel tření zjištěný dynamickým zařízením $F_p \geq 0,6$ při měřicí rychlosti 60 km/h,
- součinitel tření zjištěný kyvadlem PTV ≥ 70 . Při měření v září byl splněn,
- vizuální kontroly ztráty zrn kameniva či zdrsňujícího materiálu, trhlin, odlupování vrstvy.

Z výše uvedeného je patrné, že hodnoty naměřené na BPÚ na ul. Poříčí splňují pouze požadavek z hlediska součinitele podélného tření, ale jen při měření v září 2018.

9 ZÁVĚR

Na základě hodnot získaných z měření sledovaných parametrů a provedené analýzy těchto dat je možné formulovat následující závěry.

V případě hodnocení součinitele adheze a součinitele podélného tření na vzorcích aplikovaných na zkušebním úseku lze konstatovat, že při prostém přiřazení pořadí k dosaženým hodnotám součinitelů měl shodné pořadí pouze jeden vzorek, a to vzorek KP 7, který je zároveň tím nejlepším. Vzhledem k rozdílným výsledkům (z hlediska přiřazeného pořadí pro součinitel adheze a součinitel podélného tření) není jednoznačně možné určit pořadí od nejlepšího vzorku VDZ k nejhoršímu. Nicméně vzorky z dvousložkového plastického materiálu nanášeného za studena vykazují nepatrně lepší výsledky. Naopak nejhorších výsledků, a to jak na zkušebním úseku, tak i na vybraných značeních v Brně, dosahovalo VDZ z rozpouštědlových barev bez dodatečného posypu a z předem připravených termoplastických materiálů. Ale naopak VDZ z předem připravených termoplastických materiálů dosahuje vysokých a dlouhotrvajících hodnot retroreflexe.

Z porovnání výsledků měření součinitele adheze na mokřém povrchu s ABS, bez ABS a součinitele podélného tření na všech skupinách vzorků (Vzorky ZÚ, Vzorky Poříčí a Vzorky přechody a symboly) a výsledků naměřených na površích vozovky vyplývá, že vodorovné dopravní značení má menší součinitel podélného tření, ve většině případů i adhezi. Na vzorcích ZÚ byl součinitel podélného tření průměrně o 30 % nižší než na povrchu vozovky. Součinitel adheze na vzorcích ZÚ, a to jak v mokřém stavu s ABS, tak i bez ABS, byl průměrně nižší jen o 12 % než součinitel adheze na povrchu vozovky.

Výsledky provedené analýzy naznačují, že především vodorovná dopravní značení zhotovená v Brně jsou z hlediska sledovaných parametrů protismykových vlastností, ale i retroreflexních vlastností poměrně špatná. Zajištění dostatečných protismykových vlastností se týká prioritně přechodů pro chodce, je totiž potřeba zdůraznit, že vodorovné dopravní značení plní na liniových stavbách primárně funkci "vedení a orientace" a není určeno k pojíždění. To však neznamená, že by protismykové vlastnosti VDZ v těchto případech měly být nedostačující.

Zjištění, že protismykové vlastnosti na VDZ nejsou dostatečné, by mělo do budoucna vést ke snaze o zlepšení této situace, a to zejména jde-li o přechody pro chodce. Možným řešením by mohlo být využití bezpečnostní protismykové úpravy, která naopak dosahuje dobrých protismykových vlastností. Bílé čáry přechodu (VDZ) by se doplnily o čáry z BPÚ, např. v červeném provedení, čímž by byl i přechod zvýrazněn. Z hlediska zachování říditelnosti (ovladatelnosti)

vozidla v případě, že by se kola vozidla v jedné jízdní stopě pohybovala po VDZ a kola v druhé jízdní stopě po BPÚ (tedy po površích, na kterých je výrazně jiná hodnota součinitele adheze) by neměl být problém, protože vozidla jsou v dnešní době vybavena asistenčními systémy (ESC/ESP, DSR).

V rámci řešení diplomové práce byly měřeny vzorky značné variability, nicméně získaný soubor dat je poměrně malý a výsledky lze považovat za prvotní informace o součiniteli podélného tření a součiniteli adheze na VDZ. Na základě získaných poznatků, zejména vzhledem k rozdílům mezi naměřenými hodnotami sledovaných parametrů, se jeví tyto parametry jako neporovnatelné.

S ohledem na absenci těchto měření v Evropě budou závěry diplomové práce postoupeny pracovní skupině CEN TC 226/ WG 2, která se zabývá problematikou tvorby norem a předpisů v oblasti VDZ na evropské úrovni.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] G. CHARLTON, Samuel. The role of attention in horizontal curves: A comparison of advance warning, delineation, and road marking treatments. *Accident Analysis and Prevention* [online]. 2007, (39), 873-885 [cit. 2018-12-26]. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2006.12.007>. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457506002247>
- [2] FATOMI, Shohreh, Saeed BASTANI, Maryam KHAKBAZ VARKANI a Zahra RANJBAR. Optimization of the water-based road-marking paint by experimental design, mixture method. *Progress in Organic coatings*. Elsevier BV, 2006, (55), 337-344. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2006.01.006.
- [3] EINGEMANN, Ludwig. *Road Marking provided with protruding elements capable of resisting to snow plowing implements*. Switzerland.
- [4] ŠAŠINKOVÁ, Daniela. *Přilnavost materiálů pro vodorovné dopravní značení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební, 2017. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební.
- [5] Silniční vývoj ZDZ spol. s.r.o. TP 70 Zásady pro provádění a zkoušení vodorovného dopravního značení. *Politika jakosti pozemních komunikací* [online]. Brno: Ministerstvo dopravy, Odbor pozemních komunikací, 2013 [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_70.pdf
- [6] ČSN EN 1871 *Vodorovné dopravní značení - Materiály pro dopravní značení - Fyzikální vlastnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [7] ČSN EN 1436 *Vodorovné dopravní značení - Požadavky na vodorovné dopravní značení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [8] HENYCH, Jiří. *Měření adhezních vlastností vozovek*. Praha, 2015. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze.
- [9] MIKULEC, Roman. *Systémové srovnání měření adheze vozovky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2015. Diplomová práce.
- [10] ŠACHL (st.), Jindřich a Jindřich ŠACHL (ml.). *Adheze pneumatik v analýze silničních nehod*. Praha, ČVUT v Praze, Fakulta dopravní: Ústav soudního znalectví v dopravě, 2008.
- [11] JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jiří ČUPERA. *Automobily - Podvozky*. 5. vyd. Brno: Avid, spol., 2016. ISBN 978-80-87143-36-0.

- [12] KOTRCH, Miroslav. *Elektromechanické systémy v automobilovém průmyslu*[online]. Plzeň, 2012 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11025/3989>. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, fakulta elektrotechnická.
- [13] HOLÍK, Michal. *Laboratorne posúdenie bitúmenových zmesí pre obrusné vrstvy vozoviek z hľadiska protišmykových vlastností*. Bratislava, 1980. Kandidátská disertační práce.
- [14] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. *Fyzika Vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. Brno: VUTIUM, PROMETHEUS, 2000. ISBN 80-214-1869-9.
- [15] VOPAVA, Lukáš. *Adheze pneumatik a její měření*. Praha, 2013. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, fakulta dopravní.
- [16] MARCÍN, J. *Pneumatiky - výroba, použití, údržba*. Praha, 1976.
- [17] *Break Performance* [online]. In: [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: http://thecartech.com/subjects/auto_eng2/auto_b.aspx
- [18] Akreditovaná zkušební laboratoř č. 1182. *Standardní operační postup*. Brno, 2019.
- [19] *Silnice Železnice* [online]. In: [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/snizeni-dopravni-nehodovosti-v-cr-je-uspechem-nebo-neuspechem/%3C/head%3E%3Cbody%3E>
- [20] Herringbones. In: *Alert Driving School Auckland* [online]. 2014 [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <http://www.alertdriving.co.nz/test-tips/what-are-herringbone-transverse-line-markings>
- [21] Chevron signs. In: *Road Traffic Signs* [online]. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <https://www.roadtrafficsigns.com/chevron-road-signs>
- [22] Rumble Strips. In: *Road Safety Toolkit* [online]. International Road Assessment Programme, Global Transport Knowledge Partnership, World Bank Global Road Safety Facility, 2010 [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=treatment&id=30>
- [23] BRADÁČ, Albert. *Soudní inženýrství*. 1999. Brno. ISBN 80-7204-133-9.
- [24] ČSN EN 13036-4 *Povrchové vlastnosti vozovek pozemních komunikací a letištních ploch - Část 4: Metoda pro měření protišmykových vlastností povrchu - Zkouška kyvadlem*. Evropský výbor pro normalizaci, 2012.

- [25] VLK, František. *Dynamika motorových vozidel*. 2. Brno, 2003. ISBN 80-239-0024-2.
- [26] VLK, František. *Podvozky motorových vozidel*. 2. Brno, 2003. ISBN 80-239-0026-9.
- [27] *Návod k použití XL Meter TM*. Inventure Automotive Electronics R&D.
- [28] ČSN 73 6177 *Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [29] NEKULA, Leoš. *Technická specifikace zařízení TRT*. Vyškov: Měření PVV, 2018.
- [30] *Silniční obzor*. Česká silniční společnost, 2018, **79**(12). ISSN 0322-7154.
- [31] NEKULOVÁ, Pavla. *Součinitel tření povrchu vozovky a Skid Resistance Index*. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební, 2014. Diplomová práce.
- [32] NEKULA, Leoš. *Zpráva o měření protismykových vlastností povrchu vozovky*. Vyškov: Měření PVV.
- [33] RACELOGIC LTD. *Návod k použití PerformanceBox* [online]. In: . Buckingham [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: https://www.vboxmotorsport.co.uk/downloads/datasheets/RLPB_Data.pdf
- [34] RACELOGIC LTD. *Návod k použití VBOX* [online]. [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: <https://www.highperformanceparts.cz/zaznamove-zarizeni-racelogic-vbox-video-hd2-dual-camera-track-package-se-dvema-kamerami-+-can-rozdelovac-a-oled-display.122469>
- [35] *Celostátní sčítání dopravy 2016* [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://scitani2016.rsd.cz/pages/intenzitytable/default.aspx?s=6-0500>
- [36] Pliska podlahy s.r.o. *Technický předpis pokládky a kontroly BPÚ*. 2010.
- [37] NEKULA, Leoš. *Zpráva o měření protismykových vlastností povrchu vozovky: Měření součinitele podélného tření fp*. Vyškov, 2019.

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 Součinitel adheze na různém povrchu [23].....	25
Tab. č. 2 Součinitel adheze v závislosti na různých povětrnostních podmínkách, pro cementobetonový kryt za sucha [17]	25
Tab. č. 3 Součinitel tření na různých površích [23]	29
Tab. č. 4 Klasifikační stupně dle normy ČSN 73 6177 [28].....	36
Tab. č. 5 Časové údaje získané z video záznamu, žlutě označený vzorek RBp 5 [vlastní].....	55
Tab. č. 6 Součinitel adheze a podélné zpomalení na vzorku RBp 5 suchý [vlastní].....	58
Tab. č. 7 Součinitel adheze a podélné zpomalení na vzorku RBp 5 mokrý s ABS [vlastní]	58
Tab. č. 8 Součinitel adheze a podélné zpomalení na vzorku RBp 5 mokrý bez ABS [vlastní].....	58
Tab. č. 9 Shrnutí výsledků na vzorcích VDZ na zkušebním úseku [vlastní].....	58
Tab. č. 10 Průměrná hodnota součinitele podélného tření na vzorcích ZÚ a krytu povrchu vozovky, měření září 2018 [37]	59
Tab. č. 11 Průměrná hodnota součinitele podélného tření na vzorcích ZÚ a krytu povrchu vozovky, měření duben 2019 [37]	59
Tab. č. 12 Ukázka zpracování naměřených hodnot RL, vzorek KPS 3, měření duben 2019 [vlastní]	60
Tab. č. 13 Průměrné hodnoty retroreflexe na vzorcích ZÚ [vlastní].....	60
Tab. č. 14 Ukázka zpracování naměřených hodnot SRT, vzorek KP 7, měření září 2018 [vlastní] ..	61
Tab. č. 15 Průměrné hodnoty drsnosti na vzorcích ZÚ [vlastní]	61
Tab. č. 16 Tabulka s časovými údaji získanými z videozáznamu [vlastní].....	69
Tab. č. 17 Shrnutí výsledků brzděné zkoušky na vzorcích Poříčí [vlastní].....	70
Tab. č. 18 Součinitel podélného tření na Vzorcích Poříčí [vlastní]	70
Tab. č. 19 Hodnoty retroreflexe v pravém jízdním pruhu ve směru jízdy na přechodu pro chodce, září 2018 [vlastní].....	71
Tab. č. 20 Hodnoty retroreflexe v pravém jízdním pruhu ve směru jízdy na přechodu pro chodce, duben 2019 [vlastní].....	71
Tab. č. 21 Hodnoty drsnosti na přechodu pro chodce, září 2018 [vlastní]	71
Tab. č. 22 Hodnoty drsnosti na BPÚ měřené v jízdní stopě a mimo jízdní stopu, září 2018 [vlastní]	71
Tab. č. 23 Součinitel podélného tření na měřených přechodech a symbolech v Brně [vlastní]	76
Tab. č. 24 Průměrné hodnoty retroreflexe na jednotlivých čarách měřených přechodů v Brně [vlastní].....	77
Tab. č. 25 Průměrné hodnoty retroreflexe na měřených symbolech, na bílé, červené a černé části termoplastu [vlastní]	77
Tab. č. 26 Průměrné hodnoty drsnosti na jednotlivých čarách měřených přechodů v Brně [vlastní]	78

Tab. č. 27 Průměrné hodnoty drsnosti na měřených symbolech, na bílé, červené a černé části termoplastu [vlastní]	78
Tab. č. 28 Souhrn všech naměřených hodnot na vzorcích ZÚ [vlastní]	79
Tab. č. 29 Pořadí vzorků dle dosažených hodnot [vlastní]	80
Tab. č. 30 Klasifikační stupně pro rychlost 50 km/h [vlastní]	81
Tab. č. 31 Klasifikační stupně součinitele tření povrchu vozovky zjištěného kyvadlem [28].....	81
Tab. č. 32 Číselné a procentuální vyjádření rozdílů hodnot souč. podélného tření a souč. adheze s ABS [vlastní]	82
Tab. č. 33 Číselné a procentuální vyjádření rozdílů hodnot souč. podélného tření a souč. adheze bez ABS [vlastní].....	82
Tab. č. 34 Porovnání součinitele podélného tření na vzorcích ZÚ a vzorcích přechody a symboly [vlastní].....	87
Tab. č. 35 Srovnání naměřených hodnot na různých površích a na BPÚ [vlastní]	90

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 Ukázka analýzy grafu průběhu zpomalení za pomoci hodnot z Tab. č. 5, vzorek RBp 5 - suchý [vlastní].....	56
Graf č. 2 Ukázka analýzy grafu průběhu zpomalení za pomoci hodnot z Tab. č. 5, vzorek RBp 5 - mokrý s ABS [vlastní]	57
Graf č. 3 Ukázka analýzy grafu průběhu zpomalení za pomoci hodnot z Tab. č. 5, vzorek RBp 5 - mokrý bez ABS [vlastní].....	57
Graf č. 4 Ukázka analýzy grafů průběhu zpomalení za pomoci hodnot z Tab. č. 16, přechod pro chodce směr Výstaviště mokrý bez ABS [vlastní].....	69
Graf č. 5 Vzorek TPPz 1 [vlastní].....	83
Graf č. 6 Vzorek TPP 2 [vlastní].....	83
Graf č. 7 Vzorek KPS 3 [vlastní].....	84
Graf č. 8 Vzorek RB 4 [vlastní].....	84
Graf č. 9 Vzorek RBp 5 [vlastní]	85
Graf č. 10 Vzorek TP 6 [vlastní].....	85
Graf č. 11 Vzorek KP 7 [vlastní].....	86
Graf č. 12 Graf závislosti součinitele podélného tření na součiniteli adheze na mokrém povrchu s ABS [vlastní]	86

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 "Rumble strips" [22]	12
Obr. č. 2 "Chevron sign" [21]	12
Obr. č. 3 "Herringbones" [20]	12
Obr. č. 4 Rozdíl mezi mikrotexturou a makrotexturou [19]	13
Obr. č. 5 Příklad VDZ typ I [vlastní]	14
Obr. č. 6 Příklad VDZ typ II - hladké provedení s velkými zrny balotiny [5]	15
Obr. č. 7 Příklad VDZ typ II - strukturální provedení [vlastní]	15
Obr. č. 8 Příklad VDZ typ II - profilované provedení [vlastní].....	16
Obr. č. 9 Příklad VDZ typ II - kombinace provedení profilovaného a strukturálního [5].....	16
Obr. č. 10 Retroreflektometr LTL - X [vlastní]	18
Obr. č. 11 Retroreflektometr QD 30 [vlastní]	19
Obr. č. 12 Kyvadlový přístroj TRRL [vlastní]	20
Obr. č. 13 Spektrofotometr Minolta [vlastní].....	20
Obr. č. 14 Měřicí mřížka [vlastní]	21
Obr. č. 15 Měřicí mřížka na VDZ [vlastní]	21
Obr. č. 16 Adhezní elipsa [23].....	22
Obr. č. 17 Adhezní elipsa - mezní využitelnost v podélném a příčném směru [23].....	23
Obr. č. 18 Kammova kružnice [12].....	23
Obr. č. 19 Těleso na podložce [14].....	26
Obr. č. 20 Průběh třecí síly [14].....	26
Obr. č. 21 Tření pryže a Coulombovy zákony tření v závislosti na různých parametrech [13]	28
Obr. č. 22 Závislost součinitele adheze na skluzu [23].....	30
Obr. č. 23 Velikost součinitele adheze v závislosti na rychlosti a různé textuře povrchu [25]	30
Obr. č. 24 Vliv profilu pneumatiky na vznik aquaplaningu [25]	31
Obr. č. 25 Přehuštěná pneumatika [26].....	31
Obr. č. 26 Podhuštěná pneumatika [26].....	31
Obr. č. 27 Nastavení prokluzu třecí patky kyvadla před začátkem měření [vlastní].....	33
Obr. č. 28 Měřicí zařízení TRT [vlastní]	34
Obr. č. 29 Schéma zařízení pro měření součinitele podélného tření [28]	34
Obr. č. 30 Pohled na měřicí pneumatiku a trysku ke smáčení měřeného povrchu [vlastní]	35
Obr. č. 31 Vybavení nosného vozidla Ford Transit [vlastní].....	35
Obr. č. 32 Ukázka grafického výstupu (závislost součinitele podélného tření na ujeté dráze) [32]	37
Obr. č. 33 Měřicí zařízení XL Meter [27]	37
Obr. č. 34 Ukázka zobrazení naměřeného podélného zrychlení [vlastní]	38

Obr. č. 35 Ukázka zobrazení naměřených dat v programu XL Vision™ [vlastní]	39
Obr. č. 36 Ukázka zobrazení naměřených dat v programu XL Vision™ [vlastní]	39
Obr. č. 37 Ukázka zobrazení naměřených dat v programu XL Vision™ [vlastní]	40
Obr. č. 38 Ukázka zobrazení naměřeného příčného zrychlení [vlastní].....	40
Obr. č. 39 Přístroj PerformanceBox [33].....	41
Obr. č. 40 Ukázka zobrazení dat v programu Performance Tools (červená křivka – rychlost, šedá křivka – zpomalení/zrychlení [vlastní]	41
Obr. č. 41 Záznamové zařízení VBOX [34].....	42
Obr. č. 42 Umístění kamer při měření na vozidle [vlastní]	42
Obr. č. 43 Pohled na pneumatiky použité při provádění brzdné zkoušky – Continental, ContiPremium Contact 5, 195/65 R 15 [vlastní]	42
Obr. č. 44 Ukázka zobrazení videozáznamu z VBOX [vlastní].....	43
Obr. č. 45 Retroreflektometr LTL - X [vlastní]	43
Obr. č. 46 Pohled na vzorky na ZÚ [vlastní].....	44
Obr. č. 47 Náčrt uspořádání vzorků na ZÚ [vlastní].....	46
Obr. č. 48 Předem připravený termoplast dodávaný v „plátech“ o rozměrech 1 m x 0,6 m, na plátech jsou viditelné vruby, které slouží ke správné aplikaci vzorku [vlastní].....	47
Obr. č. 49 Aplikace předem připraveného termoplastického materiálu pomocí plynového hořáku [vlastní].....	47
Obr. č. 50 Detail vzorku TPP2 při nahřívání plynovým hořákem (kontrolní vruby zvýrazněně červeně) [vlastní].....	48
Obr. č. 51 Detail čerstvě zhotoveného vzorku TPP 2, vruby jsou uzavřené a nejsou již vidět [vlastní]	48
Obr. č. 52 Aplikace vzorku KPS 3 pomocí strojního zařízení Hofmann Junior [vlastní]	49
Obr. č. 53 Detail čerstvě zhotoveného vzorku KPS 3 [vlastní].....	49
Obr. č. 54 Detail vzorku KPS 3 - zrna balotiny [vlastní]	49
Obr. č. 55 Aplikace vzorku RB 4 strojním zařízením Hofmann H 8 [vlastní].....	50
Obr. č. 56 Detail vzorku RB 4 [vlastní]	50
Obr. č. 57 Aplikace vzorku RBp 5 strojním zařízením Hofmann H 8 [vlastní].....	51
Obr. č. 58 Detail vzorku RBp 5 [vlastní]	51
Obr. č. 59 Aplikace vzorku TP 6 strojním zařízením Hofmann H 18 [vlastní]	52
Obr. č. 60 Detail vzorku TP 6 [vlastní].....	52
Obr. č. 61 Prává čára vzorku KP 7 ve směru jízdy již zhotovená stěrkováním [vlastní].....	53
Obr. č. 62 Detail vzorku KP 7 [vlastní]	53
Obr. č. 63 Snímek z videozáznamu brzdné zkoušky na vzorku RBp 5 - suchý [vlastní]	55
Obr. č. 64 Vzorek TPPz 1 po 11 měsících od pokládky, duben 2019 [vlastní].....	62
Obr. č. 65 Detail vzorku TPPz 1, žlutě označená zůstávající balotina, červeně označená vydrolená balotina a modře protismykové přísady, duben 2019 [vlastní]	62

Obr. č. 66 Detail vzorku TPP 2, duben 2019 [vlastní].....	63
Obr. č. 67 Poškození vzorku TPP 2, duben 2019 [vlastní]	63
Obr. č. 68 Detail vzorku KPS 3, duben 2019 [vlastní].....	64
Obr. č. 69 Detail vzorku RB 4, duben 2019 [vlastní]	64
Obr. č. 70 Detail vzorku RBp 5, vydrolená balotina (červeně označená) a odlupky barvy (oranžově označené), zůstávající balotina (žlutě označená), duben 2019 [vlastní].....	65
Obr. č. 71 Vzorek TP 6, duben 2019 [vlastní].....	65
Obr. č. 72 Detail vzorku TP 6, žlutě označená zůstávající balotina, červeně vydrolená balotina, duben 2019 [vlastní]	66
Obr. č. 73 Detail vzorku KP 7, duben 2019 [vlastní].....	66
Obr. č. 74 BPÚ a symbol před přechodem pro chodce ve směru k výstavišti [vlastní].....	67
Obr. č. 75 BPÚ a symbol před přechodem pro chodce ve směru ke křižovatce s ul. Vídeňskou [vlastní].....	67
Obr. č. 76 Přejchod pro chodce na ul. Poříčí [vlastní]	68
Obr. č. 77 Přejchod ul. Šimáčkova [vlastní].....	72
Obr. č. 78 Detail přechodu po obnově [vlastní]	72
Obr. č. 79 Přejchod před obnovou [vlastní].....	72
Obr. č. 80 Přejchod po obnově barvou [vlastní]	72
Obr. č. 81 Zaznačení dvou měřených přechodů na ul. Revoluční [Google mapy]	73
Obr. č. 82 Přejchod na ul. Revoluční (bez posypu) [Google mapy].....	73
Obr. č. 83 Detail přechodu, barva bez posypu [vlastní]	73
Obr. č. 84 Čára přechodu na ul. Revoluční (bez posypu) [vlastní]	73
Obr. č. 85 Přejchod na ul. Revoluční (Tuřanská) [Google mapy].....	74
Obr. č. 86 Pohled na čáru po obnově, září 2018 [vlastní]	74
Obr. č. 87 Pohled na čáru po 7 měsících od obnovy, duben 2019 [vlastní].....	74
Obr. č. 88 Zaznačení měřeného přechodu pro chodce a symbolů [Google mapy].....	75
Obr. č. 89 Měřený přechod a symboly [Google mapy].....	75
Obr. č. 90 Detail bílé části symbolu [vlastní].....	75
Obr. č. 91 Detail červené části symbolu [vlastní]	75
Obr. č. 92 Detail černé části symbolu [vlastní]	75

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symboly

a [m/s^2]	Zrychlení/Zpomalení
B [N]	Boční síla
f [-]	Součinitel tření
g [m/s^2]	Tíhové zrychlení
F_{ad} [N]	Adhezní síla
F_D [N]	Dynamická třecí síla
F_G [N]	Tíhová síla
F_N [N]	Normálová síla
F_p [-]	Součinitel podélného tření získaný dynamickým zařízením TRT
F_S [N]	Statická třecí síla
F_{set} [N]	Setrvačná síla
m [kg]	Hmotnost
s [m]	Dráha
v [km/h]	Rychlost
μ [-]	Součinitel adheze
μ_x [-]	Součinitel adheze v podélném směru
μ_y [-]	Součinitel adheze v příčném směru
MFDD [m/s^2]	Střední brzdné zpomalení, které bylo dosaženo při brzdění
RL [mcd/lux/ m^2]	Retroreflexe
SRT	Drsnost

Zkratky

ABS	Protiblokovací systém (Anti-lock Breaking System)
ESP/ESC	Elektronický stabilizační systém (Electronic Stability Program/Control)
DSR	Systém „řidiči doporučené řízení“ (Driver Steering Recommendation)
CEN	Centrum technické normalizace
WG 2	Working Group 2, Pracovní skupina 2 Centra technické normalizace
VDZ	Vodorovné dopravní značení
HRM	Horizontal Road Marking
ZÚ	Zkušební úsek
TP 70	Technické podmínky – Zásady pro provádění a zkoušení VDZ na PK

TP 213	Technické podmínky - Bezpečnostní protismykové úpravy povrchů vozovek
PK	Pozemní komunikace
TRT	Tatra Runway Tester
VČ	Vodící čára
DČ	Dělicí čára

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: Časové údaje pro výpočet zpomalení na VDZ, Vzorky ZÚ – duben 2019
- Příloha č. 2: Grafy průběhu zpomalení pro Vzorky ZÚ – měření září 2018 a duben 2019
- Příloha č. 3: Výsledky RL pro Vzorky ZÚ – měření září 2018 a duben 2019
- Příloha č. 4: Výsledky SRT pro Vzorky ZÚ – měření září 2018 a duben 2019
- Příloha č. 5: Grafy závislosti součinitele podélného tření na součiniteli adheze - Vzorky ZÚ
- Příloha č. 6: Grafy průběhu zpomalení pro Vzorky Poříčí – měření září 2018
- Příloha č. 7: Výsledky RL a SRT pro Vzorky přechody a symboly
- Příloha č. 8: Ukázka z fotodokumentace z brzdné zkoušky na vzorcích ZÚ a na ul. Poříčí

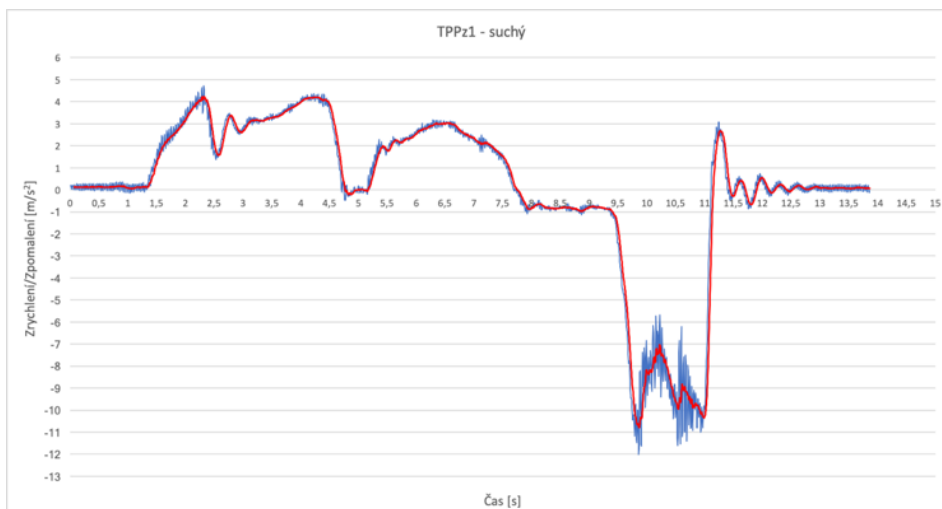
Elektronická příloha: Videozáznamy brzdných zkoušek

Příloha č. 1: Časové údaje z Vboxu - Vzorky ZÚ – duben 2019

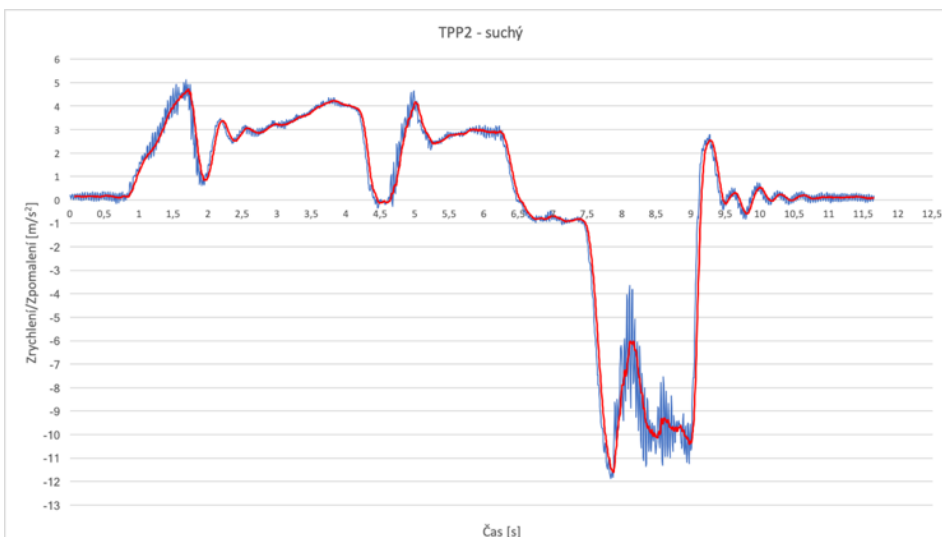
Tab. č. 1 Časové údaje z videozáznamu z Vboxu [vlastní]

Vzorek	počátek brzdění [s]	konec brzdění [s]	počátek VDZ [s]	konec VDZ [s]	celková doba brzdění [s]	doba na VDZ [s]	doba od konce VDZ do zastavení [s]	vychozí rychlost [km/h]	poznámka
TPP1 suchý	28,800	30,267	28,833	-	1,467 s	1,434 s	-	50 km/h	značné poškozené VDZ /velká místa chybí
TPP1 mokry s ABS	51,867	53,933	51,900	53,133	2,066 s	1,233 s	0,800 s	50 km/h	značné poškozené VDZ /velká místa chybí, značné kmitání karoserie na konci brzdění
TPP1 mokry bez ABS	56,800	59,100	56,933	58,067	2,300 s	1,134 s	1,033 s	48 km/h	značné poškozené VDZ /velká místa chybí, kola se při brzdění neotáčela = zablokovaná kola
TPP2 suchý	49,800	51,367	49,833	-	1,567 s	1,534 s	-	50 km/h	
TPP2 mokry s ABS	8,467	10,300	8,367	9,400	1,833 s	1,033 s	0,900 s	50 km/h	
TPP2 mokry bez ABS	6,167	8,367	6,167	7,267	2,200 s	1,100 s	1,100 s	49 km/h	
KPS3 suchý	25,900	27,567	25,867	-	1,667 s	1,700 s	-	47 km/h	
KPS3 mokry s ABS	27,233	28,933	27,133	28,133	1,700 s	1,000 s	0,800 s	52 km/h	
KPS3 mokry bez ABS	24,533	26,533	24,567	25,633	2,000 s	1,066 s	0,900 s	50 km/h	zablokovaná kola po celou dobu brzdění, i mimo VDZ
RB4 suchý	36,200	37,900	36,233	-	1,700 s	1,667 s	-	53 km/h	
RB4 mokry s ABS	56,967	58,867	56,967	58,033	1,900 s	1,066 s	0,834 s	51 km/h	
RB4 mokry bez ABS	50,533	52,667	50,633	51,633	2,134 s	1,000 s	1,034 s	50 km/h	zablokovaná kola po celou dobu brzdění, i mimo VDZ
RBp5 suchý	49,800	51,200	49,800	-	1,400 s	1,400 s	-	48 km/h	plus čas kmitání karoserie po zastavení,
RBp5 mokry s ABS	17,467	19,267	17,567	-	1,800 s	1,700 s	-	50 km/h	konec VDZ asi stejně jako zastavení vozidla
RBp5 mokry bez ABS	4,100	5,933	4,200	5,433	1,833 s	1,233 s	0,500 s	50 km/h	kola se při brzdění neotáčela, zablokovaná kola?
TP6 suchý	4,033	5,433	3,967	-	1,400 s	1,466 s	-	48 km/h	plus čas kmitání karoserie po zastavení
TP6 mokry s ABS	39,633	41,367	39,567	-	1,734 s	1,800 s	-	48 km/h	konec VDZ asi stejně jako zastavení vozidla
TP6 mokry bez ABS	8,400	10,433	8,400	9,433	2,033 s	1,033 s	1,000 s	51 km/h	kola se při brzdění neotáčela, zablokovaná kola?
KP7 suchý	20,800	22,300	20,833	-	1,500 s	1,467 s	-	52 km/h	plus čas kmitání karoserie po zastavení
KP7 mokry s ABS	37,233	38,833	37,133	38,300	1,600 s	1,167 s	0,533 s	47 km/h	
KP7 mokry bez ABS	26,633	28,433	26,600	27,833	1,800 s	1,233 s	0,600 s	49 km/h	plus čas kmitání karoserie po zastavení. Kola se při brzdění neotáčela, zablokovaná kola.
Povrch vozovky suchý	9,867	11,300	-	-	1,433 s	-	-	50 km/h	
Povrch vozovky mokry s ABS	34,300	36,100	-	-	1,800 s	-	-	52 km/h	
Povrch vozovky mokry bez ABS	33,700	35,933	-	-	2,233 s	-	-	55 km/h	kola se při brzdění neotáčela, zablokovaná kola?

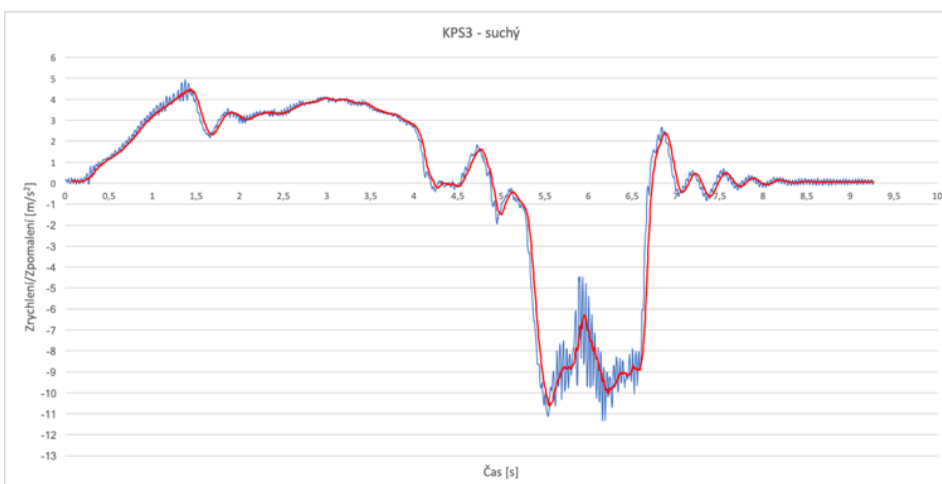
Příloha č. 2: Grafy průběhu zpomalení pro Vzorky ZÚ – měření září 2018 a duben 2019



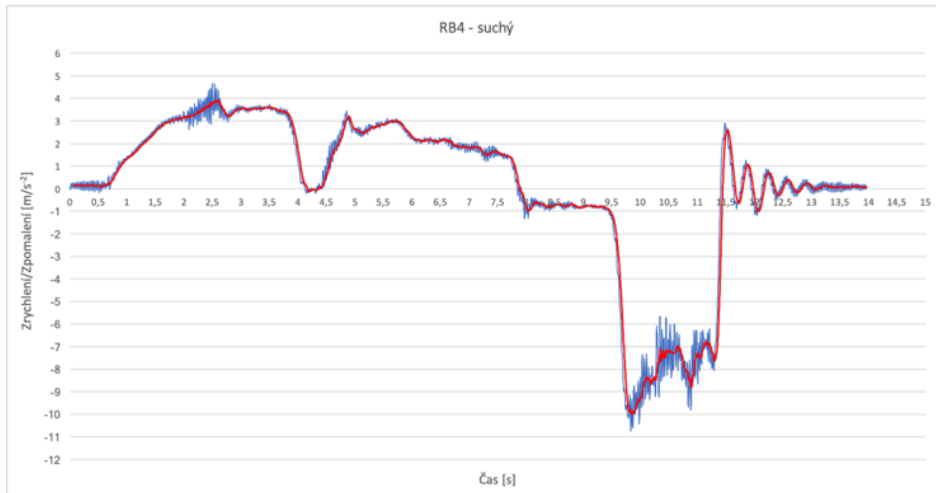
Graf č. 1 Vzorek TPPz - 1 suchý, měření září 2018 [vlastní]



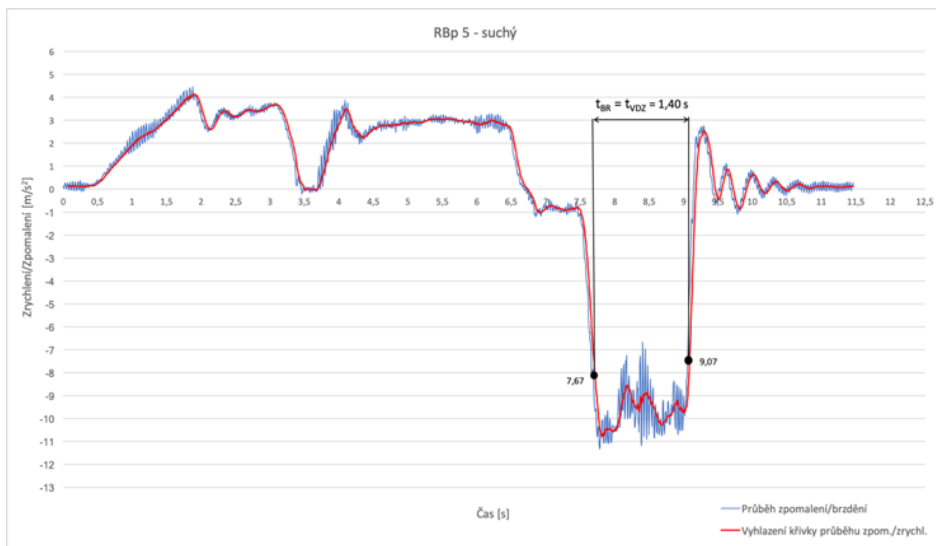
Graf č. 2 Vzorek TPP 2 - suchý, měření září 2018 [vlastní]



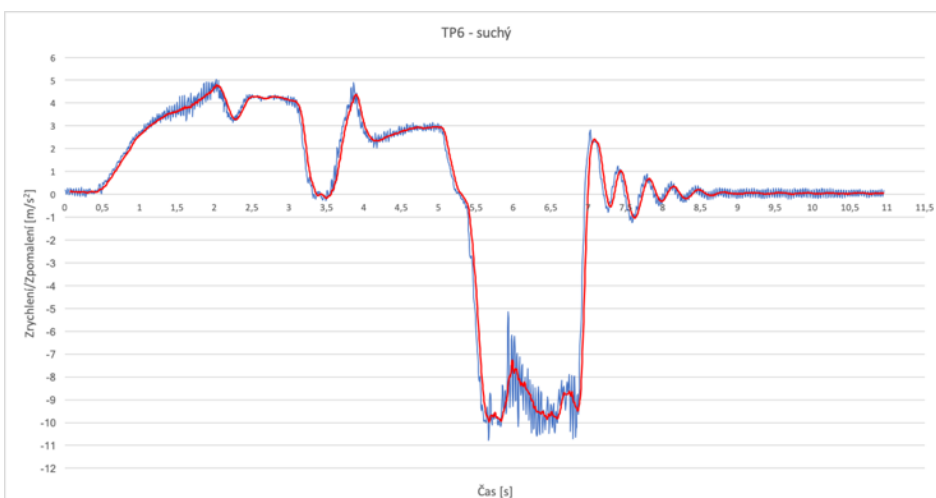
Graf č. 3 Vzorek KPS 3 - suchý, měření září 2018 [vlastní]



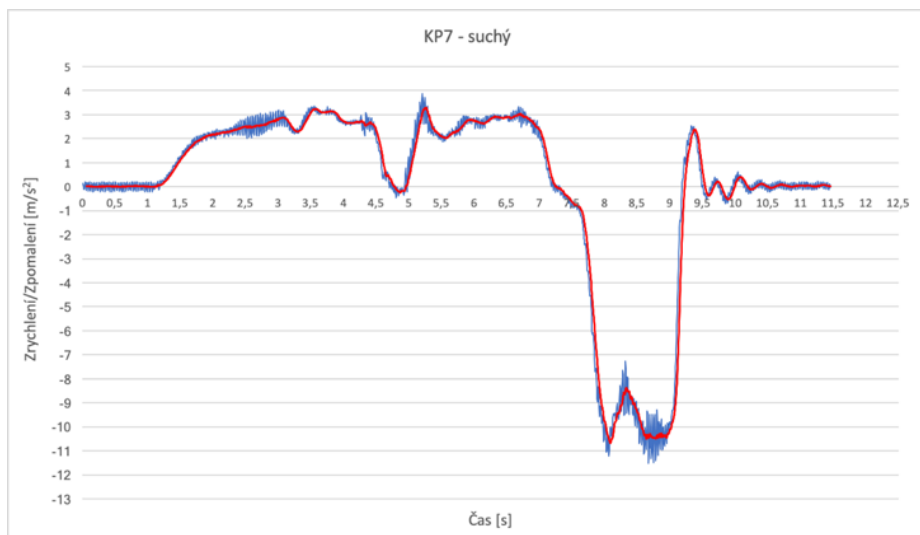
Graf č. 4 Vzorek RB4 - suchý, měření září 2018 [vlastní]



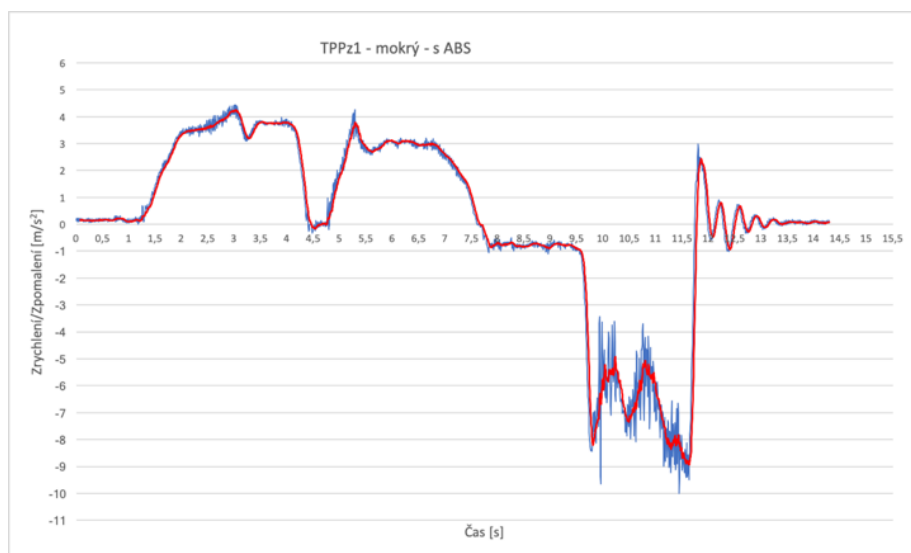
Graf č. 5 Vzorek RBp 5 - suchý, měření září 2018 [vlastní]



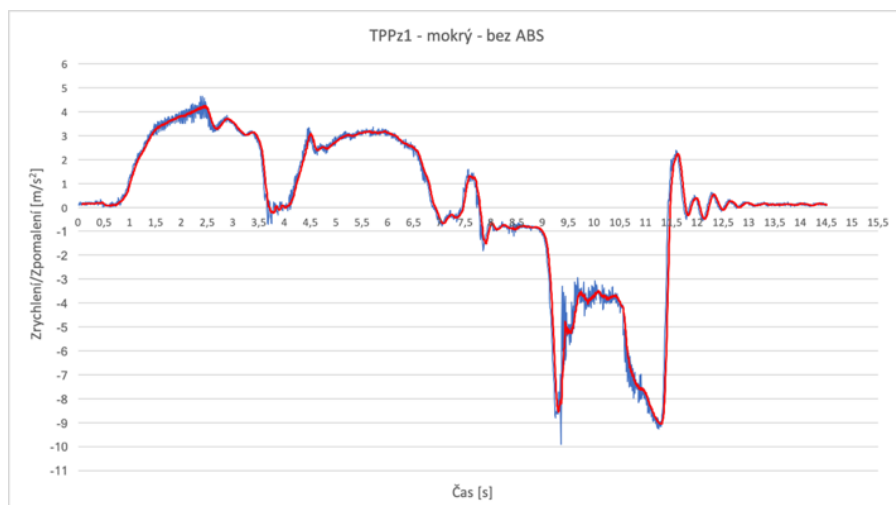
Graf č. 6 Vzorek TP 6 - suchý, měření září 2018 [vlastní]



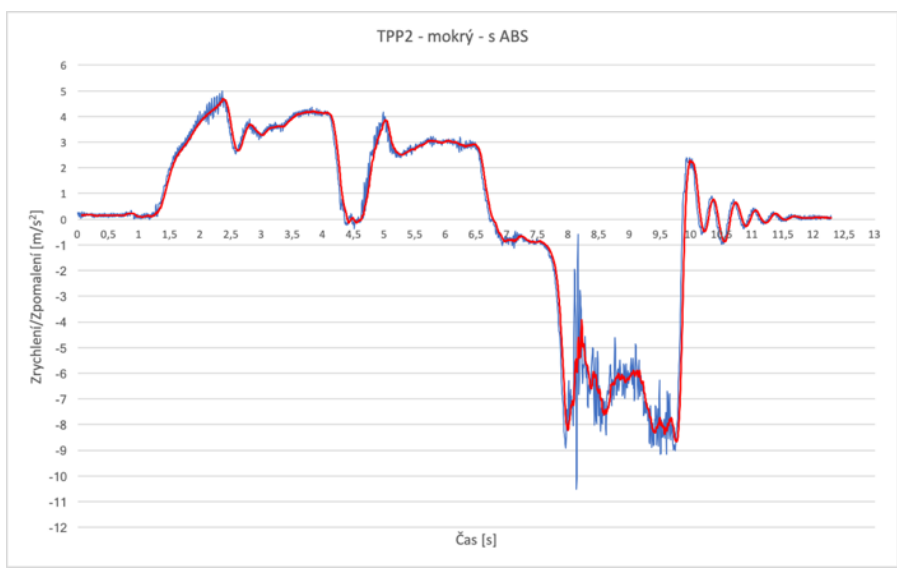
Graf č. 7 Vzorek KP 7 - suchý, měření září 2018 [vlastní]



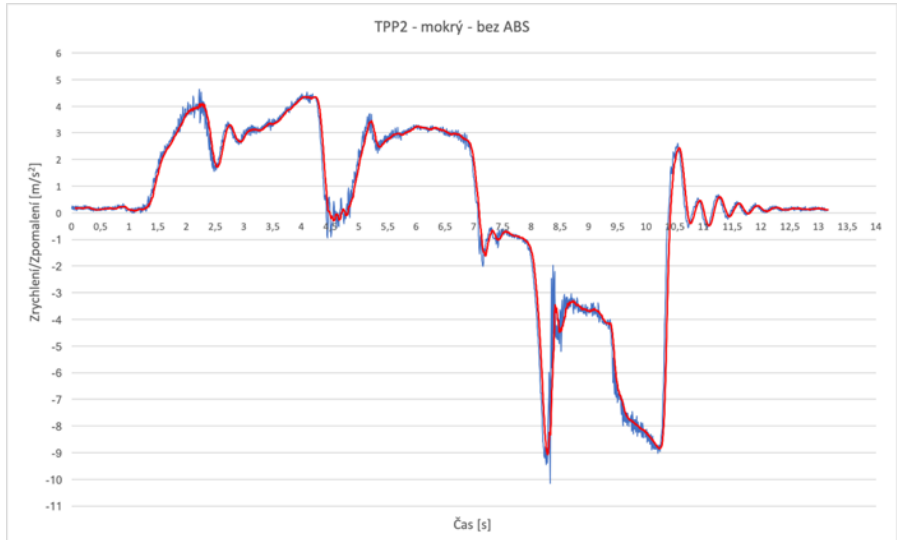
Graf č. 8 Vzorek TPPz 1 - mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



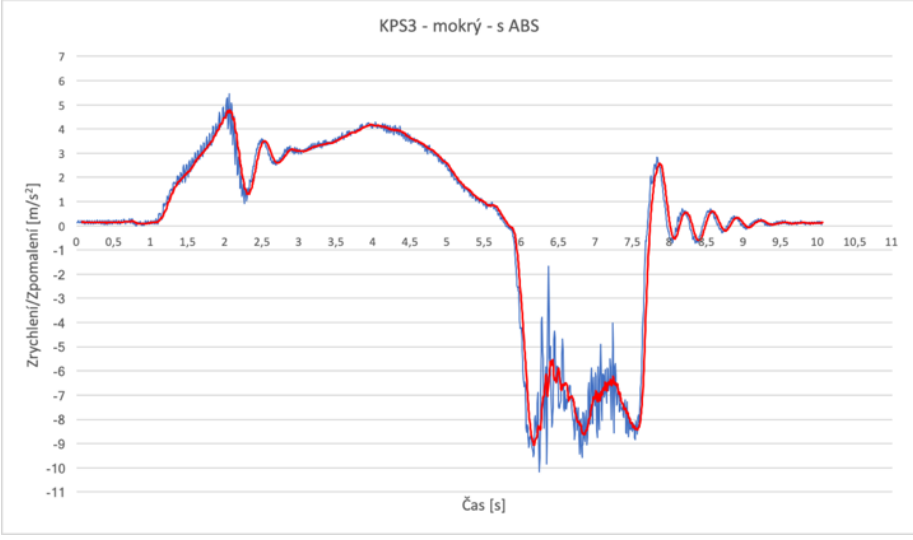
Graf č. 9 Vzorek TPPz 1 - mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



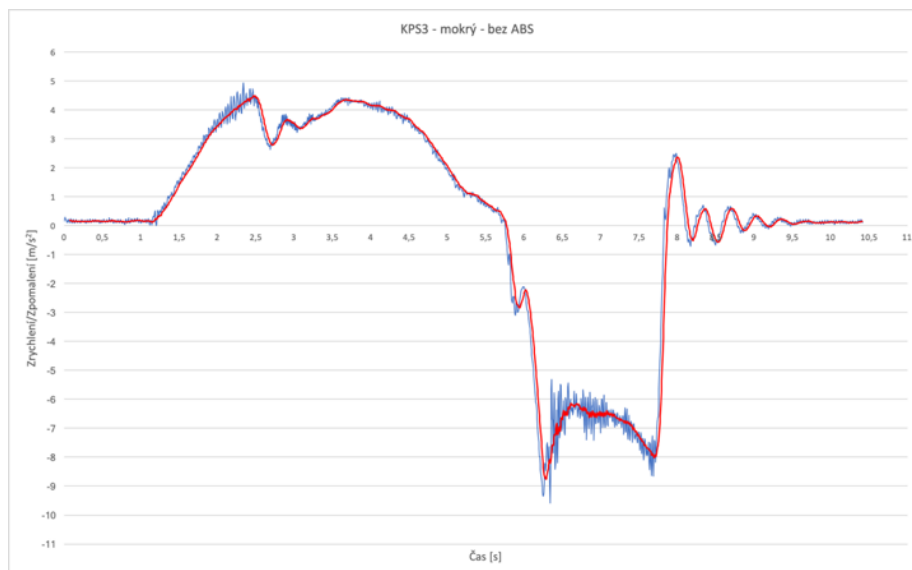
Graf č. 10 Vzorek TPP 2 – mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



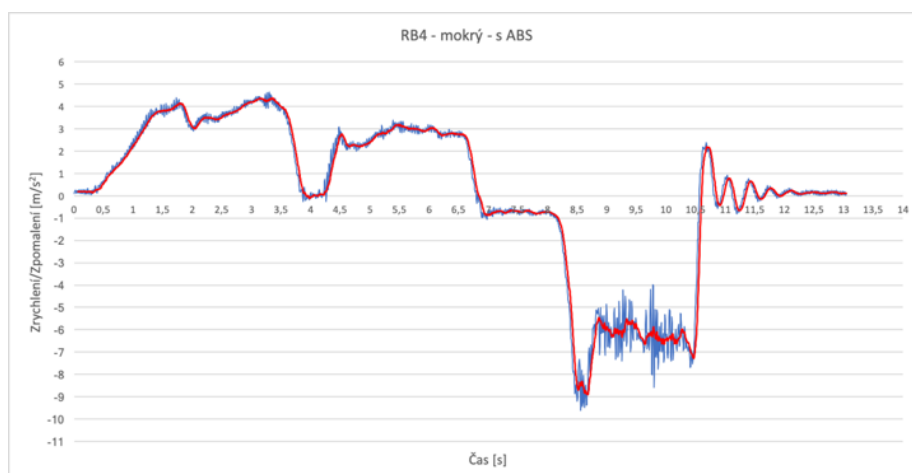
Graf č. 11 Vzorek TPP 2 – mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



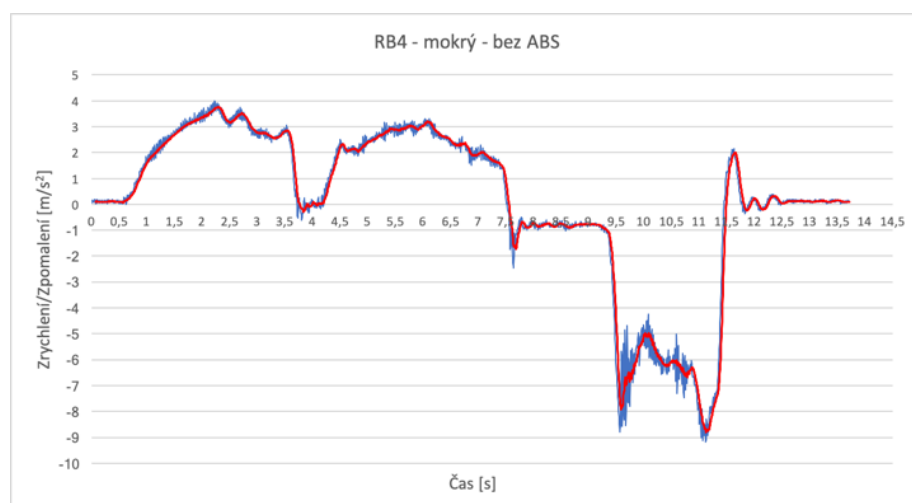
Graf č. 12 Vzorek KPS 3 – mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



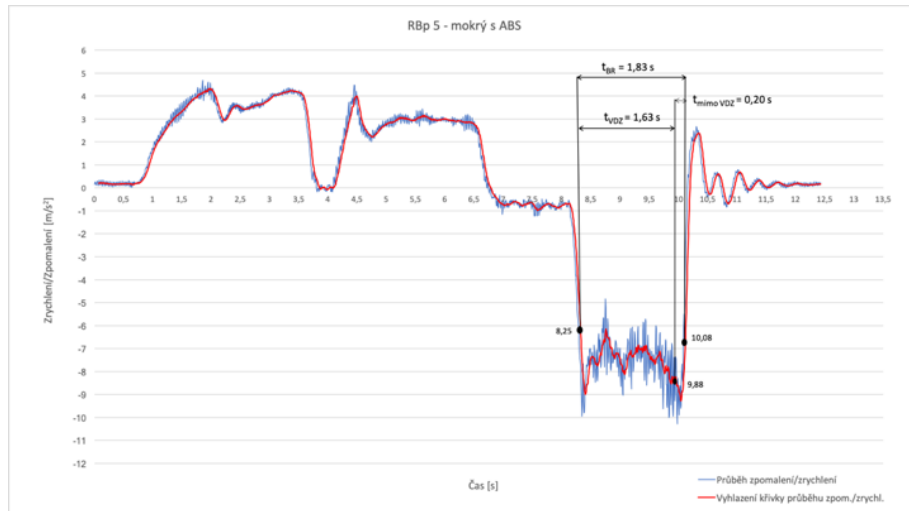
Graf č. 13 Vzorek KPS 3 – mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



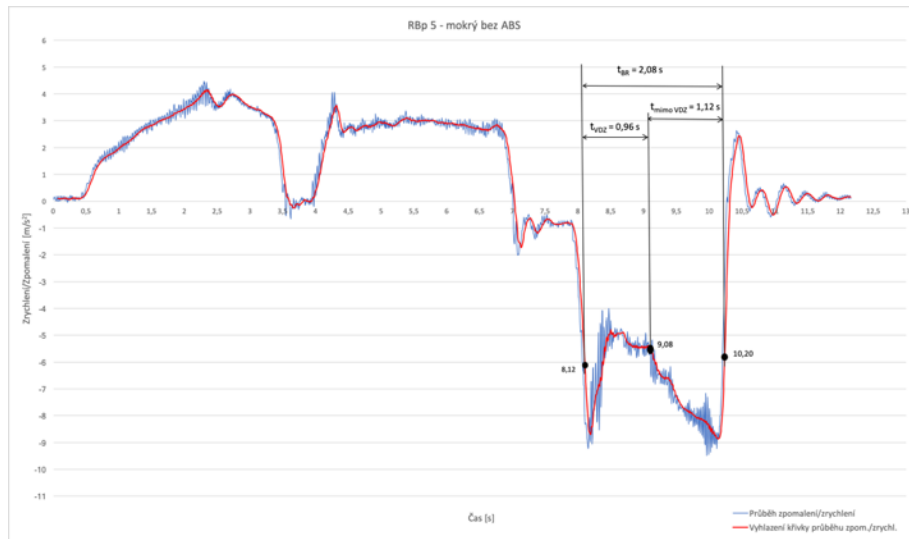
Graf č. 14 Vzorek RB 4 – mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



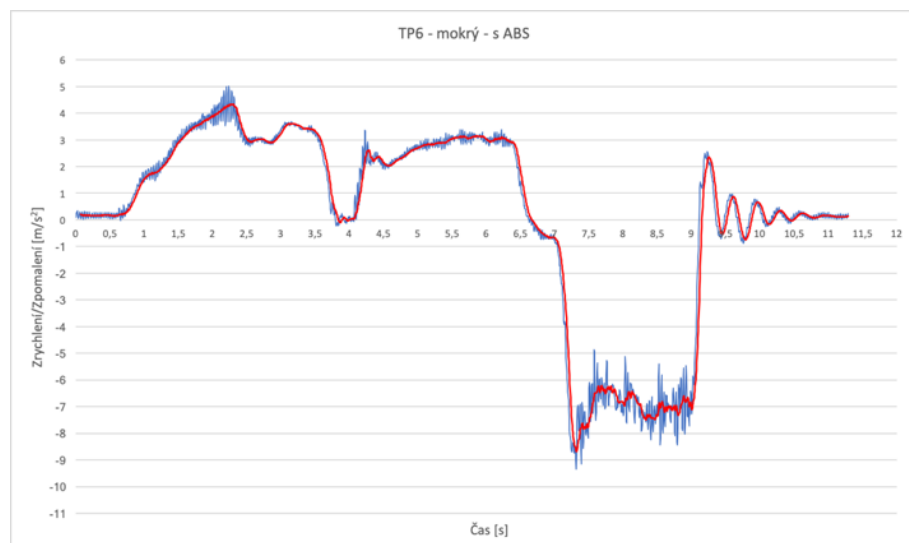
Graf č. 15 Vzorek RB 4 – mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



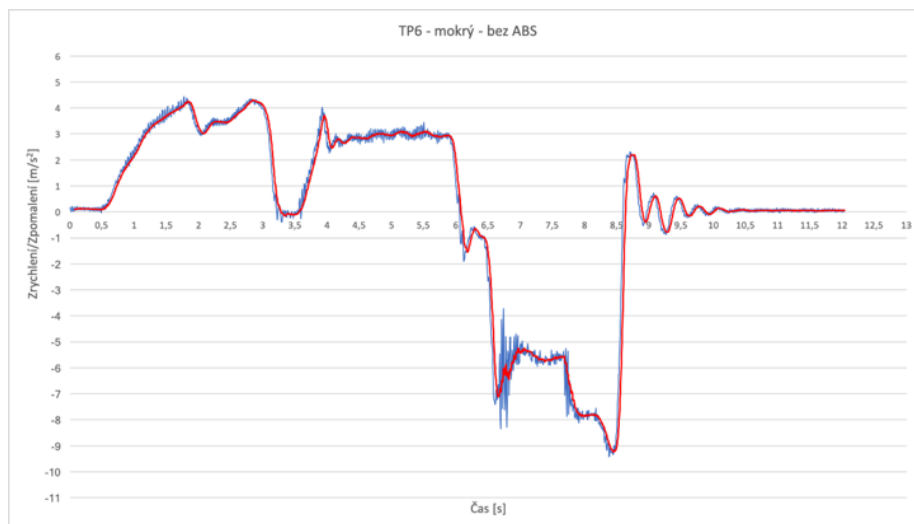
Graf č. 16 Vzorek RBp 5 – mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



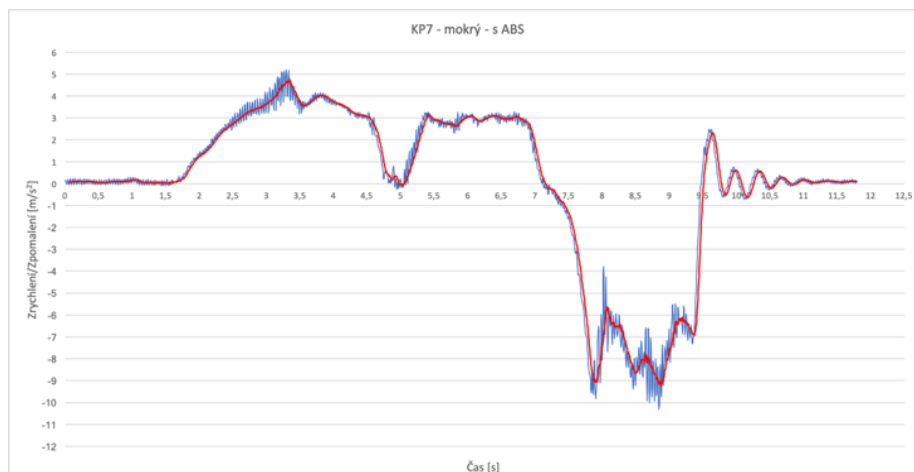
Graf č. 17 Vzorek RBp 5 – mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



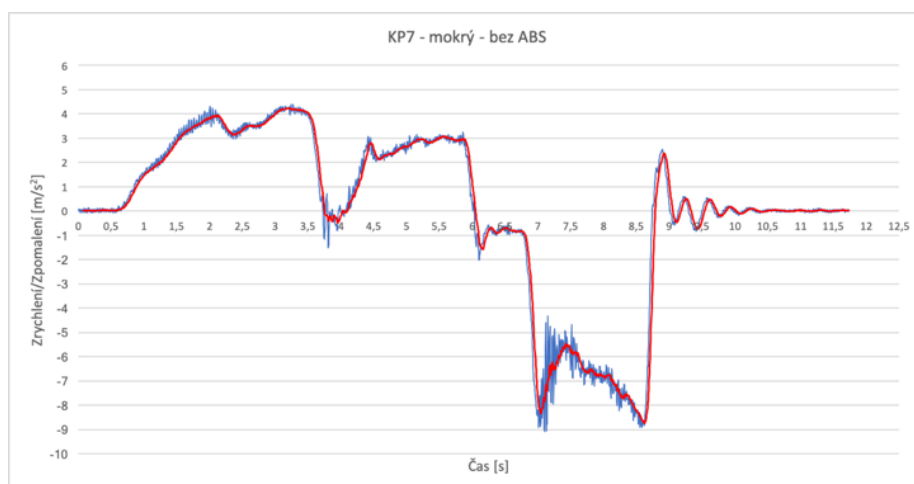
Graf č. 18 Vzorek TP 6 – mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



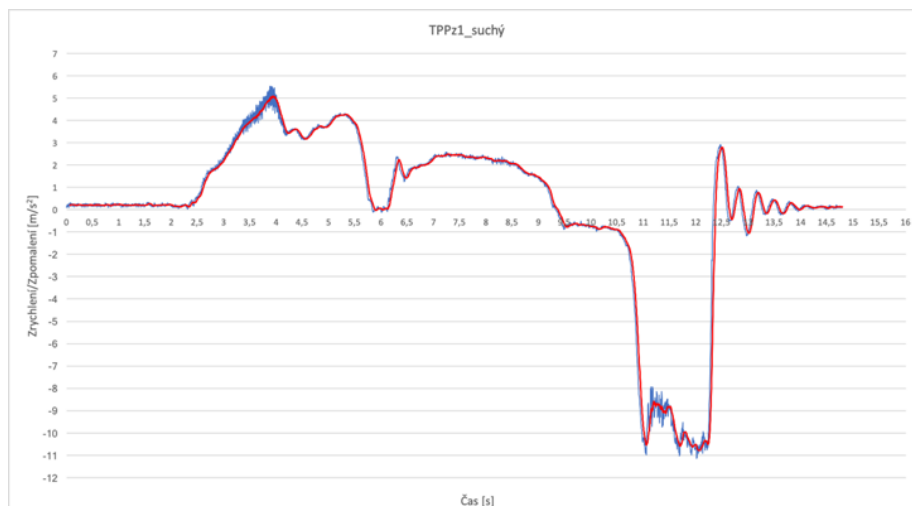
Graf č. 19 Vzorek TP 6 – mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



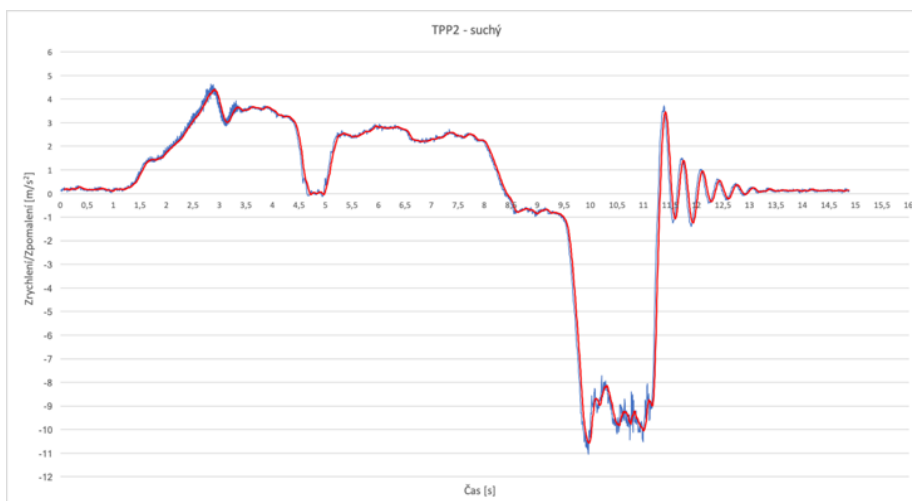
Graf č. 20 Vzorek KP 7 – mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



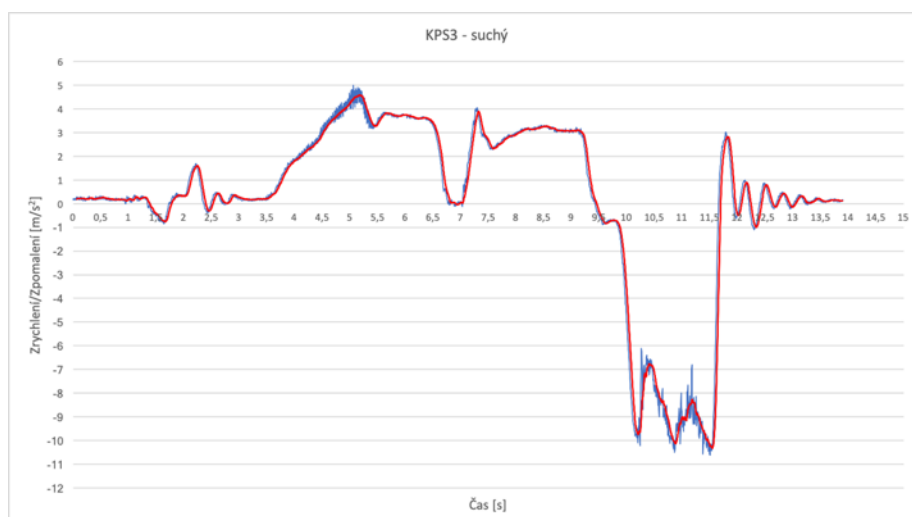
Graf č. 21 Vzorek KP 7 – mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



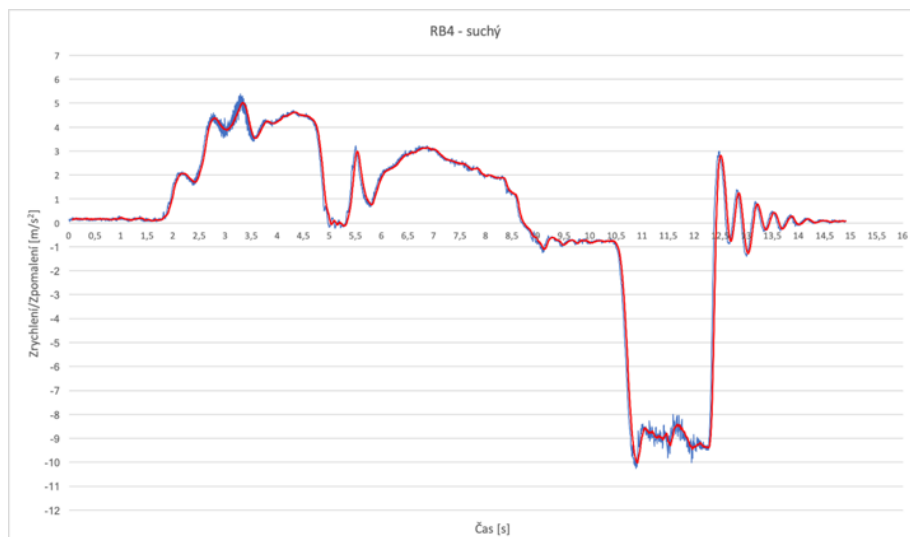
Graf č. 22 Vzorek TPPz 1 - suchý, měření duben 2019 [vlastní]



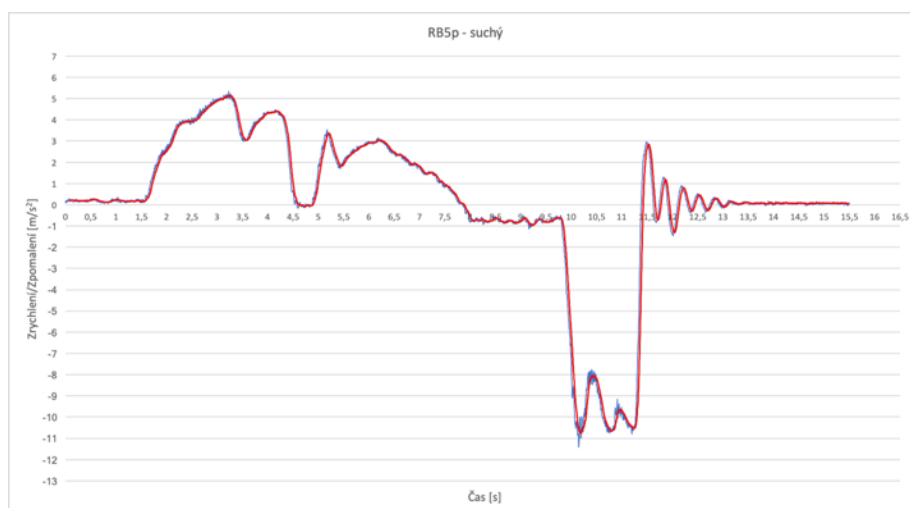
Graf č. 23 Vzorek TPP 2 - suchý, měření duben 2019 [vlastní]



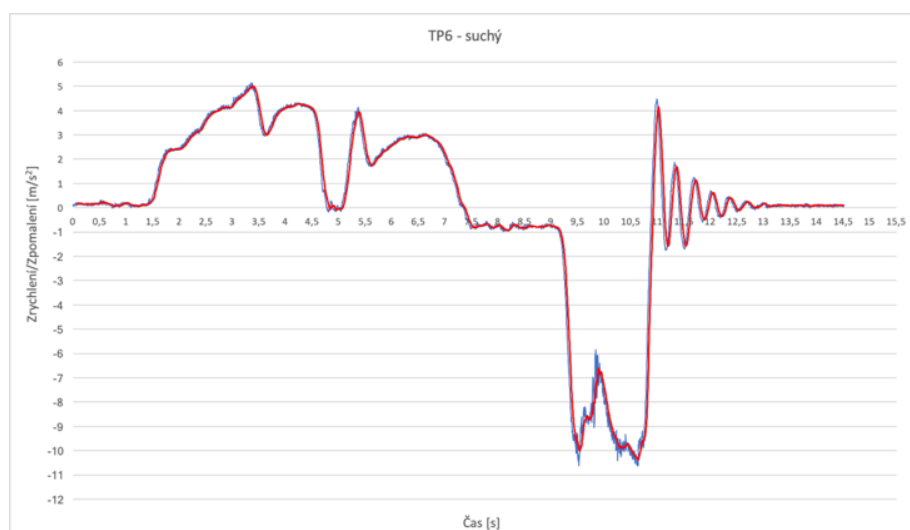
Graf č. 24 Vzorek KPS 3 - suchý, měření duben 2019 [vlastní]



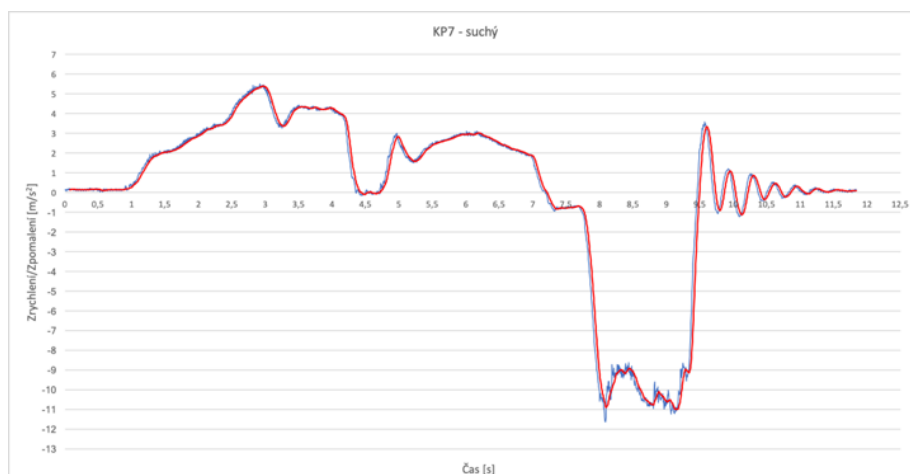
Graf č. 25 Vzorek RB 4 - suchý, měření duben 2019 [vlastní]



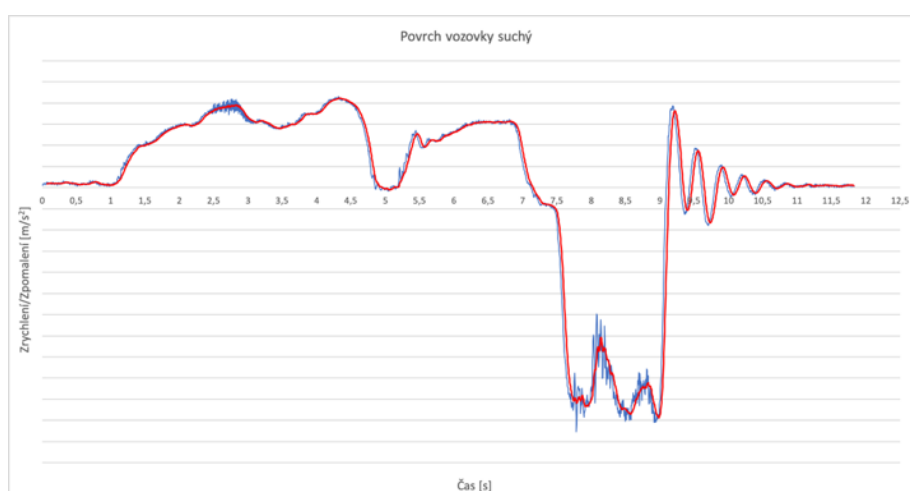
Graf č. 26 Vzorek RBp 5 - suchý, měření duben 2019 [vlastní]



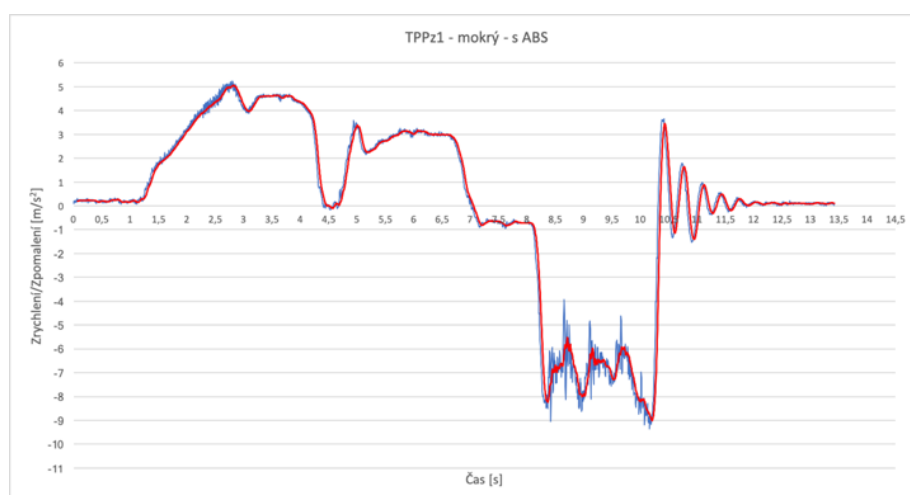
Graf č. 27 Vzorek TP 6 - suchý, měření duben 2019 [vlastní]



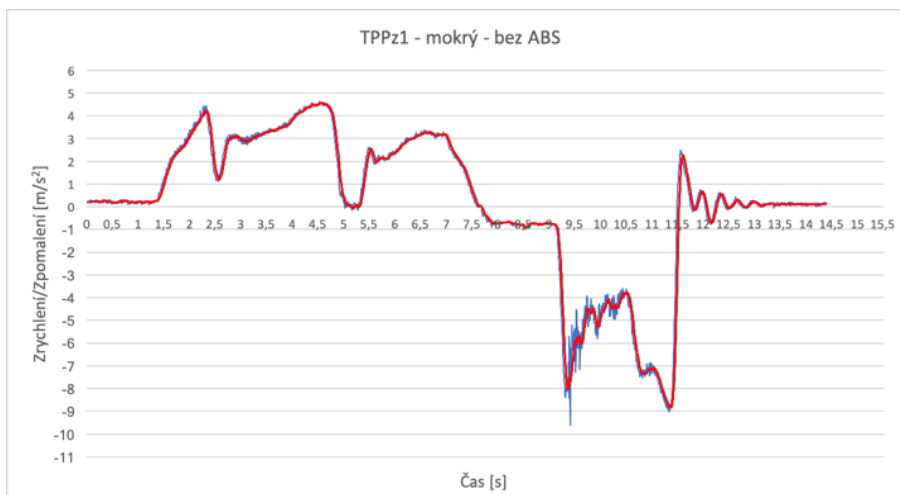
Graf č. 28 Vzorek KP 7 - suchý, měření duben 2019 [vlastní]



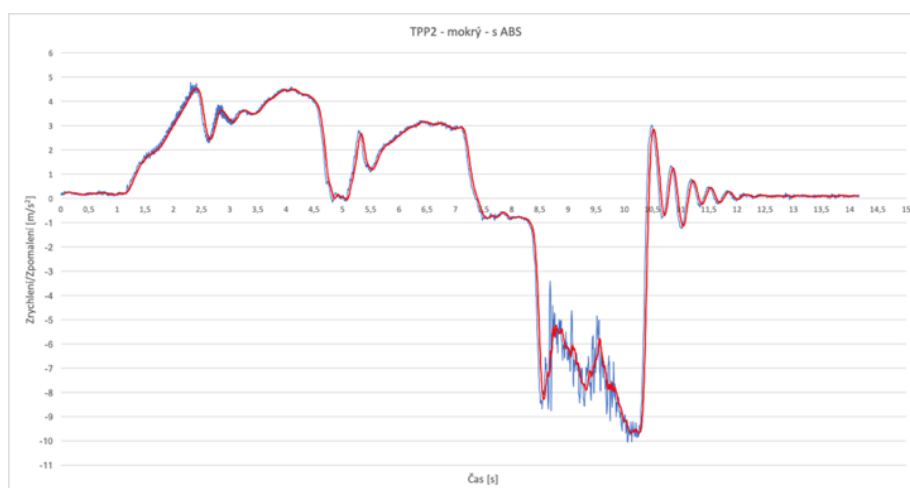
Graf č. 29 Povrch vozovky - suchý, měření duben 2019 [vlastní]



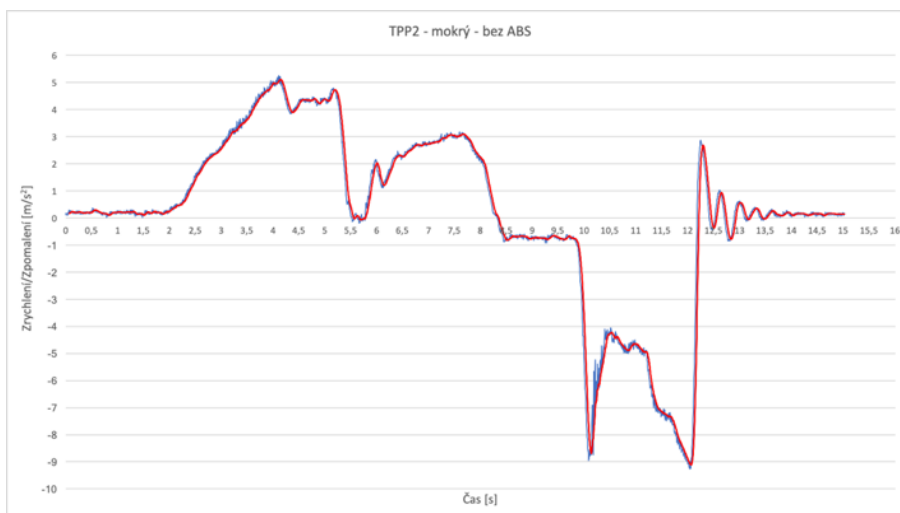
Graf č. 30 Vzorek TPPz 1 – mokrý s ABS, měření duben 2019 [vlastní]



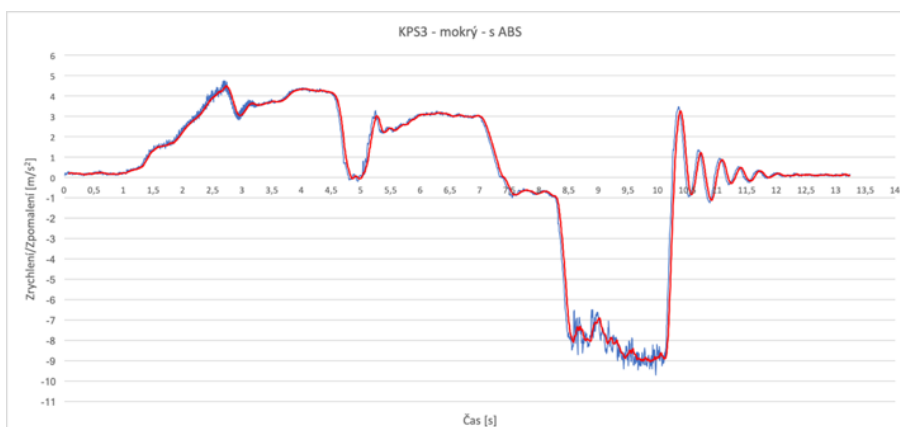
Graf č. 31 Vzorek TPPz 1 – mokrý bez ABS, měření duben 2019 [vlastní]



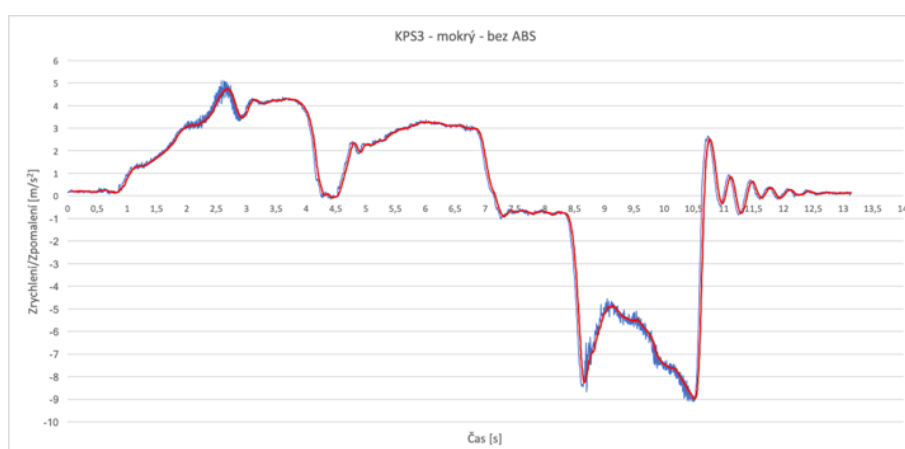
Graf č. 32 Vzorek TPP 2 – mokrý s ABS, měření duben 2019 [vlastní]



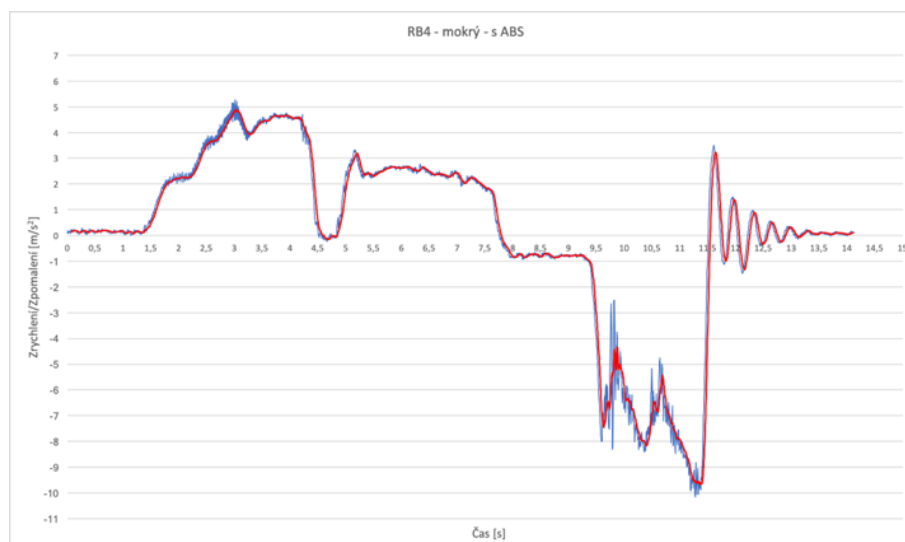
Graf č. 33 Vzorek TPP 2 – mokrý bez ABS, měření duben 2019 [vlastní]



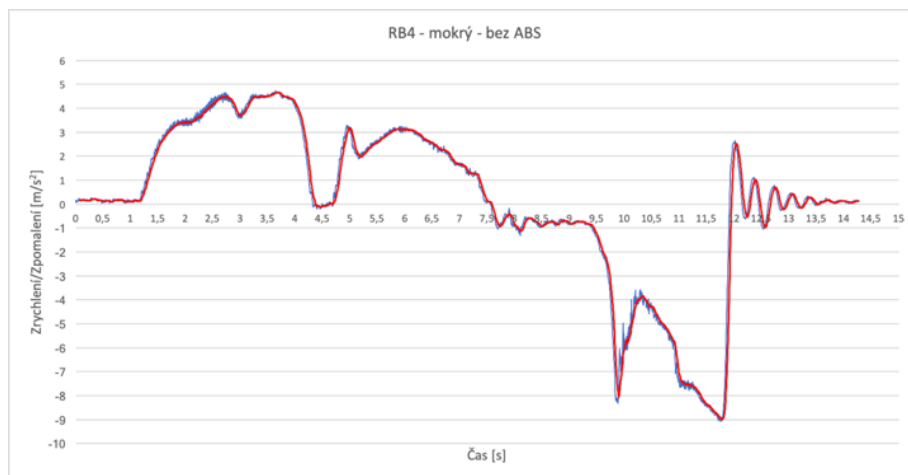
Graf č. 34 Vzorek KPS 3 – mokrý s ABS, měření duben 2019 [vlastní]



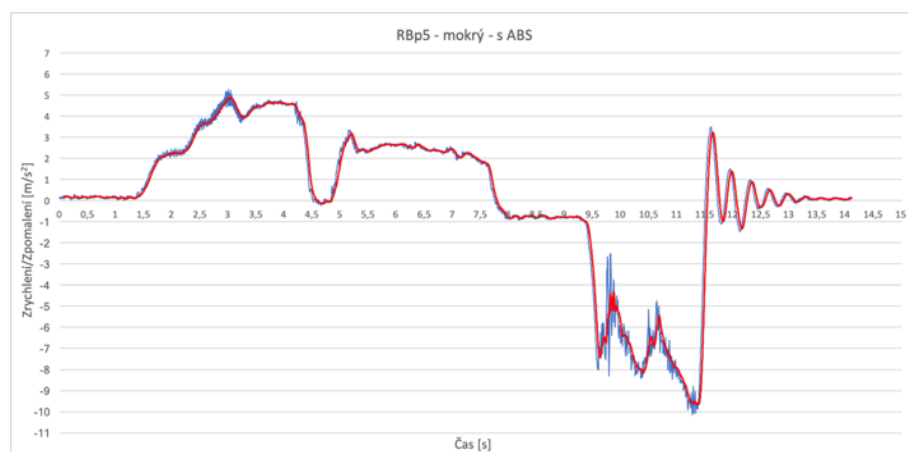
Graf č. 35 Vzorek KPS 3 – mokrý bez ABS, měření duben 2019 [vlastní]



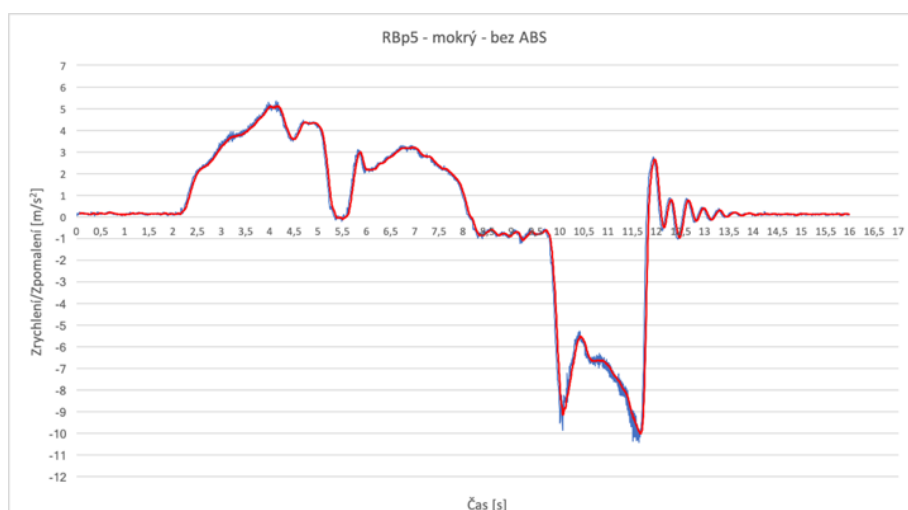
Graf č. 36 Vzorek RB 4 – mokrý s ABS, měření duben 2019 [vlastní]



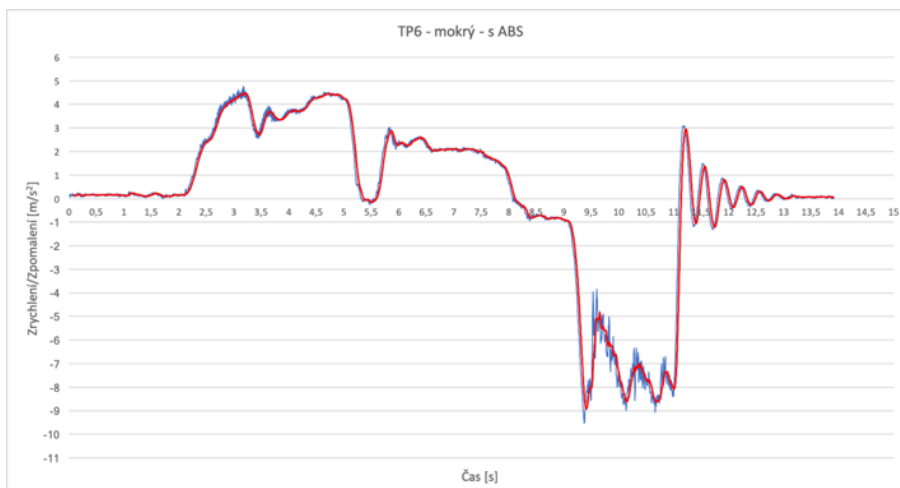
Graf č. 37 Vzorek RB 4 – mokrý bez ABS, měření duben 2019 [vlastní]



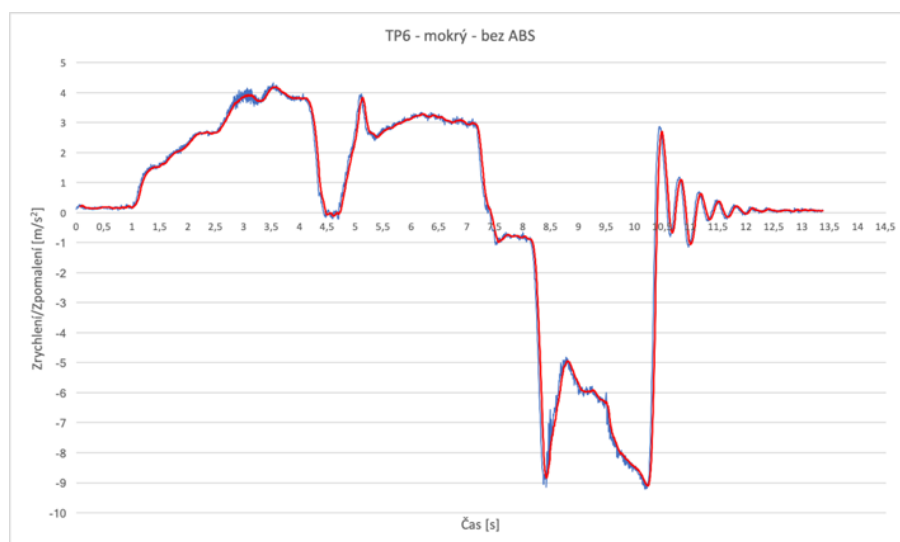
Graf č. 38 Vzorek RBp 5 – mokrý s ABS, měření duben 2019 [vlastní]



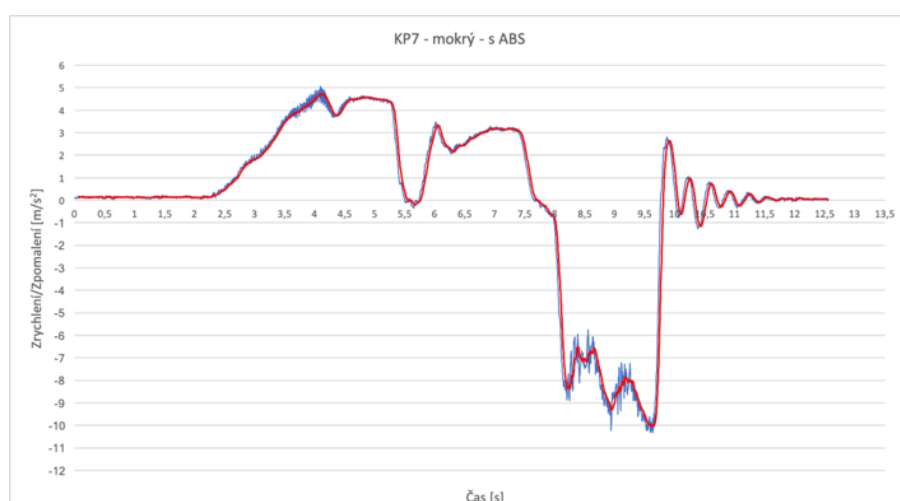
Graf č. 39 Vzorek RBp 5 – mokrý bez ABS, měření duben 2019 [vlastní]



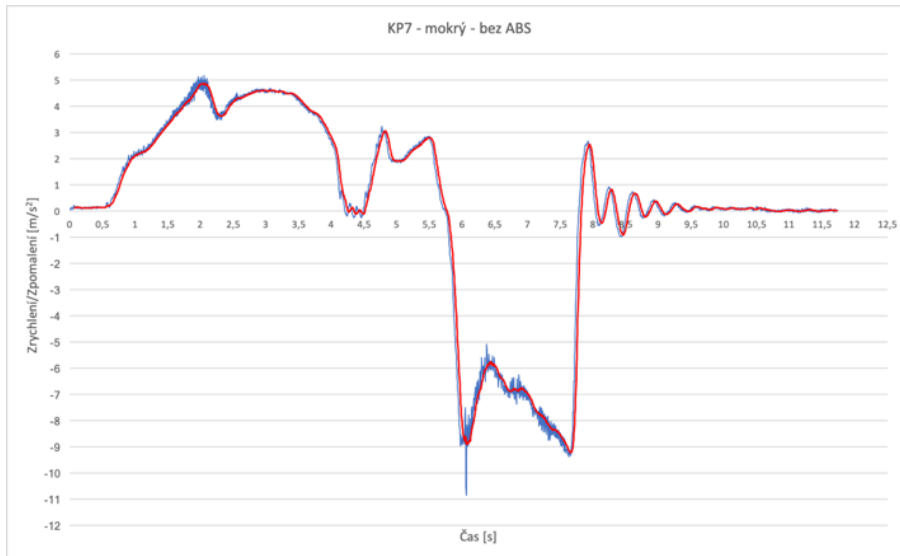
Graf č. 40 Vzorek TP 6 – mokrý s ABS, měření duben 2019 [vlastní]



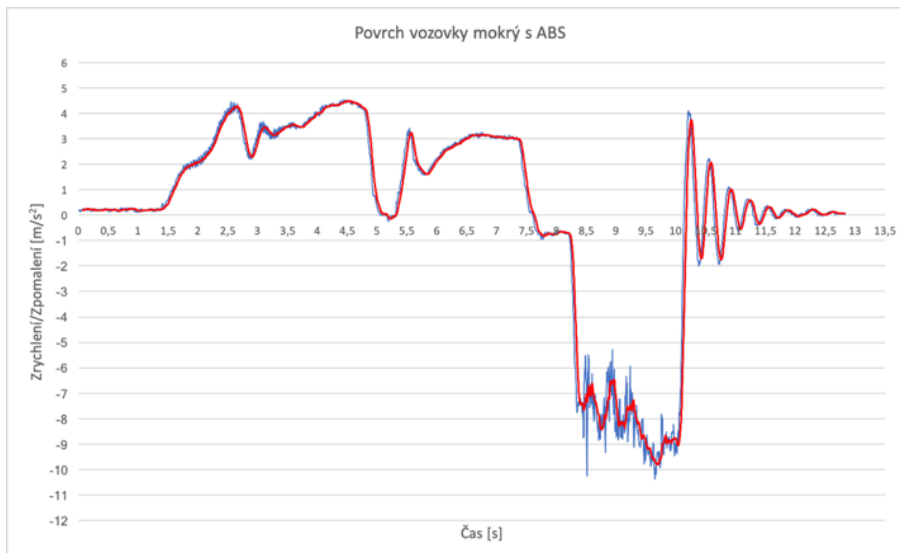
Graf č. 41 Vzorek TP 6 – mokrý bez ABS, měření duben 2019 [vlastní]



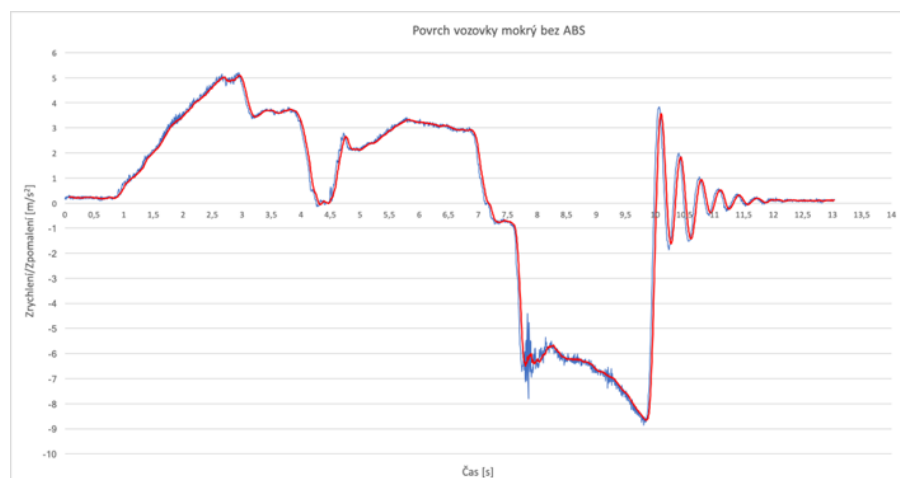
Graf č. 42 Vzorek KP 7 – mokrý s ABS, měření duben 2019 [vlastní]



Graf č. 43 Vzorek KP 7 – mokrý bez ABS, měření duben 2019 [vlastní]



Graf č. 44 Povrch vozovky – mokrý s ABS, měření duben 2019 [vlastní]



Graf č. 45 Povrch vozovky – mokrý bez ABS, měření duben 2019 [vlastní]

Příloha č. 3: Výsledky RL pro Vzorky ZÚ – měření září 2018 a duben 2019

Tab. č. 1 Vzorek TPPz 1, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	TPPz 1 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	TPPz 1 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	230	408	280	423	1	225	312	348	379
2	286	337	254	307	2	285	325	316	353
3	259	396	407	357	3	286	319	275	279
4	297	359	421	263	4	357	361	356	236
5	214	239	335	337	5	390	439	309	317
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	320				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	323			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					322				

Tab. č. 2 Vzorek TPP 2, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	TPP 2 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	TPP 2 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	257	180	184	218	1	227	214	222	180
2	208	158	165	196	2	186	216	195	233
3	191	143	167	201	3	229	215	176	212
4	170	180	224	201	4	224	234	211	208
5	176	186	226	193	5	203	224	196	222
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	191				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	211			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					201				

Tab. č. 3 Vzorek KPS 3, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	KPS 3 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	KPS 3 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	425	412	351	375	1	306	324	307	297
2	461	373	369	341	2	281	265	287	291
3	361	406	367	319	3	297	259	283	309
4	409	373	382	330	4	328	290	299	296
5	410	385	382	327	5	253	325	282	335
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	378				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	296			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					337				

Tab. č. 4 Vzorek RB 4, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	RB 4 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	RB 4 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	26	25	27	27	1	28	30	24	29
2	34	28	24	30	2	25	31	31	29
3	26	29	30	27	3	22	28	30	27
4	30	30	27	28	4	24	27	31	30
5	29	30	28	26	5	26	26	28	30
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	28				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	28			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					28				

Tab. č. 5 Vzorek RBp 5, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	RBp 5 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	RBp 5 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	257	287	260	171	1	237	248	244	250
2	235	249	277	241	2	226	239	241	250
3	273	250	256	264	3	230	185	234	246
4	265	262	254	238	4	223	210	232	265
5	241	224	232	264	5	193	233	265	255
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	250				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	235			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					243				

Tab. č. 6 Vzorek TP 6, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	TP 6 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	TP 6 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	354	341	334	345	1	316	327	331	363
2	347	353	328	344	2	327	354	331	372
3	351	366	318	328	3	358	348	326	342
4	339	337	320	308	4	330	344	341	353
5	352	357	319	322	5	335	323	349	349
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	338				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	341			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					340				

Tab. č. 7 Vzorek KP 7, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	KP 7 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	KP 7 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	191	156	189	161	1	118	147	168	156
2	162	139	184	153	2	115	155	144	156
3	172	154	144	141	3	115	166	155	165
4	148	193	148	155	4	128	175	163	151
5	155	136	163	169	5	150	178	131	119
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	161				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	148			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					154				

Tab. č. 8 Vzorek TPPz 1, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	TPPz 1 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	TPPz 1 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	306	349	388	248	1	275	272	294	356
2	366	306	291	260	2	283	272	305	324
3	357	239	302	262	3	263	337	235	266
4	398	247	351	273	4	266	301	300	280
5	291	277	327	244	5	248	329	365	276
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	304				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	292			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					298				

Tab. č. 9 Vzorek TPP 2, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	TPP 2 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	TPP 2 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	153	140	169	162	1	158	149	136	133
2	148	167	162	154	2	155	162	115	121
3	156	152	164	161	3	151	155	129	156
4	148	151	165	165	4	148	157	133	123
5	161	147	164	167	5	169	150	126	130
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	158				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	143			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					150				

Tab. č. 10 Vzorek KPS 3, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	KPS 3 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	KPS 3 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	152	217	199	201	1	184	150	147	142
2	148	216	214	186	2	169	168	158	152
3	182	180	209	201	3	183	181	141	145
4	167	205	195	191	4	173	154	147	155
5	193	200	196	225	5	166	148	160	181
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	194				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	160			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					177				

Tab. č. 11 Vzorek RB 4, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	RB 4 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	RB 4 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	29	28	30	26	1	24	27	28	26
2	27	29	28	26	2	28	28	24	27
3	26	26	27	26	3	24	26	27	29
4	27	27	26	27	4	30	28	25	26
5	29	27	28	26	5	26	26	26	26
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	27				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	27			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					27				

Tab. č. 12 Vzorek RBp 5, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	RBp 5 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	RBp 5 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	169	167	127	117		106	114	125	112
2	140	157	106	135		120	101	116	106
3	129	167	137	126		112	104	120	115
4	156	136	152	126		111	134	119	129
5	163	138	140	137		121	118	124	107
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	141				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	116			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					128				

Tab. č. 13 Vzorek TP 6, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	TP 6 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	TP 6 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	218	216	221	240		212	194	203	222
2	216	238	230	222		217	187	215	214
3	222	235	227	215		209	204	223	224
4	234	232	207	232		207	208	211	222
5	217	247	227	230		203	219	219	219
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	226				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	212			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					219				

Tab. č. 14 Vzorek KP 7, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	KP 7 - pravá čára (ve směru jízdy)				Název vzorku	KP 7 - levá čára (ve směru jízdy)			
	Měřicí body					Měřicí body			
1	176	154	149	141		148	166	126	137
2	181	162	168	128		151	157	121	112
3	199	147	176	121		155	122	146	119
4	152	132	158	129		160	157	134	114
5	165	152	159	131		124	122	133	134
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	154				Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	137			
Průměrná hodnota RL na celém vzorku:					145				

Příloha č. 4: Výsledky SRT pro Vzorky ZÚ – měření září 2018 a duben 2019

Tab. č. 1 Vzorek TPPz 1, měření SRT, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	TPPz 1 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	TPPz 1 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	39	40	42	1	37	38	38
2	40	40	41	2	37	39	38
3	40	40	41	3	39	38	38
4	39	40	40	4	37	38	38
5	39	40	40	5	39	38	38
Φ	39	40	41	Φ	38	38	38
teplota povrchu	26	24	25	teplota povrchu	24	25	24
korekce	1	1	1	korekce	1	1	1
Φ SRT	40	41	42	Φ SRT	39	39	39
Φ SRT	41			Φ SRT	39		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:				40			

Tab. č. 2 Vzorek TPP 2, měření SRT, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	TPP 2 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	TPP 2 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	44	46	44	1	48	47	45
2	44	46	44	2	47	47	45
3	43	45	43	3	47	47	44
4	43	45	43	4	47	47	44
5	43	45	43	5	47	46	44
Φ	43	45	43	Φ	47	47	44
teplota povrchu	26	25	25	teplota povrchu	25	25	25
korekce	1	1	1	korekce	1	1	1
Φ SRT	44	46	44	Φ SRT	48	48	45
Φ SRT	45			Φ SRT	47		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:				46			

Tab. č. 3 Vzorek RB 4, měření SRT, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	RB 4 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	RB 4 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	30	30	30	1	30	31	30
2	28	30	29	2	30	30	28
3	29	30	30	3	30	30	29
4	28	29	29	4	30	30	29
5	28	29	29	5	29	30	28
Φ	29	30	29	Φ	30	30	29
teplota povrchu	27	26	27	teplota povrchu	27	28	27
korekce	1	1	1	korekce	1	1	1
Φ SRT	30	31	30	Φ SRT	31	31	30
Φ SRT	30			Φ SRT	31		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:				30			

Tab. č. 4 Vzorek RBp 5, měření SRT, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	RBp 5 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	RBp 5 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	40	47	45	1	45	44	43
2	40	46	45	2	44	43	42
3	39	45	44	3	44	42	42
4	39	45	44	4	44	42	42
5	39	45	43	5	44	42	41
Φ	39	46	44	Φ	44	43	42
teplota povrchu	31	29	28	teplota povrchu	29	30	30
korekce	2	1	1	korekce	1	2	2
Φ SRT	41	47	45	Φ SRT	45	45	44
Φ SRT	44			Φ SRT	45		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:				45			

Tab. č. 5 Vzorek KP 7, měření SRT, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	KP 7 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	KP 7 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	50	49	51	1	52	49	50
2	50	49	51	2	52	49	50
3	49	49	50	3	50	48	49
4	50	49	50	4	50	48	49
5	49	49	50	5	52	48	49
Φ	50	49	50	Φ	51	48	49
teplota povrchu	30	30	30	teplota povrchu	29	30	30
korekce	2	2	2	korekce	1	2	2
Φ SRT	52	51	52	Φ SRT	52	50	51
Φ SRT	52			Φ SRT	51		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:				52			

Tab. č. 6 Vzorek TPPz 1, měření SRT, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	TPPz 1 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	TPPz 1 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	41	39	43	1	44	40	45
2	41	40	42	2	43	40	44
3	41	40	42	3	44	40	44
4	41	39	42	4	42	39	44
5	41	38	42	5	42	40	44
Φ	41	39	42	Φ	43	40	44
teplota povrchu	20	19	18	teplota povrchu	20	20	20
korekce	0	0	-1	korekce	0	0	0
Φ SRT	41	39	41	Φ SRT	43	40	44
Φ SRT	40			Φ SRT	42		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:				41			

Tab. č. 7 Vzorek TPP 2, měření SRT, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	TPP 2 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	TPP 2 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	53	49	46	1	48	50	55
2	51	49	46	2	48	50	55
3	51	49	46	3	46	50	54
4	51	48	46	4	47	51	53
5	51	49	46	5	47	51	54
Φ	51	49	46	Φ	47	50	54
teplota povrchu	20	20	20	teplota povrchu	20	19	19
korekce	0	0	0	korekce	0	0	0
Φ SRT	51	49	46	Φ SRT	47	50	54
Φ SRT	49			Φ SRT	51		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:				50			

Tab. č. 8 Vzorek RB 4, měření SRT, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	RB 4 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	RB 4 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	38	38	40	1	41	44	44
2	38	36	40	2	41	44	45
3	38	36	39	3	40	43	45
4	37	36	39	4	40	42	45
5	37	36	38	5	40	42	44
Φ	38	36	39	Φ	40	43	45
teplota povrchu	15	15	17	teplota povrchu	17	16	15
korekce	-2	-2	-1	korekce	-1	-1	-2
Φ SRT	36	34	38	Φ SRT	39	42	43
Φ SRT	36			Φ SRT	41		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:				39			

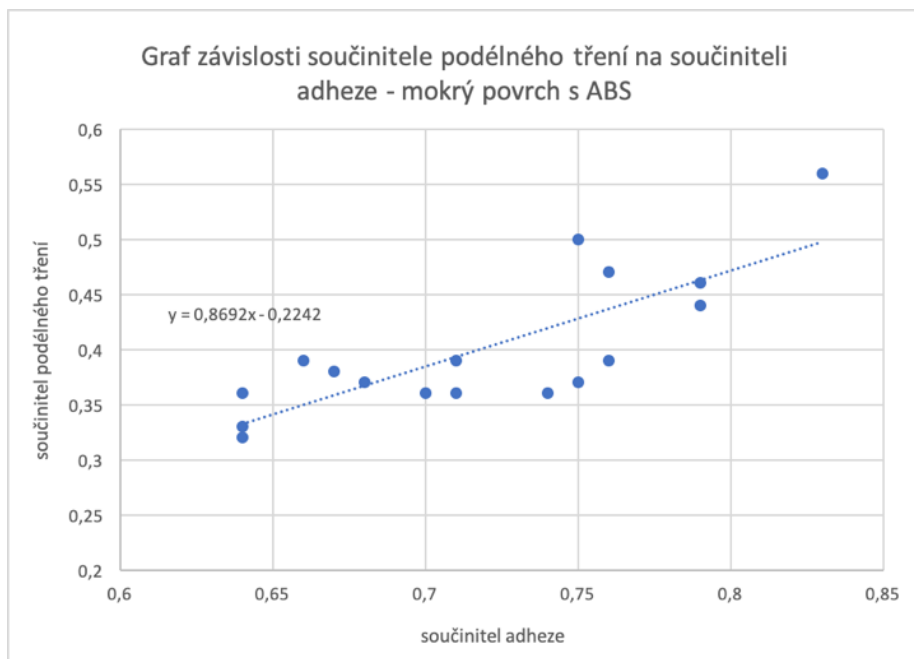
Tab. č. 9 Vzorek RBp 5, měření SRT, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	RBp 5 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	RBp 5 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	49	49	47	1	51	51	51
2	49	48	46	2	51	50	51
3	49	48	46	3	51	49	50
4	49	48	46	4	50	49	50
5	48	47	46	5	50	49	50
Φ	49	48	46	Φ	51	50	50
teplota povrchu	16	16	16	teplota povrchu	16	16	16
korekce	-1	-1	-1	korekce	-1	-1	-1
Φ SRT	48	47	45	Φ SRT	50	49	49
Φ SRT	47			Φ SRT	49		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:				48			

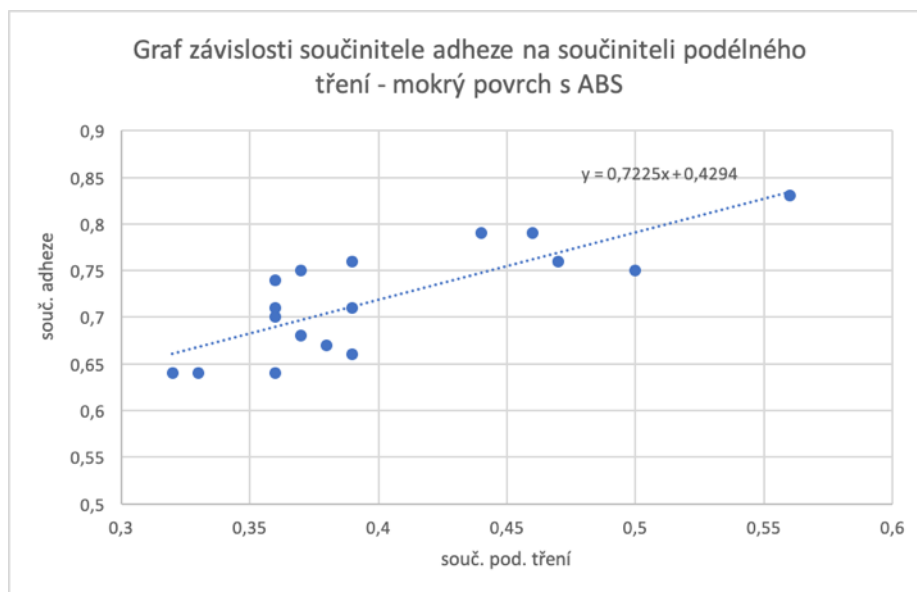
Tab. č. 10 Vzorek KP 7, měření SRT, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	KP 7 - pravá čára (ve směru jízdy)			Název vzorku	KP 7 - levá čára (ve směru jízdy)		
	Měřicí body				Měřicí body		
1	58	55	57	1	55	53	55
2	58	55	57	2	56	53	56
3	58	55	58	3	55	53	55
4	58	55	58	4	56	53	56
5	58	55	58	5	55	53	55
Φ	58	55	58	Φ	55	53	55
teplota povrchu	17	16	16	teplota povrchu	17	17	16
korekce	-1	-1	-1	korekce	-1	-1	-1
Φ SRT	57	54	57	Φ SRT	54	52	54
Φ SRT	56			Φ SRT	54		
Průměrná hodnota SRT na celém vzorku:				55			

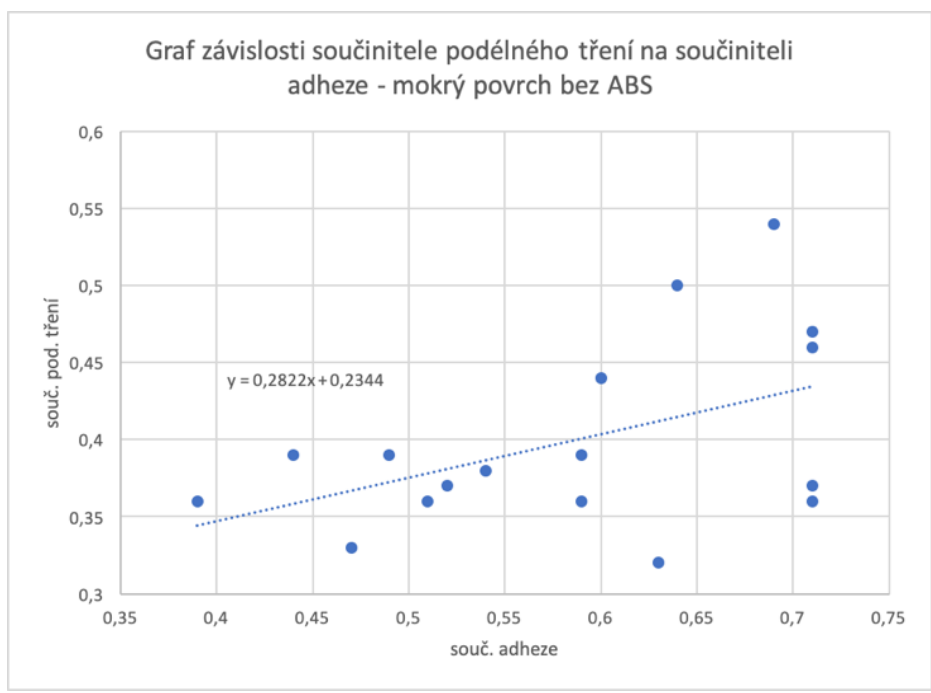
Příloha č. 5: Grafy závislosti součinitele podélného tření na součiniteli adheze - Vzorky ZÚ



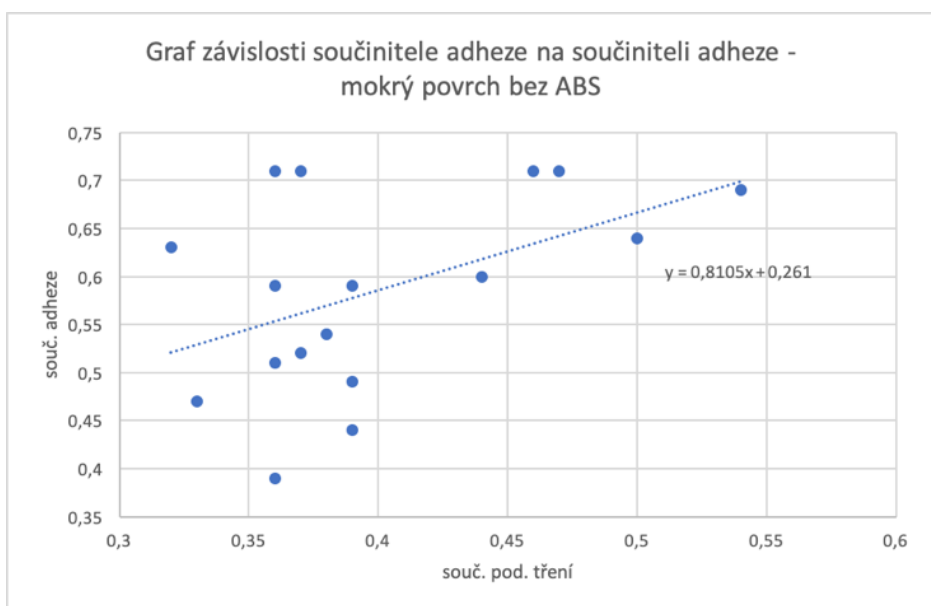
Graf č. 1 Závislost součinitele pod. tření na součiniteli adheze – podmínky měření mokrý povrch s ABS, vynesené hodnoty pro měření v září 2018 i dubnu 2019 [vlastní]



Graf č. 2 Závislost součinitele adheze na součiniteli pod. tření – podmínky měření mokrý povrch s ABS, vynesené hodnoty pro měření v září 2018 i dubnu 2019 [vlastní]

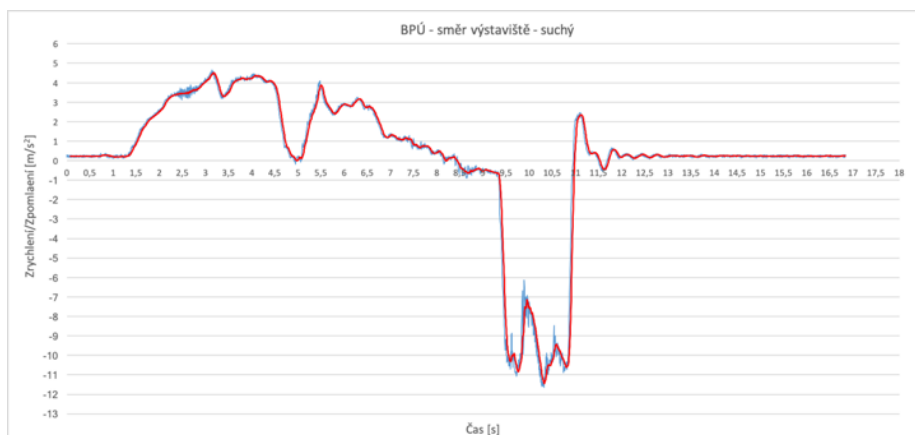


Graf č. 3 Závislost součinitele pod. tření na součiniteli adheze – podmínky měření mokrý povrch bez ABS, vynesené hodnoty pro měření v září 2018 i dubnu 2019 [vlastní]

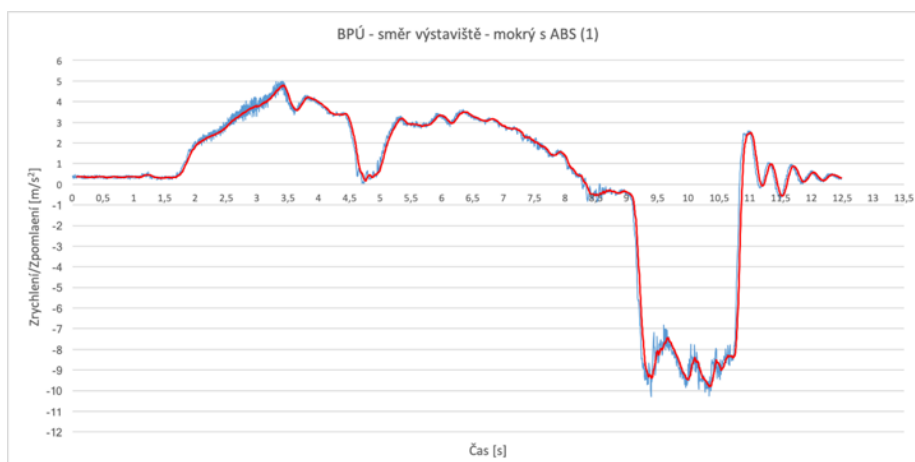


Graf č. 4 Závislost součinitele adheze na součiniteli pod. tření – podmínky měření mokrý povrch bez ABS, vynesené hodnoty pro měření v září 2018 i dubnu 2019 [vlastní]

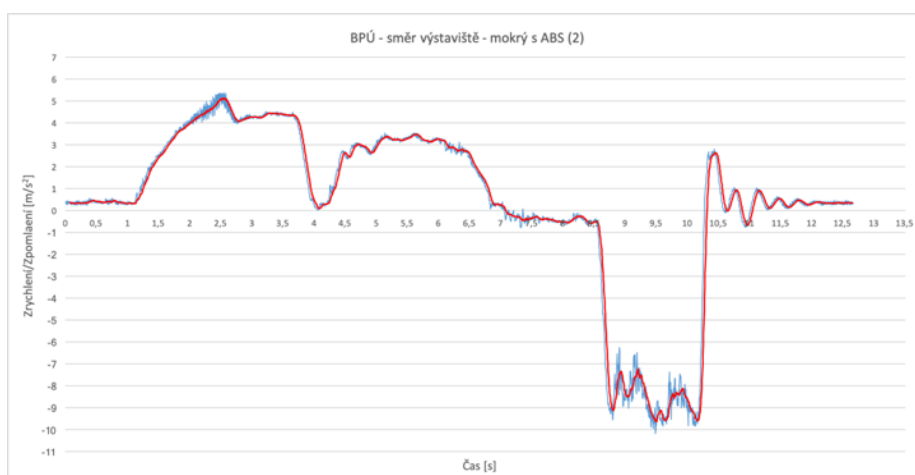
Příloha č. 6: Grafy průběhu zpomalení pro Vzorky Poříčí – měření září 2018



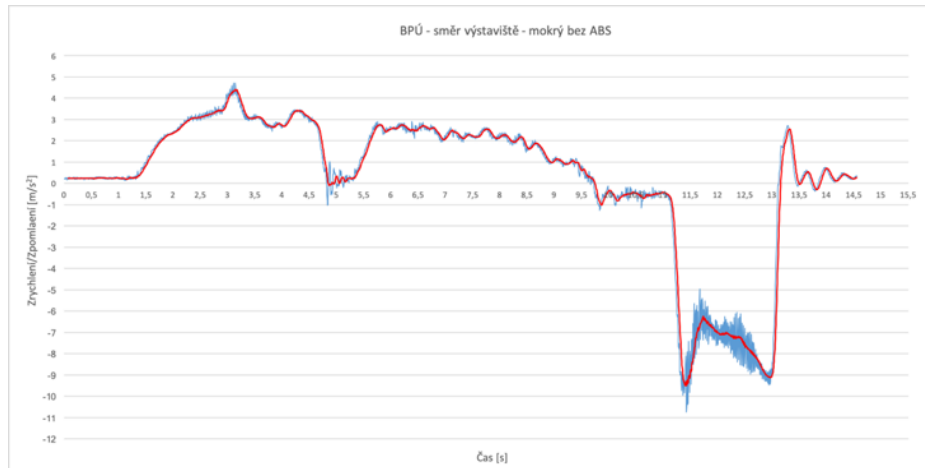
Graf č. 1 BPÚ – směr výstaviště, suchý, měření září 2018 [vlastní]



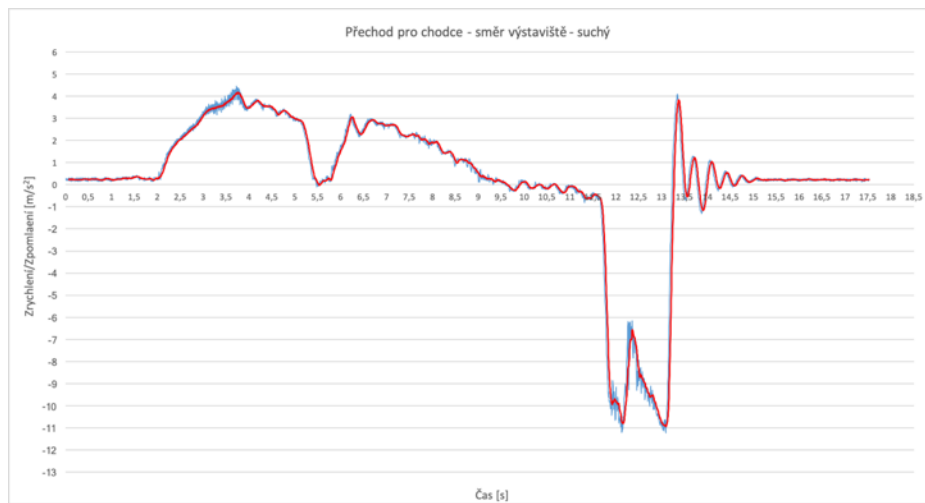
Graf č. 2 BPÚ – směr výstaviště, mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



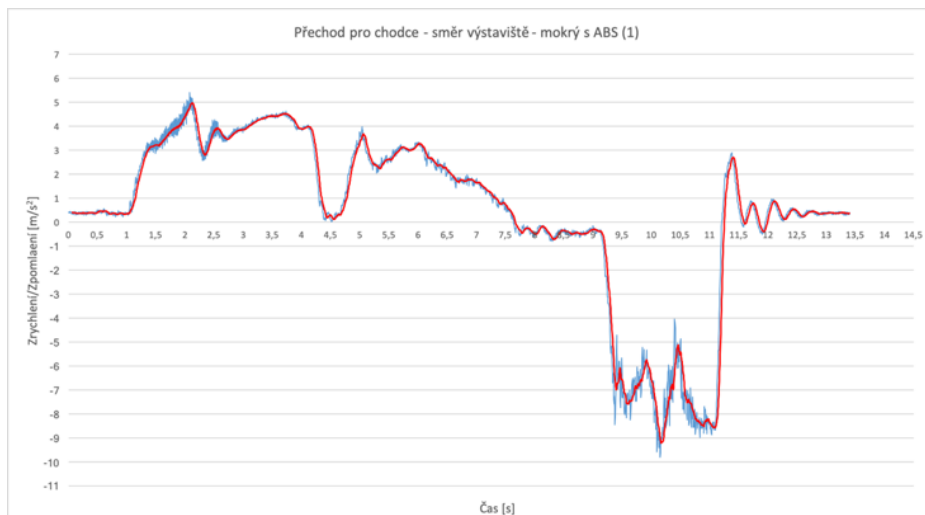
Graf č. 3 BPÚ – směr výstaviště, mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



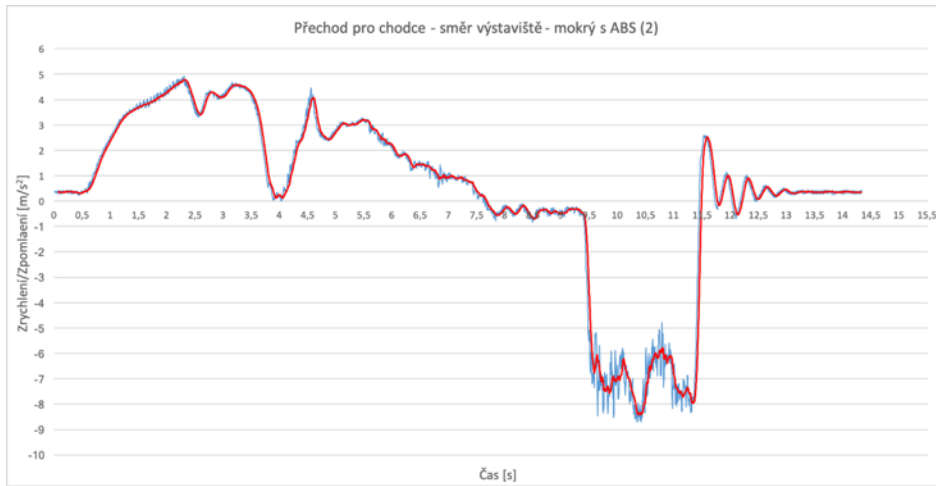
Graf č. 4 BPÚ – směr výstaviště, mokry bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



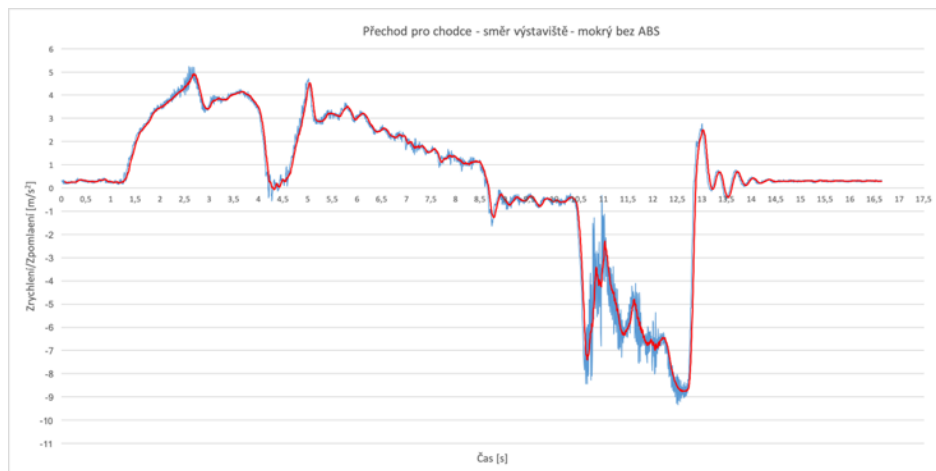
Graf č. 5 Přechod pro chodce – směr výstaviště, suchý, měření září 2018 [vlastní]



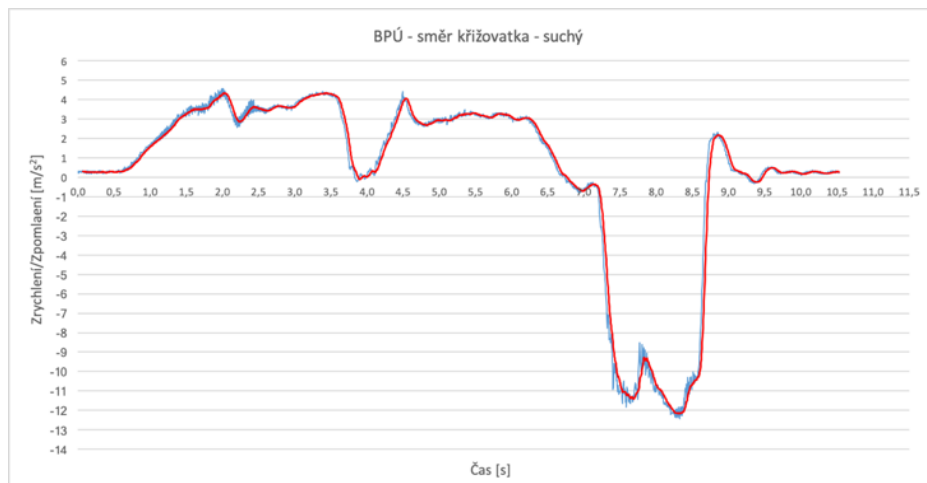
Graf č. 6 Přechod pro chodce – směr výstaviště, mokry s ABS, měření září 2018 [vlastní]



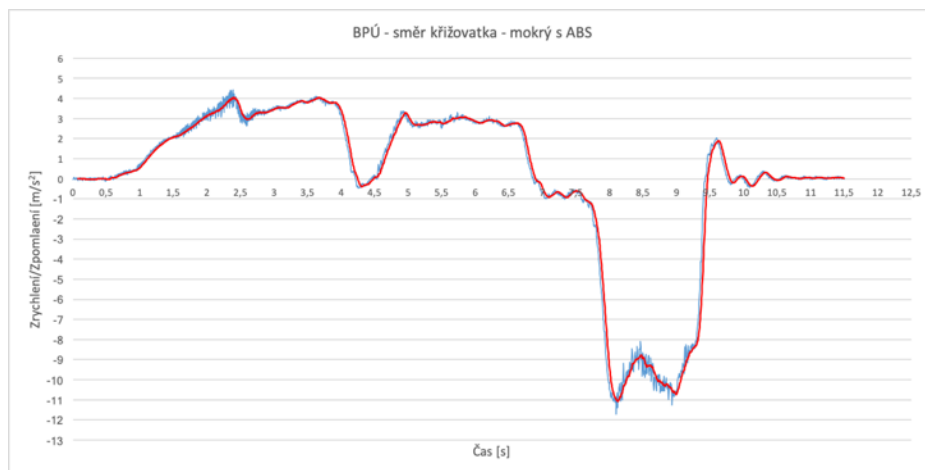
Graf č. 7 Přejchod pro chodce – směr výstaviště, mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



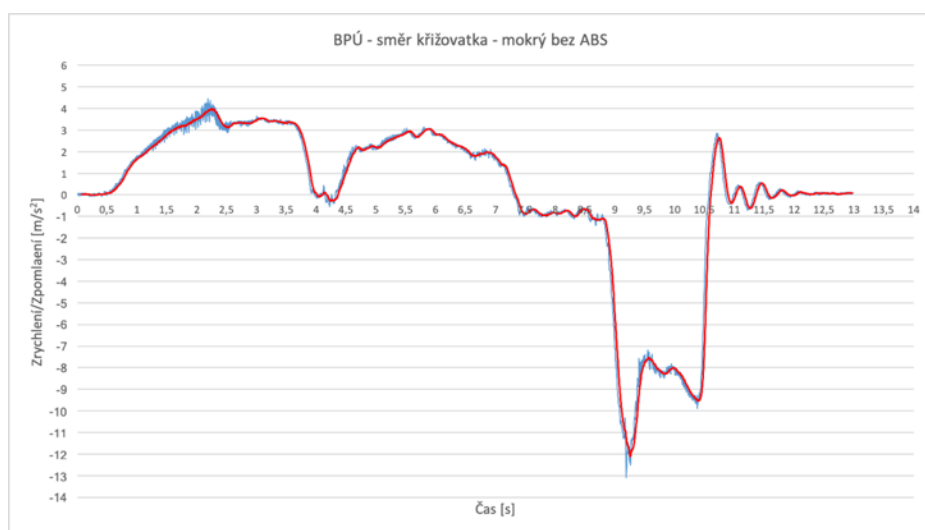
Graf č. 8 Přejchod pro chodce – směr výstaviště, mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



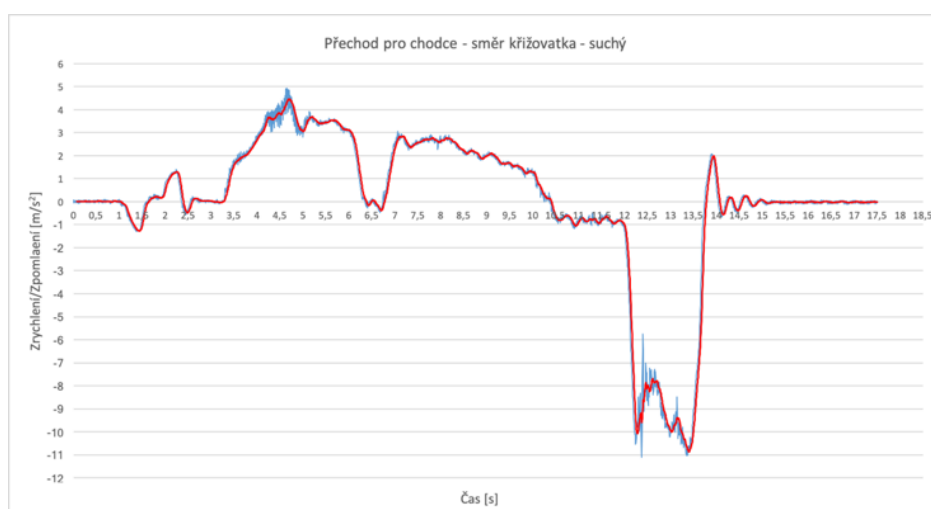
Graf č. 9 BPÚ – směr křižovatka, suchý, měření září 2018 [vlastní]



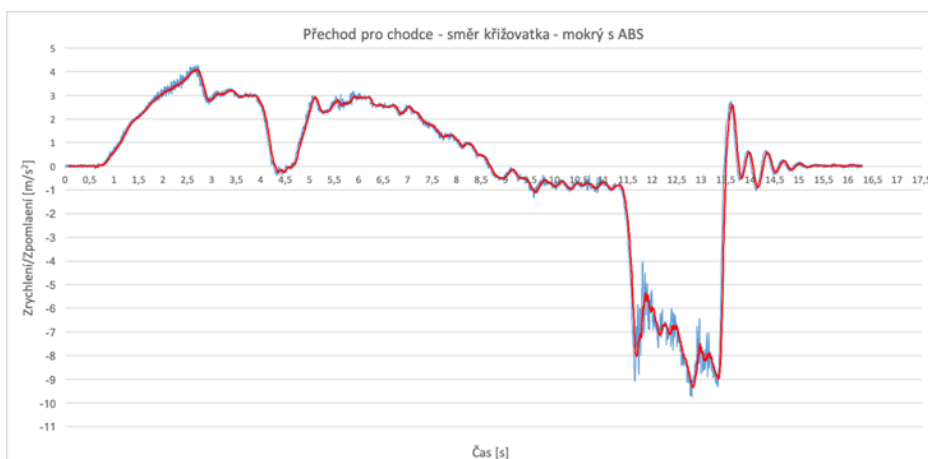
Graf č. 10 BPÚ – směr křižovatka, mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



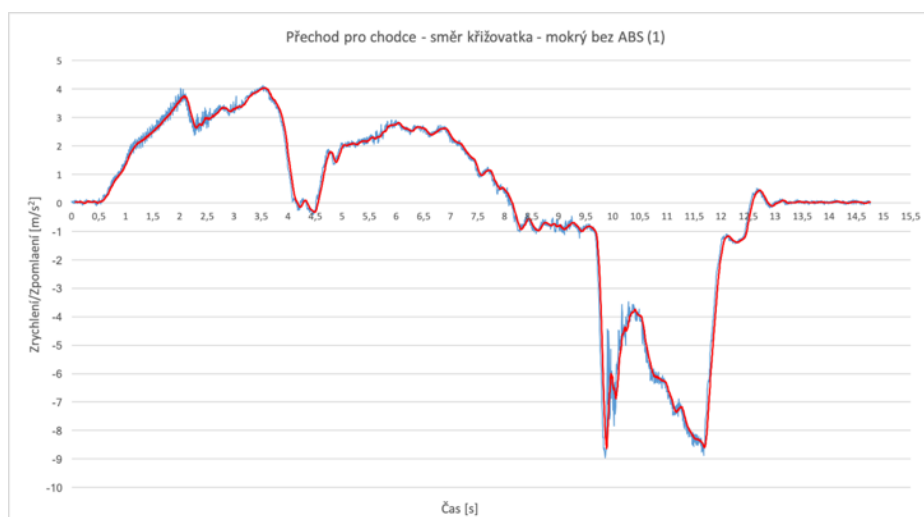
Graf č. 11 BPÚ – směr křižovatka, mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



Graf č. 12 Přechod pro chodce – směr křižovatka, suchý, měření září 2018 [vlastní]



Graf č. 13 Přechod pro chodce – směr křižovatka, mokrý s ABS, měření září 2018 [vlastní]



Graf č. 14 Přechod pro chodce – směr křižovatka, mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]



Graf č. 15 Přechod pro chodce – směr křižovatka, mokrý bez ABS, měření září 2018 [vlastní]

Příloha č. 7: Výsledky RL a SRT pro Vzorky přechody a symboly

Tab. č. 1 Přejchod ul. Revoluční bez posypu, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Přejchod - ul. Revoluční, Tuřany, barva bez dodatečného posypu (ZÁŘÍ 2018)						
Počet čar přechodu							
měřicí místa	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
1	20	21	20	27	23	18	25
2	21	22	17	31	23	21	31
3	16	17	17	33	24	22	28
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	19	20	18	30	23	20	28

Tab. č. 2 Přejchod ul. Revoluční bez posypu, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	Přejchod - ul. Revoluční, Tuřany, barva bez dodatečného posypu (DUBEN 2019)						
Počet čar přechodu							
měřicí místa	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
1	22	16	17	33	20	14	15
2	21	18	18	25	22	14	14
3	19	21	19	25	19	13	14
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	21	18	18	28	20	14	14

Tab. č. 3 Přejchod ul. Revoluční bez posypu, měření SRT, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Přejchod - ul. Revoluční, Tuřany, materiál - RB bez balotiny (starý přechod) (ZÁŘÍ 2018)						
Čáry přechodu							
měření	směr od kostelu			středová čára	směr ke kostelu		
	I.	II.	III.		IV.	V.	VI.
1	37	34	34	34	35	36	36
2	36	34	32	33	34	35	35
3	36	33	32	34	34	35	35
4	36	32	33	34	33	34	34
5	35	32	32	33	33	35	34
Φ	36	33	33	34	34	35	35
teplota povrchu	18	18	18	19	19	19	21
korekce	-1	-1	-1	0	0	0	0
Φ SRT	35	32	32	34	34	35	35

Tab. č. 4 Přejchod ul. Revoluční bez posypu, měření SRT, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	Přejchod - ul. Revoluční, Tuřany, materiál - RB bez balotiny (starý přechod) (DUBEN 2019)						
Čáry přechodu							
měření	směr od kostelu			středová čára	směr ke kostelu		
	I.	II.	III.		IV.	V.	VI.
1	30	30	28	37	37	36	30
2	29	30	29	36	35	35	29
3	29	30	30	35	36	35	29
4	30	30	30	36	37	35	30
5	30	30	30	36	35	34	29
Φ	30	30	29	36	36	35	29
teplota povrchu	25	25	26	26	26	26	26
korekce	1	1	1	1	1	1	1
Φ SRT	31	31	30	37	37	36	30

Tab. č. 5 Přejchod ul. Revoluční s posypem, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Přejchod - ul. Revoluční, Tuřany, barva s dodatečným posypem (balotinou) (ZÁŘÍ 2018)						
Počet čar přechodu							
měřicí místa	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
1	74	85	100	224	139	114	249
2	80	70	115	85	98	85	175
3	68	94	140	115	85	97	156
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	74	83	118	141	107	99	193

Tab. č. 6 Přejchod ul. Revoluční s posypem, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	Přejchod - ul. Revoluční, Tuřany, barva s dodatečným posypem (balotinou) (DUBEN 2019)						
Počet čar přechodu							
měřicí místa	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
1	30	24	22	49	78	24	38
2	27	32	25	35	23	29	30
3	32	35	24	50	30	20	14
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	30	30	24	45	44	24	27

Tab. č. 7 Přejchod ul. Revoluční s posypem, měření SRT, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Přejchod - ul. Revoluční, Tuřany, materiál - RB s balotinou (obnovený přechod) (ZÁŘÍ 2018)						
Čáry přechodu							
měření	směr od kostelu			středová čára	směr ke kostelu		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
1	39	30	40	44	39	44	39
2	38	29	38	43	38	43	38
3	38	29	38	43	38	43	38
4	37	29	38	43	37	42	37
5	37	29	38	43	37	42	37
Φ	38	29	38	43	38	43	38
teplota povrchu	18	18	19	20	20	20	20
korekce	-1	-1	0	0	0	0	0
Φ SRT	37	28	38	43	38	43	38

Tab. č. 8 Přejchod ul. Revoluční s posypem, měření SRT, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	Přejchod - ul. Revoluční, Tuřany, materiál - RB s balotinou (obnovený přechod) (DUBEN 2019)						
Čáry přechodu							
měření	směr od kostelu			středová čára	směr ke kostelu		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
1	29	29	25	32	31	31	29
2	30	29	25	32	31	30	30
3	30	28	26	33	30	30	29
4	29	28	25	32	30	30	29
5	30	28	25	32	29	30	30
Φ	30	28	25	32	30	30	29
teplota povrchu	24	24	23	24	24	24	24
korekce	1	1	1	1	1	1	1
Φ SRT	31	29	26	33	31	31	30

Tab. č. 9 Symbol ul. Krejčího – směr ul. Matlachova, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Ul. Krejčího - symbol termoplast předem připravený (z kopce) (ZÁŘÍ 2018)					
Měřicí body na bílé, červené a černé části						
měřicí místa	bílá	bílá	červená	červená	černá	černá
1	245	158	50	44	28	31
2	148	224	48	51	48	26
3	190	145	51	58	31	31
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	194	176	50	51	36	29

Tab. č. 10 Symbol ul. Krejčího – směr ul. Bedřichovická, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Ul. Krejčího - symbol termoplast předem připravený (do kopce) (ZÁŘÍ 2018)					
Měřicí body na bílé, červené a černé části						
měřicí místa	bílá	bílá	červená	červená	černá	černá
1	118	191	41	31	57	40
2	191	206	49	31	34	63
3	199	190	52	32	29	52
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	169	196	47	31	40	52

Tab. č. 11 Symbol ul. Krejčího – směr ul. Matlachova, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	Ul. Krejčího - symbol termoplast předem připravený (z kopce) (DUBEN 2019)					
Měřicí body na bílé, červené a černé části						
měřicí místa	bílá	bílá	červená	červená	černá	černá
1	166	135	26	26	33	26
2	171	126	24	25	30	32
3	208	118	28	26	33	31
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	182	126	26	26	32	30

Tab. č. 12 Symbol ul. Krejčího – směr ul. Bedřichovická, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	Ul. Krejčího - symbol termoplast předem připravený (do kopce) (DUBEN 2019)					
Měřicí body na bílé, červené a černé části						
měřicí místa	bílá	bílá	červená	červená	černá	černá
1	149	207	43	27	59	46
2	237	163	29	46	53	32
3	234	122	24	60	58	35
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	207	164	32	44	57	38

Tab. č. 13 Symbol ul. Krejčího – směr ul. Matlachova, měření SRT, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Znak termoplast předem připravený - směr ke kříž. - z kopce (ZÁŘÍ 2018)		
Měřicí místa - dle barevné části symbolu			
měření	bílá	červená	černá
1	53	53	50
2	52	53	49
3	52	52	49
4	53	51	48
5	52	51	48
Φ	52	52	49
teplota povrchu	23	22	24
korekce	1	0	1
Φ SRT	53	52	50

Tab. č. 14 Symbol ul. Krejčího – směr ul. Bedřichovická, měření SRT, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Znak termoplast předem připravený - směr od kříž. - do kopce (ZÁŘÍ 2018)		
Měřicí místa - dle barevné části symbolu			
měření	bílá	červená	černá
1	46	50	44
2	45	51	44
3	45	50	45
4	45	50	44
5	45	49	45
Φ	45	50	44
teplota povrchu	22	19	19
korekce	0	0	0
Φ SRT	45	50	44

Tab. č. 15 Symbol ul. Krejčího – směr ul. Matlachova, měření SRT, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	Znak termoplast předem připravený - směr ke kříž. - z kopce (DUBEN 2019)		
Měřicí místa - dle barevné části symbolu			
měření	bílá	červená	černá
1	52	53	51
2	51	54	51
3	51	53	50
4	52	53	50
5	52	54	50
Φ	52	53	50
teplota povrchu	23	24	23
korekce	1	1	1
Φ SRT	53	54	51

Tab. č. 16 Symbol ul. Krejčího – směr ul. Bedřichovická, měření SRT, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	Znak termoplast předem připravený - směr od kříž. - do kopce (DUBEN 2019)		
Měřicí místa - dle barevné části symbolu			
měření	bílá	červená	černá
1	48	49	43
2	49	50	44
3	48	51	44
4	48	50	43
5	49	50	43
Φ	48	50	43
teplota povrchu	22	23	23
korekce	0	1	1
Φ SRT	48	51	44

Tab. č. 17 Přechod ul. Šimáčkova, měření RL, září 2018 [vlastní]

Název vzorku	Přechod - ul. Šimáčkova, Líšeň, plast - strukturální provedení (DUBEN 2019)								
	Počet čar přechodu								
měřicí místa	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
1	197	277	233	100	114	121	219	233	178
2	199	252	246	150	122	120	185	233	163
3	186	246	208	120	118	153	182	231	184
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	194	258	229	123	118	131	195	232	175

Tab. č. 18 Přechod ul. Šimáčkova, měření RL, duben 2019 [vlastní]

Název vzorku	Přechod - ul. Šimáčkova, Líšeň, plast - strukturální provedení (ZÁŘÍ 2018)								
	Počet čar přechodu								
měřicí místa	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
1	45	62	47	117	135	168	53	95	47
2	42	77	46	112	130	185	58	74	46
3	39	71	46	120	135	176	49	81	45
Φ RL [mcd*lux ⁻¹ *m ⁻²]	42	70	46	116	133	176	53	83	46

Příloha č. 8: Ukázka z fotodokumentace z brzdné zkoušky na vzorcích ZÚ a na ul. Poříčí



Obr. č. 1 Konečná poloha vozidla po brzdné zkoušce na vzorku TPP 2, duben 2019 [vlastní]



Obr. č. 2 Vozidlo při brzdné zkoušce na vzorku TPPz 1, duben 2019 [vlastní]



Obr. č. 3 Konečná poloha vozidla po brzděné zkoušce na vzorku KPS 3, září 2018 [vlastní]



Obr. č. 4 Konečná poloha vozidla po brzděné zkoušce na vzorku TP 6, duben 2019 [vlastní]



Obr. č. 5 Konečná poloha vozidla po brzděné zkoušce na vzorku KPS 3, duben 2019 [vlastní]



Obr. č. 6 Konečná poloha vozidla na vzorku RBp 5, září 2018 [vlastní]



Obr. č. 7 Skrápění povrchu před prováděním brzdné zkoušky na mokřém povrchu (s ABS, bez ABS), duben 2019 [vlastní]



Obr. č. 8 Brzdné stopy po brzdě zkušce za mokra bez ABS na vzorku TP 6, září 2018 [vlastní]



Obr. č. 9 Brzdné stopy po brzdě zkušce za mokra bez ABS na vzorku RB 4, září 2018 [vlastní]



Obr. č. 10 Konečná poloha vozidla po brzděné zkoušce na přechodu pro chodce, směr křižovatka, suchý povrch, září 2018 [vlastní]



Obr. č. 11 Skrápění povrchu před zkouškami na mokřém povrchu, září 2018 [vlastní]



Obr. č. 12 Konečná poloha vozidla po brzděné zkoušce na přechodu pro chodce, směr křižovatka, mokrý povrch bez ABS, září 2018 [vlastní]



Obr. č. 13 Konečná poloha vozidla po brzděné zkoušce na přechodu pro chodce, směr křižovatka, mokrý povrch bez ABS, září 2018 [vlastní]