

NASIAKAVOSŤ A ODOLNOSŤ OBRUSNEJ ASFALTOVEJ VRSTVY VOZOVKY VOČI CHEMICKÝM NEBEZPEČNÝM LÁTKAM

ABSORBABILITY AND RESISTANCE OF TOP ASPHALT LAYER OF ROADWAY AGAINST CHEMICAL HAZARDOUS SUBSTANCES

Michal ORINČÁK¹

SUMMARY:

The paper deals with the absorption and resistance of the abrasive asphalt layer of the soil cover against chemical hazardous substances used or transported on the road in the Slovak Republic. Through the experiments, we verified the absorbency and resistance of the abrasive asphalt road layer (standard AC 11 O 50/70; II; V-5 samples) to chemical hazardous substances (for example diesel, petrol, kerosene, motor oil, acetone, ethylene glycol, nitric acid, ammonia water, etc.). The results of the experiments were analyzed and the binding of the chemical to the dry sample was determined in percent.

KEYWORDS: Absorbability. Resistance. Top asphalt layer of roadway. Chemical hazardous substances.

ÚVOD

Praktické overenie nasiakavosti a odolnosti obrusnej asfaltovej vrstvy krytu vozovky voči vybratým chemickým nebezpečným látkam používaných alebo prepravovaných po cestnej sieti na území SR, čo je potrebné pre určenie komplexnej kvality vozovky. Zároveň vykonané experimenty slúžia ako cenný zdroj poznatkov pre potreby lokalizácie a likvidácie úniku chemickej nebezpečnej látky v rámci zásahu príslušníkov HaZZ.

Samotná vozovka sa skladá z troch hlavných častí a to: podsyp, podklad vozovky a kryt vozovky. Negatívnym účinkom chemických látok je najviac vystavený práve kryt vozovky.

V prípade asfaltovej vozovky je jej konštrukcia zložená z troch základných vrstiev (obrusná, ložná a podkladová), zhotovených z asfaltových zmesí. Jedná sa o konštrukcie, ktoré sú netuhého alebo polotuhého charakteru [13], [14], [15].

V praxi sa na území SR vykonávajú predovšetkým fyzikálne skúšky materiálov používaných pri stavbe vozovky.

Nasiakavosť týchto konštrukčných materiálov sa v praxi skúša najmä na vodu. Z tohto dôvodu sa začali laboratórne skúmať účinky vybratých chemických látok na tieto materiály.

Prostredníctvom experimentov sa overovala nasiakavosť a odolnosť obrusnej asfaltovej vrstvy vozovky voči vybratým chemickým látkam napr. nafta, benzín, petrolej, motorový olej, acetón, etylénglykol a pod., ktoré sa najčastejšie používajú v cestnej doprave [11], [17].

Ako skúšobné vzorky boli použité normované vzorky asfaltového betónu AC 11 O 50/70; II; V-5. Asfaltový betón je definovaný ako asfaltová zmes, ktorej zrnitosť kameniva je plynulá alebo prerušovaná, využívaná predovšetkým na vytvorenie spoločného zaklínenia kameniva [11], [12], [16].

Samotné označenie asfaltových zmesí sa vykonáva prostredníctvom STN 73 6121, Katalógových listov asfaltových zmesí KLAZ a STN EN 13108. V súčasnosti sa postupuje podľa STN 73 6121 z roku 2009 Stavba vozoviek; Hutnené asfaltové vrstvy.

¹ Michal Orinčák, Ing., PhD., Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina, tel.: +421 41 513 67 52, e-mail: michal.orincak@fbi.uniza.sk.

1 METODIKA EXPERIMENTÁLNEHO SKÚMANIA

V praxi sa na jednotlivé konštrukčné materiály vykonávajú rôzne typy skúšobných metód. Skúšobná metóda nasiakavosti a odolnosti povrchu vozovky s aplikáciou chemicky nebezpečných látok sa v SR doteraz nevykonávala. Preto sme sa rozhodli experimentálne overiť nasiakavosť a odolnosť povrchu vozovky voči vybratým chemicky nebezpečným látkam [1], [2], [3].

Označenie vzorky asfaltového betónu AC 11 O 50/70 vyjadruje, že sa jedná o asfaltový betón s maximálnym zrnom kameniva 11 mm použitý na obrusnú vrstvu. Vzorka spadá do kvalitatívneho označenia triedy II s najvyššou dovolenou triedou dopravného zaťaženia IV. Parameter 50/70 je tzv. gradácia asfaltu a konečné označenie asfaltovej zmesi V5 je inertné označenie, v tomto prípade sa jedná o označenie „Višňové 1“, kde 1 je poradové číslo asfaltovej vzorky [8], [9], [10].

Asfaltová vzorka AC 11 O 50/70; II; V-5 sa používa hlavne ako živcová vrstva pre cestné povrchy typu diaľnice, rýchlostné cesty a rýchlostné miestne komunikácie [8], [9], [10].



Obrázok 1 Vzorka asfaltového betónu AC 11 O 50/70; II; V-5 [18]

V mesiaci február 2018 boli zrealizované vstupné experimenty na testovacej vzorke asfaltového betónu, kde sa stanovili postupy skúmania asfaltových vzoriek, určenie množstva CHNL aplikovaného na asfaltovú vzorku, spôsob odstránenia prebytku CHNL, ktorá nebola nasiaknutá asfaltovou vrstvou, spôsob aplikácie potrebného množstva CHNL, manipulácia so vzorkou, meranie nasiakavosti s využitím výpočtových vzorcov a určenie

stupňov deštrukcie a priebehu chemických reakcií po aplikácii CHNL na suchú vzorku [4].

Všetky pokusy, ktoré sa uskutočnili boli zamerané na zistenie nasiakavosti a odolnosti asfaltovej obrusnej vrstvy voči vybratým CHNL, ktoré sa bežne vyskytujú v cestnej doprave. Ide prevažne o tie CHNL, ktoré sú súčasťou automobilov a následne môžu nasiaknuť alebo poškodiť povrch vozovky pri dopravných haváriách alebo tie CHNL, ktoré sú prepravované po cestných komunikáciách [5], [6], [7].

Experimentálne skúmanie nasiakavosti a odolnosti vozovky voči vybratým chemickým nebezpečným látkam pozostáva z týchto čiastkových experimentov:

- a) experimentálne určenie pH a teploty výluhu asfaltovej vzorky v destilovanej vode (experiment 1),
- b) experimentálne určenie pH a teploty vzorky po pôsobení CHNL v časovom intervale 15, 30 a 60 min. (experiment 2),
- c) experimentálne určenie nasiakavosti asfaltovej vzorky AC 11 o 50/70; II; V-5 po aplikácii CHNL (experiment 3),
- d) experimentálne určenie stupňa deštrukcie a priebehu chemickej reakcie asfaltovej vzorky AC 11 O 50/70; II; V-5 po aplikácii CHNL (experiment 4).

Pri experimentálnom skúmaní určenia pH a teploty výluhu asfaltovej vzorky s použitím destilovanej vody sa vykonaným experimentom 1 zisťovalo, či daná asfaltová vzorka je neutrálna, zásaditá alebo kyslá.

Experiment 2 bol zameraný na určenie pH mokrej vzorky, označenie – mv, a zmeny teploty asfaltovej vzorky AC 11 O 50/70; II; V-5 po pôsobení CHNL v časových intervaloch. Doba pôsobenia CHNL na vzorku bola stanovená na časový interval 15, 30 a 60 minút.

Výsledky merania pH a teploty výluhu asfaltovej vzorky AC 11 O 50/70; II; V-5 sú uvedené v tabuľke 1. Výsledky merania pH a teploty medzi suchou vzorkou a CHNL voči mokrej vzorke sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 1 Výsledky merania pH výluhu [18]

asfaltová vzorka: AC 11 O 50/70; II; V-5	pH meter			pH papierik	
	pH po 1 hod.	pH po 2,5 hod.	pH priemerné	pH po 1 hod.	pH po 2,5 hod.
	7,5	8,28	7,89	bledo zelený	zelený

Tabuľka 2 Zmeny pH a teploty medzi suchou vzorkou a CHNL voči mokrej vzorke [18]

číslo vzorky / teplota + CHNL / teplota	pH suchej asfaltovej vzorky	pH CHNL	pH mokrej vzorky		teplota mv [°C]
vzorka č. 1 / 21°C + benzín / 21°C	8,28	4,75	t ₁ = 15 min.	7,8	22
			t ₂ = 30 min.	7,62	22
			t ₃ = 60 min.	8,4	22
vzorka č. 2 / 21°C + nafta / 22°C	8,28	4,64	t ₁ = 15 min.	8,3	23
			t ₂ = 30 min.	7,7	23
			t ₃ = 60 min.	7,5	23
vzorka č. 3 / 21°C + motorový olej / 22°C	8,28	6	t ₁ = 15 min.	7,5	22
			t ₂ = 30 min.	7,1	23
			t ₃ = 60 min.	7,4	23
vzorka č. 4 / 21°C + etylénglykol / 22°C	8,28	7,67	t ₁ = 15 min.	7,5	22
			t ₂ = 30 min.	7,02	22
			t ₃ = 60 min.	6,9	21
vzorka č. 5 / 21°C + kyselina sírová / 22°C	8,28	1,09	t ₁ = 15 min.	1,4	21
			t ₂ = 30 min.	1,55	22
			t ₃ = 60 min.	1,71	22
vzorka č. 6 / 21°C + čpavková voda / 21°C	8,28	11,5	t ₁ = 15 min.	10,7	17
			t ₂ = 30 min.	10,1	17
			t ₃ = 60 min.	9,57	20
vzorka č. 7 / 21°C + petrolej / 21°C	8,28	6,57	t ₁ = 15 min.	6,82	23
			t ₂ = 30 min.	5,9	23
			t ₃ = 60 min.	6,2	24
vzorka č. 8 / 21°C + acetón / 22°C	8,28	6,20	t ₁ = 15 min.	4,5	22
			t ₂ = 30 min.	5,1	23
			t ₃ = 60 min.	5,4	23
vzorka č. 9 / 21°C + kyselina dusičná / 22°C	8,28	0,88	t ₁ = 15 min.	1,17	24
			t ₂ = 30 min.	1,21	25
			t ₃ = 60 min.	1,09	25

Kvôli obmedzenému rozsahu príspevku je komplexné vyhodnotenie vykonaných experimentov 1 a 2 uvedené v záverečnej časti príspevku.

2 EXPERIMENTÁLNE SKÚMANIE NASIAKAVOSTI A ODOLNOSTI OBRUSNEJ ASFALTOVEJ VRSTVY VOZOVKY

Experiment 3 bol zameraný na určenie nasiakavosti asfaltovej vzorky AC 11 O 50/70; II; V-5 po aplikácii CHNL v časových intervaloch a to $t_1 = 15$ min., $t_2 = 30$ min. a $t_3 = 60$ min. Pre úspešné splnenie experimentu 3 bolo potrebné určiť:

- hmotnosť suchej vzorky – m_{sv} ,
- hmotnosť mokrej vzorky – m_{mv} ,
- výsledný rozdiel hmotností
 $m_{nsv} = m_{mv} - m_{sv}$, (1)
- percentuálne zhodnotenie nasiakavosti nasatej kvapaliny ku suchej vzorke.

Experiment 4 bol zameraný na určenie stupňa deštrukcie a priebehu chemickej reakcie asfaltovej vzorky AC 11 O 50/70; II; V-5 po aplikácii vybraných CHNL. Experimentálne skúmanie odolnosti materiálu prebiehalo na vybraných vzorkách, ktoré boli uložené v

otvorených sklenených nádobách, kde sa následne na povrch vzorky aplikoval presný objem CHNL. Po uplynutí stanoveného časového intervalu sa vyhotovili detailné mikroskopické snímky.

Doba skúmania bola stanovená na časové intervaly $t_1 = 15$ min., $t_2 = 30$ min. a $t_3 = 60$ min. Na úspešné dokončenie tohto experimentu bolo potrebné určiť:

- hodnotový rámec stupňa deštrukcie,
- hodnotový rámec priebehu chemickej reakcie.

2.1 Experimentálne určenie nasiakavosti asfaltovej vzorky AC 11 o 50/70; II; V-5 po aplikácii CHNL

Výsledky merania experimentu 3, t. j. stanovenie nasiakavosti asfaltovej vzorky voči vybraným CHNL podľa vytvoreného pracovného postupu sú uvedené v tabuľke 3. Výsledná nasiakavosť skúmanej asfaltovej vzorky sa pohybovala v rozsahu 0,33 % až 1,68 %.

Tabuľka 3 Stanovenie nasiakavosti asfaltovej vzorky voči vybratej CHNL [18]

Asfaltová vzorka: AC 11 O 50/70; II; V-5					
typ CHNL	čas	nasiakavosť vzorky $m_{nsv} = m_{mv} - m_{sv}$		výsledný rozdiel hmotností m_{nsv}	% vyjadrenie nasiakavosti m_{nsv} / m_{sv}
		hmotnosť mokrej vzorky m_{mv} [g]	hmotnosť suchej vzorky m_{sv} [g]		
Benzín	$t_1 = 15$ min.	123,5	124,5	- 1	NA
	$t_2 = 30$ min.	122,5	124,5	- 2	NA
	$t_3 = 60$ min.	122	124,5	- 2,5	NA
Nafta	$t_1 = 15$ min.	154	153	1	0,65
	$t_2 = 30$ min.	153,5	153	0,5	0,33
	$t_3 = 60$ min.	153,5	153	0,5	0,33
Motorový olej	$t_1 = 15$ min.	121	119	2	1,68
	$t_2 = 30$ min.	120,5	119	1,5	1,26
	$t_3 = 60$ min.	120,5	119	1,5	1,26
Etylénglykol	$t_1 = 15$ min.	133	133	0	0
	$t_2 = 30$ min.	133,5	133	0,5	0,38
	$t_3 = 60$ min.	133,5	133	0,5	0,38
Petrolejš	$t_1 = 15$ min.	125	124,5	0,5	0,
	$t_2 = 30$ min.	124,5	124,5	0	0
	$t_3 = 60$ min.	124,5	124,5	0	0,4
Acetón	$t_1 = 15$ min.	116	116,5	- 0,5	NA
	$t_2 = 30$ min.	115,5	116,5	- 1	NA
	$t_3 = 60$ min.	114,5	116,5	- 2	NA
Kyselina sírová	$t_1 = 15$ min.	134,5	134	0,5	0,37
	$t_2 = 30$ min.	135	134	1	0,75
	$t_3 = 60$ min.	134,5	134	0,5	0,37
Kyselina dusičná	$t_1 = 15$ min.	123,5	125	- 1,5	NA
	$t_2 = 30$ min.	123	125	- 2	NA
	$t_3 = 60$ min.	123	125	- 2	NA

Čpavková voda	t ₁ = 15 min.	124,5	124	0,5	0,4
	t ₂ = 30 min.	124,5	124	0,5	0,4
	t ₃ = 60 min.	124,5	124	0,5	0,4

2.2 Experimentálne určenie stupňa deštrukcie a priebehu chemickej reakcie asfaltovej vzorky AC 11 O 50/70; II; V-5 po aplikácii benzínu

Dostupné poznatky z praxe preferujú ako výrazne silnejšiu deštrukčnú chemikáliu naftu a samotný benzín radia medzi menej agresívne chemikálie voči asfaltovým zmesiam používaných pre kryt vozovky.

Vykonané experimenty potvrdili fakt, že benzín má výrazne väčšie deštrukčné účinky na povrch obrusnej asfaltovej vrstvy ako v prípade nafty.

Výsledky experimentu 4 pre benzín sú zaznamenané v tabuľke 4 a na obrázku 2 je zobrazená deštrukcia asfaltovej vzorky. Komplexné vyhodnotenie experimentu 4 pre benzín je uvedené v závere príspevku.

Tabuľka 4 Deštrukcia a priebeh reakcie asfaltovej vzorky po aplikácii CHNL – benzín [18]

Asfaltová vzorka: AC 11 O 50/70; II; V-5					
typ CHNL	čas	stupeň deštrukcie		priebeh reakcie	
		hodnota	slovný popis	hodnota	slovný popis
Benzín	t ₁ = 15 min.	2	poškodenie viditeľné okom – úlomky, odfarbovanie	1	slabá nevýrazná reakcia – sprevádzaná šumením
	t ₂ = 30 min.	3	výrazné poškodenie = deštrukcia materiálu	1	slabá nevýrazná reakcia – sprevádzaná šumením
	t ₃ = 60 min.	3	výrazné poškodenie = deštrukcia materiálu	0	bez viditeľnej reakcie



Obrázok 2 Deštrukcia asfaltovej vzorky po aplikácii CHNL – benzínu po uplynutí 60 min. [18]

2.3 Experimentálne určenie stupňa deštrukcie a priebehu chemickej reakcie asfaltovej vzorky AC 11 O 50/70; II; V-5 po aplikácii kyseliny dusičnej

Zrealizované experimenty potvrdili súčasne predpoklady z praxe, ktoré uvádzajú, že medzi agresívne chemikálie, ktoré pôsobia na povrch

stavebných materiálov patria aj silné anorganické kyseliny (napr. kyselina sírová a kyselina dusičná). Výsledky experimentu 4 pre kyselinu dusičnú sú zaznamenané v tabuľke 5 a na obrázku 3 je zobrazená deštrukcia asfaltovej vzorky. Komplexné vyhodnotenie experimentu 4 pre kyselinu dusičnú je uvedené v závere príspevku.

Tabuľka 5 Deštrukcia a priebeh reakcie asfaltovej vzorky po aplikácii CHNL – HNO₃ [18]

Asfaltová vzorka: AC 11 O 50/70; II; V-5					
typ CHNL	čas	stupeň deštrukcie		priebeh reakcie	
		hodnota	slovný popis	hodnota	slovný popis
Kyselina dusičná	t ₁ = 15 min.	2	poškodenie viditeľné okom – ulomené čiastočky asfaltu	3	búrlivá chemická reakcia (šumenie, prskanie)
	t ₂ = 30 min.	3	výrazné poškodenie = deštrukcia materiálu	2	rýchla reakcia s viditeľnými prejavmi (šumenie)
	t ₃ = 60 min.	3	výrazné poškodenie = deštrukcia materiálu	2	rýchla reakcia s viditeľnými prejavmi (šumenie)



Obrázok 3 Deštrukcia asfaltovej vzorky po aplikácii CHNL – HNO₃ po uplynutí 60 min. [18]

ZÁVER

Meraním pH asfaltovej vzorky bola určená hodnota 7,5. Táto hodnota pH bola nameraná po 1 hodine skúmania asfaltovej vzorky AC 11 O 50/70; II; V-5 ponorenej v destilovanej vode. Po 2,5 hodine sa pH zvýšilo na hodnotu 8,28 (slabo zásaditá). Pre porovnanie výluh asfaltovej vzorky AC 11 O 50/70; II; V-5 má podobné pH ako morská voda, čo je v približne 8,1.

Výsledky merania teplôt potvrdili fakt, že hodnoty zmien teplôt sa pri väčšine vzoriek výrazne nemenili, pretože teploty suchých vzoriek, CHNL a mokrých vzoriek boli v rozmedzí 21 až 22 °C. Jediným výrazným výsledkom sa preukázala zmena teploty asfaltovej vzorky po aplikácii kyseliny dusičnej z 21 na 25 °C po 60 min., čo mala za následok búrlivú chemickú reakciu.

Výsledky merania pH mokrej vzorky v porovnaní so suchou vzorkou potvrdili výrazné zmeny v pH. Príkladom je zmena pH suchej vzorky č. 5 a č. 9. U vzorky č. 5 (aplikácia kyseliny sírovej na suchú vzorku asfaltovej zmesi) došlo k výraznej zmene pH. Hodnota pH

mokrej vzorky sa po 60 minútach pozorovania ustálila na konečnú hodnotu 1,71. Východisková hodnota pH pre suchú vzorku asfaltovej zmesi bola 8,28 a CHNL – kyselina sírová s hodnotou pH faktora 1,09. Výsledná mokrá vzorka sa stala výrazne kyslá. Ten istý prípad s podobnými hodnotami pH preukázala aj mokrá asfaltová vzorka (po aplikácii kyseliny dusičnej na suchú asfaltovú vzorku) s výslednou hodnotou pH faktoru 1,09 po 60 min.

Z experimentálneho skúmania vyplýva, že benzín patrí medzi tie CHNL, ktoré svojim chemickým zložením výrazne poškadzujú obrusnú asfaltovú vrstvu. V prvom časovom intervale 15 min. bol stupeň deštrukcie hodnotený číslom 2, t. j. poškodenie asfaltovej vzorky viditeľné okom (úlomky a odfarbovanie). V druhom a treťom časovom intervale, po 30 a 60 min. sa stupeň deštrukcie hodnotil číslom 3, čo predstavuje výrazné poškodenie skúmanej asfaltovej vzorky. Došlo tak k deštrukcii vzorky najvyššieho stupňa.

Experimenty preukázali, že kyselina dusičná patrí taktiež medzi tie CHNL, ktoré svojim chemickým zložením výrazne poškadzujú

obrusnú asfaltovú vrstvu. V prvom časovom intervale 15 min. bol stupeň deštrukcie hodnotený číslom 2, t. j. poškodenie asfaltovej vzorky viditeľné okom – ulomené čiastočky asfaltovej zmesi. V druhom a treťom časovom intervale, po 30 a 60 min. sa stupeň deštrukcie hodnotil číslom 3, čo predstavuje výrazné poškodenie skúmanej asfaltovej vzorky. Taktiež došlo k deštrukcii vzorky najvyššieho stupňa.

Priebeh chemickej reakcie počas prvého časového intervalu, t. j. 15 min. bol ohodnotený stupňom 3, ako búrlivá chemická reakcia sprevádzaná zreteľným rozkladom obrusnej asfaltovej vrstvy vozovky. V posledných dvoch

časových intervaloch bol priebeh chemickej reakcie ohodnotený číslom 2 ako rýchla chemická reakcia s viditeľnými prejavmi.

Vykonané vstupné experimenty s asfaltovými vzorkami potvrdili nutnosť skúmať účinky a pôsobenie na rozmanité stavebné materiály používané pri stavbe asfaltových vozoviek, betónových ciest a železničných zvrškov. Poznaním týchto procesov je možné v praxi zlepšiť súčasné dekontaminačné postupy prípadne navrhnúť nové, ako účinný prostriedok odstraňovania chemických nebezpečných látok pri ich úniku do prostredia.

LITERATÚRA

- [1] *Zákon NR SR č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších predpisov (úplné znenie - zákon č. 47/2012 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva).*
- [2] *Zákon č. 128/2015 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.*
- [3] *Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov.*
- [4] *Zákon č. 67/2010 Z. z. o chemických látkach a chemických prípravkoch v znení neskorších predpisov.*
- [5] *Vyhláška MV SR č. 533/2006 Z. z. o podrobnostiach o ochrane obyvateľstva pred účinkami nebezpečných látok v znení vyhlášky MV SR č. 445/2007 Z. z. a vyhlášky MV SR č. 160/2012 Z. z.*
- [6] Európska dohoda o cestnej preprave nebezpečných vecí – ADR.
- [7] Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí, o zmene, doplnení a zrušení smerníc 67/548/EHS a 1999/45/ES a o zmene a doplnení nariadenia (ES) č. 1907/2006 (REACH).
- [8] STN 73 1316: 1989 Stanovenie vlhkosti, nasiakavosti a vzlínivosti betónu.
- [9] STN EN 1426 (637062): 2016 Asfalt a asfaltové spojivá. Stanovenie penetrácie ihlou.
- [10] SNT EN 12591 (65 7201): 2009 Asfalty a asfaltové spojivá. Špecifikácia cestných asfaltov.
- [11] SSC, 2015. *Hutnené asfaltové zmesi*. [on line]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné na: http://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tkp/tkp-6_2015.pdf.
- [12] SSC, 2010. *Katalógové listy asfaltových zmesí*. [on line]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné na: http://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tkp-doplnok/klaz_1_2010.pdf.
- [13] SSC, 2014. *Katalógové listy asfaltov*. [on line]. [cit. 2018-01-29]. Dostupné na: http://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tkp-doplnok/klaz_01_2014.pdf.
- [14] SSC, 2008. *Navrhovanie netuhých a polotuhých vozoviek*. [on line]. [cit. 2018-01-19]. Dostupné na: http://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp_ts0502.pdf.
- [15] SSC, 2009. *Navrhovanie netuhých a polotuhých vozoviek*. [on line]. [cit. 2018-01-29]. Dostupné na: http://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp2009/tp_03_2009.pdf.
- [16] SSC, 2017. *Technicko-kvalitatívne podmienky. Hutnené asfaltové zmesi*. [on line]. [cit. 2018-01-29]. Dostupné na: http://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tkp/tkp_06_2017.pdf.
- [17] MARCINEK, M.: *Metodický podklad pre vypracovanie typového krízového scenára likvidácie ekologickej havárie pri dopravnej nehode*, In: Rozvoj teórie bezpečnostných rizík a tvorba krízových scenárov, Akadémia Policajného zboru v Bratislave, 2014. ISBN 978-80-8054-604-5.
- [18] VOLAJOVÁ, B.: *Nasiakavosť a odolnosť povrchu vozovky voči vybraným chemickým nebezpečným látkam*, 2018, Diplomová práca. Školiteľ: Ing. Michal Orinčák, PhD., FBI ŽU v Žiline.