



**ASFALTOVÁ ZMES TYPU PMAZ
(POLYMÉROM MODIFIKOVANÁ ASFALTOVÁ ZMES)
ALTERNATÍVA K ASFALTOVEJ ZMESI S POUŽITÍM
MODIFIKOVANÉHO SPOJIVA TYPU PMB**

Rozborová úloha

Bratislava október 2020

Obsah

1 Všeobecné údaje	3
2 Použité skratky a definície.....	3
3 Úvod	4
4 Modifikácia asfaltov a asfaltových zmesí v našich podmienkach	6
5 Polymérom modifikované asfaltové zmesi PMAZ	8
5.1 Účel použitia v súčasnosti	8
6 Porovnanie výroby asfaltovej zmesi typu PMAZ s výrobou zmesi s PMB	9
6.1 Požiadavky na vstupné materiály asfaltových zmesí	9
6.2 Výroba asfaltových zmesí s PMB	10
6.3 Výroba asfaltových zmesí PMAZ	12
6.4 Dávkovanie prísad pri výrobe zmesí PMAZ	13
6.5 Porovnanie výroby zmesí PMAZ a zmesí s PMB	13
6.6 Výrobcovia asfaltových zmesí a PMAZ	15
7 Popis parametrov PMAZ a zmesí s PMB	17
8 Špecifiká návrhu receptúry PMAZ	18
9 Overenie technológie na pokusnom úseku.....	19
9.1 Asfaltová zmes	19
9.2 Výrobňa asfaltových zmesí	19
9.3 Modifikačná prísada	20
9.4 Výroba PMAZ	21
9.5 Spracovanie PMAZ na stavbe	22
9.6 Výsledné vlastnosti asfaltových zmesí.....	23
9.7 Vyhodnotenie realizácie PÚ.....	24
10 Možnosti uplatnenia zmesí PMAZ v našich podmienkach	25
11 Vyhodnotenie poznatkov	26
12 Návrh na doplnenie/úpravu súvisiacich rezortných predpisov	27
12.1 TKP 6 Hutnené asfaltové zmesi.....	27
12.2 Katalógové listy asfaltových zmesí	29
12.3 TKP 38 Asfaltové zmesi s vysokým modulom tuhosti	29
13 Literatúra.....	31

1 Všeobecné údaje

Objednávateľ:	Slovenská správa ciest
Zhotoviteľ:	VUIS – CESTY, spol. s r. o.
Doba riešenia:	júl, október 2020
Riešiteľ:	Ing. Ľubomír Polakovič, CSc. Mgr. Magdaléna Kondrcová

2 Použité skratky a definície

EAPA	European Asphalt Pavement Association
EVA	kopolymér etylénu a vinylacetátu
PE	polyetylén
PMAZ	polymérom modifikovaná asfaltová zmes
PMB	polymérom modifikovaný asfalt
SB	syntetický kaučuk (styrén-butadién)
SBS	syntetický kaučuk (styrén-butadién-styrén)
SIS	syntetický kaučuk (styrén-izoprén-styrén)
SMA	Asfaltový koberec mastixový (Stone Mastic Asphalt)
TPR	Technické predpisy rezortu
VAZ	výrobňa asfaltových zmesí
VÚIS	Výskumný ústav inžinierskych stavieb
VÚRUP	Výskumný ústav pre ropu a uhľovodíkové plyny

Polymérom modifikovaná asfaltová zmes (PMAZ)¹ – hutnená asfaltová zmes typu asfaltový betón, so spojivom z cestného asfaltu a s polymérnou modifikačnou prísadou pridávanou do zmesi pri jej výrobe. Cieľom modifikácie je dosiahnutie rovnakých parametrov zmesi ako má zmes rovnakého zloženia vyrobená z polymérom modifikovaného asfaltu.

Prísady na výrobu PMAZ – polymérne látky, ktoré menia vlastnosti asfaltovej zmesi tak, aby boli rovnocenné s vlastnosťami asfaltovej zmesi rovnakého zloženia vyrobenej z polymérom modifikovaného asfaltu.

¹ Poznámka:

Označenie PMA (prevzaté z angličtiny) pre polymérom modifikovanú zmes nepovažujeme za vhodné. Nie je konzistentné so slovenskou terminológiou používanou v odbore asfaltových zmesí. Ako príklad uvádzame skratku NAZ – nízkoteplotné asfaltové zmesi alebo skratku VAZ – výrobňa asfaltových zmesí.

Preto v celom texte používame miesto zadávateľom úlohy použitej skratky PMA skratku PMAZ a túto zmenu uvádzame aj v navrhovaných úpravách rezortných predpisov. Obdobne miesto skratky PmB pre polymérom modifikovaný asfalt používame skratku PMB, v súlade s [1].

3 Úvod

Celkovo (diaľnice, rýchlostné cesty, cesty I., II. a III. triedy) máme na Slovensku vyše 18 072 km cestných komunikácií [2]. Zastúpenie asfaltových vozoviek je voči ostatným typom významne dominantné. Takýto stav nie je však z hľadiska Európy výnimočný. Podľa údajov EAPA [3] je z vyše 5 miliónov cestných komunikácií v Európe 90 % asfaltových. Výroba asfaltových zmesí na Slovensku sa v posledných rokoch pohybuje v rozmedzí 2 až 2,3 mil. ton ročne [4].

Snahy o navýšenie zastúpenia cementobetónových vozoviek sa u nás cyklicky opakujú, ale zatiaľ sa tento typ vozoviek používa najmä v tuneloch. Príčiny tohto stavu môžeme hľadať vo výhodách, ktorými asfaltové vozovky disponujú. V literatúre je veľa odkazov, v ktorých sú vymenované dôvody na ich uprednostnenie pri výbere typu vozoviek.

V tabuľke 1 uvádzame prehľad vybraných hľadísk, ktoré preferujú použitie asfaltových vozoviek. Údaje sú prevzaté z [5], pričom sú uvedené len hľadiská, podľa ktorých sú výhodnejšie asfaltové vozovky.

Tabuľka 1 Prehľad základných hľadísk na výber krytu cestnej vozovky

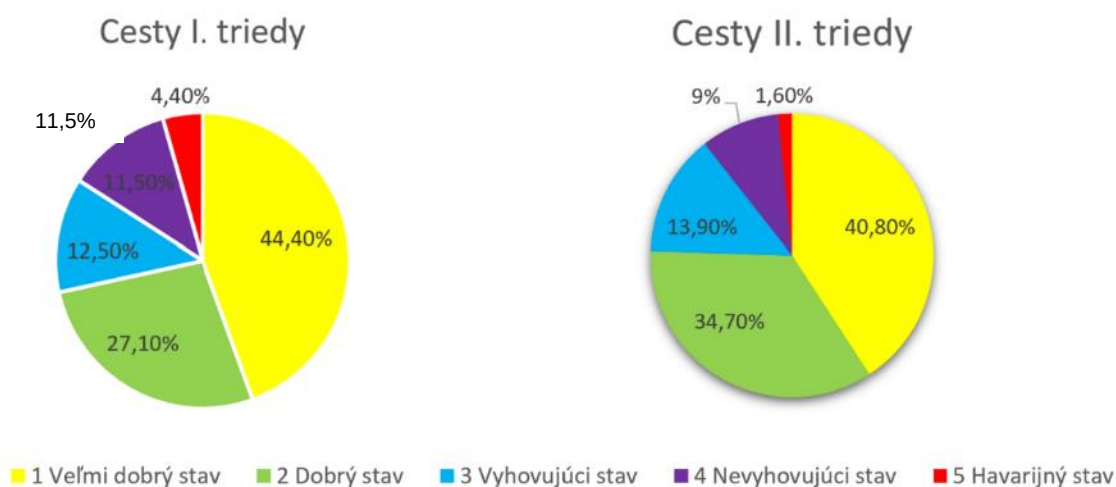
Hľadisko	Vozovky s asf. krytom	Vozovky s CB krytom
Vplyv podložia	++++	+
Vhodnosť pre nízke intenzity dopravy (cesty I. triedy)	+++	+
Uplatnenie v intraviláne	+++	++
Uplatnenie na mostoch	+++	+
Počet zhotoviteľov	+++	+
Náročnosť lokálnych opráv	++	+
Náročnosť súvislých opráv	++++	+
Nezávislosť technológie na počasi	++	+
Hlučnosť povrchu nových vozoviek	+++	++
(+) výhoda, čím viac symbolov (bodov), tým väčšia výhoda, maximum sú 4 symboly (počas životnosti sa stávajú CB vozovky hlučnejšími).		

Popri uvedených prednostiach majú však vozovky s asfaltovým krytom aj niektoré nežiaduce vlastnosti. Jednoznačne najvýznamnejšou z nich je riziko tvorby trvalých deformácií (koľají). Príčinou je zmena vlastností asfaltu, ktorý je spojivom v asfaltových zmesiach, vplyvom teploty.

Kombinácia účinkov vysokých teplôt a vysokej intenzity ťažkej dopravy môže v priebehu niekoľkých dní významne zhoršiť prevádzkovú spôsobilosť komunikácie, a tým aj bezpečnosť cestnej premávky. Cestná databanka (CDB), ktorá je organizačnou zložkou Slovenskej správy ciest, pravidelne monitoruje stav vozoviek cestných komunikácií. Vyhodnotením údajov získaných meraním sa zaoberá odbor Technickej normalizácie a hospodárenia s cestnou sieťou, oddelenie hospodárenia s vozovkami.

Jedným zo sledovaných kritérií sú aj koľaje. Podľa údajov uvedených v [6] je z hľadiska koľají stav meraných úsekov diaľnic a diaľničných privádzačov na dobrej úrovni a podobne sú na tom aj sledované úseky rýchlostných ciest.

Horšie sú na tom cesty I. triedy, s vyše 15 % a cesty II. triedy s vyše 11 % úsekov s koľajami spadajúce do klasifikačného stupňa 4 (nevyhovujúci stav) až 5 (havarijný stav) – obrázok 1.



Obrázok 1 Hodnotenie stavu vozoviek v SR z hľadiska koľají k 1.1.2020

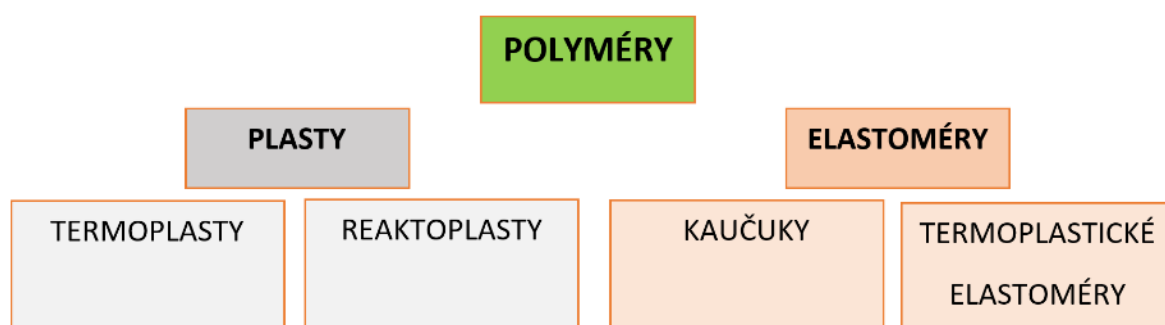
Problematike odolnosti asfaltových zmesí voči tvorbe trvalých deformácií je venovaná veľká pozornosť. Pravidelne sa aktualizujú súvisiace rezortné predpisy (TP, TKP a KL), pričom sa prehodnocujú kritériá a možnosti zlepšenia vybraných vlastností.

Citlivosť asfaltových zmesí na teploty (plusové aj mínusové – mrazové trhliny) je všeobecne známa, a preto sa stále hľadajú možnosti na jej elimináciu.

Do úvahy prichádza viacero možností, ako napr.:

- použitie drveného hrubého kameniva,
- úprava čiary zrnitosti kameniva,
- optimalizácia množstva asfaltového spojiva,
- použitie tvrdších asfaltov,
- použitie polymérom modifikovaných asfaltov,
- použitie prísad (priľnavostných, modifikačných, stabilizačných...).

Ak akceptujeme, že naše požiadavky na vlastnosti kameniva pre asfaltové zmesi, ktoré sú uvedené v príslušných technických špecifikáciách [7], sú dobre stanovené a z hľadiska technicko-ekonomického použitia prakticky nemenné, tak je zrejmé, že pre dosiahnutie požadovaných hodnôt [8] odolnosti voči trvalým deformáciám, resp. vzniku mrazových trhlín pri nízkych teplotách je potrebné venovať sa vlastnostiam použitého asfaltového spojiva [9]. Z tohto hľadiska je najvhodnejšou metódou modifikácia asfaltov polymérmi. Ich základné delenie je na obrázku 2.



Obrázok 2 Základné delenie polymérov

Pri výbere polyméru vhodného na modifikáciu asfaltov je dôležité si uvedomiť, pre aké klimatické podmienky bude použitý. Zo skupiny plastov sú na modifikáciu vhodné iba termoplasty. Sú ekonomicky výhodnejšie ako elastoméry, ale výsledné produkty sú vhodné hlavne na zlepšenie odolnosti voči trvalým deformáciám (vysoká hodnota bodu mäknutia KG, nedostačujúca hodnota bodu lámavosti podľa Fraassa). Typickým predstaviteľom tejto skupiny je polyetylén (PE). Na dosiahnutie účinnosti v širšom teplotnom pásme sa môže kombinovať s elastomérmi.

Pre naše klimatické podmienky sú vhodnejšie modifikátory zo skupiny elastomérov. Tie umožňujú upraviť vlastnosti asfaltu tak, aby boli vhodné pre použitie v chladnejších aj teplejších oblastiach. Typickými predstaviteľmi sú napr. syntetické kaučuky SBS a SIS, kopolyméry EVA, syntetické latexy.

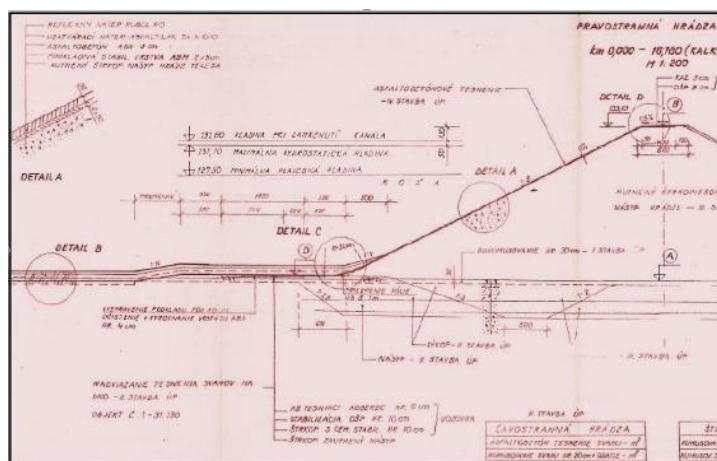
4 Modifikácia asfaltov a asfaltových zmesí v našich podmienkach

Hoci bola technológia výroby cestných modifikovaných asfaltov aj u nás známa, až do začiatku 90. rokov bol problém s dostupnosťou vhodného modifikátora. Preto sa začiatkom 70. rokov začalo experimentovať s modifikáciou polyetylénom z domácich zdrojov. Išlo o produkty dodávané v sudoch a ich veľkým negatívom bola nehomogenita.

Významným posunom bolo zavedenie výroby zmesnej modifikačnej prísady Bralen PB-25, ktorá obsahovala polyetylén a SB kaučuk Krallex (25 %) z domácej produkcie. Pretože

Výroba modifikátora Bralen PB-25 sa začala na základe viacročného laboratórneho overovania viacerými výskumnými pracoviskami (Slovnaft, n. p., VÚRUP a VÚIS) a skúšania technológie na pokusných úsekoch - Doprastav [10].

- 1983 vozovka Prístavného mosta v Bratislave v rozsahu 13 340 m²,
- 1984 estakáda na ceste I/63 v Komárne, 2574 m²,
- 1985 nový kryt (ložná a obrusná vrstva) na Starom moste cez Dunaj v Bratislave,
- 1986 asfaltobetónové tesnenie návodných svahov prírodného kanála vodného diela Gabčíkovo (ABVM a ABVH) v celkovom rozsahu 1 300 000 m² (obrázok 3)²,
- 1996 asfaltobetónové tesnenie PVE Dlouhé stráně.



Začiatkom 90. rokov už boli aj u nás dostupné modifikátory vhodné na výrobu modifikovaných cestných asfaltov. Zaujímavú technológiu výroby polymérom modifikovaných asfaltov ponúkala spoločnosť Asphaltgesellschaft R. Felsinger z Rakúska. Podstatou bola „mobilná modifikačná stanica“ s homogenizátorom Trigonal, ktorá vyrábala polymérom modifikovaný asfalt (používal sa PE) priamo v areáli výroby asfaltových zmesí (VAZ). Realizovali niekoľko veľkých stavieb v Číne. U nás predviedli túto technológiu napr. na VAZ spoločnosti CESTY NITRA, a.s.

7

Prvé polymérom modifikované spojivá pre asfaltové zmesi boli z produkcie JCP Štúrovo (1992) a boli dodávané pod obchodným názvom MOAS vo viacerých kvalitatívnych triedach. Po ich úspešnom uplatnení na trhu začal Slovnaft (1993) výrobu polymérom modifikovaných asfaltov v modifikačnej stanici v Bratislave. Produkty sa dodávali na trh pod obchodným názvom Apollobit (po uzavretí modifikačnej stanice bola výroba presunutá do Maďarska). V ostatných rokoch dosahuje u nás spotreba cestných polymérom modifikovaných asfaltov 20 % až 24 % z celkovej spotreby asfaltov na výrobu asfaltových zmesí [4]. Z uvedeného krátkeho prehľadu je zrejmé, že výroba polymérom modifikovaných zmesí na stavbu vozoviek nie je na Slovensku žiadnou novinkou. Dostupnosť priemyselne vyrábaných polymérom modifikovaných asfaltov vhodných pre výstavbu vozoviek utlmila záujem o technológiu PMAZ.

PMAZ sú na Slovensku už **takmer 40 rokov**, a preto je dobré nájsť pre túto technológiu aj v dnešnej dobe vhodné miesto na jej uplatnenie.

5 Polymérom modifikované asfaltové zmesi PMAZ

5.1 Účel použitia v súčasnosti

Zdá sa, že v dobe, keď sú dostupné priemyselne vyrábané PMB, nemá technológia PMAZ veľký zmysel. Napriek tomu sa objavujú stále nové produkty a spoločnosti zaoberajúce sa ich výrobou pracujú na ich ďalšom vývoji [12, 13, 14, 15, 16]. Zdá sa, že jedným z hlavných dôvodov je snaha ponúkať viacvložkové produkty, ktoré zlepšujú viacero vlastností asfaltových zmesí súčasne. Príkladom sú prísady obsahujúce polyméry a vlákna [17] v kombinácii s celulózou, zmesi polymérov s odpadovými plastami a podobne. Prezentácia výsledkov skúšok komerčných výrobkov (aj keď často realizovaných nezávislými pracoviskami) nie je predmetom tejto úlohy.

Ďalším dôvodom pre vývoj nových prísad môže byť snaha o čo najlepšie technicko-ekonomické zhodnotenie odpadov/druhotných surovín. Príkladom môže byť upravená guma získaná pri recyklácii pneumatík.

Možnosť využitia tohto materiálu pri výrobe asfaltových zmesí sa riešila aj na Slovensku [18]. Popri overovaní výroby PMB v modifikačnej stanici sa pre experimentálne overenie vyrobili a v praxi použili aj prísady s upravenou gumou vhodné na výrobu PMAZ.

V súčasnosti sa prakticky na celom svete venuje veľká pozornosť možnostiam použitia odpadových polyolefínov na modifikáciu asfaltov a asfaltových zmesí. Aj na Slovensku už je realizovaných viacero stavieb s prísadami z týchto materiálov.

Problém ich využitia sa u nás v súčasnosti rieši aj výskumne [19] a popri environmentálnom prínose sa jeho výsledky uplatnia aj pri výrobe PMAZ.

6 Porovnanie výroby asfaltovej zmesi typu PMAZ s výrobou zmesi s PMB

6.1 Požiadavky na vstupné materiály asfaltových zmesí

Požiadavky na základné materiály používané na výrobu asfaltových zmesí, t. j. kamenivo, kamennú múčku a asfalt sú pre jednotlivé typy jasne stanovené v príslušných STN EN radu 13108. Tieto materiály sú výrobkami a ich výrobca je povinný pri ich uvádzaní na trh postupovať v zmysle platnej legislatívy. V našich podmienkach je to hlavne [20] a [21].

Tento stav je výhodný pre výrobcov asfaltových zmesí, pretože zodpovednosť za deklarované vlastnosti týchto stavebných materiálov je na strane ich výrobcov.

Problematickejšie je to s prísadami. V [21] sa uvádza, že na výrobu asfaltových zmesí sa môžu použiť len materiály s preukázanou vhodnosťou. Za dokumenty, ktorými je možné preukázať vhodnosť vstupných materiálov, sa považuje najmenej jeden alebo viacero z nasledujúcich:

- európska norma,
- európske technické osvedčenie,
- výsledky výskumu a/alebo uspokojivého používania v praxi, pričom na posúdenie tohto dôkazu môžu byť definované podrobnosti výrobku v dokumentoch súvisiacich s používaným výrobku.

Vzhľadom na súčasný stav legislatívy týkajúcej sa prísad (chýbajúca európska norma, resp. európske technické osvedčenie), je treba pri preukázaní ich vhodnosti na výrobu asfaltových zmesí postupovať podľa posledného bodu.

Presné požiadavky na obsah a formu takého dôkazu o vhodnosti prísady však neexistuje.

Norma [23] v tabuľke 6 špecifikuje požiadavky na minimálne početnosti kontrol a skúšok prísad na výrobu asfaltových zmesí. Má sa vykonať kontrola:

- špecifických vlastností,
- dodacieho listu,
- organoleptických vlastností.

Pri kontrole špecifických vlastností je cieľom potvrdiť vlastnosti prísady a ich zhodu s príslušnými požiadavkami.

Z uvedeného je zrejmé, že je potrebné v rámci národnej legislatívy, napr. v TPR jasne definovať obsah a formu dokumentov akceptovateľných na preukázanie vhodnosti prísad. Toto usmernenie by sa malo týkať prísad na výrobu asfaltových zmesí všeobecne, a tým obsiahnuť aj prísady, ktoré sú vhodné na výrobu PMAZ. Zodpovednosť za spracovanie a obsah týchto dokumentov musí mať výrobca prísady.

V TPR je potrebné bližšie špecifikovať druh a početnosť skúšok prísad.

6.2 Výroba asfaltových zmesí s PMB

Zavedenie výroby asfaltových zmesí s polymérom modifikovanými asfaltmi si v porovnaní s výrobou zmesí s cestnými asfaltmi vyžadovalo realizovať pár opatrení priamo na VAZ.

Úpravy sa týkali najmä skladovania:

- doplnenie zásobníkov asfaltov o zásobníky s nepriamym ohrevom,
- možnosť homogenizácie počas skladovania – miešaním, prečerpávaním (odporúčané opatrenie).

V závislosti na výkone a skupine vyrábaných zmesí je dobré zvážiť aj doplnenie VAZ o zásobníky hotovej zmesi vyhradené pre zmes s PMB.

Teplota krátkodobého skladovania PMB (cca do 7 dní) sa pohybuje v rozmedzí (160 – 180) °C. Ak je potrebné predĺžiť dobu skladovania napr. pre nepriaznivé počasie, tak sa teplota v zásobníkoch zníži na (150 – 160) °C a súčasne sa odporúča miešanie počas niekoľkých hodín v priebehu každého dňa².

Na kontrolu kvality PMB skladovaného dlhšiu dobu je vhodné po niekoľkých dňoch (5 – 7) vykonať kontrolné skúšky:

- penetrácia pri 25 °C, STN EN 1426,
- bod mäknutia KG, STN EN 1427,
- elastická návratnosť pri 25 °C, STN EN 13398.

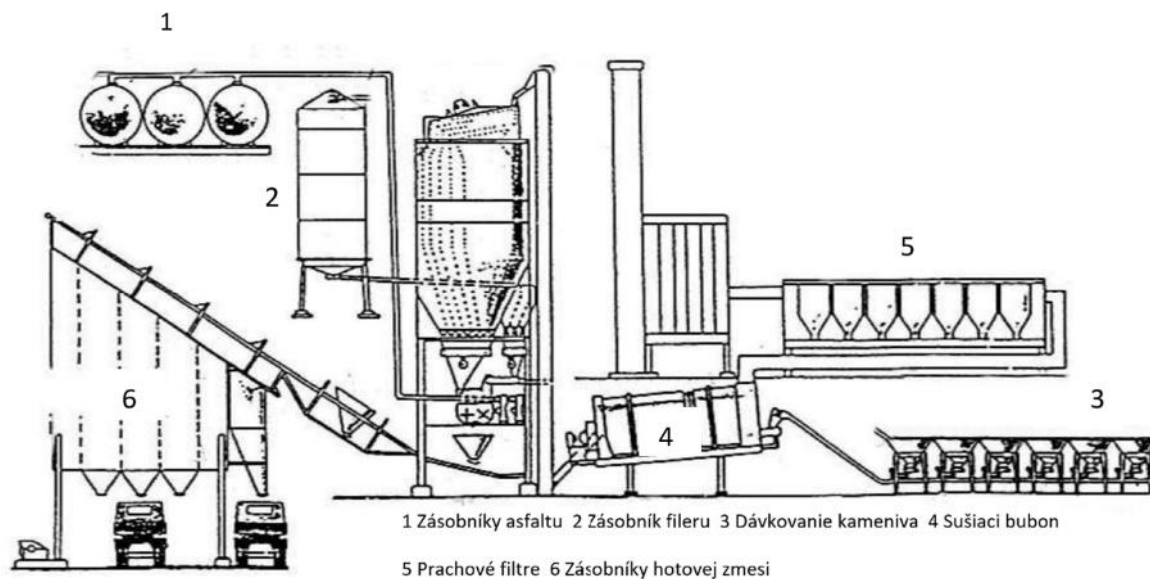
Pri použití v oblastiach s nízkymi teplotami, resp. na konštrukčné vrstvy mostných vozoviek je vhodné rozšíriť tieto skúšky aj o stanovenie bodu lámavosti podľa Fraassa.

Skladové hospodárstvo asfaltov na VAZ musí byť zorganizované tak, aby nemohlo dôjsť k zámene a zmiešaniu jednotlivých druhov asfaltu.

Základná schéma výroby asfaltových zmesí, t. j. aj zmesí s PMB, v cyklických (šaržových) VAZ je na obrázku 4.

Doba miešania zmesi – jedného cyklu sa pohybuje v závislosti od typu zariadenia v rozmedzí 40 – 60 sekúnd.

² Teploty PMB pri výrobe asfaltovej zmesi musia byť v zmysle požiadaviek (20) stanovené výrobcom a uvedené vo vyhlásení o parametroch.



Obrázok 4 Schéma výroby asfaltových zmesí

Pri výrobe asfaltových zmesí typu asfaltový betón je organizácia výroby podľa uvedenej schémy väčšinou dostatočná. Pri výrobe iných typov zmesí (a to aj pri použití PMB), ako napríklad SMA, ktorých súčasťou sú prísady, je potrebné doplniť zariadenie o vhodný typ dávkovača prísady.

Výroba asfaltovej zmesi s PMB v cyklickej (šaržovej) miešačke:

- dávkovanie kameniva do sušiaceho bubna,
- sušenie kameniva pri teplote (160 – 200) °C; súčasne prebieha odsávanie prachovitých častíc cez filtre,
- horúce triedenie kameniva,
- dávkovanie kameniva a kamennej múčky (fileru) cez váhy do miešačky,
- miešanie zmesi kameniva (cca 5 s),
- dávkovanie horúceho PMB cez prietokomer do miešačky,
- miešanie zámesi cca (30 – 60) s,
- vyprázdenie miešačky – do korby nákladného auta alebo do tepelne izolovaného zásobníka hotovej zmesi.

Všetky vstupné materiály sa musia pred dopravením do miešačky VAZ presne odvážiť a vyhriať na predpísanú teplotu. Teplota kameniva, asfaltu a hotovej zmesi sa musí počas výroby priebežne kontrolovať.

Na výrobu asfaltových zmesí s PMB sa dajú použiť aj kontinuálne miešačky.

6.3 Výroba asfaltových zmesí PMAZ

Pri výrobe zmesí PMAZ sa v princípe postupuje rovnako ako pri výrobe zmesí s PMB. Zásadný rozdiel medzi klasickými asfaltovými zmesami a zmesami PMAZ je v tom, že pri ich výrobe sa **vždy** používajú prísady dávkané priamo do miešacieho bubna.

Prísady na výrobu PMAZ možno z hľadiska ich zloženia rozdeliť na:

- granulát (zväčša jednozložkové),
- pelety (obsahujúce viacero zložiek).



Obrázok 5 Rôzne formy prísad (granulát a pelety) na výrobu PMAZ

Použitie prísady významne ovplyvňuje proces dávkovania jednotlivých zložiek do miešačky. Každý z uvedených typov si vyžaduje iný postup pri výrobe. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že kým granuláty (napr. čistý PE) treba dávkovať súbežne s asfaltom alebo tesne po ňom, aby nedošlo k ich znehodnoteniu pri kontakte s horúcim kamenivom, tak pelety sa dávkujú na horúce kamenivo a až po niekoľkých sekundách (keď príde k ich mechanickému rozbitiu) sa dávkuje asfalt. Pozor – pri viaczložkových prísadách treba počítať s tým, že treba predĺžiť aj miešania prísady s asfaltom!

Vo všeobecnosti treba počítať s tým, že sa celý cyklus miešania zmesi pri výrobe PMAZ predĺži o 10 s až 20 s. Túto skutočnosť treba brať do úvahy pri spracovaní časového harmonogramu výroby a spracovania zmesi pre konkrétnu stavbu.

Dávka prísady sa zväčša vzťahuje na dávku asfaltu (treba si všímať údaje jej výrobcu) a obvykle sa pohybuje v rozmedzí (3 až 5) %. Pri viaczložkových prísadách je dôležitý údaj o množstve polyméru obsiahnutom v prísade. V niektorých prípadoch odporúča výrobca prísady mierne upraviť základnú receptúru (napr. korekcia dávky asfaltu, resp. kamennej múčky). Ide napríklad o prísady, ktoré zlepšujú účinné obalenie kameniva asfaltom zmenou viskozity, prísady s obsahom asfaltu alebo prísady s celulózu.

6.4 Dávkovanie prísad pri výrobe zmesí PMAZ

Na dávkovanie prísad je vhodné použiť automatické dávkovače, ktoré zabezpečia homogenitu výroby asfaltovej zmesi. Prísady na výrobu PMAZ môžu byť vo forme granúl alebo peliet. Základné typy podávačov na tieto typy prísad možno rozdeliť na:

- pneumatické (pracujúce na princípe stlačeného vzduchu),
- závitovkové (mechanické).

Výrobcovia VAZ majú v ponuke výkonné podávače vhodné pre konkrétny typ ich zariadenia

Poznámka:

Výnimočne, pri malom rozsahu prác, je technicky možné vyrábať zmesi PMAZ aj s ručným dávkovaním prísad. V tom prípade musí byť prísada pripravená v jednotlivých dávkach podľa veľkosti zámesi v takej forme, aby sa s ňou dalo bezpečne manipulovať. Súčasne musia byť vykonané vhodné opatrenia na dosiahnutie homogenity výroby.

Pri dávkovaní prísady a miešaní PMAZ treba vždy postupovať podľa pokynov jej výrobcu!

6.5 Porovnanie výroby zmesí PMAZ a zmesí s PMB

Prehľadné porovnanie výhod/nevýhod výroby asfaltovej zmesi s PMB a zmesi typu PMAZ je v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Porovnanie výroby asfaltovej zmesi s PMB a zmesi PMAZ

Hľadisko	Zmesi s PMB	Zmesi PMAZ
Cyklické (šaržové) VAZ	áno	áno
Kontinuálne VAZ	áno	nie
Zásobníky asfaltu s nepriamym ohrevom	áno	nie
Dávkovač prísad	nie	áno
Sklad prísad	nie	áno
Zníženie výkonu VAZ	nie	áno
Ekonomika	?	?

Ekonomické porovnanie technológií je závislé od rozsahu prác, vybavenosti a výkonu VAZ, ako aj od režijných nákladov jednotlivých výrobcov a je ho potrebné stanoviť pre každú realizáciu samostatne.

Na ilustráciu uvádzame modelový príklad porovnania nákladov na spojivo asfaltovej zmesi vyrobenej s polymérom modifikovaným asfaltom a PMAZ vyrobenej z cestného asfaltu a prísady.

Pri porovnaní sme vychádzali z týchto predpokladov:

Cena cestného asfaltu CA 50/70 230 €

Cena polymérom modifikovaného asfaltu PMB 45/80-65 400 €

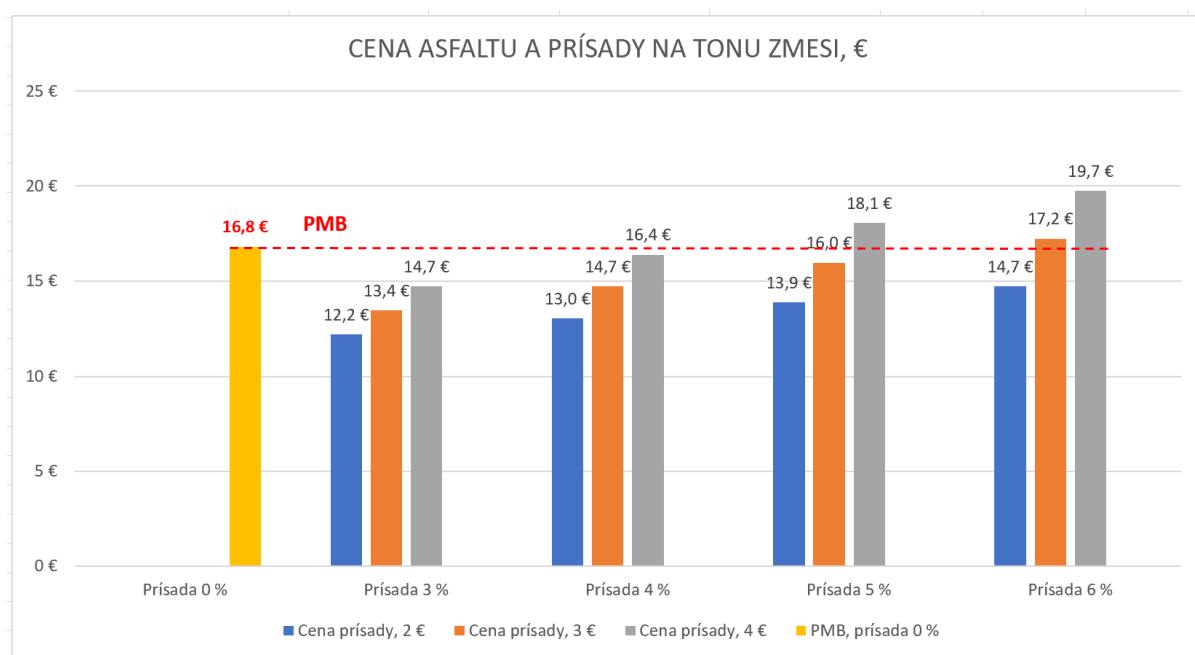
Cena prísady, 1 kg 2; 3; 4 €

Poznámka: Všetky ceny sú uvedené bez DPH

Dávka prísady (% z asfaltu) 3, 4; 5; 6 %

Obsah asfaltu v zmesi (ložná, obrusná) 4,2 % 5,5 %

Pri akceptovaní týchto okrajových podmienok sú náklady na spojivo PMB zmesi AC L (4,2 % asfaltu) 17 € na tonu vyrobenej zmesi. Náklady na spojivo PMAZ (CA + prísada) pri alternatívnych dávkach a cenách prísady sú zrejmé z obrázku 6.

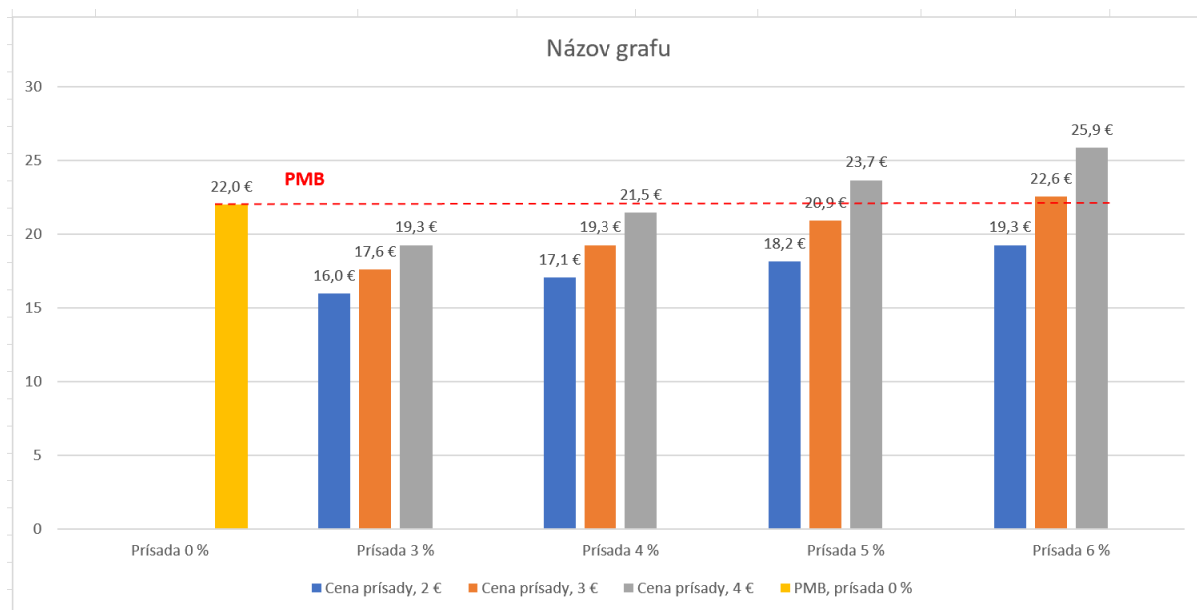


Obrázok 6 Porovnanie nákladov na spojivo – zmes AC L s PMB a PMAZ

Náklady na spojivo PMB zmesi AC O (5,5 % asfaltu) sú 22 € na tonu vyrobenej zmesi. Náklady na spojivo PMAZ (CA + prísada) pri alternatívnych dávkach a cenách prísady sú zrejmé z obrázku 7.

Je zrejmé, že z hľadiska nákladov na spojivo, resp. spojivo + prísada sú vo väčšine posudzovaných kombinácií (dávka prísady a cena prísady) výhodnejšie PMAZ oproti

zmesiam s PMB. Cenové vyrovnanie sa dosiahne pri cene prísady 4 €/kg a dávkach viac ako 4 %.



Obrázok 7 Porovnanie nákladov na spojivo – zmes AC O s PMB a PMAZ

Pri zmesiach typu AC O je dosiahnutá prakticky rovnaká efektívnosť PMAZ. Je zrejmé, že pri zmesiach s vyšším obsahom asfaltu je možné dosiahnuť vyššie úspory na spojivo.

Pre komplexné ekonomické porovnanie výroby zmesí PMAZ so zmesami s PMB je potrebné počítať s reálnym znížením výkonu VAZ, resp. aj s inými nákladmi súvisiacimi so skladovaním a dávkovaním prísady!

6.6 Výrobcovia asfaltových zmesí a PMAZ

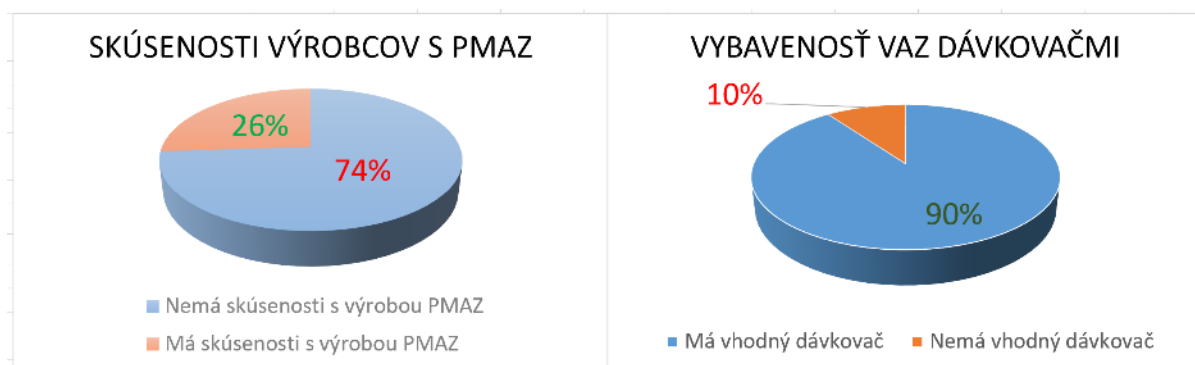
Na získanie prehľadu o skúsenostiach s výrobou zmesí PMAZ sme sa obrátili na výrobcov asfaltových zmesí na Slovensku so žiadosťou o vyplnenie dotazníka s otázkami týkajúcimi sa tohto typu zmesí. Otázky 4 až 8 sa týkajú iba výrobcov, ktorí odpovedali kladne na otázku číslo 1 – t. j. majú skúsenosti s výrobou PMAZ.

Vyhodnotenie odpovedí – skúsenosti výrobcov s PMAZ a vybavenosť VAZ vhodnými dávkovačmi v grafickej forme je na obr. 8.

DOTAZNÍK

1. Vyrábali ste už na svojich obaľovačkách polymérom modifikovanú asfaltovú zmes (PMA')?
☐ áno
☒ nie
2. Máte vaše obaľovačky vybavené vhodnými typmi dávkovačov umožňujúcich výrobu PMA?
☒ áno
☐ nie
3. Aké sú vaše poznatky s výrobou PMA?
☒ žiadne
☐ dobre
☐ nedobré
4. Aké sú vaše poznatky so spracovaním a hutnením týchto zmesí?
☐ žiadne
☒ dobré
☐ nedobré
5. Mali ste reklamácie súvisiace s použitím PMA na vašich stavbách?
☐ áno
☒ nie
6. Myslíte, že je treba upraviť, resp. doplniť súčasne platné technické predpisy (STN, TP, TKP, KL) v súvislosti s PMA?
☐ áno
☒ nie
Ak áno tak najmä tieto:
7. Aké najčastejšie použitie PMA je vo vašej spoločnosti?
☐ križovatky
☐ pruhy pre pomalé vozidlá
☐ mosty
☐ logistické centrá, sklady
☒ na stavbách s malým zastúpením polymerom modifikovaných asfaltových zmesí
8. Aké percentuálne zastúpenie majú PMA z vašej celkovej produkcie polymérom modifikovaných zmesí?
☐ ≤ 10 %
☐ 10 až 20 %
☐ > 20 %
☒ nesledujeme

Poznámka: na vzorovom dotazníku sú pre ilustráciu vyznačené väčšinové odpovede.



Obrázok 8 Výrobcovia asfaltových zmesí a PMAZ

Po vyhodnotení môžeme stručne formulovať tieto závery:

- väčšina výrobcov, resp. konkrétnych VAZ nemá skúsenosti s výrobou tohto typu zmesi,
- vybavenosť VAZ vhodnými dávkovačmi je dobrá,
- výrobcovia, ktorí PMAZ už vyrábali, majú dobré skúsenosti s výrobou aj spracovaním; na realizované stavby nemali žiadne reklamácie,
- za najvhodnejšie použitie zmesí PMAZ považujú stavby menšieho rozsahu, na ktorých by bolo neekonomické použiť PMB.

Poznámka: dotazník vyplnilo 11 spoločností vyrábajúcich asfaltové zmesi, disponujúcich celkovo 46 výrobňami asfaltových zmesí.

7 Popis parametrov PMAZ a zmesí s PMB

Pri overovaní nových materiálov a technológií, ako aj pri ich zavádzaní do praxe je v prvom rade dôležité stanoviť si cieľ inovácie. Do úvahy pripadajú tieto možnosti:

- inovácia znamená výrazné zlepšenie v súčasnosti požadovaných parametrov, a to zväčša súbežne so zvýšením ceny,
- inováciou sa dosiahne splnenie platných parametrov, ale pri nižšej cene produktu/technológie,
- inováciou sa dosiahne splnenie platných parametrov, ale pri vyššej cene produktu/technológie.

Tretia možnosť – keď výsledkom inovácie je vyššia cena bez zvýšenia parametrov produktu, je akceptovateľná v prípade celospoločenského prínosu (napr. využívanie miestnych zdrojov) alebo v prípade priaznivého prínosu pre ochranu a tvorbu životného prostredia (recyklačné technológie).

Vo väčšine prípadov ide o druhú možnosť, t. j. pomôcť zákazníkovi uplatniť sa na trhu nižšou cenou pri dodržaní požadovanej kvality produktu.

Tento prípad sa týka aj uplatnenia zmesí typu PMAZ.

Požiadavky na asfaltové zmesi, ktoré sú stanovené v [8], sú z hľadiska dnešného stupňa poznania na veľmi dobrej úrovni. Preto aj pri zmesiach PMAZ je prioritou ich splnenie.

Modifikačná prísada na výrobu zmesí PMAZ mení vlastnosti cestného asfaltu použitého pri jej výrobe. To je jej hlavnou úlohou, preto pri základnom, prvotnom overovaní novej prísady v laboratóriu je vhodné overiť jej vplyv na zmenu vlastností asfaltu. Cieľom modifikácie je dosiahnuť tvrdšiu gradáciu (vyššie KG, nižšia penetrácia) a v niektorých prípadoch aj priaznivejšie hodnoty bodu lámavosti.

Tieto skúšky sú časovo aj finančne náročné, a preto ich robí v svojej réžii výrobca prísady, resp. ním poverené nezávislé pracovisko v rámci overovacích skúšok a stanovenia optimálnej dávky prísady. Pri homogenizácii prísady s asfaltom sú vytvorené ideálne podmienky – teplota, doba miešania, homogenizačné zariadenie.

Pri reálnom použití prísady na výrobu zmesi PMAZ sú podmienky výrazne iné – menej priaznivé pre optimálne využitie účinnej zložky obsiahnutej v prísade.

Výrobné skúšky vstupných materiálov na výrobu PMAZ sa robia len na cestnom asfalte použitom pri ich výrobe a kamenive. Modifikovaný asfalt vznikne až v priebehu relatívne krátkeho miešania prísady s asfaltom. Účinnosť modifikácie PMAZ sa tak dá kontrolovať hlavne skúškami hotovej zmesi.

8 Špecifiká návrhu receptúry PMAZ

Ako vyplýva z u nás prijatej definície PMAZ [8], hutnená asfaltová zmes patrí do skupiny asfaltového betónu. Preto pre návrh receptúry platia rovnaké pravidlá a predpisy.

Rozdiel je len v miešaní zmesi. Pri všetkých asfaltových zmesiach je hlavným cieľom miešania zmesi kameniva so spojivom dosiahnutie čo najlepšieho (dokonalého) obalenia jednotlivých zŕn kameniva asfaltom. Pri PMAZ však treba zároveň dosiahnuť aj rovnomerné rozptýlenie prísady v zmesi, aby sa zabezpečila jej účinnosť a dosiahli sa požadované zmeny vlastností výslednej zmesi. Veľkú pozornosť treba venovať viaczložkovým zmesiam dodávaným vo forme peliet. Pri nich treba vizuálne kontrolovať dosiahnutie ich „rozbitia“ a rovnomerného rozptýlenia všetkých zložiek v zmesi kameniva a následne predĺžiť čas miešania zmesi s asfaltom.

Uvedené skutočnosti sa týkajú návrhu zmesi len z hľadiska prípravy skúšobných vzoriek.

Druh (odolnosť voči trvalým deformáciám, zníženie rizika tvorby mrazových trhlin, zmena únavových charakteristík, zníženie teploty pri výrobe a pod.) a rozsah skúšok treba zvoliť podľa dopravného zaťaženia a klimatických podmienok, ktorým bude vozovka vystavená.

9 Overenie technológie na pokusnom úseku

Technológia výroby, spracovania a hutnenia PMAZ sa od klasických zmesí, resp. zmesí s polymérom modifikovaným asfaltom líši pomerne málo. Jej overenie je však súčasť zadania rozborovej úlohy, a preto sme vykonali všetky činnosti súvisiace s realizáciou pokusného úseku.

Hoci to nie je nová technológia, v súčasnosti sa bežne na Slovensku prakticky nerealizuje, a preto nebolo splnenie tejto časti RÚ jednoduché.

Prvé rokovania boli so zástupcami Slovenskej správy ciest, objednávateľom rozborovej úlohy. Bol daný predbežný súhlas na overenie technológie PMAZ na stavbách investične zabezpečených SSC. Rokovanie zo strany SSC bolo veľmi ústretové, ale vzhľadom na súčasnú situáciu sa nepodarilo vybrať vhodnú stavbu, ktorá by umožnila realizáciu v časovom období vymedzenom na riešenie rozborovej úlohy.

Hlavnou úlohou bolo nájsť zhotoviteľa, ktorý je dostatočne ústretový, aby umožnil na svojej VAZ výrobu a následne na ním realizovanej stavbe aj zabudovanie zmesí PMAZ.

Po viacerých stretnutiach nám s touto v súčasnosti naozaj neľahkou úlohou pomohla spoločnosť Pittel + Brausewetter s.r.o., ktorá má VAZ v Bratislave.

9.1 Asfaltová zmes

Na výrobu základnej zmesi AC 22 ložná 50/70, druhá kvalitatívna trieda sa použili tieto materiály:

kamenná múčka	Žirany
drobné kamenivo 0/2	Trstín
hrubé kamenivo 2/4	Trstín
hrubé kamenivo 4/8; 8/11 a 11/22	Sološnica
asfalt CA 50/70, (obsah 4,2 %)	ÖMV

9.2 Výrobňa asfaltových zmesí

Spoločnosť Pittel + Brausewetter s.r.o., disponuje modernou výrobňou asfaltových zmesí AMMANN typ Global 120, s hodinovou kapacitou 120 t – obrázok 9. Na jednu zámes sa vyrobí 2 t zmesi.

VAZ je v súčasnosti vybavená dávkovačom tekutých látok, ktorý sa využíva na dávkovanie príľnavostnej prísady, ale nie dávkovačom tuhých prísad. Preto sa prísada dávkovala ručne priamo do miešačky. Túto činnosť mohol vykonávať iba pracovník, ktorý bol patrične poučený bezpečnostným technikom, čo bolo treba na mieste vyriešiť. Nakoniec sa však podarilo zabezpečiť všetko v súlade s požiadavkami BOZP.



Obrázok 9 VAZ spoločnosti Pittel + Brausewetter s.r.o.

9.3 Modifikačná prísada

Vzhľadom na VAZ, v ktorej sa PMAZ vyrábala, bolo potrebné, aby potenciálny dodávateľ prísady bol schopný pripraviť jednotlivé dávky tak, aby mohli byť manuálne aplikované priamo do miešačky VAZ. V prvom kole sa nám podarilo uzavrieť dohodu na dodávku prísady Licomont BS 100 v dávkach potrebných na výrobu AC na obrusnú aj na ložnú vrstvu. Je to ale prísada na báze amidového vosku a v prvej fáze sme ju chceli použiť na odskúšanie ručného dávkovania. Cieľom však bola výroba PMAZ, t. j. použitie prísady s polymérom. Preto sme oslovili spoločnosť CIUR a.s., so sídlom v Brandýse nad Labem, ktorá má v portfóliu aj tento typ prísady.



Obrázok 10 Prísada S CEL-7G@K60



Obrázok 11 Prísada pripravená na výrobu PMAZ

Spoločnosť nám vyšla v ústrety a poskytla nám ich novú prísadu s označením S CEL-7G®K60 (Improcel K) s obsahom polyméru (SBS) 60 % (obr. 10 a 11). Odporúčaná dávka modifikátora v zmesi pri použití tejto prísady sa pohybuje v rozmedzí 3 % až 5 % z hmotnosti asfaltu. Po konzultácii s výrobcou prísady sme na výrobu PMAZ na pokusný úsek použili 5 % modifikátora na hmotnosť asfaltu.

Prísada sa dodáva vo forme peliet, ako nosič sa používajú celulóзовé vlákna.

9.4 Výroba PMAZ

Výroba PMAZ, ktorej sa zúčastnil aj zástupca SSC, sa uskutočnila 3. 10. 2020. Prísada bola nadávkovaná v plastových vreckách. Aby ju bolo možné ručne vkladať do miešačky bola na paletách uložená na plošine VAZ (obr. 12 a 13). Najskôr sa vyrobilo cca 100 t zmesi bez prísady, z ktorej sme odobrali vzorku. Následne sa vyrábala zmes PMAZ.



Obr. 12 a 13 Uloženie prísady na VAZ

Pri výrobe PMAZ s prísadou S CEL-7G®K60 sa postupovalo podľa pokynov výrobcu prísady:

- prísada sa dávkovala na horúce kamenivo,
- miešanie kameniva s prísadou sa predĺžilo o 10 s,
- na zmes kameniva a prísady sa nadávkoval asfalt,
- miešanie zmesi s prísadou a asfaltom sa predĺžilo o 5 s,
- zmes sa uložila do zásobníka horúcej zmesi (teplota zmesi 155 °C).

Poznámka: pri prvej zámesi sa vykonala vizuálna kontrola „rozbitia“ prísady (obr. 14 a 15). V zmesi neboli žiadne pelety, jednotlivé zložky boli homogénne rozmiešané.

Celkove sa vyrobilo 96 t PMAZ.



Obr. 14 a 15 Vizuálna kontrola rozmiešania zmesi v horúcom kamenive

Zmes sa vozila na stavbu nákladnými vozidlami (obr. 16) Pred expedíciou sme vykonali jej organoleptickú kontrolu (obr. 17). Kamenivo v zmesi bolo dokonale obalené, v zmesi neboli žiadne zhluky.

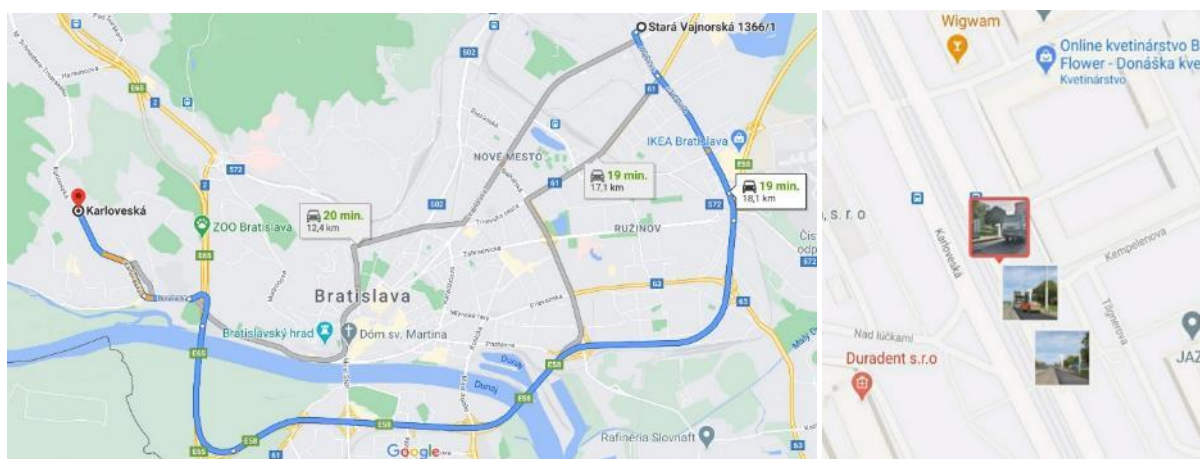


Obr. 16 Doprava zmesi

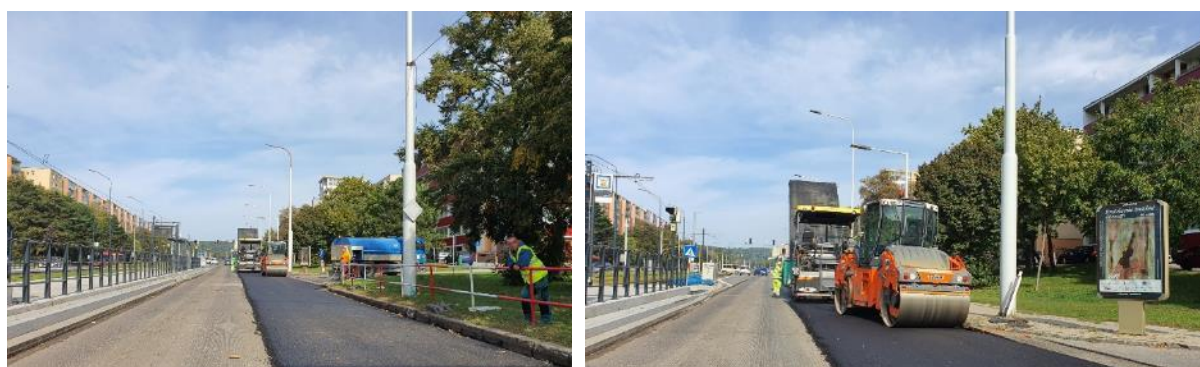
Obr. 17 Organoleptická kontrola zmesi

9.5 Spracovanie PMAZ na stavbe

Zmes sa vozila na stavbu „Karloveská ulica“ v Bratislave, ktorá sa realizuje ako súčasť projektu „Modernizácia Dúbravsko-Karlovej električkovej radiály – Bratislava“. Rozvozná vzdialenosť bola cca 18 km (obr. 18 a 19). PMAZ sa kladla na podkladovú asfaltovú vrstvu v hrúbke 70 mm, v šírke 3,5 m. Rozprestieranie finišerom a hutnenie valcami bolo bezproblémové (obr. 19 a 20).



Obr. 18 a 19 Rozvozná vzdialenosť, lokalizácia PÚ



Obr. 19 a 20 Spracovanie PMAZ, Karloveská ulica v Bratislave

9.6 Výsledné vlastnosti asfaltových zmesí

V rámci overovania technológie PMAZ sa vo VAZ vyrobila základná zmes s asfaltom 50/70 bez prísady a PMAZ s prísadou S CEL-7G®K60.

Na porovnanie sme v laboratóriu vyrobili z rovnakých vstupných materiálov (kamenivo a kamenná múčka) zmes s PMB. Ako spojivo sme použili PMB 45/80-75 z produkcie ÖMV.

Dosiahnuté výsledky jednotlivých zmesí sú uvedené v tabuľke 3 spolu s požiadavkami KLAZ pre asfaltový betón na ložnú vrstvu, kvalitatívnej triedy II s max. zrnom 22 mm.

V tabuľke sú uvedené aj výsledky skúšok odolnosti asfaltových zmesí proti trvalým deformáciám spolu s kritériom KLAZ pre rovnakú zmes kvalitatívnej triedy I.

Tabuľka 3 Skúšky asfaltových zmesí

ZRNITOSŤ				
Veľkosť sita, mm	Zmes s CA	PMAZ	Zmes s PMB	KLAZ
	Medzné prepady, %			
31,5	100	100	100	100
22,4	100	99	98	90-100
11,2	73	68	67	55-80
2	35	35	35	18-40
0,5	15	15	14	7-25
0,063	8,7	8,2	8,4	3-10
VLASTNOSTI ZMESI				
Vlastnosť	Zmes s CA	PMAZ	Zmes s PMB	KLAZ
Extrahovateľný obsah spojiva, %	4,1	4,1	4,2	-
Medzerovitosť, %	5,8	5,7	5,5	4,0-7,0
Percento medzier v kamenive vyplnené asfaltom, %	62	63	64	
Pomer pevností v priečnom ťahu, %	83	90	89	min.70
Pomerná hĺbka vyjazdenej koľaje, %	3,2	2,4	2,3	max. 3,0 ¹⁾
Sklon vyjazdenej koľaje, mm na 10 ³ zať. cyklov	0,034	0,03	0,029	max. 0,07 ¹⁾

¹⁾ Platí pre asfaltový betón na ložnú vrstvu kvalitatívnej triedy asfaltovej zmesi I s max. zrnom 22 mm.

Z dosiahnutých výsledkov je zrejmé, že hodnoty sledovaných vlastností predpísané pre danú triedu asfaltových zmesí v KLAZ sa dosiahli u všetkých zmesí.

Aj hodnoty získané z výsledkov skúšok odolnosti proti trvalým deformáciám môžeme považovať za veľmi dobré u všetkých zmesí. Výsledky týchto skúšok potvrdili prínos použitia polymérov na výrobu asfaltových zmesí. Pri porovnaní so zmesou s CA 50/70 sa dosiahlo zlepšenie o takmer 30 %. Výsledky dosiahnuté s PMAZ a so zmesou s PMB sú prakticky rovnaké. Určitou mierou k tomu prispel aj pomerne vysoký obsah SBS v PMAZ, ale vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že sa prakticky potvrdila možnosť výroby PMAZ s vlastnosťami porovnateľnými so zmesami vyrobenými s PMB.

9.7 Vyhodnotenie realizácie PÚ

Na základe poznatkov získaných pri výrobe a spracovaní PMAZ ako aj na základe porovnania dosiahnutých hodnôt sledovaných vlastností PMAZ, zmesi s CA a zmesi s PMB môžeme konštatovať nasledovné:

- výroba PMAZ nie je na štandardných VAZ problém,

- pre stabilnú výrobu PMAZ je potrebné, aby VAZ bola vybavená vhodným dávkovačom na tuhé prísady,
- pri stanovení doby miešania jednotlivých fáz miešacieho cyklu (kamenivo, kamenivo a prísada, kompletná zmes s asfaltom) je potrebné dodržiavať pokyny výrobcu prísady uvedené v technickom liste,
- pri výrobe PMAZ treba počítať so znížením výkonu VAZ (dávkovanie prísady a predĺženie doby miešania),
- pred spustením výroby PMAZ je potrebné vykonať kontrolu rozptýlenia prísady v zmesi, jej organoleptické posúdenie a podľa výsledku korigovať trvanie jednotlivých fáz miešacieho cyklu,
- pri doprave PMAZ na stavbu nie sú potrebné žiadne špeciálne opatrenia,
- špeciálne postupy pri rozprestieraní a zhutňovaní zmesi sa vyžadujú iba v tých prípadoch, ak to výrobca prísady stanovuje v technickom liste,
- ekonomickú efektívnosť PMAZ je potrebné vyhodnotiť pre každú stavbu osobitne, pričom treba brať do úvahy cenu a dávku prísady, reálny výkon VAZ pri výrobe PMAZ, ako aj súvisiace náklady (skladovanie, dávkovanie),
- hlavným cieľom použitia PMAZ je dosiahnuť parametre adekvátne s asfaltovými zmesami s PMB pri znížení nákladov na ich výrobu,
- vzhľadom na potenciálne riziko nehomogenity PMAZ (prakticky žiadna kontrola zloženia prísady, prípadné problémy s dávkovaním) je vhodné odsúhlasiť podmienky jej použitia na stavbách s investorom pre každú stavbu osobitne.

10 Možnosti uplatnenia zmesí PMAZ v našich podmienkach

Dostupnosť priemyselne vyrábaných polymérom modifikovaných asfaltov ukončila u nás obdobie výroby zmesí typu PMAZ. Najväčšie spoločnosti zastupujúce štát v investičnej výstavbe dopravných stavieb, t. j. Národná diaľničná spoločnosť, a. s. a Slovenská správa ciest začali požadovať, aby sa na výrobu modifikovaných asfaltových zmesí používal iba priemyselne vyrábaný PMB.

Zmenšenie záujmu o tento typ zmesi ovplyvnilo aj prevzatie európskych noriem radu 13108, ktoré pristupujú k asfaltovým zmesiam hlavne ako k výrobku, za ktorý zodpovedá jeho výrobca. To znamená, že u výrobcu asfaltových zmesí sa významne posilnili snahy o zvýšenie kvality pri dosiahnutí maximálnej efektívnosti.

Napriek najmodernejším dávkovačom a miešacím zariadeniam súčasných VAZ bolo dlho riziko výroby zámesi nezodpovedajúcej požadovaným parametrom pre niektorých objednávateľov (resp. aj výrobcov) neakceptovateľné. To sa prejavilo aj na požiadavkách TPR MDV SR záväzných pre NDS, a.s. a SSC, v ktorých sa až do ich poslednej aktualizácie v roku 2019 neumožňovala výroba, resp. použitie tohto typu zmesi.

Problémom je aj to, že je prakticky nemožné získať spätne (z vyrobenej zmesi PMAZ) spoľahlivé informácie o použitej účinnej látke modifikátora. To je vnímané ako riziko, tak zo strany objednávateľa ako aj zhotoviteľa.

Preto treba pri rozhodovaní o aplikácii PMAZ na stavbách, pre ktoré sú záväzné TPR MDV SR, venovať pozornosť parametrom deklarovaným výrobcom prísady a hodnoteniu referenčných stavieb podobného rozsahu.

Hlavne pri stavbách menšieho rozsahu (križovatky, pruhy pre pomaly idúce vozidlá, parkoviská ťažkých nákladných vozidiel a pod.), na ktorých sú navrhnuté asfaltové zmesi s PMB, môže byť ekonomicky výhodnejšie použiť zmesi PMAZ. Efektivitu treba posudzovať individuálne pre každú stavbu.

11 Vyhodnotenie poznatkov

Z informácií získaných od výrobcov asfaltových zmesí boli najväčším prekvapením malé, resp. žiadne praktické skúsenosti s výrobou asfaltových zmesí PMAZ. Pritom je na trhu viacero prísad, ktoré sa na ich výrobu dajú použiť. Dobrou správou je široké portfólio potenciálnych výrobcov PMAZ. Prakticky všetky VAZ, ktoré majú vo svojom výrobnom programe asfaltové zmesi typu SMA, disponujú vhodným podávačom prísad, a preto môžu vyrábať PMAZ bez ďalších investícií.

Pri zhodnotení všetkých súčasných informácií a poznatkov môžeme konštatovať:

- technológia výroby PMAZ nie je v našich podmienkach nová, uplatnila sa v minulosti a aj na významných stavbách (vodné dielo Gabčíkovo, mosty) a má takmer 40-ročnú tradíciu,
- začlenenie PMAZ do TPR MDV SR je správne a umožní rozšírenie výrobného portfólia výrobcov asfaltových zmesí,
- cieľom PMAZ nie je zlepšenie vlastností asfaltových zmesí s PMB, ale splnenie kritérií uvedených v [8],
- väčšina moderných VAZ disponuje dávkovačmi na tuhé prísady, ktoré sú vhodné na výrobu PMAZ,
- súčasná legislatíva v oblasti asfaltových zmesí vyžaduje iba malé zmeny,
- investičné nároky na zavedenie výroby PMAZ (pri chýbajúcom dávkovači) nie sú jednoúčelové, pretože dávkovač sa dá využiť aj na stabilizačné prísady, a tým sa môže rozšíriť sortiment výroby danej VAZ aj o SMA,
- pri výbere prísady treba venovať veľkú pozornosť účelu použitia, ktorý musí viesť jej dodávateľ v technickom liste,
- treba rozlišovať prísady vhodné do teplých a studených klimatických oblastí,

- PMAZ sú vhodné najmä pri použití na stavbách s malým zastúpením polymérom modifikovaných asfaltových zmesí,
- výrobca prísady musí v technickom liste jednoznačne stanoviť podmienky miešania asfaltovej zmesi (postup pri dávkovaní komponentov, požiadavky na prípadné predĺženie jednotlivých fáz miešacieho cyklu) ako aj požiadavky na spracovanie a hutnenie PMAZ na stavbe,
- výrobca asfaltovej zmesi musí mať spracovaný technologický predpis pre PMAZ, v ktorom je jednoznačne uvedený účel použitia konkrétnej prísady (napr. zvýšenie odolnosti voči tvorbe trvalých deformácií, resp. voči tvorbe mrazových trhlín) a podobne.

12 Návrh na doplnenie/úpravu súvisiacich rezortných predpisov

Vzhľadom na pomerne malé rozdiely medzi výrobou a spracovaním PMAZ v porovnaní s ostatnými asfaltovými zmesami typu AC, ako aj pri zohľadnení ich aplikácie v minulých rokoch, nepovažujeme za potrebné spracovať samostatný rezortný predpis MDV SR.

Pri aktualizáciách predpisov [8] a [24] z roku 2019 sa do nich už zmesi typu PMAZ začlenili, čo je možné považovať za správny krok. Pretože navrhujeme zmenu označenia týchto zmesí (miesto PMA použiť PMAZ), ako aj ich novú definíciu, uvádzame v ďalšom texte aj návrh na ich úpravu, resp. doplnenie.

Asfaltové zmesi PMAZ navrhujeme doplniť aj do základného predpisu na hutnené asfaltové zmesi [25].

Uvedené navrhované úpravy/doplňky treba považovať za východiská pri aktualizácii príslušných rezortných predpisov. Ich štylizáciu spresní spracovateľ aktualizácií.

12.1 TKP 6 Hutnené asfaltové zmesi

1 Použité skratky

Upraviť:

PMAZ – polymérom modifikovaná asfaltová zmes

2 Termíny a definície

Upraviť:

Polymérom modifikovaná asfaltová zmes (PMAZ) – hutnená asfaltová zmes, so spojom z cestného asfaltu a s polymérnou modifikačnou prísadou pridávanou do zmesi pri jej výrobe. Cieľom modifikácie je dosiahnutie rovnakých parametrov zmesi ako má zmes rovnakého zloženia vyrobená z polymérom modifikovaného asfaltu.

5.4 Prísady

Doplniť:

Prísady na výrobu PMAZ – polymérne látky, ktoré menia vlastnosti asfaltovej zmesi tak, aby boli rovnocenné s vlastnosťami asfaltovej zmesi rovnakého zloženia vyrobenej z polymérom modifikovaného asfaltu.

Doplniť³:

Aby bolo možné prísadu použiť na výrobu asfaltových zmesí, musí výrobca asfaltovej zmesi predložiť objednávateľovi spolu so skúškou typu aj technický list vydaný jej dodávateľom.

V tomto dokumente musia byť uvedené všetky základné údaje, ktoré sú dôležité pre správne skladovanie, manipuláciu a použitie. Údaje uvedené v technickom liste sú spracované na základe Karty bezpečnostných údajov prísady (ak bola jej výrobcom vydaná) a dokladov (protokoly správy a pod.) nezávislých pracovísk o vykonaných laboratórnych skúškach a praktickom overovaní.

Základné charakteristiky, ktoré musia byť v technickom liste, sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Základné charakteristiky prísady na výrobu hutnených asfaltových zmesí

Charakteristika	Vlastnosť
Identifikácia prísady	Obchodný názov
	Výrobca
Fyzikálne a chemické vlastnosti	Fyzikálna forma
	Farba, zápach
	Zrornosť
	Sypná hmotnosť
	Účinné látky
Skladovanie a manipulácia	Doba použitia
	Bezpečnosť a ochrana zdravia pri manipulácii
	Podmienky skladovania
Toxicita	Účinky na zdravie
	Ekologické informácie
Použitie	Účel použitia
	Spôsob ¹⁾ a medzné hodnoty dávkovania
	Dôkaz vhodnosti na daný účel – výsledky laboratórnych skúšok a praktického overovania

³ Navrhované doplnenie je formulované všeobecne a vzťahuje sa na všetky typy prísad použitých na výrobu hutnených asfaltových zmesí, t. j. aj zmesí PMAZ.

Charakteristika	Vlastnosť
Zodpovednosť za správnosť uvedených informácií	Meno pracovníka
	Dátum vydania a platnosti

¹⁾ Stanovenie postupnosti dávkovania jednotlivých komponentov asfaltovej zmesi, ako aj požiadaviek na predĺženie jednotlivých fáz miešacieho cyklu.

3.1 Asfaltový betón

Doplniť:

PRÍKLAD 4

Označenie v PD:

AC 16 obrus 50/70; PMAZ; I; 50 mm; STN EN 13108-1

Asfaltový betón s maximálnym zrnom kameniva 16 mm na obrusnú vrstvu, s cestným asfaltom s penetráciou 50/70 a polymérnou prísadou, kvalitatívnej triedy I, v hrúbke 50 mm, zodpovedajúci STN EN 13108-1.

6.2 Povinnosti výrobcu asfaltovej zmesi

Doplniť:

Výrobca asfaltovej zmesi musí mať spracovaný technologický predpis pre PMAZ, v ktorom je jednoznačne uvedený účel použitia konkrétnej prísady (napr. zvýšenie odolnosti voči tvorbe trvalých deformácií, resp. voči tvorbe mrazových trhlín a pod.).

8.1 Výrobňa asfaltových zmesí (VAZ)

Doplniť:

Výrobňa asfaltových zmesí PMAZ musí byť vybavená vhodným typom automatického dávkovača prísad.

12.2 Katalógové listy asfaltových zmesí

1.13 Použité skratky

Upraviť:

PMAZ polymérom modifikovaná asfaltová zmes.

2 Termíny a definície

Upraviť:

Polymérom modifikovaná asfaltová zmes (PMAZ) – hutnená asfaltová zmes, so spojivom z cestného asfaltu a s polymérnou modifikačnou prísadou pridávanou do zmesi pri jej výrobe. Cieľom modifikácie je dosiahnutie rovnakých parametrov zmesi ako má zmes rovnakého zloženia vyrobená z polymérom modifikovaného asfaltu.

12.3 TKP 38 Asfaltové zmesi s vysokým modulom tuhosti

1.13 Použité skratky

Upraviť:

PMAZ polymérom modifikovaná asfaltová zmes.

2.1 Termíny a definície

Upraviť:

polymérom modifikovaná asfaltová zmes (PMAZ) – hutnená asfaltová zmes, so spojivom z cestného asfaltu a s polymérnou modifikačnou prísadou pridávanou do zmesi pri jej výrobe. Cieľom modifikácie je dosiahnutie rovnakých parametrov zmesi ako má zmes rovnakého zloženia vyrobená z polymérom modifikovaného asfaltu.

2.2 Označovanie

Doplniť:

PRÍKLAD 3

Označenie zmesi PMAZ v PD:

AC 22 podklad 35/50; VMT; PMAZ; 80 mm; STN EN 13108-1

Asfaltový betón typu PMAZ s maximálnym zrn timeru kameniva 22 mm na podkladovú vrstvu, s cestným asfaltom s penetráciou 35/50 a polymérnou prísadou, s vysokým modulom tuhosti, v hrúbke 80 mm, zodpovedajúci STN EN 13108-1.

13 Literatúra

1. STN EN 14023 Asfalty a asfaltové spojivá. Súbor požiadaviek na asfalty modifikované polymérom
2. Dĺžka cestných komunikácií, SSC - Odbor cestnej databanky - 2100, Bratislava 2020
3. Asphalt in figures 2017, EAPA 2018
4. Aktivity SAAV a prehľad výroby asfaltových zmesí na Slovensku, Peter Kovaľ, In: Výstavba a rehabilitácia asfaltových vozoviek, 18 konferencia SAAV, Podbanské 2019
5. TP 034 Metodika stanovenia finančných kritérií na výber hornej stavby vozoviek v cestnom stavitelstve, Technické podmienky, MDPaT SR: 2010
6. Celkový prehľad stavu vozoviek cestných komunikácií SR, Stav siete cestných komunikácií k: 1.1.2020, SSC - Odbor cestnej databanky - 2100, Bratislava 2020
7. Katalógové listy kameniva, MDVRR SR: 2012 + Dodatok č. 1/2016 + Dodatok č. 2/2019
8. Katalógové listy asfaltových zmesí, MDV SR: 2019
9. Katalógové listy asfaltov, MDV SR: 2019
10. Ropa a uhlie, ročník 35, číslo 4, 1993
11. Asfaltobetónové tesnenie návodných svahov prírodného kanála vodného diela Gabčíkovo, Ing. Rastislav Rajniak, Juraj Vanda, In: 34 Priehradné dni 2014
12. Improcel K, Improcel GA 80, informácie o produktoch spoločnosti CIUR , a.s.,
In: <https://www.ciur.cz/produkty/prumyslova-vlakna>
13. Iterplast 1810, Superplast, Informácie o produktoch spoločnosti Iterchimica,
In: <https://iterchimica.it/en/types/>
14. Lucobit 1210A, Informácie o produktoch spoločnosti Lucobit,
In: <http://www.lucobit.de/de/page/428/asphalt-modification-general.html>
15. Ingredient verification of Lucobit 1210A (*Overenie prísady Lucobit 1210A*),
Ľ. Polakovič, J. Kollár, In: ZC 11209 VUIS – CESTY, spol. s r. o.
16. Overenie prísady Lucobit 1210A v hutnených asfaltových zmesiach, Ľ. Polakovič
In: ZC 232010 VUIS – CESTY, spol. s r. o.
17. Fiber/Polymeric compound for high modulus Polymer Modified Asphalt (PMA)
(*Vláknito/polymérna prísada pre polymérom modifikované asfaltové zmesi (PMAZ) s vysokým modulom tuhosti*), Eng. Filippo Montanelli, Iterchimica srl, Via Marconi 21, 24040 Suisio - Italy*, In: 2nd Conference of Transportation Research Group of India (2nd CTRG)
18. Využitie polymérov z recyklovaných pneumatík v cestnom stavitelstve, Ľ. Polakovič,
In: Záverečná správa projektu APVV-0254-07

19. Modifikácia asfaltových zmesí odpadovými polyolefínami ako metóda znižovania environmentálneho zaťaženia, L. Polakovič, projekt AVPP 19-520, 07. 2020 – 31. 12. 2023
20. Zákon č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
21. Vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 162/2013 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkov a systémy posudzovania parametrov v znení vyhlášky č. 177/2016 Z. z.
22. STN EN 13108-1 Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 1: Asfaltový betón
23. STN EN 13108-21 Asfaltové zmesi. Požiadavky na materiály. Časť 21: Systém riadenia výroby
24. TKP 6 Hutnené asfaltové zmesi, MDV SR: 2019
25. TKP 38 Hutnené asfaltové zmesi s vysokým modulom tuhosti, MDV SR: 2019