# Metodika pro využití asfaltových směsí s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem

Autoři: prof. Ing. Jan Kudrna, CSc.
Ing. Ondřej Dašek, Ph.D.
Ing. Květoslav Urbanec, MBA

**Září 2015**

**OBSAH**

1. CÍL METODIKY ..... 4
2. VLASTNÍ POPIS METODIKY ..... 4
2.1 Termíny a definice ..... 5
2.2 Užití vrstev ze směsí s CRmB ve vozovkách PK ..... 6
2.3 Stavební materiály ..... 6
2.4 Stavební směs ..... 8
2.5 Stavební práce ..... 9
2.6 Systém jakosti ..... 12
2.7 Prokazování shody ..... 12
2.8 Ekologie ..... 13
2.9 Bezpečnost, ochrana zdraví při práci a požární ochrana ..... 14
2.10 Citované a související normy a předpisy ..... 15
3 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ ..... 17
4 POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY ..... 18
5 EKONOMICKÉ ASPEKTY ..... 18
6 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE ..... 18

Příloha 1 TECHNOLOGIE VÝSTAVBY, ÚDRŽBY A OPRAV PRO POUŽITÍ VRSTEV SE SMĚSÍ S CRMB ..... 20
Příloha 2 AKUSTICKÉ VLASTNOSTI VRSTEV SE SMĚSÍ S CRMB ..... 27
Příloha 3 DOPORUČENÉ ČÁRY ZRNITOSTI KAMENIVA SMĚSÍ S CRmB ..... 29
Příloha 4 STANOVENÍ OBSAHU CRmB VE SMĚSI S CRMB S ODDĚLENÍM PRYŽOVÉHO GRANULÁTU VE ZKOUŠCE S ROZPOUŠTĚDLEM ..... 31

# 1. CÍL METODIKY

Metodika stanovuje zásady pro použití asfaltů modifikovaným pryžovým granulátem z ojetých pneumatik při výstavbě, údržbě a opravách pozemních komunikací (dále jen PK). Stanovuje zásady pro výrobu a zkoušení asfaltového pojiva, návrh, výrobu a kontrolu směsí s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem (dále jen směsi s CRmB) a pro provádění a kontrolu vrstvy.

# 2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

Směsi s CRmB vycházejí ze soustavy norem a předpisů pro asfalty a asfaltové směsi, zejména ČSN EN 13108-1, -2, -5 a -7, TP 147 a TP 148. Konkrétní požadavky na vlastnosti CRmB a směsí s CRmB jsou definovány v této metodice a mají přednost před požadavky uvedených norem a předpisů. Pojivo z hlediska ČSN EN řady 13108 je považováno podle článku 4.1 jako asfalt s přísadami a tyto evropské normy jej dovolují použít.

Pojiva a asfaltové směsi byly vyvíjeny v rámci výzkumného projektu MPO 2A-3TP1/099 „Technologie pro zlepšení povrchu vozovky na nehodových úsecích sítě pozemních komunikací“, řešeného Fakultou stavební VUT v Brně a CONSULTEST s.r.o. v letech 2007 až 2011 a v projektu TA ČR TA02031191 „Výzkum a realizace dodávky asfaltů modifikovaných pryžovým granulátem systémem „just in time“ a komplexní servis při výrobě asfaltových směsí“, jehož řešitelem byl CONSULTEST s.r.o. a Fakulta stavební VUT v Brně a G ASFALT s.r.o., projekt byl řešen v letech 2012 až 2015.

Realizace asfaltových vrstev se směsí s CRmB na silnicích, dálnicích a místních komunikacích se datují od roku 2003. Všechny úseky v rozsahu použití 70 000 t (do září 2015) různých typů asfaltových směsí jsou v rámci výzkumných projektů řádně dokumentovány. Realizace probíhala podle předběžných TP 148 Hutněné asfaltové vrstvy s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem, 2009.

Popis metodiky je rozdělen do následujících částí:

- Termíny a definice
- Užití vrstev ze směsí s CRmB ve vozovkách PK
- Stavební materiály
- Stavební směs
- Stavební práce
- Systém jakosti
- Prokázání shody
- Ekologie
- Bezpečnost, ochrana zdraví při práci a požární ochrana
- Citované předpisy a publikace

## 2.1 Termíny a definice

### 2.1.1 Základní termíny

Základní termíny z oblasti pozemních komunikací jsou uvedeny v ČSN 73 6100 a v dalších citovaných a souvisejících normách.

### 2.1.2 Nové termíny a jejich označování

2.1.2.1 **asfalt modifikovaný pryžovým granulátem (gumoasfalt), označení CRmB** [1] – pojivo složené ze silničního asfaltu, pryžového granulátu a případně dalších přísad připravené v modifikačním zařízení; pojivo je heterogenní fázový systém skládající se ze vzájemně působících fází nabobtnalého pryžového granulátu a asfaltové matrice; toto fyzikální uspořádání a vzájemná součinnost jednotlivých fází vede ke kvalitativně novým fyzikálně mechanickým vlastnostem asfaltového pojiva; podle hodnoty dynamické viskozity, která závisí zejména na obsahu pryžového granulátu, se asfalt modifikovaný pryžovým granulátem dělí na vysokoviskózní a nízkoviskózní

2.1.2.2 **pryžový granulát** – odpadní pryž z pneumatik zbavená příměsí kordu a upravená mechanicky granulováním a/nebo mletím, popř. kalandrováním

2.1.2.3 **asfaltová směs s CRmB, označení směs s CRmB** – směs kameniva zrnitosti asfaltového betonu nebo asfaltového betonu pro velmi tenké vrstvy, asfaltového koberce mastixového, drenážního nebo otevřeného nebo směsi se zvýšenou odolností proti trhlinám (SAL), která je stmelená CRmB

V technické dokumentaci se vrstva označuje jako příslušný typ směsi s CRmB.

Příklad 1 – Asfaltový beton s velikostí maximálního zrna 8 mm pro obrusnou vrstvu vozovky třídy dopravního zatížení např. I, s použitím CRmB, ve vrstvě tloušťky 40 mm, připravený podle této metodiky, TP 148 a v souladu s ČSN EN 13108-1 a, se označí:

ACO 8S, CRmB 30/70-55, 40 mm

Příklad 2 – Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy s velikostí maximálního zrna 5 mm a mezerovitostí 7 % až 10 % pro obrusnou vrstvu vozovky, s použitím CRmB, ve vrstvě tloušťky 30 mm, připravený podle této metodiky, TP 148 a v souladu s ČSN EN 13108-2 a, se označí:

BBTM 5A, CRmB 25/55-60, 25 mm

Příklad 3 – Asfaltový koberec mastixový s velikostí maximálního zrna 8 mm pro obrusnou vrstvu vozovky, s použitím CRmB, ve vrstvě tloušťky 30 mm, připravený podle této metodiky, TP 148 v souladu s ČSN EN 13108-5, se označí:

SMA 8S, CRmB 25/55-60, 30 mm

Příklad 4– Asfaltový koberec drenážní s velikostí maximálního zrna 8 mm pro obrusnou vrstvu vozovky, s použitím CRmB, ve vrstvě tloušťky 30 mm, připravený podle této metodiky, TP 148 a v souladu s ČSN EN 13108-7, se označí:

PA 8, CRmB 25/55-60, 30 mm

Příklad 5 – Asfaltová směs se zvýšenou odolností proti trhlinám (SAL) s velikostí maximálního zrna 8 mm pro ložní nebo podkladní vrstvu vozovky, s použitím CRmB, ve vrstvě tloušťky 30 mm, připravená podle této metodiky, TP 147 a TP 148 se označí:

SAL 8, CRmB 25/55-60, 30 mm.

---

[1] Převzato z anglického výrazu Crumb Rubber modified Bitumen (asfalt modifikovaný pryžovým granulátem).

## 2.2 Užití vrstev ze směsí s CRmB ve vozovkách PK

2.2.1 Užití směsí s CRmB není nijak omezeno; je možné jejich použití na všech pozemních komunikacích obdobně jako směsi s polymerem modifikovanými asfalty podle ČSN EN 14023. CRmB se s výhodou použijí ve směsích v případech:

- požadovaného snížení hluku způsobovaného silničním provozem,
- požadovaného snížení tloušťky obrusné vrstvy k překrytí povrchových vad obrusných vrstev a nehomogenních obrusných vrstev opatřených vysprávkami a trhlinami utěsněnými zálivkami,
- v obrusných, ložních případně i podkladních vrstvách pro omezení prokopírování trhlin,
- překrytí vozovky s cementobetonovým krytem nebo vozovky z dílců (panelů),
- potřeby snížit celkové tloušťky asfaltových směsí v konstrukci vozovky.

2.2.2 Příklady ověřeného použití jsou uvedeny v příloze 1. Snížení ekvivalentních hladin hluku je uvedeno v Příloze 2. Všeobecné zásady použití asfaltových směsí jsou uvedeny dále v 2.2.3 až 2.2.5.

2.2.3 Obrusná vrstva ze směsí s CRmB se pokládá na ložní nebo podkladní vrstvu ze zhutněné asfaltové směsi. Směs **BBTM B a PA** s CRmB se pokládá na vrstvu vhodnou pro obrusné vrstvy (ACO nebo ACL s mezerovitostí vrstvy nejvýše 5 %, s výhodou se použije směs SAL – viz 2.2.4) nebo se povrch opatří podrceným postřikem z asfaltové membrány z CRmB (SAMI podle TP 147).

2.2.4 Ložní a podkladní vrstvy ze směsí s CRmB se pokládají na zhutněné asfaltové vrstvy nebo na vrstvy stmelené hydraulickým pojivem, na cementobetonový kryt (bez pohyblivých desek na spárách, tj. bez pumpování desek) nebo na kryty z dílců. Vrstva s CRmB se díky její vysoké odolnosti vůči trhlinám a nízké mezerovitosti používá jako vrstva k omezení šíření trhlin podle TP 147 nebo TP 115 (jako SAL – Stress Absorbing Layer) s upřesněnými požadavky v této metodice.

2.2.5 V případě návrhu vozovky se spodní podkladní vrstvou splňující požadavky SAL podle této metodiky se dosahuje snížení celkových tlouštěk asfaltových vrstev, konkrétní řešení je uvedeno v příloze 1.

## 2.3 Stavební materiály

### 2.3.1 Asfalt

Na výrobu CRmB se používá silniční asfalt 50/70 nebo 70/100 odpovídající ČSN EN 12591.

### 2.3.2 Pryžový granulát

2.3.2.1 Na výrobu CRmB se používá pryžový granulát získaný zpracováním automobilových pneumatik (granulováním, mletím a jinými úpravami). Použitelné jsou zrnitosti 0/0,5 mm, 0/0,7 mm, 0/1 mm, 0/1,4 mm, případně 0,5/1 mm. Mohou být použity i síta mimo uvedené velikosti. Doporučené mezní zrnitosti odpovídají čarám zrnitosti uvedeným v tabulce 1.

2.3.2.2 V případě povrchově upravovaného pryžového granulátu lze zrnitost informativně stanovit prosíváním, při kterém se propad zrn spojených jednotlivými výběžky zrn tvořících vzájemně lehce spojené shluky zajišťuje pohybem nádobky s plochým dnem po sítě (např. penetrační miska).

2.3.2.3 Pryžový granulát má mít stálou zrnitost v tolerancích nadsítných zrn do 15 %, objemovou hmotnost (±60 kg·m$^{-3}$), vlhkost nižší než 0,75 %, obsah částic oceli nižší než 0,01 %, vláken méně než 0,5 % a jiné znečištění (písek, sklo, dřevo apod.) smí být nejvýše 0,25 %. K zabránění slepování pryžového granulátu se ovšem připouští použití mastku v množství nejvýše 4 % hmotnosti pryžového granulátu.

**Tabulka 1 – Doporučené mezní čáry zrnitosti pryžového granulátu**

| Velikost otvoru síta, mm | 2 | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,063 |
|---|---|---|---|---|---|
| Horní mez, % | 100 | 100 | 100 | 32 | 4 |
| Dolní mez, % | 100 | 52 | 10 | 0 | 0 |

2.3.2.4 Vlastnosti pryžového granulátu se deklarují podle 2.3.2.1 až 2.3.2.3 včetně jeho rámcového složení (např. druh a obsah použitých pneumatik).

### 2.3.3 Kamenivo

Pro kamenivo platí veškerá ustanovení příslušné ČSN EN 13108 a ČSN EN 13043 ve všech druzích a typech asfaltových směsí. Do obrusných vrstev se doporučuje použít druhy kameniv s odolností proti ohlazení, nejméně $PSV_{53}$.

### 2.3.4 Asfalt modifikovaný pryžovým granulátem (CRmB)

2.3.4.1 Metodika umožňuje použít vyrobený CRmB těmito způsoby:

- ve stacionárním nebo mobilním míchacím zařízení přímo na obalovně - do silničního asfaltu je vmícháván pryžový granulát při teplotě 175 °C až 190 °C a v nádrži zařízení za stálého míchání a dohřívání asfalt reaguje s pryží a po ukončené modifikaci se CRmB čerpá zubovým čerpadlem k dávkovacímu zařízení obalovny; takto modifikovaný asfalt je možno také dopravovat na jinou obalovnu v silničním přepravníku vybaveném mícháním, ohřevem a čerpadlem zajišťujícím přísun CRmB do dávkovacího zařízení obalovny,
- v rafinérii kde se asfalt modifikuje pryžovým granulátem a přidáním přísad se zajišťuje dostatečná skladovací stabilita pojiva (zabránění sedimentace zreagovaného pryžového granulátu) před běžnou výrobou asfaltové směsi,
- přidáním granulovaného koncentrátu CRmB (předsměs) dodávaného v PE-pytlích a dávkovaných do míchačky obalovny, množství přidávaného koncentrátu ovlivňuje vlastnosti CRmB.

2.3.4.2 Vlastnosti CRmB jsou specifikované v tabulce 2.

2.3.4.3 CRmB ve své výrobkové specifikaci má uvedeny nejméně údaje podle tabulky 2 (s možností výběru použití zkoušky penetrace jehlou nebo penetrace kuželem) a dále tyto údaje:

- druh a výrobce použitého silničního asfaltu,
- druh a výrobce použitého pryžového granulátu,
- poměrné zastoupení pryžového granulátu v CRmB,
- začátek a konec doby výroby každé dodávky,
- stanovená viskozita CRmB před dodáním CRmB v případě kontinuální výroby při začátku dodávky každých dodaných 30 t CRmB.

2.3.4.4 Výroba CRmB podléhá certifikaci systému jakosti a na CRmB musí být vydáno Stavební technické osvědčení (STO).

**Tabulka 2 – Vlastnosti CRmB**

| Pojivo | CRmB | |
|---|---|---|
| | nízkoviskózní | vysokoviskózní |
| Označení | CRmB 30/70-55 | CRmB 25/55-60 |
| Obvyklé dávkování pryžového granulátu, % z hmotnosti pojiva | 5 – 15 | 15 – 25 |
| Dynamická viskozita, ČSN EN 13302, Pa·s | 0,3 až 1,5 při 175 °C | 1,5 až 4,0 při 175 °C |
| Penetrace jehlou 25 °C, ČSN EN 1426, p.j. [1)] | 30 až 70 | 25 až 55 |
| Penetrace kuželem, ČSN EN 13880-2 při 25°C [1)] | 25 až 60 | 20 až 45 |
| Bod měknutí, ČSN EN 1427, °C [1)] | min. 55 | min. 60 |
| Resilience při 25 °C, ČSN EN 13880-3, % | min. 15 | min. 20 |
| Hustota pojiva, ČSN EN 15326, $Mg \cdot m^{-3}$ | Deklaruje se | |

POZNÁMKA:

[1)] Penetrace CRmB jehlou se měří na místech hladkých a lesklých a stanovují se 4 výsledky; do průměru se nejnižší naměřená penetrace nezapočítává. Z důvodu této nižší spolehlivosti se dává přednost zkoušce penetrace kuželem.

Při měření bodu měknutí kulička předtím, než se dotkne základní desky, někdy poruší vrstvu CRmB, kterou je obalena, nebo lze pozorovat odlepení CRmB od kuličky; taková měření jsou platná, pokud splňují podmínku přípustného rozdílu dvou měření.

### 2.3.5 R-materiál

Přidávání R-materiálu do směsí s CRmB se nedoporučuje.

### 2.3.6 Přísady

2.3.6.1 Do obrusných vrstev se doporučuje použít adhezní přísada.

2.3.6.2 Jako přísada do směsi s CRmB lze ke zvýšení tuhosti a trvanlivosti použít např. vápenný hydrát v množství odpovídajícím min. 20 % hmotnosti CRmB nebo jiná ověřená aditiva k dosažení stejného účinku.

2.3.6.3 Nosiče pojiva (vlákna) mohou být potřeba v případě CRmB vyrobeného v rafinerii, stékavost se ověřuje v počátečních zkouškách typu podle ČSN EN 12697-18.

## 2.4 Stavební směs

### 2.4.1 Složení

2.4.1.1 Směsi s CRmB jsou tvořeny směsí kameniva z jednotlivých frakcí kameniva, fileru a případně vápenného hydrátu, který nahrazuje příslušné množství fileru, a CRmB. Upřesněné meze zrnitosti pro jednotlivé typy směsí s CRmB jsou specifikovány v příloze 3. Meze uvedené v příloze 3 jsou nadřazené mezím uvedeným v příslušných ČSN EN 13108. Obsahy CRmB jednotlivých směsí jsou uvedeny v tabulce 3 a jsou nadřazené požadavkům uvedeným v příslušných ČSN EN 13108.

2.4.1.2 Druh a obsah CRmB v jednotlivých typech směsí s CRmB je upřesněn v tabulce 3 a poznámkami pod tabulkou.

### 2.4.2 Technické požadavky

2.4.2.1 Požadavky na počáteční zkoušky typu vycházejí z ČSN EN 13108-20.

2.4.2.2 Fyzikálně-mechanické vlastnosti se prokazují na zkušebních tělesech připravených podle ČSN EN 12697-30 a požadované vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 3. Tato tabulka upřesňuje požadavky odpovídajících norem řady 13108 a má tedy před požadavky norem řady 13108 přednost. Referenční teplota pro přípravu zkušebních těles je 155 °C. Požadované hodnoty odolnosti proti trvalým deformacím směsí s CRmB jsou nastaveny pro použití v třídě dopravního zatížení S a I nebo v místech pomalé a zastavující dopravy, pro nižší třídu dopravního zatížení než II se kvalita směsi s CRmB již nerozlišuje.

POZNÁMKA:

Požadavek stanovení odolnosti proti vodě podle ČSN EN 12697-12 se v souladu s ČSN EN 13108-5 nepožaduje. Pro směsi s vyšší tloušťkou asfaltového filmu jako mají směsi SMA a směsi s CRmB je hodnota ITSR neprůkazná.

## 2.5 Stavební práce

### 2.5.1 Výroba směsí s CRmB

2.5.1.1 Výroba směsí s CRmB se provádí podle požadavků ČSN EN 13108-21; k výrobě je použita automatizovaná obalovna s požadovanou technickou úrovní s potřebným hodinovým výkonem nejméně 120 t a doplněná dávkováním sypkých a tekutých přísad. Výkon čerpadla dávkovacího systému asfaltu splňuje podmínky plynulé výroby a správného dávkování pojiva.

2.5.1.2 Maximální pracovní teploty pro obalování směsí s CRmB v žádném místě obalovny nesmí překročit teplotu 180 °C. Doporučuje se, aby teplotě 180 °C byly CRmB a směsi s CRmB vystaveny po dobu nejvýše 8 h.

### 2.5.2 Doprava směsí s CRmB

2.5.2.1 Proti nalepování směsí s CRmB se na stěny a dno zavážecího vozíku a na ložní prostor dopravních prostředků použijí běžně používané separační prostředky. Petrolej, nafta, benzín a jiná rozpouštědla není dovoleno používat.

2.5.2.2 Při dopravě asfaltové směsi od obalovny na místo zpracování musí být směs chráněna proti ochlazování a znečišťování.

### 2.5.3 Úprava vozovky před pokládkou

2.5.3.1 Podklad pro pokládku vrstev směsí s CRmB musí splňovat požadavky předpisů na vrstvy, podle nichž byl proveden.

2.5.3.2 Před pokládkou směsí s CRmB se provede spojovací postřik z modifikované kationaktivní emulze v množství 0,15 kg/m$^2$ až 0,40 kg/m$^2$ zbytkového asfaltu (v závislosti na textuře a mezerovitosti podkladu). V případě použití směsí obrusných vrstev s návrhovou mezerovitostí 7 % až 10 % je třeba zvýšit množství zbytkového asfaltu na 0,45 kg/m$^2$ až 0,60 kg/m$^2$.

2.5.3.3 Obrusné vrstvy směsí s CRmB s návrhovou mezerovitostí vyšší než 10 % vyžadují sníženou mezerovitost ložní vrstvy na nejvýše 5 %. Při vyšší mezerovitosti ložní vrstvy je třeba provést postřik podle TP 147 (SAMI vrstva).

**Tabulka 3 – Zkoušky a požadované hodnoty pro jednotlivé druhy směsí s CRmB a vrstev ze směsí s CRmB**

| Vlastnost | Asfaltová směs podle EN 13108-X | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | | 5 | 2 | | 7 | |
| | AC [a] | | | SMA | BBTM, AKO [b] | | PA | |
| | ACO | ACL, ACP | SAL | SMA S | A | B | A | B |
| Počet úderů zhutňovače | 2 × 75 (50) | | 2 × 50 | | 2 × 50 | | | |
| Doporučený minimální obsah [c] [d] CRmB 25/55-60, v % hmotnosti směsi: | 7,0 | 6,3 | 8,6 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 |
| - po extrakci, ČSN EN 12697-1 [e] | 5,5 | 4,8 | 6,7 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| Zrnitost, ČSN EN 12697-2 | viz příloha 1 | | | | | | | |
| Mezerovitost v % objemu: [f] | | | | | | | | |
| - směsi, zkouška typu, Ms | 4 – 6 | 4 – 7 | 3 – 4 | 4 – 7 | 7 – 10 | 11 – 15 | 14–18[g] | 18 –22[g] |
| - směsi, kontrolní zkouška, Ms | 3 – 7 | 3 – 8 | 4 – 5 | 4 – 8 | 6 – 11 | 8 – 16 | 13 – 19 | 16 – 23 |
| - směsi kameniva, VMAmin [h] | 19 | 18 | 18 | 21 | 24 | 27 | 29 | 32 |
| - vrstvy, kontrolní zkouška, Ms [i] | 3 – 8 | 3 – 9 | 3 –5 | 4 – 9 | 5 – 12 | 8 – 18 | 11 – 20 | 15 – 24 |
| ČSN EN 12697-8 | | | | | | | | |
| Odolnost proti trvalé deformaci ČSN EN 12697-22, malé zařízení, metoda B, na vzduchu při teplotě 50 °C [j]: PRDAIR (%) / WTSAIR (mm/10$^3$ cyklů) | 5 / 0,07 | 3 / 0,05 | | 5 / 0,07 | - [k] | - [k] | - [k] | - [k] |
| Propustnost: [g] min. horizontální Kh / min. vertikální Kv ČSN EN 12697-19 | - | | | | - | - | - | Kh1,5/ Kv1,5 (S, I, II), Kh1,0/ Kv1,0 |
| Ztráta částic: ČSN EN 12697-17 | - | | | | - | - | PL15 (S, I), PL20 (II, III) | |

Poznámky k tabulce 3:

a) Pro směsi s CRmB typu AC použije jako SAL, doporučují se stanovit nízkoteplotní vlastnosti podle ČSN EN 12697-46, které se deklarují.

b) Asfaltový koberec otevřený (AKO) podle přílohy B ČSN 73 6121 s CRmB se může použít do obrusné vrstvy vozovek všech tříd dopravního zatížení a platí pro ni požadované hodnoty BBTM B.

c) Doporučený obsah pojiva se koriguje na objemovou hmotnost kameniva $\rho_d$ násobením faktorem: $\alpha = \frac{2{,}650}{\rho_d}$

d) Doporučené minimální obsahy CRmB platí pro zrnitost kameniva 8 mm. Pro nižší nebo vyšší zrnitosti se minimální množství pojiva upravuje v závislosti na zrnitosti kameniva.

e) V případě stanovení obsahu pojiva podle přílohy 4 je zjišťován obsah extrahovatelného CRmB. Při stanovení obsahu pojiva podle ČSN EN 12697-39 je zjišťován celkový obsah CRmB.

f) Stanovení mezerovitosti směsí AC a SMA s CRmB podle ČSN EN 12697-8 vychází ze stanovené objemové hmotnosti podle ČSN EN 12697-6, článku 9.3 (postup vážením ve vodě) a u BBTM, PA a AKO z článku 9.5 (měřením rozměrů zkušebního tělesa). Z důvodu vysoké lepivosti pojiva se maximální objemová hmotnost směsi s CRmB volumetrickým postupem stanovuje podle ČSN EN 12697-5 způsobem v rozpouštědle (týká se jak ITT, tak kontrolních zkoušek). Uvedené hodnoty mezerovitosti jsou proto o 1 % až 2 % vyšší než uvádí požadavky ČSN EN 13108-1 až 7.

g) Pokud se podle ustanovení v 5.13 ČSN EN 13108-7 použije kategorie vertikální nebo horizontální propustnosti, stanovuje se mezerovitost jen jako kontrolní zkouška.

h) Informativní hodnota.

i) Minimální hodnoty mezerovitosti stanovené na vývrtech ze směsí BBTM, PA a AKO (stanovené měřením z rozměrů) bývají nižší zmenšením makrotextury povrchů zkušebních těles vzniklých vrtáním a řezáním.

j) Při zkoušení je nutno provádět opatření proti nalepování směsi na pryžová zatěžovací kola (použitím fólie, posyp filerem apod.).

k) Zkoušky odolnosti proti trvalým deformacím je vhodné doložit výsledky u všech směsí s CRmB pro dopravní zatížení vyšší než ve třídě III a je možno připravit i souvrství ložní a obrusné vrstvy.

2.5.3.4 Při pokládce na staré asfaltové vrstvy vozovky musí být opraveny výtluky vysprávkou z asfaltového betonu a utěsněny trhliny. Nerovnosti přesahující tolerance položené vrstvy musí být odstraněny frézováním nebo vyrovnávací vrstvou (nerovnosti podkladu nesmí být větší než 20 mm na podkladní vrstvě a 10 mm na ložní vrstvě). Povrch musí být dokonale očištěn od uvolněného materiálu, prachu a nečistot. Po očištění se provede spojovací postřik podle 2.5.3.2. U drenážního koberce **PA** je nutno zajistit výtok drenážované vody mimo vrstvu propustnou krajnicí nebo do podélných odvodňovačů.

### 2.5.4 Podmínky pro pokládku

Minimální teploty vzduchu pro pokládku uvedené v souladu s tabulkou 4 ČSN 73 6121 jsou pro směsi s CRmB uvedeny v tabulce 4. Při minimálních teplotách nesmí rychlost větru přesáhnout 7,5 m/s.

**Tabulka 4 – Minimální teploty vzduchu**

| Vrstva | Při pokládce (°C) | Za posledních 24 h (°C) |
|---|---|---|
| AC, SMA, BBTM, PA, SAL, AKO | +10 | +6 |
| Při tloušťce vyšší než 50 mm | +5 | +3 |

### 2.5.5 Pokládka vrstev ze směsí s CRmB

2.5.5.1 Směsi s CRmB se plynule rozprostírají finišery. Pro kryty vozovek dálnic, rychlostních silnic a rychlostních místních komunikací musí být použity finišery s automatickým nivelačním zařízením.

2.5.5.2 Ruční rozprostírání směsi je nutné omezit na minimum, přičemž plocha musí být pečlivě upravena hrably.

2.5.5.3 Při plnění násypek finišeru je třeba postupovat opatrně, aby nedošlo k vysypání většího množství směsi s CRmB, než je objem násypky.

2.5.5.4 Příliš ochlazené a ztvrdlé kusy směsi (rohové klíny apod.) musí být z násypky finišeru odstraněny.

2.5.5.5 Minimální teploty rozprostírání směsi s CRmB jsou v souladu s ČSN 73 6121 a jsou upřesněny v tabulce 5.

2.5.5.7 Podélné i příčné pracovní spoje ve vrstvách ležících nad sebou se musí vystřídat s přesahem nejméně 200 mm. Je třeba volit takovou šířku pokládky, aby se pracovní podélný spoj ve vrstvách nenacházel ve stopě kol vozidel v jízdním pruhu.

**Tabulka 5 – Minimální teploty při rozprostírání směsi s CRmB**

| **Nejnižší přípustná teplota směsi podle tloušťky vrstvy v mm** | |
|---|---|
| **do 40 mm** | **vyšší než 40 mm** |
| 160 °C | 150 °C |

2.5.5.8 V případě pokládky obrusné vrstvy **ACO** a **SMA** po polovinách šířky se musí okraj hutnit válcem s přítlačnou boční opěrou, nebo část obtížně zhutnitelného okraje vrstvy první pokládky před položením druhé poloviny odstranit, a svislou plochu opatřit spojovacím postřikem nebo použít samolepicí těsnicí pásek.

2.5.5.9 Pokládku **BBTM** a **PA** je vhodné provádět v celé šířce pokládané úpravy; při pokládce dvěma finišery jedoucími za sebou musí být jejich vzájemná vzdálenost co nejmenší. Při provádění vrstev po polovinách vozovky je nutno zajistit spojení vrstev bez použití těsnění do podélné spáry. Vhodné pracovní spáry lze dosáhnout překrytím hotové vrstvy novou směsí na výšku odpovídající nadvýšení vrstvy na dohutnění a šířku 30 mm až 50 mm; zahutněním se tenká nová vrstvička směsi nad dříve položenou vrstvu do vrstvy zatlačí.

2.5.5.10 Směsi s CRmB se hutní obvykle statickým účinkem válců a jejich sestavami, které zajistí dosažení požadovaného zhutnění. Použití vhodných vibračních válců je možné při tloušťkách vrstvy $\geq$ 35 mm v první fázi zhutňování (maximálně 3 pojezdy) s výjimkou vrstev **BBTM B** a **PA**. Dohutňování směsi se doporučuje provádět až do teploty povrchu 60 °C. Řádné hutnění je podmínkou trvanlivosti úpravy.

2.5.5.11 Před pokládkou směsi s CRmB podle nové počáteční zkoušky typu (ITT) pro dopravní zatížení ve třídě II a vyšší se musí provést hutnicí pokus za dozoru laboratoře, která ji zpracovala.

## 2.6 Systém jakosti

Systém řízení výroby CRmB se provádí v souladu s nařízením vlády č. 163/2002 Sb. v platném znění.

Požadavky na systém řízení výroby směsí s CRmB se neodlišuje od ČSN EN 13108-21 s výjimkou kontroly obsahu pojiva, který je upřesněn v tabulce 3.

## 2.7 Prokazování shody

### 2.7.1 Druhy zkoušek

Požadované vlastnosti stavebních materiálů a směsí s CRmB se ověřují počátečními zkouškami typu a kontrolními zkouškami. Zkoušky dalších materiálů jsou uvedeny v tabulce 6.

### 2.7.2 Prokazování shody stavebních materiálů, CRmB a směsí s CRmB

2.7.2.1 Počáteční zkoušky typu

2.7.2.1.1 V rámci počátečních zkoušek typu CRmB se vlastnosti pojiva dokladují prohlášením o shodě.

2.7.2.1.2 Zkouška typu směsi s CRmB se provede v souladu s ČSN EN 13108-20 s doplněním požadavků uvedených v kapitole 5. Při stanovování mezerovitostí směsí je třeba zdůraznit poznámku f) pod tabulkou 3.

Poznámky:

1. Při laboratorní výrobě směsi s CRmB je nutné omezit dobu nahřívání pojiva na teplotu obalování na co nejkratší dobu. Před dávkováním CRmB do směsi při laboratorní výrobě je nutné pojivo důkladně promíchat, aby došlo k rovnoměrnému rozptýlení částic pryže.
2. Při výrobě Marshallových těles ze směsi PA hrozí nebezpečí vysypání zhutněné asfaltové směsi z formy. Tomu je možné zamezit vložením koleček z tvrdého křídového papíru mezi směs, podložku a bicí hlavu hutnicího pěchu a opatrnou manipulací s čerstvě nahutněným Marshallovým tělesem ve formě.

2.7.2.1.3 Na rozsáhlejších zakázkách se doporučuje provádět i zkoušky funkčních vlastností (modul tuhosti a únava), jejich měření zajistí snížení tlouštěk vrstev vozovek. Pro směsi SAL se doporučuje provést i zkoušku nízkoteplotních vlastností podle ČSN EN 12697-46 se stanovením teploty vzniku trhliny.

### 2.7.2.2 Postupy posuzování shody

2.7.2.2.1 Výrobce má vytvořen a trvale udržuje systém řízení výroby a tím zabezpečuje, že jeho výrobek uvedený na trh bude odpovídat svými parametry požadavkům stanoveným v technických specifikacích.

2.7.2.2.2 Pro směsi s CRmB vydává výrobce prohlášení o shodě na základě posouzení shody autorizovanou osobou podle příslušných předpisů.

2.7.2.3 Kontrolní zkoušky

2.7.2.3.1 Kontrolní zkoušky materiálů, CRmB a směsí s CRmB prokazují shodu vlastností s požadavky počátečních zkoušek typu. Výrobce směsí s CRmB má na obalovně zpracovaný a zavedený plán kvality podle ČSN EN 13108-21, ve kterém je uvedena četnost kontroly a rozsahu zkoušení vstupních materiálů pro systém řízení výroby. Kontrolní zkoušky se provádějí podle výše uvedeného plánu kvality výrobce.

2.7.2.3.2 Tabulka 6 doplňuje zkoušky a četnosti zkoušek materiálů pro výrobu CRmB uvedené v tabulce 10 ČSN 73 6121, případně v tabulce A.1, včetně doplnění četnosti zkoušek podle tabulek D.7 a D.8.

2.7.2.3.2 Výsledky zkoušek CRmB musí být ve shodě 2.3.4.2. Výsledky směsí s CRmB musí být ve shodě s tabulkou 3 Metodiky a tabulkou 12 ČSN 73 6121.

## 2.8 Ekologie

Asfaltové směsi podle této metodiky jsou přínosné z ekologického hlediska v důsledku materiálového zpracování ojetých pneumatik. V případě drenážních úprav s mezerovitostí vyšší než 7 % je ekologický přínos také v důsledku snížení hluku působeného silničním provozem, dále zvýšením bezpečnosti zlepšením viditelnosti za deště a zvýšením úrovně protismykových vlastností.

Pro výrobu směsí s CRmB platí obecné ekologické požadavky.

**Tabulka 6 – Kontrolní zkoušky stavebních materiálů, CRmB a směsi s CRmB**

| Materiál | Zkouška | Zkušební norma | Četnost zkoušek |
|---|---|---|---|
| CRmB | Viskozita [1)] | ČSN EN 13302 | 1krát na 300 t |
| | Penetrace při 25 °C [1)] | ČSN EN 1426 | 1krát na 300 t |
| | Bod měknutí [1)] | ČSN EN 1427 | 1krát na 300 t |
| | Resilience při 25 °C [1)] | ČSN EN 13880-3 | 1krát na 300 t |
| Směs s CRmB | Zrnitost, obsah CRmB, mezerovitost, odběr na obalovně | ČSN EN 12697-1<br>ČSN EN 12697-2<br>ČSN EN 12697-8<br>ČSN EN 12697-39 | 1 000 t, nejméně však jednou denně; povolené odchylky složení podle tabulky 12, ČSN 73 6121 a mezerovitosti podle tabulky 3 této metodiky |
| [1)] Jako kontrolní zkoušky lze převzít výsledky výstupní kontroly dodavatele CRmB popř. výsledky dozorových kontrol. | | | |

Poznámky k provádění zkoušek směsí s CRmB:

1. Z důvodu nebezpečí zanesení sít částicemi pryžového granulátu se při provádění rozboru směsi nedoporučuje používat automatický analyzátor. Zanesená síta po extrakci pojiva je možné čistit nanesením rozpouštědla na síta s přilepenými částicemi pryžového granulátu a ometením štětcem.
2. Zkušební laboratoř si musí ověřit správnost extrakčního stanovení množství pojiva ve směsi, popřípadě sítového rozboru ještě před zahájením provádění kontrolních zkoušek. Ověření musí probíhat na vzorcích asfaltové směsi připravené v laboratoři s přesným dávkováním pryžového granulátu v CRmB, složením kameniva a obsahu CRmB.
3. Při provádění kontrolních zkoušek může přítomnost pryžového granulátu ovlivnit výsledky provedeného sítového rozboru po extrakci. Pryžový granulát slepuje částice fileru a tyto shluky se zachytí na sítech s většími otvory. Tomu lze částečně zabránit vysypáním kameniva na plochý plech, rozmělněním shluků kameniva a pryžového granulátu rukou a rozetřením shluků fileru a pryžového granulátu prsty. I přesto může být obsah fileru při stanovení zrnitosti nižší o 1 % až 2 % podle celkového množství fileru. Sítový rozbor po extrakci je možné provést přesněji postupem uvedeným v příloze 4.

Z hlediska ochrany zdraví a pracovní hygieny je třeba důsledně dbát na to, aby nebyly překračovány maximální teploty pro manipulaci s CRmB a následnou výrobu směsí s CRmB uvedené v 2.3.4.1 a 2.5.1.2.

Pro asfaltová pojiva typu CRmB musí výrobce doložit ekologická rizika. Určujícím rizikem v této souvislosti je úroveň expozice výparů, které se při výrobě a zpracování z pojiva uvolňují. Podle dosud provedených měření při zpracování CRmB a směsí s CRmB dochází k uvolňování nebezpečných látek typu karciongenních PAU v koncentracích o několik řádu nižších než jsou přípustné limity podle vyhlášky 205/2009 Sb. Benzothiazol obsažený v pryžových granulátech byl zjištěn ve výparech ve stopových množstvích (koncentrace benzothiazolu by neměla překročit 20 mg/m$^3$) a jeho účinek v těchto koncentracích je klasifikován pouze jako dráždivý.

## 2.9 Bezpečnost, ochrana zdraví při práci a požární ochrana

Bezpečnost a ochranu zdraví při práci a požární ochranu zajišťuje zhotovitel ve spolupráci s objednatelem podle obecně platných zásad a vnitřních předpisů platných pro jeho činnost v této oblasti. Tyto musí být promítnuty do technologických a pracovních předpisů podle daných podmínek.

Výrobce směsi s CRmB vždy určil pracovní ochranné pomůcky a zajistil pravidelná školení personálu o jejich správném používání. Při manipulaci s horkým CRmB se jedná o ochranu obličeje. Při zpracování směsí s CRmB jsou na ochranné pracovní oděvy, ochranné rukavice a vyšší pevnou pracovní obuv kladeny stejné požadavky jako pro jiné asfaltové směsi a podle dosavadních zkušeností nejsou ve většině případů s ohledem ke vdechovaným koncentracím výparů potřebné dýchací ochranné pomůcky.

## 2.10 Citované a související normy a předpisy

ČSN EN 933-1 Zkoušení geometrických vlastností kameniva – Část 1: Stanovení zrnitosti – Sítový rozbor

ČSN EN 933-4 Zkoušení geometrických vlastností kameniva – Část 4: Stanovení tvaru zrn – Tvarový index

ČSN EN 933-9 Zkoušení geometrických vlastností kameniva – Část 9: Posouzení jemných částic – Zkouška methylenovou modří

ČSN EN 1426 Asfalty a asfaltová pojiva – Stanovení penetrace jehlou

ČSN EN 1427 Asfalty a asfaltová pojiva – Stanovení bodu měknutí – Metoda kroužek a kulička

ČSN EN 12591 Asfalty a asfaltová pojiva – Specifikace pro silniční asfalty

ČSN EN 12697-1 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 1: Obsah rozpustného pojiva

ČSN EN 12697-2 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 2: Zrnitost

ČSN EN 12697-8 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 8: Stanovení mezerovitosti asfaltových směsí

ČSN EN 12697-12 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 12: Stanovení odolnosti zkušebního tělesa vůči vodě

ČSN EN 12697-13 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 13: Měření teploty

ČSN EN 12697-17 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 17: Ztráta částic zkušebního tělesa asfaltového koberce drenážního

ČSN EN 12697-18 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 18: Stékavost pojiva

ČSN EN 12697-19 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 19: Propustnost zkušebního tělesa

ČSN EN 12697-22 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 22: Zkouška pojíždění kolem

ČSN EN 12697-24 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 24: Odolnost vůči únavě

ČSN EN 12697-26 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 26: Tuhost

ČSN EN 12697-27 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 27: Odběr vzorků

ČSN EN 12697-30 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 30: Příprava zkušebních těles rázovým zhutňovačem

ČSN EN 12697-36 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 36: Stanovení tloušťky asfaltové vozovky

ČSN EN 12697-39 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 39: Obsah asfaltu stanovený spalováním

ČSN EN 12697-40 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 40: Propustnost in situ

ČSN EN 12697-44 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 44: Šíření trhliny zkouškou ohybem na půlválcovém zkušebním tělese

ČSN EN 12697-46 Asfaltové směsi - Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 46: Nízkoteplotní vlastnosti a tvorba trhlin pomocí jednoosé zkoušky tahem

ČSN EN 13043 Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch

ČSN EN 13108-1 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 1: Asfaltový beton

ČSN EN 13108-2 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 2: Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy

ČSN EN 13108-5 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 5: Asfaltový koberec mastixový

ČSN EN 13108-7 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 7: Asfaltový koberec drenážní

ČSN EN 13108-20 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 20: Zkoušky typu

ČSN EN 13108-21 Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály – Část 21: Řízení výroby u výrobce

ČSN EN 13302 Asfalty a asfaltová pojiva – Stanovení viskozity asfaltu rotačním vřetenovým viskozimetrem

ČSN EN 13399 Asfalty a asfaltová pojiva – Stanovení skladovací stability modifikovaných asfaltů

ČSN EN 13880-3 Zálivky za horka – Část 3: Zkušební metoda pro stanovení penetrace a pružné regenerace (resilience)

ČSN EN 14023 Asfalty a asfaltová pojiva – Systém specifikace pro polymerem modifikované asfalty

ČSN EN 15326 Asfalty a asfaltová pojiva – Stanovení hustoty a specifické hmotnosti – Metoda s pyknometrem a kapilární zátkou

ČSN 73 6100 Názvosloví pozemních komunikací

ČSN 73 6114 Vozovky pozemních komunikací. Základní ustanovení pro navrhování

ČSN 73 6121 Stavba vozovek. Hutněné asfaltové vrstvy. Provádění a kontrola shody

ČSN 73 6160 Zkoušení asfaltových směsí

TP 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek

TP 115 Opravy trhlin na vozovkách s asfaltovým krytem

TP 147 Užití asfaltových membrán a geosyntetik v konstrukci vozovky

TP 148 Hutněné asfaltové vrstvy s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem z pneumatik

TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací+ Dodatek 1

TKP Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací,

kapitola 1 Všeobecně

kapitola 7 Hutněné asfaltové vrstvy

MP Metodický pokyn Systém jakosti v oboru PK (MP SJPK), úplné znění, www.pjpk.cz

# 3 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Novost postupů popsaná v technologii výroby CRmB, směsí s CRmB a vrstev je založena na modifikaci asfaltu pryžovým granulátem připraveným zpracováním ojetých pneumatik na recyklačních linkách. Modifikace nastává ve speciálních zařízeních na staveništi, v rafinerii nebo v provozech, kde je do asfaltu vmíchán jemný pryžový granulát, dochází k jeho reakci s asfaltem a vzniklé heterogenní pojivo získává vlastnosti, které přináší nová použití a výhodné vlastnosti a přínosy pro silniční stavitelství.

Získaná pojiva mají vlastnosti modifikovaných pojiv polymery, ovšem v míře vyšší, než běžná modifikovaná pojiva. Tyto vlastnosti požadují nová inovativní řešení k dosažení běžného používání, heterogenní pojivo je při teplotě zpracování kašovité konzistence, je důležité dodržování pracovních teplot po omezenou dobu k zabránění degradace pojiva a vyžaduje dodání pojiva v okamžiku spotřeby. Tyto požadavky jsou zajištěny popsanými postupy výroby a jejich dodržením.

Technologie výroby a používání směsí s CRmB vycházejí z dosavadních postupů v zásadě zakotvených do soustavy předpisů vycházejících z norem ČSN EN. Bylo však nutno uplatnit některé odlišnosti, které umožní získat asfaltové směsi s odlišnými vlastnostmi. Komplexní zpracování problematiky v Metodice umožní tyto odlišnosti postupně zapracovávat do předpisů pro navrhování vozovek, údržby a jejich oprav, do předpisů pro výpočet dopravního hluku a do norem a předpisů týkajících se asfaltových směsí a výstavby, údržby a oprav vozovek.

Technologie nově umožní zejména používání jemnozrnných asfaltových směsí s vysokou mezerovitostí pro snížení dopravního hluku a směsi pro vrstvy se zvýšenou odolností vůči trhlinám, které zvyšují dobu životnosti vozovek a snižují tloušťku asfaltových vrstev vozovky.

Předpokládáme, že směsi s CRmB se také uplatní při stavbě, tak i opravě vozovek v rámci výzkumného projektu TH01011292 „Výzkum a aplikace nových technologií stavby a oprav vozovek se sníženou tloušťkou asfaltových vrstev“, který má za cíl uplatnit nové technologie s tenkými vrstvami z asfaltových směsí a případně s jejich vyztužením sklovláknitými textiliemi.

Myšlenka vyrábět asfalty modifikované pryžovým granulátem ve světě nová není. V jižních státech USA se začal Asphalt-Rubber uplatňovat už v roce 1988 a vzniklo velké množství patentů na výrobu jak pojiva, tak směsí. V roce 1992 byla technologie uznána za celosvětové vlastnictví.

Jelikož podmínky pro uplatňování jsou v podstatě do Evropy nepřenositelné, protože se zde:

- nepoužívají velké mobilní kontinuální obalovny,
- nejsou velké akce naplňující kapacitu obalovny na jednom místě,
- je dokonale zvládnuta výroba asfaltů modifikovaných polymery,

je přenos technologie do Evropských poměrů obtížný.

Technologie navíc vstupuje do konkurence vůči:

- polymerem modifikovaným asfaltům,
- výrobcům cementů (spalují ojeté pneumatiky v cementárenských pecích),
- různým speciálním asfaltovým směsem, které okrajově řeší některý z možných přínosů,

přitom neposkytuje stejný komfort výroby asfaltových směsí jako běžné a modifikované asfalty, neboť CRmB nelze běžně skladovat.

Zavedení výroby CRmB bylo obtížné, bylo třeba:

- nalézt takové směsi, které mají nepopíratelnou výhodu oproti běžným asfaltovým směsím,
- zvládnout dodávku asfaltů „just in time“.

Tento postup by nešlo realizovat bez podpory TA ČR. Na druhé straně tak vznikla originální řešení, na něž jsou vydány užitné vzory:

- UV 27 095 Protihluková asfaltová směs, přihlášen 8.1.2015, zapsán 23.6.2014,
- UV 28 282 Mobilní zařízení na modifikaci asfaltů pryžovým granulátem a dalšími přísadami.

# 4 POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika pro využití asfaltových směsí s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem je určena pro:

- státní správu - Ministerstvo dopravy ČR, krajské a obecní úřady,
- správce pozemních komunikací - Ředitelství silnic a dálnic ČR, správy a údržby silnic krajů a správce místních komunikací,
- projekční a diagnostické organizace pro zavedení vrstev vozovek do dokumentací staveb, údržby a oprav,
- stavební firmy, které budou využívat tuto technologii asfaltů modifikovaných pryžovými granuláty.

Komplexně zpracovaná Metodika plně řeší přínosy pro uživatele pozemních komunikací a uvádí výhody pro uvedené organizace.

# 5 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Hlavní ekonomický přínos této metodiky lze spatřovat:

- ve vytvoření konkurenčního prostředí pro technologii polymerem modifikovaných asfaltů,
- v materiálovém využití odpadního materiálu, kterým je pryžový granulát získávaný zpracováním odpadních pneumatik,
- využitím technologie dojde také k prodloužení životnosti asfaltových vrstev, což bude mít pozitivní vliv na snížení společenských nákladů na údržbové technologie a opravy,
- v neposlední řadě dojde při využívání technologie asfaltu modifikovaného pryžovým granulátem k poklesu dopravního hluku, což umožní snížit náklady na dodatečné protihlukové úpravy.

Pro zavádění technologie modifikace asfaltů s pryžovým granulátem do praxe bylo zapotřebí vytvořit prostor pro její užívání. To se může dosáhnout schválením Metodiky a navazujících předpisů do praxe.

Další ekonomické výdaje na zavedení nové technologie nejsou zapotřebí na žádné úrovni uživatelů. V rámci řešení byly ověřeny technologické celky s kapacitou produkce CRmB až 20 000 tun ročně, což může pokrýt až 20 % spotřeby modifikovaných asfaltů a 3 300 t pryžového granulátu, což představuje 10 % spotřeby recyklovatelných pneumatik. Výroba CRmB byla ověřena u velké většiny českých stavebních firem, za necelé 4 roky řešení projektu bylo opraveno 70 km vozovek pozemních komunikací.

# 6 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Problematika asfaltů modifikovaných pryžovým granulátem byla publikována průběžně tak, jak přicházely výsledky řešení. Při výzkumu byla navázána mezinárodní spolupráce se Správou silnic ve Švédsku a zhotoviteli ve Švédsku, Slovensku, Itálii, Polsku a Turecku, která umožňovala rychle pokračovat se zaváděním nové technologie v Evropě.

KUDRNA, J.; DAŠEK, O. Testing asphalt- rubber according to European standards and its use in the Czech Republic. In *Asphalt Rubber 2009 - Road to Sustainability.* 1. Nanjing, China: Beijing Kun Tai Shi Ji Printing Co., Ltd., 2009. p. 415-433. ISBN: 978-988-18681-1- 4.

KUDRNA, J.; GOTTVALDOVÁ, J.; DAŠKOVÁ, J.; DAŠEK, O.; NEKULA, L. Asfaltové směsi snižující hlukové emise a zlepšující protismykové vlastnosti. In *Asfaltové vozovky 2011.* 1. České Budějovice: Pragoprojekt, a.s., 2011. s. 1-11. ISBN: 978-80-903925-2- 6.

DAŠEK, O.; KUDRNA, J. Možnosti uplatnění odpadní pryže z ojetých pneumatik při modifikaci asfaltů. In *Asfaltové vozovky 2011.* 1. České Budějovice: Pragoprojekt, a.s., 2011. s. 1-6. ISBN: 978-80-903925-2- 6.

KUDRNA, J.; DAŠEK, O. Czechy - produkcja asfaltu gumowego. *Polskie drogi,* 2012, roč. 6, č. 6, s. 38-43. ISSN: 1232- 7484.

KUDRNA, J.; DAŠEK, O. European Approach to Asphalt Rubber. In *Asphalt Rubber 2012 Proceedings.* 1. Munich, Germany: Locape - Artes Gráficas, Lda., 2012. p. 239-252. ISBN: 978-989-20-3255- 9.

KUDRNA, J.; DAŠEK, O.; KACHTÍK, J.; SPIES, K.; URBANEC, K. Asfaltové vrstvy s gumoasfaltovým pojivem. *Stavitel,* 2012, roč. 2012, č. 11, s. 20-21. ISSN: 1210- 4825.

KUDRNA, J.; URBANEC, K.; DAŠEK, O.; COUFALÍK, P.; KACHTÍK, J. Nové technologie údržby a oprav asfaltových vozovek se zaměřují na úsporu materiálu a snížení hluku. *Silnice a železnice,* 2013, roč. 8, č. 4, s. 74-79. ISSN: 1801- 822X.

KACHTÍK, J.; KUDRNA, J.; DAŠEK, O. Zkušenosti s výrobou asfaltu modifikovaného pryžovým granulátem v ČR. In *Sborník příspěvků konference Asfaltové vozovky 2013.* 1. České Budějovice: 2013. s. 1-9. ISBN: 978-80-903925-3- 3.

URBANEC, K., KUDRNA, J.; DAŠEK, O., UV 27 095 Protihluková asfaltová směs, přihlášen 8.1.2015, zapsán 23.6.2014,

KUDRNA, J., URBANEC, K., UV 28 282 Mobilní zařízení na modifikaci asfaltů pryžovým granulátem a dalšími přísadami.

# Příloha 1

## P1 TECHNOLOGIE VÝSTAVBY, ÚDRŽBY A OPRAV PRO POUŽITÍ VRSTEV SE SMĚSÍ S CRmB

**P1.1 Tato příloha představuje použití směsí s CRmB, které byly ověřeny v rámci výzkumných projektů MPO a TA ČR (viz kap. 1) v letech 2007 až 2015, přičemž první použití bylo realizováno v roce 2003 v rámci výzkumného projektu Silničního vývoje.**

P1.1.1 Za hlavní přínosy směsí s CRmB se považuje snížení tlouštěk asfaltových obrusných vrstev a snížení hlučnosti. Dosažené snížení hlučnosti je dokumentováno v příloze 2.

P1.1.2 Použití odfrézované obrusné vrstvy s CRmB jako R-materiálu se neliší od R-materiálu z vrstev obsahujících polymerem modifikovaný asfalt.

### P.1.2 Technologie pro výstavbu netuhých vozovek

P1.2.1 Při návrhu nových vozovek se použijí TP 170. Je možné původně navrženou obrusnou vrstvu z asfaltových směsí zaměnit za asfaltovou směs s CRmB zrnitosti do 8 mm nebo 11 mm a v případě použití na komunikacích s dovolenou rychlostí do 70 km/h se zrnitostí do 5 mm s náhradou tloušťky obrusné vrstvy namísto 40 mm tloušťkou 25 mm až 30 mm. Celková tloušťka asfaltových vrstev navržené vozovky se nemění (zvýší se tloušťka ložní vrstvy).

P1.2.2 Při použití obrusné vrstvy s mezerovitostí vyšší než 6 % se jako ložní vrstva doporučuje použít vrstvu s mezerovitostí nejvýše 5 %. S výhodou se navrhuje vrstva ve funkci SAL s CRmB s vyšší odolností proti vývoji trhlin. Tloušťka vrstvy se může podle velikosti maximálního zrna snížit až na 25 mm, přičemž celková tloušťka asfaltových vrstev se nemění.

P1.2.3 Pokud se v konstrukci vozovek použijí všechny asfaltové vrstvy ze směsí s CRmB, použijí se návrhy vozovek obdobné, jako pro vrstvy s vysokým modulem tuhosti. Všechny varianty návrhů vozovek jsou uvedeny v katalogovém listu D0-N-7 až D0-N-9 k Dodatku 1 TP 170.

P1.2.4 Možnosti dalšího snížení tlouštěk jsou omezeny poznámkou 1 za tabulkou B.5 Dodatku 1 TP 170. K zavedení nižších tlouštěk probíhá výzkumný projekt TH01011292 „Výzkum a aplikace nových technologií stavby a oprav vozovek se sníženou tloušťkou asfaltových vrstev“, řešený Fakultou stavební VUT v Brně se spoluřešiteli Consultest s.r.o. a SAINT-GOBAIN ADFORS CZ s.r.o. v letech 2015 až 2018.

### P.1.3 Technologie pro údržbu a opravu netuhých vozovek

P1.3.1 Při návrhu údržby a oprav vozovek se použijí TP 87.

P1.3.2 Dále jsou představeny vzorové katalogové listy 4a, 5a a 6a, které doplňují TP 87 Navrhování údržby a oprav (2010), část vzorové katalogové listy, konkrétně katalogové listy 4, 5 a 6.

### P.1.4 Technologie pro údržbu a opravy vozovek s cementobetonovým krytem

P1.4.1 Návrh údržby a oprav se provádí podle TP 92 Návrh údržby a oprav vozovek s cementobetonovým krytem (2010).

P1.4.2 Katalogový list 20 TP 92 se doplňuje:

Pokud směsi ACO, SMA a BBTM s CRmB budou splňovat mezerovitost vrstvy nejvýše 5 %, splňují požadavky na směsi pro nepřiznání spár, spáry se utěsňují až po výskytu trhlin.

P1.4.3 Návrh opravy cementobetonových vozovek se provádí podle TP 91. Technologie osvědčené v rámci výzkumných projektů TA02031191 a TA02030612 Ekonomicky efektivní revitalizace CB krytů vozovek pro prodloužení jejich životnosti jsou obsaženy ve VTL 12 v této Metodice.

## P1.5 Zhodnocení katalogových listů vozovek a vzorových technologických listů údržby a oprav

P1.5.1 Katalogové listy zavádějí do navrhování vozovek, do jejich údržby a oprav:

- nižší tloušťku asfaltových vrstev,
- mezerovité protihlukové obrusné vrstvy BBTM a PA,
- nepropustné směsi do ložních vrstev k zabránění pronikání vody do konstrukce vozovky a zároveň s vyšší odolností proti trhlinám - SAL,
- jako nejníže položenou vrstvu SAL s vyšší odolností proti únavě a proti vzniku trhlin.

P1.5.2 Tímto řešením se celkově snižují tloušťky asfaltových vrstev při výstavbě:

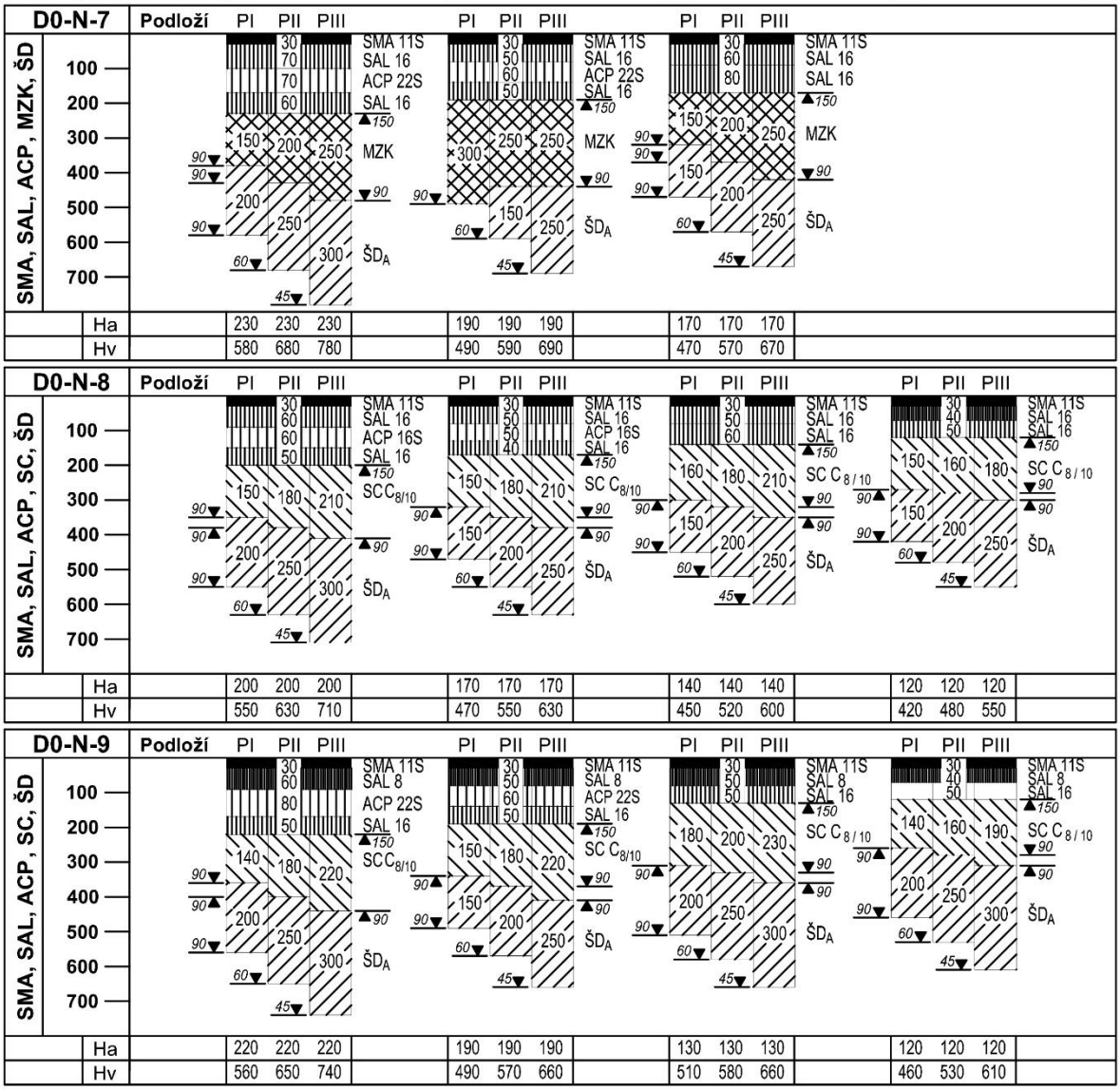
- ve srovnání s technologií vrstev o vysokém modulu pružnosti (VMT) o 10 mm (využívá se obezřetné ustanovení Dodatku 1 TP 170) o zvýšení dopravního zatížení,
- ve srovnání s vozovkami s cementem stmeleným podkladem o 30 mm až 40 mm (využívá se vyšší odolnosti proti prokopírování trhlin),
- snížení tlouštěk asfaltových vrstev vyžaduje vyšší tloušťky podkladních vrstev nebo úpravu podloží, tyto změny jsou v katalogových listech obsaženy.

P1.5.3 Řešením údržby a oprav podle vzorových technologických listů se celkově snižují tloušťky asfaltových vrstev při údržbě a opravách vozovek:

- při údržbě zavedení tlouštěk obrusné vrstvy 20 mm až 30 mm,
- při výměně krytových vrstev (nejméně 90 mm) se vrstvy mohou snížit na 60 mm, přičemž se použije SAL se zvýšenou odolností proti trhlinám a nepropustnost vrstvy umožní použít protihlukovou propustnou obrusnou vrstvu.

# D0-N

| TDZ | | S | I | II | III | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $TNV_1$ | (TNV/24h) | 10000 | 5000 | 2400 | 1200 | 441 |
| $TNV_k$ | (TNV/24h) | 16500 | 7500 | 3500 | 1500 | 501 |
| $TNV_{cd}$ | (mil. TNV) | 85 | 28 | 14.5 | 6.2 | 2.3 |
| $N_{cd}$ | (mil. 10t náprav) | 60 | 20 | 10 | 3.7 | 0.8 |




**Obrázek P1.1 Doplnění Dodatku 1 TP 170 - KL D0-N s použitím vrstev se směsí s CRmB**

**Konstrukční požadavky**

1. Obrusné vrstvy v tloušťce 30 mm s CRmB typu SMA 8, BBTM 8, BBTM 5 případně PA 8,
2. Ložní vrstvy - vrstvy s vyšší odolností proti pronikání vody a se zvýšenou odolností proti trhlinám SAL 16S, CRmB,
3. Při vyšších tloušťkách asfaltových směsí podkladní vrstva z ACP 16S nebo ACP 22S, CRmB,
4. První pokládaná asfaltová vrstva se zvýšenou odolností proti trhlinám SAL, v závislosti na použité tloušťce zrnitosti 16 nebo 22, CRmB.
5. Na konstrukčních vrstvách ze SC musí být provedena opatření proti vývoji reflexních trhlin do asfaltových vrstev podle 6.4.5 TP 170 omezením jejich smršťování úpravou pojiva (pomalu tuhnoucí pojivo) nebo uvolněním smršťovacích napětí pojezdy vrstvy vibračním válcem v době tvrdnutí nebo vytvořením smršťovacích trhlin ve vzdálenostech do 5 m (vložkami, vibračním diskem, prořízнutím apod.).
6. Na vrstvě CS se provede infiltrační a spojovací postřik.

| VTL 4a | Technologie (viz P6.3.1) | Údržba asfaltovým betonem pro velmi tenké vrstvy s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem, BBTM 5A nebo BBTM 8A |
|---|---|---|

| Název použitých vrstev | Označení | Předpis | Tloušťka v mm |
|---|---|---|---|
| Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy | BBTM | TP 148 | 20 až 30 |

**Použití**

| TDZ | S | I | II | III | IV | V | VI | CH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Druh směsi | BBTM 5A, BBTM 8A [1), 2)] | | | | | | | |

**Poruchy, které vedou k návrhu technologie**

Ztráta asfaltového tmelu, hloubková koroze, ztráta protismykových vlastností (jen v případě dalších poruch), vyjeté koleje bez dalšího nárůstu (6.3.1.1)[3], vysprávky výtluků a mozaikových trhlin asfaltovou směsí, utěsněné trhliny.

**Podmínky uplatnění technologie**

Charakteristiky provozní způsobilosti a stav poruch, které dokumentují:

- na povrchu D a R se nevyskytují nerovnosti v podélném směru (měřeno latí délky 4 m) a příčném směru (měřeno latí délky 2 m) hlubší než 8 mm, pro silnice pak nerovnost vyšší než 10 mm; nerovnosti je možno upravit frézováním povrchu,
- únosnost je dostatečná (minimální zbytková doba životnosti je vyšší než předpokládaná doba životnosti BBTM (10 let), konstrukční poruchy jsou v rozsahu klasifikačního stupně 3 podle tab. 7 [3],
- není třeba provádět vyrovnání a změnu příčných sklonů povrchu vozovky.

**Přínos technologie**

Celoplošně se zhomogenizuje povrch vozovky, zlepší se protismykové vlastností, sníží se hlučnost povrchu a omezí povrchové opotřebení povrchu (hloubková koroze) a stárnutí (vývoj nepravidelných až mozaikových trhlin), odstraněním poruch obrusné vrstvy a lokálních konstrukčních poruch se zvýší únosnost vozovky.

**Podklad pro realizaci technologie**

Zadání údržby nebo dokumentace pro ohlášení stavby

**Postup provádění prací**

- odstranění výtluků, hloubkové koroze, výrazných mozaikových trhlin a jejich vysprávek s vystouplým pojivem a nerovnostmi na povrchu vozovky (tryskovou metodou, nátěry a nevhodnou asfaltovou směsí) frézováním a provedením vysprávky asfaltovou směsí,
- konstrukční poruchy vyskytující se na lokálních malých plochách se opraví podle druhu poruchy nejméně výměnou (vysprávkou) stávajících krytových vrstev,
- utěsnění trhlin a otevřených pracovních spár podle TP 115,
- odstranění vodorovného dopravního značení,
- očištění povrchu,
- provedení spojovacího postřiku podle ČSN 73 6129 v množství podle ČSN 73 6121,
- pokládka obrusné vrstvy v projektové tloušťce, podle ČSN 73 6121 a TKP, kap. 7.

**Kontrolní zkoušky**

- při výrobě podle ČSN EN 13108-21,
- pokládka a položená vrstva podle ČSN 73 6121,
- předávací protokol s výsledky požadovaných kontrolních zkoušek.

**Poznámky**

[1)] Směsi BBTM s CRmB díky pružným vlastnostem pojiva a bodu měknutí vyšším než 60 °C vykazují vysokou odolnost proti vzniku trvalých deformací a pro použití v třídě dopravního zatížení III až S se dokladují zkouškou podle ČSN EN 12697-22 s požadavky uvedenými v národní příloze ČSN EN 13108-1 pro obrusnou vrstvu

[2)] Směs BBTM 5A se použije z důvodu snížení hlučnosti povrchu pro PK s dovolenou rychlostí do 70 km/h, BBTM 8A pro vyšší rychlosti.

[3)] Odkazy na odstavce a tabulky TP 87

| VTL 5a | Technologie (viz P6.5.5) | Výměna krytových vrstev se snížením hlučnosti a zvýšením odolnosti proti prokopírování trhlin s použitím asfaltu modifikovaného pryžovým granulátem |
|---|---|---|

| Název použitých vrstev | Označení | Předpis | Tloušťka v mm [1] |
|---|---|---|---|
| Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy | BBTM | TP 148 | 20 až 30 |
| Asfaltový koberec drenážní | PA | TP 148 | 25 až 30 |
| Asfaltový beton se zvýšenou odolností proti trhlinám, | SAL | TP147, TP 148 | 25 až 30 |

**Použití**

| TDZ | S | I | II | III | IV | V | VI | CH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vrstva: - obrusná | BBTM 5A , BBTM 8A [1)], BBTM 8B [2)], PA 8 [2)], | | | | | | | |
| - ložní | SAL 4, 20-30 mm, SAL 8, 25-35 mm [3)] | | | | | | | |

**Poruchy, které vedou k návrhu technologie**

Vysoká hlučnost, ztráta asfaltového tmelu, hloubková koroze, mozaikové a rozvětvené trhliny, výtluky a jejich vysprávky, trvalé deformace obrusné vrstvy.

**Podmínky uplatnění technologie**

Charakteristiky provozní způsobilosti, poruchy a diagnostický průzkum (viz 6.4.4)[4] potvrzující, že:

- ložní vrstva splňuje požadavky, neovlivňuje trvalé deformace, případně se provedou vysprávky,
- únosnost je dostatečná a není třeba zesilovat (v případě měření únosnosti v trhlinách je možné tuto opravu navrhnout i v případě navrženého zesílení vozovky do tloušťky nových vrstev),
- provede se návrh opravy širokých příčných trhlin v ložní a podkladní vrstvě podle TP 115,
- zaměření povrchu k odstranění nerovností, úpravě příčných sklonů a rozšíření.

**Přínos technologie**

Snížení hlučnosti o 3 až 6 dB (podle poruch povrchu vozovky), vyrovnání povrchu, odstranění všech poruch, zamezení prokopírování trhlin, lokálními opravami se zhomogenizuje konstrukce vozovky.

**Podklad pro realizaci technologie**

Zadávací dokumentace stavby nebo projektová dokumentace pro ohlášení stavby.

**Postup provádění prací**

- odfrézování stávající obrusné vrstvy (případně i části vrstvy ložní) na požadovanou výšku, tj. odfrézování proměnlivé tloušťky pro vyrovnání povrchu vozovky,
- očištění povrchu,
- záznam poruch a stanovení rozsahu lokálních oprav (trhlin, porušené ložní vrstvy),
- provedení lokálních oprav (liniových trhlin viz TP 115, vysprávek ložní vrstvy asfaltovou směsí),
- očištění povrchu a provedení spojovacího postřiku viz ČSN 73 6129 v množství viz ČSN 73 6121,
- pokládka vrstvy s vysokou odolností proti prokopírování trhlin podle TP 147,
- provedení spojovacího postřiku viz ČSN 73 6129 v množství viz ČSN 73 6121,
- obrusné vrstvy v projektové tloušťce, podle ČSN 73 6121 a TKP, kap. 7.

**Kontrolní zkoušky**

- při výrobě podle ČSN EN 13108-21,
- pokládka a položené vrstvy podle ČSN 73 6121 a ČSN 73 6122,
- předávací protokol s výsledky požadovaných kontrolních zkoušek.

**Poznámky**

[1)] K použití obrusných vrstev BBTM 5A, BBTM 8A viz poznámku 1) a 2) na katalogovém listu 4a

[2)] Vrstvy BBTM 8B, PA 8 se doporučují v extravilánu.

[3)] Vrstvy SAL kromě odolnosti proti trhlinám zabraňují pronikání vody do konstrukce vozovky a pro použití v TDZ III až S se odolnost proti trvalým deformacím dokladuje zkouškou podle ČSN EN 12697-22 s požadavky uvedenými v národní příloze ČSN EN 13108-1 pro ložní vrstvy.

[4)] Odkazy na odstavce TP 87

| VTL 6a | Technologie (viz P6.5.6) | Výměna krytových vrstev se snížením hlučnosti a zvýšením odolnosti proti prokopírování trhlin s použitím asfaltu modifikovaného pryžovým granulátem |
|---|---|---|

| Název použitých vrstev | Označení | Předpis | Tloušťka v mm [1] |
|---|---|---|---|
| Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy | BBTM | TP 148 | 20 až 30 |
| Asfaltový koberec drenážní | PA | TP 148 | 25 až 30 |
| Asfaltový beton se zvýšenou odolností proti trhlinám, | SAL | TP147, TP 148 | 25 až 70 |

| | Použití | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TDZ | S | I | II | III | IV | V | VI | CH |
| Vrstva:<br>- obrusná | BBTM 5A , BBTM 8A, BBTM 8B, PA 8 [1),] | | | | | | | |
| - ložní | SAL 8, 25-35 mm, SAL 11, 35-50 mm, SAL 16, 40-70 mm [2)] | | | | | | | |

**Poruchy, které vedou k návrhu technologie**

Trvalé deformace krytu, nerovnosti vozovky, deformace vozovky, síťové trhliny lokálně v mezích tabulky 7 TP 87, příčné a podélné trhliny.

**Podmínky uplatnění technologie**

Charakteristiky provozní způsobilosti, poruchy a diagnostický průzkum (viz 6.4.4)[3] potvrzující, že:

- ložní vrstva nesplňuje požadavky, ovlivňuje trvalé deformace vozovky, rozpadá se, je nespojená s podkladní asfaltovou vrstvou,
- únosnost v poruchách síťovými trhlinami vyžaduje zesílení nepřesahující tloušťky nových vrstev,
- se použije dvouetapová diagnostika pro odstranění lokálních poruch v podkladní vrstvě,
- návrh opravy příčných a podélných trhlin v podkladní vrstvě podle TP 115 s vyztužením v min. hloubce 70 mm od povrchu,
- zaměření povrchu k odstranění nerovností, úpravě příčných sklonů, rozšíření.

**Přínos technologie**

Provedením oprav podkladní vrstvy se zhomogenizuje konstrukce vozovky, opravy podélného a příčného sklonu s poklesy až do 120 mm, nový, rovný a trvanlivý kryt vozovky.

**Podklad pro realizaci technologie**

Zadávací dokumentace stavby nebo projektová dokumentace pro ohlášení stavby.

**Postup provádění prací**

- vyrovnání povrchu frézováním na požadovanou výšku, tj. odfrézování proměnlivé tloušťky pro vyrovnání povrchu vozovky,
- očištění povrchu, prohlídka povrchu, v případě lokálních poruch podkladní vrstvy její odfrézování a provedení vysprávky do hloubky min. 50 mm (očištění povrchu, provedení postřiku a pokládka nové vrstvy),
- provedení spojovacího postřiku v dávkování podle ČSN 73 6121, provedení podle ČSN 73 6129
- pokládka vrstvy SAL v projektové tloušťce odpovídající spolu s obrusnou vrstvou původní tloušťce krytových vrstev, ČSN 73 6121 a TKP, kap. 7
- spojovací postřik v dávkování podle ČSN 73 6121, provedení podle ČSN 73 6129,
- pokládka obrusné vrstvy v projektové tloušťce, ČSN 73 6121 a TKP, kap. 7

**Kontrolní zkoušky**

- při výrobě podle ČSN EN 13108-21,
- pokládka a položené vrstvy podle ČSN 73 6121 a ČSN 73 6122,
- předávací protokol s výsledky požadovaných kontrolních zkoušek.

**Poznámky**

[1] K použití obrusných vrstev viz poznámku 1) a 2) v katalogovém listu 4a .
[2] K použití ložní vrstvy viz poznámku 3) v katalogovém listu 5a.
[3] Odkaz na odstavec TP 87

| VTL 12 | Technologie (viz P6.5.6) | Oprava vozovky s cementobetonovým krytem fragmentací a asfaltovými vrstvami s vrstvou se zvýšenou odolností proti trhlinám (SAL) |
|---|---|---|

| Název použitých vrstev | Označení | Předpis | Tloušťka v mm [1] |
|---|---|---|---|
| Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy | BBTM | TP 148 | 20 až 30 |
| Asfaltový koberec drenážní | PA | TP 148 | 25 až 30 |
| Asfaltový koberec mastixový | SMA | ČSN EN 13108-5, TP 148 | 40 mm |
| Asfaltový beton pro ložní vrstvy | ACL | ČSN EN 13108-1, TP 148 | 50 mm až 90 mm |
| Asfaltový beton se zvýšenou odolností proti trhlinám, | SAL | TP 148 | 25 mm až 35 mm |

**Použití**

| TDZ | S | I | II | III | IV | V | VI | CH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vrstva: - obrusná | SMA 11S, BBTM 5A, BBTM 8A, BBTM 8B, PA 8 [1)], | | | | | SMA 11, 40 mm, ACO 11, 40 mm | | |
| - ložní | ACL 16S, ACL 22S, SAL 16[2)] | | | SAL 8, 25-35 mm, [2)] | | | | |
| - podkladní | SAL 8, 25-35 mm | | | | | | | |

**Poruchy, které vedou k návrhu technologie**

Konstrukční poruchy, trhliny v CB deskách, nerovnosti povrchu, schodky mezi deskami, nevyhovující příčný sklon, koroze betonu a další poruchy

**Podmínky uplatnění technologie**

Charakteristiky provozní způsobilosti, poruchy a diagnostický průzkum potvrzující, že:

- cementobetonová vozovka vykazuje množství konstrukčních poruch, které lze alternativně opravit jen výměnou CB krytu s úpravou podkladních vrstev,
- lze navýšit vozovku o nové vrstvy,
- beton CB krytu nevykazuje objemové změny s rozpadem betonu,
- zaměření povrchu k odstranění nerovností, úpravě příčných sklonů, případně rozšíření.

**Přínos technologie**

Zesílení vozovky, nedochází odstraňování materiálů z konstrukce, rychlost provedení prací, provedením se zhomogenizuje konstrukce vozovky, opravy podélného a příčného sklonu, nový, rovný a trvanlivý kryt vozovky.

**Podklad pro realizaci technologie**

Zadávací dokumentace stavby nebo projektová dokumentace.

**Postup provádění prací**

- fragmentace CB desek,
- usazení desek na podkladní vrstvu hutněním těžkým pneumatikovým válcem,
- případně vyrovnání povrchu frézováním,
- očištění povrchu tlakovou vodou,
- provedení spojovacího postřiku v dávkování podle ČSN 73 6121
- pokládka vrstvy SAL v projektové tloušťce, ČSN 73 6121 a TKP, kap. 7
- spojovací postřik v dávkování podle ČSN 73 6121, provedení podle ČSN 73 6129,
- pokládka ložní vrstvy s vyrovnáním příčného sklonu, v případě použití propustných obrusných vrstev použití SAL v tloušťce ložní vrstvy,
- spojovací postřik v dávkování podle ČSN 73 6121, provedení podle ČSN 73 6129,
- pokládka obrusné vrstvy v projektové tloušťce, ČSN 73 6121 a TKP, kap.

**Kontrolní zkoušky**

- při výrobě podle ČSN EN 13108-21,
- pokládka a položené vrstvy podle ČSN 73 6121 a ČSN 73 6122,
- předávací protokol s výsledky požadovaných kontrolních zkoušek.

**Poznámky**

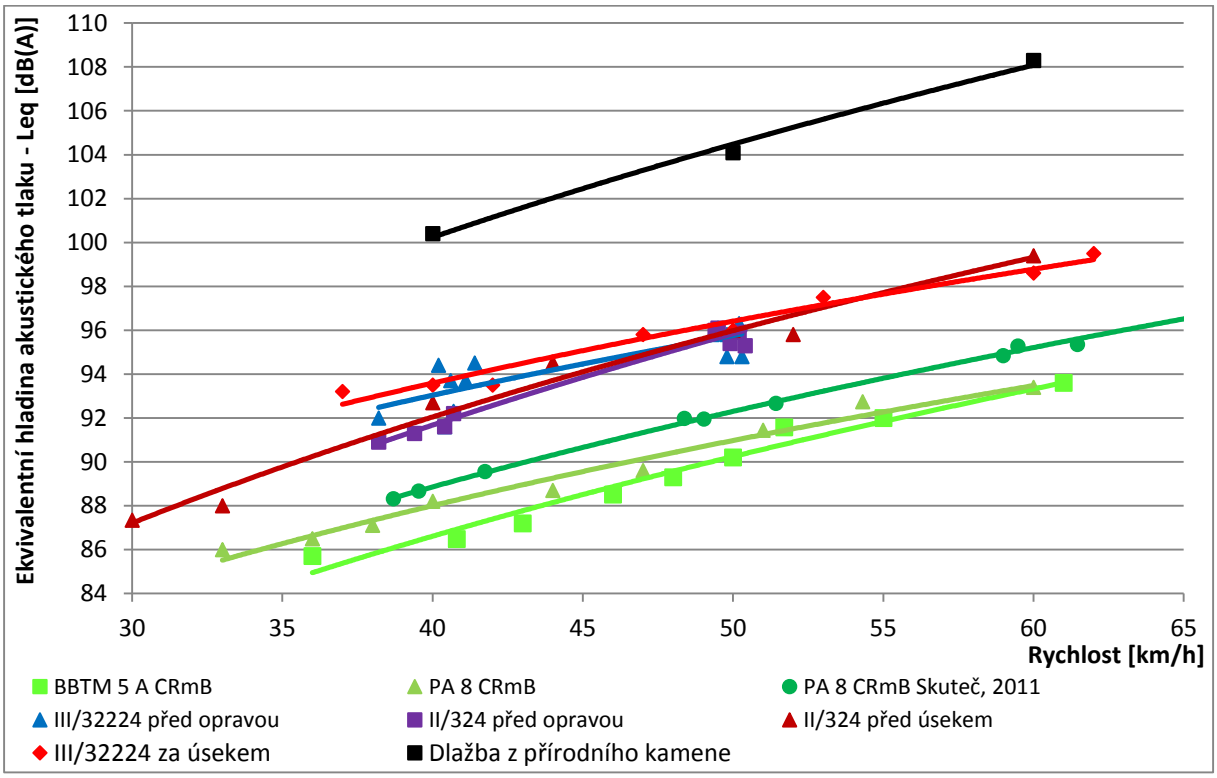
[1] K použití obrusných vrstev BBTM a PA viz poznámku 1) a 2) v katalogovém listu 5a.
[2] K použití ložní vrstvy s CRmB směsí viz poznámku 3) v katalogovém listu 5a .

# Příloha 2

## P2 AKUSTICKÉ VLASTNOSTI VRSTEV SE SMĚSÍ S CRmB

**Mezi hlavní přínosy obrusných vrstev** patří možnost použití zrnitosti kameniva do 8 mm a vyšší mezerovitost vrstev, čímž se dosahuje snížení dopravního hluku, který vzniká při odvalování pneumatik po povrchu vozovky. Hluk výrazně závisí na rychlosti pohybu vozidel, velikosti zrn směsi kameniva a mezerovitosti vrstvy.

Snížení hlučnosti vyjádřené ekvivalentní hladinou akustického tlaku s filtrem A metodou CPX, tj. měřením dvěma mikrofony v těsné blízkosti pneumatiky měřicího vozu podle ISO/CD 1189-2, byla stanovena závislost hlučnosti na rychlosti pohybujícího se měřicího vozidla podle obrázku P2.1




**Obrázek P2.1 – Ekvivalentní hladiny akustického tlaku povrchů**

Pro posouzení hlučnosti prostředí je důležitá hladina ekvivalentní hlučnosti stanovená metodou SPB podle ČSN ISO 11819-1 (měření mikrofony vzdálenými 7,5 m od středu jízdního pruhu). Tímto měřením bylo prokázáno vyšší relativní snížení oproti směsem bez CRmB díky vyšší pohltivosti hluku.

Stanovení hlučnosti vychází ze standardní tabulky charakterizující různé povrchy podle této metodiky. Na základě měření lze tuto tabulku upřesnit tak, jak je uvedeno v tabulce P2.1.

**Tabulka P2.1 Srovnání informativních relativních ekvivalentních hladin hluku $L_{Aeq}$ běžných a protihlukových úprav pomocí asfaltových směsí s CRmB vyjádřené v dB**

| Rychlost vozidel | SMA 11, ACO 11 | | BBTM 5A | BBTM 8B AKO 8 | BBTM 8A ARC 8 | PA 8 | Porušená vozovka |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $L_{Aeq}$ | $\Delta L_{Aeq}$ | | | | | |
| 50 | 94 | 0 | -4 | -2 | -1 | -2 | +2 |
| 80 | 102 | 0 | -1 | -2 | -1 | -2,5 | +3 |
| 100 | 107 | 0 | | -1,5 | -1 | -2 | +3 |
| 120 | 111 | 0 | | -1 | -1 | -2 | +3 |

Poznámky:

1. Do dovolené rychlosti 70 km/h je nejvýhodnější obrusná vrstva BTTM 5A, nepotřebuje žádná opatření pro odvodnění vrstvy a dosahuje nejvyššího snížení hluku
2. Nejvyšší snížení hlučnosti se dosahuje pomocí PA 8, mezerovitost vrstvy se však v běžných podmínkách zanáší nečistotami, proto je vrstva vhodná pro rychlosti vyšší než 80 km/h se zajištěním vnitřního odvodnění vrstvy nezpevněnou krajnicí a hodnoty uvedené v tabulce jsou uvedeny již pro sníženou mezerovitost.
3. Je třeba uvést, že snížení ekvivalentní hladiny hlučnosti o 3 dB znamená stejné snížení jako by způsobilo snížení intenzity dopravy na polovinu nebo snížení rychlosti vozidel z 60 km/h na 50 km/h. Snížení o 6 dB znamená snížení intenzity vozidel na jednu čtvrtinu nebo pro stejnou hlučnost je možno zvýšit rychlost vozidel z 50 km/h na 70 km/h.

# Příloha 3

# P3 DOPORUČENÉ ČÁRY ZRNITOSTI KAMENIVA SMĚSÍ S CRmB

## P3.1 Výchozí předpoklady pro čáry zrnitosti kameniva při použití CRmB

P3.1.1 Čáry zrnitosti pro jednotlivé směsi s CRmB musí vytvořit větší mezerovitost směsi kameniva pro uložení pojiva s nabobtnalým pryžovým granulátem. Proto se doporučují čáry zrnitosti kameniva s nižším obsahem jemného kameniva.

P3.1.2 Čáry zrnitosti splňují požadavky příslušných ČSN EN 13108-1, 2, 5 a 7 obsažené v tabulkách 1 a v ČSN 73 6121 v tabulce B.4 (směs AKO).

P3.1.3 Čáry zrnitosti oproti národním přílohám příslušných ČSN EN 13108-1, 5 a 7 mají nižší přípustný propad na sítech od 2 mm do 0,063 mm.

P3.1.4 PA nesplňuje požadavky tabulky NA-5 ČSN EN 13108-7, protože tato nezavádí všechny kategorie mezerovitosti asfaltové směsi.

## P3.2 Čáry zrnitosti kameniva při použití CRmB

P3.2.1 Čáry zrnitosti jednotlivých směsí s CRmB jsou uvedeny v tabulce P3.1.

P3.2.2 Z hlediska protihlukových vlastností se dává přednost zrnitosti do 8 mm nebo 5 mm.

P3.2.3 Tloušťky vrstev uvedené v tabulce P3.1 pokrývají přípustné tloušťky pro vyrovnání nerovností při údržbě a opravě vozovek.

**Tabulka P3.1 – Úprava čar zrnitosti kameniva pro jednotlivé typy směsí s CRmB oproti Národním přílohám ČSN EN 13108-1, -2, -5 a -7, ČSN 73 6121, příloha B a přípustné tloušťky položených vrstev**

| Zrnitost / síto (mm) | | 31,5 | 22,4 | 16 | 11,2 | 8 | 5,6 | 4 | 2 | 0,5 | 0,125 | 0,063 | Tloušťky vrstev v mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ACO | 8 | | | | 100 | 90–100 | | 45–70 | 25–45 | | 4–11 | 3–8 | 25–45 |
| | 11 | | | 100 | 90–100 | 68–80 | | 38–50 | 25–40 | | 4–10 | 3–7 | 30–50 |
| ACL, ACP | 16 | | 100 | 90–100 | | 54–70 | | 36–52 | 26–38 | | 4–9 | 3–7 | 50–70 |
| | 22 | 100 | 90–100 | 72–82 | | 50–60 | | 34–46 | 24–34 | | 4–9 | 3–7 | 60–100 |
| SMA | 5 | | | | | 100 | 90–100 | | 24-38 | | 9–15 | 6–11 | 15–30 |
| | 8 | | | | 100 | 90–100 | | 28–42 | 20–30 | | 9–12 | 6–11 | 25–40 |
| | 11 | | | 100 | 90–100 | 45–60 | | 26–38 | 20–28 | | 9–12 | 6–11 | 30–50 |
| BBTM A | 5 | | | | | 100 | 90–100 | | 25–40 | 10–20 | | 3–9 | 20–30 |
| | 8 | | | | 100 | 90–100 | | 40–60 | 25–35 | 15–25 | | 3–8 | 20–35 |
| | 11 | | | 100 | 90–100 | 40–60 | | 30–45 | 25–35 | 7–17 | | 3–8 | 25–35 |
| BBTM B | 5 | | | | | 100 | 90–100 | | 15–30 | 8–18 | | 3–7 | 20–35 |
| | 8 | | | | 100 | 90–100 | | 20–35 | 15–25 | 7–17 | | 2–6 | 20–35 |
| | 11 | | | 100 | 90–100 | 30–50 | | 20–30 | 15–25 | 6–15 | | 2–6 | 20–40 |
| PA A | 8 | | | | 100 | 87–100 | | 20–30 | 8–20 | 5–12 | | 2–4 | 20–35 |
| | 11 | | | 100 | 87–100 | 30–50 | | 20–30 | 13–20 | 5–12 | | 2–4 | 25–40 |
| PA B | 8 | | | | 100 | 87–100 | | 10–20 | 5–12 | 3–12 | | 1–3 | 20–35 |
| | 11 | | | 100 | 87–100 | 12–32 | | 10–20 | 5–12 | 3–12 | | 1–3 | 25–40 |
| AKO | 8 | | | | 100 | 85–100 | | 25–35 | 8–18 | | | 2–4 | 20–30 |
| SAL | 4 | | | | | 100 | | 85–100 | 40–60 | | 6–15 | 5–10 | 15–35 |
| | 8 | | | | 100 | 90–100 | | 45–70 | 30–50 | | 5–12 | 4–9 | 20–45 |
| | 16 | | 100 | 90–100 | | 50–75 | | 35–65 | 20–45 | | 4–10 | 3–8 | 50–80 |
| | 22 | 100 | 90–100 | 75–90 | | 50–70 | | 30–55 | 20–45 | | 4–10 | 3–8 | 60-100 |

**Příloha 4**

# P4 STANOVENÍ OBSAHU CRmB VE SMĚSI S CRMB S ODDĚLENÍM PRYŽOVÉHO GRANULÁTU VE ZKOUŠCE S ROZPOUŠTĚDLEM

## P4.1 Účel zkoušky

Postupem uvedeným v této příloze se přesněji stanoví obsah CRmB ve směsi s CRmB v souladu s ČSN EN 12697-1. Stanovuje se obsah pryžového granulátu o velikosti zrn větších než 0,063 mm a rozpuštěného asfaltu s obsahem pryžového granulátu v asfaltu se zrny menšími než 0,063 mm. Tímto způsobem se upravuje požadovaný obsah pojiva v kontrolní zkoušce uvedený v tabulce 4.

## P4.2 Postup zkoušky

Zkouška je modifikací zkoušky podle ČSN EN 12697-1 Stanovení rozpustného obsahu pojiva extrakční průtokovou odstředivkou (za studena). Modifikace zkoušky má za cíl stanovit obsah pryžového granulátu se zrny většími než 0,063 mm a je založena na následujícím postupu oddělení pryžového granulátu v pojivu po rozpuštění směsi s CRmB v pyknometru:

1. Vzorek směsi s CRmB připravený podle ČSN EN 12697-28 se vsype do pyknometru s objemem 1000 $cm^3$; zváží se, zalije se čistým rozpouštědlem s hustotou vyšší než je objemová hmotnost pryžového granulátu (např. perchlorethylen).
2. Takto připravený vzorek se nechá dvě hodiny ustát při laboratorní teplotě.
3. Poté se obsah pyknometru míchá 3 minuty kovovou tyčinkou, aby se částice nerozpuštěného pryžového granulátu uvolnily z kameniva a vyplavaly k hladině rozpouštědla.
4. Směs asfaltu, rozpouštědla a částic pryžového granulátu se scedí přes zkušební síto 0,063 mm; částice pryžového granulátu zůstanou zachyceny na sítě a rozpuštěný asfalt s částicemi pryžového granulátu menšími než 0,063 mm se zachytí do nádoby. Aby se s rozpouštědlem a pojivem neodplavilo i kamenivo, provádí se slévání asfaltu, rozpouštědla a pryžového granulátu z pyknometru do té doby, než se nad hladinu začnou vynořovat zrna kameniva.
5. Pyknometr se znovu doplní rozpouštědlem a promíchává se 3 minuty kovovou tyčinkou, aby se zajistilo promíchání usazeného materiálu.
6. Směs asfaltu, rozpouštědla a částic pryžového granulátu se opět scedí přes zkušební síto 0,063 mm jako v bodě 4.
7. Síto s pryžovým granulátem se proplachuje rozpouštědlem nad nádobou s rozpouštědlem a asfaltem do té doby, dokud do nádoby neteče čisté rozpouštědlo.
8. Síto s pryžovým granulátem se vysuší při teplotě 105 °C do dosažení konstantní hmotnosti.
9. Po ochlazení se pryžový granulát na sítě zváží. Hmotnost odpovídá hmotnosti zachyceného pryžového granulátu.
10. Obsah pyknometru a v nádobě zachycená směs asfaltu a rozpouštědla se vloží do extraktoru a provede se běžná extrakce pojiva extrakční odstředivkou.
11. Z rozdílu hmotnosti asfaltové směsi s CRmB a hmotnosti kameniva včetně fileru po extrakci se stanoví obsah CRmB bez nerozpustného podílu původního asfaltu použitého k výrobě CRmB. Nerozpustný podíl asfaltu lze vypočítat ze vztahu: 0,014•f + 0,05, kde f je obsah částic kameniva prošlých při extrakci sítem 0,063 mm v % hmotnosti celkového kameniva.

## P4.3 Přesnost stanovení obsahu CRmB

Použitím upřesněného postupu přesto zůstane část pryžového granulátu zachycena ve směsi kameniva a částečně ovlivňuje stanovení zrnitosti kameniva na jednotlivých sítech. Je tudíž nutné, aby bylo dodrženo znění poznámek 2 a 3 v 2.7.3.2.

Název: **Metodika pro využití asfaltových směsí s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem**

Vydal:

Zpracovatel: prof. Ing. Jan Kudrna, CSc., VUT v Brně, Fakulta stavební
tel. 602 555 117

Ing. Ondřej Dašek, Ph.D., VUT v Brně, Fakulta stavební
tel. 775 025 178

Ing. Květoslav Urbanec, MBA, CONSULTEST s.r.o.
tel. 603 229 059

Podklady pro zpracování: Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu TA02031191 Výzkum a realizace dodávky asfaltů modifikovaných pryžovým granulátem systémem “just in time” a komplexní servis při výrobě asfaltových směsí.

Počet stran: 32