



Jan Valentin

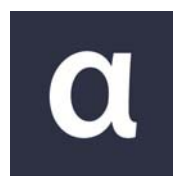
Metodika pro návrh, výrobu a provádění akustických asfaltových vrstev



s finanční podporou



Technologická agentura
České republiky



Alfa



Metodika pro návrh, výrobu a provádění akustických asfaltových vrstev

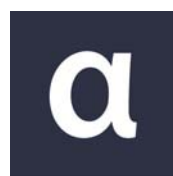
Zpracovatelé: Ing. Jan Valentin, Ph.D. (České vysoké učení technické v Praze)
Ing. Petr Mondschein, Ph.D. (České vysoké učení technické v Praze)
Ing. Petr Hýzl, Ph.D. (Vysoké učení technické v Brně)
Doc. Dr. Ing. Michal Varaus (Vysoké učení technické v Brně)

2015

s finanční podporou



Technologická agentura
České republiky



Alfa

Publikace byla zpracována jako hlavní výstup a za podpory projektu výzkumu a vývoje programu ALFA Technologické agentury České republiky č. TA02030639 „Trvanlivé akustické asfaltové vrstvy s uplatněním výkonových asfaltových pojiv modifikovaných mikrogranulátem pryže včetně inovativní technologie jejího mletí“.

Název: Metodika pro návrh, výrobu a provádění akustických asfaltových vrstev
Hlavní autor: Ing. Jan Valentin, Ph.D.
Spoluautoři: Ing. Petr Mondschein, Ph.D.
Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Doc. Dr. Ing. Michal Varaus

Recenzenti: Ing. Václav Mráz – vedoucí výstavby, Ředitelství silnic a dálnic České republiky, závod Praha
Ing. Denisa Cihlářová, Ph.D. – expert a tajemník VaV, Katedra dopravního staveb na Fakultě stavební VŠB – Technická univerzita Ostrava
Ing. Václav Neuvirt, CSc. – nezávislý expert, jednatel společnosti Nievelt Labor Praha s.r.o.

Vydání: první, 2015
Počet stran: 47

Jazyková korektura: nebyla provedena.
Vytisknuto vlastním nákladem.

© Ing. Jan Valentin, Ph.D.

© Fakulta stavební, české vysoké učení technické v Praze, Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ISBN 978-80-01-05833-6

Anotace certifikované metodiky

Autoři:

Ing. Jan Valentin, Ph.D., Ing. Petr Mondschein, Ph.D., Ing. Petr Hýzl, Ph.D., Doc. Dr. Ing. Michal Varaus

Název:

Metodika pro návrh, výrobu a provádění akustických asfaltových vrstev

Abstrakt:

Dopravní infrastruktura představuje jeden z klíčových komplexních elementů fungování každého státu, přičemž nezastupitelnou roli zejména s ohledem k mobilitě obyvatel, výrobků a zboží zaujímá silniční infrastruktura. Ta generuje vedle pozitivních dopadů pro celkový společenský a ekonomický rozvoj prostřednictvím poskytované dopravy i některá negativa. Jedním z určujících nedostatků je hluková zátěž, která vzniká provozem na pozemních komunikacích a vede ke snižování kvality života, v krajním případě dokonce při dlouhodobém účinku až k zdravotním potížím. Z tohoto důvodu je potřebné rozvíjet vhodná technická řešení, která však nepatří pouze do skupiny tzv. pasivních opatření, jako je např. výměna výplní oken či budování protihlukových stěn, ale i do skupiny aktivních řešení, jež jsou prováděna přímo v místě zdroje vzniku hluku. Jedním z těchto zdrojů je i kontakt pneumatiky pojezdějícího vozidla a povrchu vozovky. Pro takový účel lze využít vhodné úpravy povrchu vozovky či ucelená provedení obrusných vrstev, přičemž nezbytné je, aby taková opatření či technická řešení měla jednotná pravidla a podmínky pro provádění i následnou kontrolu. Tato skutečnost je dána pro některé úpravy asfaltových vozovek, jako jsou drenážní asfaltové koberce či tenké asfaltové betony s upravenými požadavky na mezerovitost.

Účelem a cílem předkládané metodiky je rozšíření a především doplnění existujících možností řešení asfaltových obrusných vrstev o nové typy asfaltových úprav, které nejsou upraveny žádným technickým předpisem či technickou normou platnou v České republice a nemají zavedenu harmonizovanou evropskou normu. Jedná se především o směsi vymezené a metodikou dále specifikované jako SMA NH (akustický asfaltový koberec mastixový) a ACO NH (akustický asfaltový beton pro obrusné vrstvy). Pro tyto směsi jsou vymezeny technické požadavky pro jejich návrh, ověřování a provádění, včetně přístupů a podmínek provádění kontroly kvality a to v souladu se zvyklostmi, které jsou v České republice zavedeny.

Předkládaná metodika představuje ucelený technický dokument, který doplňuje informace o využívání akustických asfaltových obrusných vrstev a jednoznačně vymezuje požadavky na nové typy těchto asfaltových úprav tak, aby mohly být plně využívány na pozemních komunikacích v České republice.

Klíčová slova:

Asfaltová směs, akustické obrusné vrstvy, hluk, snižování hluku, povrchové vlastnosti, silniční asfalt, PMB, CRmB, asfaltový beton, asfaltový koberec mastixový.

Jazyk:

Čeština

Certifikační orgán:

Ministerstvo dopravy České republiky, Odbor kosmických aktivit a ITS.

Annotation of certified methodology

Authors:

Ing. Jan Valentin, Ph.D., Ing. Petr Mondschein, Ph.D., Ing. Petr Hýzl, Ph.D., Doc. Dr. Ing. Michal Varaus

Title:

Methodology for design, mixing and paving of acoustic asphalt layers

Abstract:

Traffic infrastructure represents one of the key complex elements of effective functioning of each country. A matchless role especially with respect to people, products and goods mobility holds road infrastructure, which generates besides positives effects for the whole societal and economic development by the provided transportation services also some negative impacts. One of the determining drawbacks is noise burden, which arises from traffic on road infrastructure and affects the quality of life; in extreme cases of long-term acting can even cause health problems. For this reason it is necessary to develop suitable technical solutions, which nevertheless are not classified only as so called passive measures like exchange of window filling or construction of noise walls, but represents also active measures, which are done directly at the source of the noise. One of such sources is the contact of tire of moving vehicle and pavement surface. For such reason suitable wearing course solutions or surface treatments can be used, whereas it is fundamental that such solutions and technical measures have unified rules and condition for realization and subsequent control. This is given for some asphalt pavement treatments like porous asphalt or thin asphalt concrete layers with modified requirements on voids content.

The intention and aim of the methodology is extension and mainly supplementation of existing possible solutions for asphalt wearing courses by new types of asphalt mixes, which are so far not specified in any existing technical specifications or technical standard valid in the Czech Republic. At the same time there is for such solutions not a harmonized European standard in place. It concerns especially by the methodology specified mixes SMA NH (acoustic stone mastic asphalt) and ACO NH (acoustic asphalt concrete for wearing courses). For these mixes technical requirements are defined focusing on their design, assessment and realization, including approaches and conditions for quality control check. All is defined with respect to custom practice in the Czech Republic.

Presented methodology represents complex technical document, which supplements information about the use of acoustic asphalt wearing courses and unambiguously defines requirements for new types of these asphalt treatments to allow their fully use within the road infrastructure in the Czech Republic.

Keywords:

Asphalt mix, acoustic wearing course, noise, noise reduction, surface characteristics, straight-run bitumen, PMB, CRmB, asphalt concrete, stone mastic asphalt.

Language:

Czech

Certification Authority:

Ministry of Transport of the Czech Republic, Department of aerospace activities and ITS.



Ministerstvo dopravy

nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12
PO BOX 9, 110 15 Praha 1

Praha 1. února 2016
Č. j.: 92/2015-710-VV/1

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

o uznání uplatněné certifikované metodiky
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

„Metodika pro návrh, výrobu a provádění akustických asfaltových vrstev“

ŘEŠITEL

ČVUT v Praze, Fakulta stavební
VUT v Brně, Fakulta stavební

Autor:

Ing. Jan Valentin, Ph.D.
Ing. Petr Mondschein, Ph.D.
Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Doc. Dr. Ing. Michal Varaus

Dedikace:

Vypracované v rámci výzkumného projektu č. TA02030639 názvem „Trvanlivé akustické asfaltové vrstvy s uplatněním výkonových asfaltových pojiv modifikovaných mikrogranulátem pryže včetně inovativní technologie jejího mletí“ financovaného za podpory TA ČR.

Zpracovatelé 2 nezávislých oponentních posudků:

- Ing. Denisa Cihlářová, Ph.D., VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební
- Mgr. Václav Mráz, ŘSD ČR

JUDr. Václav Kobera
Ředitel

Odbor ITS, kosmických aktivit a VaVal



Obsah

1.	Úvod - cíl metodiky	8
2.	Vlastní popis metodiky.....	10
2.1	Účel metodiky	11
2.2	Obecné uvedení do problematiky.....	11
2.3	Zkušenosti nejlepší zahraniční praxe s akustickými asfaltovými vrstvami.....	16
2.3.1	Protihlukové tenké asfaltové koberce.....	16
2.3.2	Asfaltové koberce mastixové.....	16
2.3.3	Asfaltové koberce drenážní	16
2.3.4	Asfaltové koberce drenážní třetí generace.....	22
2.4	Stavební materiály pro asfaltové směsi typu SMA NH a ACO NH.....	28
2.4.1	Kamenivo.....	28
2.4.2	Asfaltové pojivo	29
2.4.3	R-materiál	30
2.4.4	Přísady	30
2.5	Návrh složení směsi	30
2.6	Postup pro zpracování a zhutňování vrstev SMA NH, ACO NH.....	32
2.6.1	Úprava podkladu	32
2.6.2	Výroba a skladování asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy	32
2.6.3	Pokládka asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy.....	32
2.6.4	Hutnění asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy	32
2.6.5	Kontrola zhutnění asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy	32
2.7	Zkoušení a kontrola	34
2.7.1	Zkoušky typu	34
2.7.2	Kontrolní zkoušky	34
2.8	Životní prostředí.....	37
3.	Srovnání novosti postupů	38
4.	Popis uplatnění certifikované metodiky.....	40
5.	Ekonomické aspekty.....	41
6.	Seznam použité související literatury	42
6.	Seznam publikací, které předcházely metodice.....	42
	Příloha A: Příklad protokolu konkrétních asfaltových směsí pro akustické obrusné vrstvy	46

1. Úvod - cíl metodiky

Metodika je výstupem projektu č. TA02030639 „Trvanlivé akustické asfaltové vrstvy s uplatněním výkonových asfaltových pojiv modifikovaných mikrogranulátem pryže včetně inovativní technologie jejího mletí“ podpořeného programem ALFA Technologické agentury České republiky. Na vypracování se podíleli autoři řešitelské organizace Českého vysokého učení technického v Praze a Vysokého učení technického v Brně.

Problematika hluku dnes představuje jedno z klíčových témat řešených v souvislosti s rozvojem dopravy a dopravní infrastruktury v rámci Evropské unie. Hluk působený vozidly má řadu zdrojů, přičemž jedním z těchto zdrojů je hluk vznikající na styku pneumatiky a povrchu vozovky. Při snižování hluku z dopravy lze využít řadu opatření, která zahrnují tradiční a běžné aplikované instalace protihlukových stěn či využití akustických oken, či v České republice dosud v omezené míře používaná aplikace technologií asfaltových vrstev snižujících hlučnost, kdy lze dosáhnout omezení hladiny hluku o 3-7 dB (A). Tyto technologie mají svá specifika, přednosti, ale i nedostatky.

Jak uvádí dříve zpracovaný dokument certifikovaný Ministerstvem dopravy ČR „Metodika pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže“ patří hluk v dnešní době k nejrozšířenějším škodlivým dopadům na životní prostředí. Ve smyslu ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje dopravy je vhodné mít dostatečně podrobné akustické charakteristiky používaných či průběžně rozvíjených technologií výstavby povrchu vozovek a znát změny jejich akustických charakteristik z dlouhodobého hlediska.

Jedním z hlavních cílů projektu, který je souhrnně zpracován ve formě doporučených technických postupů a parametrů byl rozvoj a inovativní řešení různých typů akustických asfaltových vrstev či systémů využitelných v intravilánu a u kapacitních komunikací v okolí měst a obcí. Vycházelo se z předpokladů zahraničních poznatků, na jejichž základě bylo postupně rozvinuto vlastní řešení především pro obrusné vrstvy vozovek, které vedou k dostatečnému hlukovému útlumu, z hlediska životnosti se jedná o trvanlivější úpravy a současně je předpokladem technickými parametry nastavit takové podmínky, aby akustická asfaltová provedení obrusných vrstev nebyla náchylná k zvýšeným nárokům na údržbu, jak se obecně musí uvažovat v případě tradičně známých úprav drenážních asfaltových koberců (PA). Ve vhodných typech asfaltových směsí je umožněno využití polymerem modifikovaných asfaltových pojiv (PMB), tradičních gumou modifikovaných pojiv (RmB) jakož i rozvíjených dalších generací asfaltových pojiv s drčenou či mletou pryží (CRmB nebo MRmB). Nové typy asfaltových směsí jsou v současnosti v praxi silničního stavitelství a silničního hospodářství postupně zaváděny a zpracovaná metodika má umožnit jejich další standardizaci a sjednocení technického přístupu.

Obsah této metodiky formuluje zásady a pracovní postup, který umožňuje navrhovat, provádět a ověřovat technické parametry asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy, které nelze zařadit pod drenážní asfaltové koberce dle ČSN EN 13108-7 Cílem tohoto dokumentu je poskytnout efektivní nástroj pro běžné používání tohoto typu asfaltových směsí na všech typech pozemních komunikací v ČR s ohledem ke skutečnosti, že tyto směsi nejsou dosud nijak zavedeny v harmonizovaných evropských normách řady EN 13108-xx. Hodnocení akustické účinnosti lze z laboratorního hlediska provádět v souladu s „Metodikou měření akustické pohltivosti asfaltových obrusných vrstev vozovek v laboratoři“ a na pozemních komunikacích lze míru účinnosti ověřovat a prokazovat v souladu s postupy zavedenými „Metodikou pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže“. Tento dokument certifikovaný Ministerstvem dopravy ČR tak je technickým nástrojem při schvalování a kontrole nenormových asfaltových směsí

pro akustické asfaltové obrusné vrstvy. Nenahrazuje povinnost každého výrobce předkládat v souladu s platnými právními úpravami a požadavky systému jakosti Stavební technické osvědčení.

2. Vlastní popis metodiky

2.1 Účel metodiky

Problematika akustických asfaltových povrchů je v ČR intenzivněji řešena přibližně posledních 7 let. Koordinovaně se této oblasti věnovalo či věnuje v posledních letech několik projektů VaV, které jsou podporované MŠMT, MPO nebo Technologickou agenturou ČR. Zmínit lze zejména následující projekty a výzkumná centra, jejichž cíle je podpora rozvoje a zavádění inovací a slouží pro oblast experimentálního vývoji, nikoli základního výzkumu:

- Centrum integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí (CIDEAS); projekt MŠMT ČR 1M0579 realizovaný v letech 2005-2011 s dílčími aktivitami věnovanými též problematice hluku, např. dílčí zpráva 2.4.1.1-1 či 1.3.1.3-P3.
- Centrum efektivní a udržitelné dopravní infrastruktury (CESTI); projekt TAČR TE01020168 rámci programu Centra kompetence, který je realizovaný v letech 2013-2019 s dílčími aktivitami věnovanými problematice akustických povrchu a měření hlukové zátěže z dopravy.
- projekt „Změna hluku povrchů vozovek v průběhu několika let používání“; individuální projekt TAČR, program Alfa (hlavní řešitel: CDV, Ing. Vítězslav Kulhánek, Ph.D.).
- projekt „Trvanlivé akustické asfaltové vrstvy s uplatněním výkonových asfaltových pojiv modifikovaných mikrogranulátem pryže včetně inovativní technologie jejího mletí“; individuální projekt TAČR, program Alfa (hlavní řešitel: ČVUT v Praze, Ing. Jan Valentin, Ph.D.).

V současnosti neexistuje jednotný přístup k problematice asfaltových povrchu snižujících hlukovou zátěž (akustických asfaltových povrch) a tudíž neexistuje ani jednotná norma, co lze považovat za významné snížení hlukové zátěže. Současně neexistují jednoznačná kritéria, která by sloužila a byla obecně v České republice přijata jako kvalitativní parametry prokazující přínos v oblasti snížené hlukové zátěže. Vycházet lze pouze z některých technických norem při návrhu asfaltové směsi (např. ČSN EN 13108-7 jako výrobní norma pro asfaltové směsi typu PA) či ze zahraničních zkušeností a doporučení, která jsou vydávána v jiných evropských zemích. Dále lze vycházet z poznatků prezentovaných v řadě odborných článků, které v uplynulých letech byly publikovány např. v rámci konference Asfaltové vozovky 2009, 2011 a 2013, nebo byly uveřejněny v odborných časopisech Silnice Železnice, Silnice mosty a Silniční obzor. Dostupné poznatky, které prokazatelně existují, jsou obecně dostatečným průkazem skutečnosti, že směsi typu PA, SMA LA, ACO LA, BBTM (včetně komerčních podob těchto typů asfaltových směsí) přínos v oblasti snížení hlukové zátěže prokazatelně mají a to jak v provedení s polymerem modifikovaným asfaltovým pojivem, tak i v provedení s pojivy modifikovanými drcenou či jemně mletou pryží.

S ohledem k výše uvedenému tým vedený Fakultou stavební ČVUT v Praze v průběhu v roce 2013 zaslal MD ČR podnět k zpracování technických podmínek ministerstva, které by v dostatečné míře standardizovaly a sjednotily přístup v oblasti asfaltových vrstev snižujících hlukovou zátěž. Návrh byl projednán Radou pro jakost a MDČR zaslalo kladné rozhodnutí pro zpracování prvního návrhu budoucích technických podmínek (TP), které budou navazovat na zde uváděnou certifikovanou metodiku.

Dále je třeba uvést, že v případě asfaltových vozovek, které i v ČR dnes tvoří rozhodující podíl silniční infrastruktury, existuje řada poznatků, praktických ověření a technologických řešení, jak zlepšovat životní podmínky a komfort, včetně snižování hluku generovaného

silniční dopravou. Navzdory nepřesvědčivým poznatkům s aplikací asfaltových koberců drenážních v Československu na přelomu 70. a 80. let, jakož i dále v průběhu 80. let, řada zahraničních poznatků ukazuje, že pro obrusné vrstvy lze výraznějšího efektu snížení hlučnosti dosáhnout vyšší mezerovitostí zhutněné asfaltové vrstvy nebo vhodnou makrotexturou povrchu vozovky, v ideálním případě potom kombinací obou těchto faktorů. Jak ukazují zahraniční zkušenosti, lze v tomto případě udržet snížení hladiny hluku v rozmezí 4-7 dB(A) po dobu 8 -10 let, která v zásadě vždy odpovídá minimální době životnosti těchto asfaltových úprav z hlediska jejich dalších technických parametrů jako je trvanlivost či odolnost proti deformacím. Pro nové generace drenážních asfaltových koberců lze dokonce uvažovat se snížením hlučnosti až o 8 dB(A), tyto však nejsou předmětem této metodiky. Pokud dojde k zohlednění poznatku, že redukce hladiny hluku o 5 dB(A) odpovídá snížení vnímání hlučnosti na poloviční hodnotu, nabízejí tyto technologie v kombinaci s dalšími protihlukovými opatřeními (v případě nutnosti) kvalitní technologický nástroj pro omezení negativního aspektu hlukové zátěže.

Je třeba zdůraznit, že aplikace technologií obrusných vrstev vozovek snižujících hlučnost je mnohem lépe využitelná pro pozemní komunikace v zastavěném i nezastavěném území, přičemž opodstatněnost těchto technologií je v případě dopravních rychlostí nad 60 km/h.

2.2 Obecné uvedení do problematiky

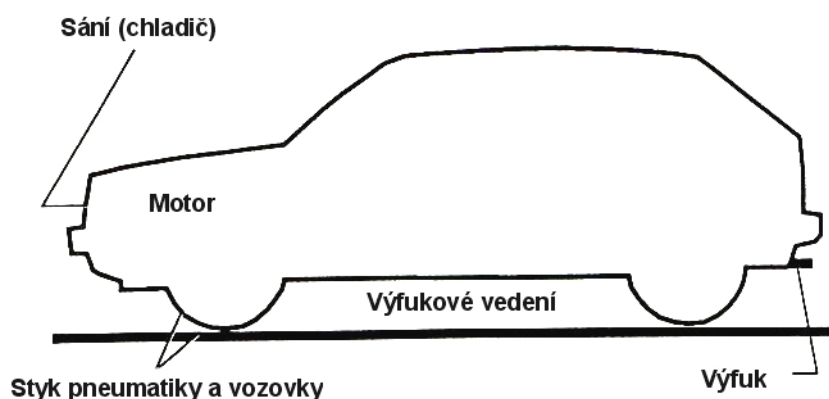
V důsledku výrazného zvýšení procenta obyvatelstva, které považuje hluk za faktor snižující jejich životní úroveň, představuje tato problematika i v oblasti silničního stavitelství oblast, které je třeba věnovat patřičnou pozornost. Především zatížení dopravním hlukem dnes představuje v hustě obydlených regionech nebo v blízkosti silničních tahů s vysokou intenzitou dopravy oblast vyžadující snižování celkové hladiny hluku. Statistický průzkum provedený již počátkem devadesátých let v Rakousku například prokázal, že více jak 30% obyvatel se cítí být ve svých obydlích negativně ovlivněna hlukem. Dnes lze toto procento považovat za mnohem vyšší. Z hlediska původce hluku bylo v minulosti již mnohokrát prokázáno, že klíčovým zdrojem v denních hodinách je hluk působený dopravou – v Rakousku např. bylo zjištěno, že na celkovém hluku se doprava podílí až 83 %. Tato problematika je celkově o to komplikovanější, že snahou je především při bydlení kombinovat co možná nejkvalitnější prostředí s dostatkem zeleně, které je však na druhé straně velmi rychle dopravně dostupné v pokud možno malé vzdálenosti od významných dopravních cest. Dalším aspektem, který celkově problematiku hluku rozšiřuje, je rostoucí nákladní silniční doprava, u níž lze v posledních 20-25 letech zaznamenat velmi výrazný vývoj a značný přesun přepravy zboží a materiálu z železnice na silnici.

Hluk takto generovaný dopravou lze přitom snižovat dvěma základními způsoby – snížení hlukové imise nebo snížení hlukové emise.

Řadu let se ochrana proti hluku zaměřovala především na zavádění opatření, která snižují hlukovou imisi, tedy budování protihlukových stěn a valů. Tato druhotná opatření jsou nicméně účinná jen v bezprostřední blízkosti pozemní komunikace a v mnoha ohledech vedou k proměně místního krajinného rázu a bezprostředního prostředí, ve kterém člověk žije. Znehodnocují estetiku i celkovou kvalitu života. Vytvářejí nutný, avšak do značné míry násilnější zásah do prostředí, ve kterém člověk žije. Další formou snižování hlukové imise je používání protihlukových oken (hovoříme o pasivní ochraně proti hluku). V uplynulých dvaceti letech současně bylo snahou ve zvýšené míře omezit hluk přímo v místě jeho vzniku. Z tohoto důvodu bylo důležité identifikovat klíčové zdroje hluku

vozidla, aby bylo následně možné zavést vhodné úpravy, které by vedly ke snížení hluku. Identifikovány byly následující oblasti:

- hluk motoru (zrychlování, jízda při stejné rychlosti apod.),
- hluk sání,
- hluk výfuku,
- hluk převodového ústrojí,
- hluk z pohybu pneumatik po povrchu vozovky,
- aerodynamický hluk (projevuje se až při vyšších rychlostech).

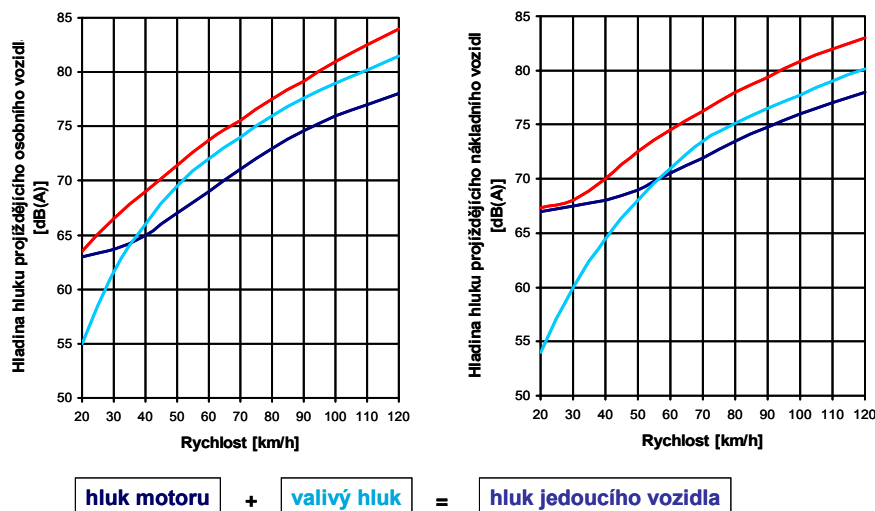


Obrázek 1: Hlavní zdroje hluku u osobního automobilu

Valivý hluk, lépe řečeno hluk vznikající na styku pneumatiky kola vozidla a povrchu vozovky vzniká v důsledku jejich vzájemného tření a primárně je závislý na rychlosti jedoucího vozidla. V dřívějších dobách byla tato složka hluku druhotná, jelikož hlavním původci hluku byly běh motoru či sání, stejně jako i méně aerodynamický tvar karoserie. V důsledku vývoje výkonnějších motorů a zavádění nových konstrukčních forem vozidel je dnes hluk působený těmito zdroji významně omezen. Dominantní zůstává hluk motoru při rozjíždění a zrychlování vozidla. FELSKE[21] předpokládá 30 km/h jako mezní rychlost, při jejímž překročení u osobního vozidla již dominuje valivý hluk. Oproti tomu některé další zdroje uvádějí, že významnější se hluk působený valivým pohybem pneumatiky po vozovce stává až při rychlostech mezi 50 a 100 km/h, přičemž nižší hodnoty platí pro jízdu po mokré vozovce, kdy se hodnota valivého hluku obecně zvyšuje o 8-10 dB(A). V případě nákladních vozidel je touto mezní rychlostí 70 km/h. Z tohoto poznatku vyplývá, že pro účinné snižování hlukové zátěže ze silniční dopravy je dnes třeba věnovat pozornost souběžně všem zdrojům stejnoměrně, jelikož neexistuje jednoznačná převaha pouze jednoho vlivu pro všechny situace provozu na pozemních komunikacích (skutečnost je demonstrována v následujícím obrázku). Z hlediska silničního stavitelství potom při vyšších rychlostech především problematice hluku na styku pneumatiky kola a povrchu vozovky.

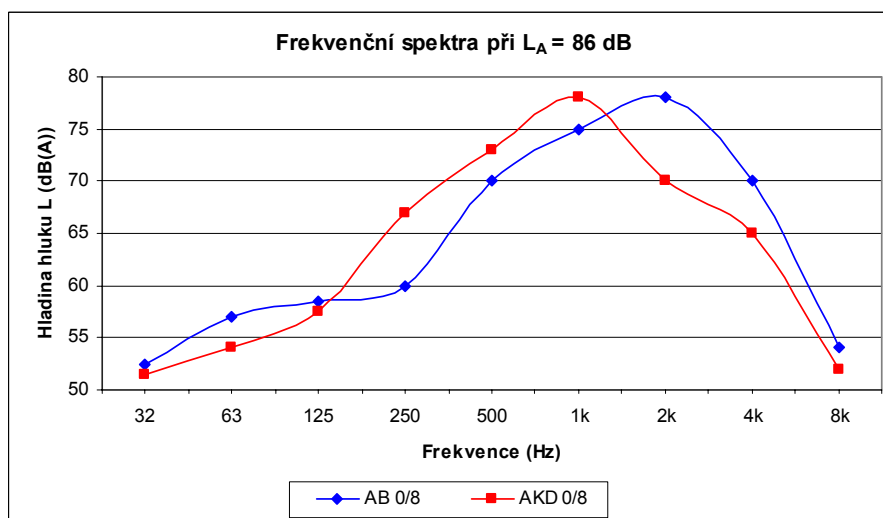
V případě valivého hluku je vedle rychlosti dalším klíčovým aspektem druh povrchu krytu vozovky a především potom jeho textura a to z hlediska vzniku hluku, jakož i jeho šíření (odraz akustických vln). Obrusné vrstvy s vhodnou makrotexturou nebo vysokou mezerovitostí, jako např. asfaltové koberce drenážní, mohou hluk vznikající pojezdem vozidel po povrchu vozovky dále snižovat absorpcí a omezením šíření hlukových vln. V případě absorpce však dosud panuje mezi odborníky nejednoznačný pohled. Například STEVEN [9] ve své práci uvádí, že v případě drenážního koberce tloušťky 4 cm lze absorpcí hluk snížit pouze o 1-2 dB a tento poznatek odůvodňuje skutečností, že pro provozní podmínky, při kterých je valivý hluk určující složkou hluku, sehrává efekt

absorpce druhořadou roli. SANDBERG [12] v souvislosti s absorpční schopností uvádí, že pohltivost nesnižuje pouze hluk vznikající na styku pneumatiky a vozovky, nýbrž může pozitivně přispívat ke snížení hluku motoru, obzvláště pokud se hlukové vlny na delší vzdálenost šíří při povrchu vozovky. V této souvislosti uvádí jako další významný faktor porézности směsi obrusné vrstvy. Ve zprávě PIARC [10] k problematice drenážních koberců z roku 1993 se absorpci připisuje dílčí podíl při snižování valivého hluku. Určujícím faktorem je složení směsi z hlediska co nejvhodnější textury a maximální dosažitelná mezerovitost směsi.



Obrázek 2: Složky hluku při kontaktu pneumatiky a povrchu vozovky (vlevo osobní vozidlo, vpravo nákladní vozidlo)

V případě drenážních koberců sehrává při snižování hluku nemalou roli též frekvenční posun. Lidské ucho vnímá hluk stejné intenzity při různé frekvenci s různou mírou hlučnosti, přičemž nižší frekvence jsou identifikovány jako méně rušivé a tudíž subjektivně tišší. Tento poznatek prokázala řada měření provedených na úsecích s drenážním kobercem, kdy bylo dosaženo velmi dobrého snížení subjektivního vnímání hlučnosti, ačkoli maximální hodnoty měřeného hluku nenaznačovaly tak výrazné snížení hladiny hluku. Tato skutečnost je způsobena popsáním posunem ve frekvenčním spektru do oblasti nižších frekvencí.



Pro kategorizaci textury povrchu vozovky se obvykle používají následující intervaly vlnových délek:

- mikrotextura $\lambda = 0-0,5$ mm; určená drsností povrchu
- makrotextura $\lambda = 0,5-50$ mm; určená křivkou zrnitosti a největším zrnem ve směsi
- megatextura $\lambda = 50-500$ mm; určená způsobem technologického provedení obrusné vrstvy

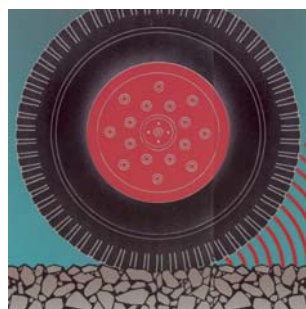
Mikrotextura je důležitá z hlediska dostatečných protismykových vlastností na styku pneumatiky a povrchu vozovky a tedy bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích. Makrotextura je důležitá z hlediska drenážní funkce obrusné vrstvy a díky tomu umožňuje dostatečné působení mikrotextury. Megatextura je důležitá z hlediska jízdního komfortu. Na základě určení textury povrchu vozovky, lze vymezit určující mechanismy, které ovlivňují do značné míry vznik a šíření valivého hluku:

- **radiální oscilace (kmitání)**

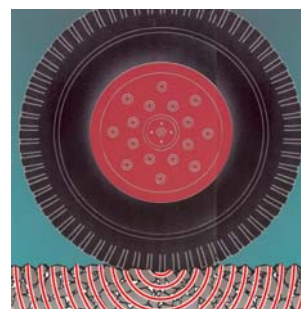
Nerovnosti vozovky, především v intervalu vlnových délek 30 – 100 mm, vyvolávají u pneumatiky tzv. radiální kmitání. Intenzita hluku, který při tom vzniká je tím větší, čím drsnější je povrch vozovky. Tato složka hluku dosahuje největší amplitudy při nejnižších frekvencích a spektrální skladba je funkcí rychlosti.

- **rezonance a air-pumping efekt**

Dezén pneumatiky s řadou drážek působí při přejezdu vozovky (v místě styčných ploch) jako akustické rezonátory. V drážkách profilu pneumatiky se navíc stlačuje vlivem valivého pohybu pneumatiky vzduch, který je ihned explozivně uvolňován (air-pumping). Vznikající hluk se zvětšuje v závislosti na míře, kterou textura povrchu vozovky utěsňuje prostor kolem drážek. Tato složka hluku dosahuje největší amplitudy při vysokých frekvencích a je závislá na rychlosti. Problematiku efektu air-pumping lze znázornit následujícím obrázkem.



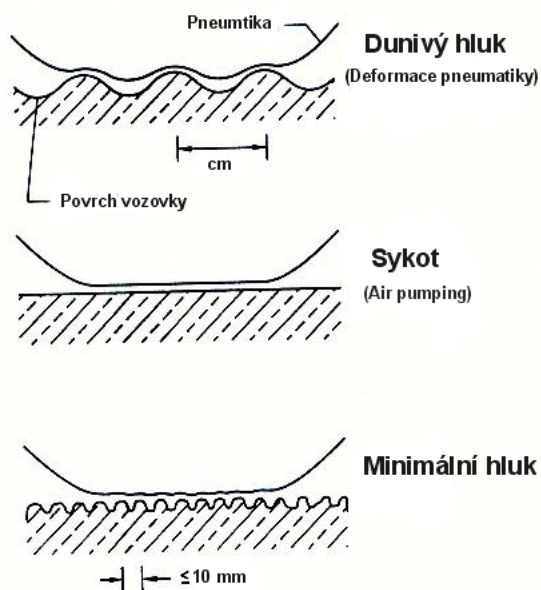
Obrázek 3.a: Vznik valivého hluku a tzv. efektu air-pumping (směs SMA nebo AC).



Obrázek 3.b: Pohlčení valivého hluku a omezení efektu air-pumping (směs PA).

Z hlediska optimální makrotextury povrchových úprav vozovek snižujících hlučnost jsou podstatná následující tvrzení SANDBERGA [12], kdy pro lepší absorpci hluku by měla makrotextura dosahovat vysokých amplitud v intervalu vlnových délek 0,5 – 10 mm a nízkých amplitud v intervalu 10 – 50 mm. U mezerovitých obrusných vrstev (např. drenážní koberce) je vedle již uvedeného vlivu textury povrchu dalšího snížení hluku docíleno právě pohlčováním nebo sníženým odrazem hluku od povrchu (tzv. reflexní vlastnosti povrchu). O vlivu a velikosti efektu pohlčování (absorpci zvuku) u otevřených asfaltových úprav však dosud panují mezi odborníky rozdílné názory. STEVEN [9] ve své zprávě například uvádí, že u drenážních asfaltových koberců tloušťky 40 mm dochází pohlčováním ke snížení hluku pouze o 1-2 dB. Svě tvrzení odůvodňuje tím, že při

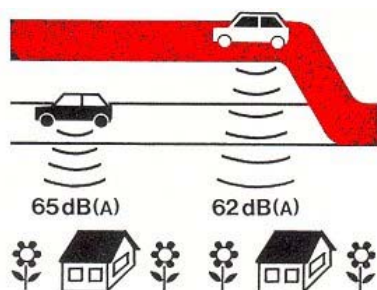
provozních podmínkách, kdy je určujícím faktorem hluku pohyb pneumatiky po povrchu, sehrává absorpce druhořadou roli. Významnější úlohu pohlcování spatřuje STEVEN [9] při provozních podmínkách, kdy je dominujícím faktorem hluk motoru a frekvence vnímaného hluku se pohybuje nad 500 Hz.



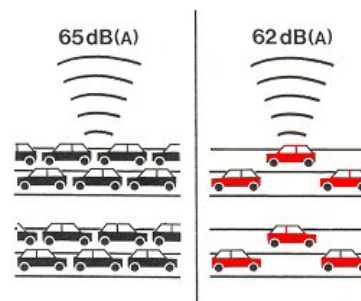
Obrázek 4: Vliv makrotextury na hlučnost vznikající mezi pneumatikou a povrchem vozovky.

Z hlediska opatření proti vzniku hluku nebo jeho snižování lze obecně přistupovat dvěma způsoby. Buď se jedná o aktivní protihluková opatření, která dle předpisů ve většině vyspělých zemí jsou vždy upřednostňována, nebo se jedná o pasivní protihluková opatření. Do druhé skupiny patří veškerá zlepšení či úpravy, která se provádí na budovách (zesílení prosklení, úprava otvorů apod. – viz obrázek 5.c). Do první skupiny se řadí následující vhodná řešení:

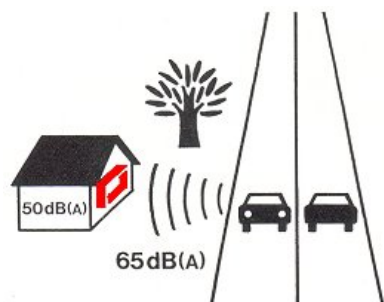
- zvětšení vzdálenosti vedení trasy komunikace od chráněných objektů (obrázek 5.a) nebo dodržení doporučených hodnot minimální vzdálenosti, při které nedochází ke zhoršení hlukové zátěže;
- omezení intenzity provozu (obrázek 5.b);
- technická opatření u vozidel – snížení hlučnosti motoru apod. (obrázek 5.d);
- provedení protihlukových valů nebo stěn (obrázek 5.e);
- provedení povrchu vozovky s využitím vhodné úpravy snižující hluk (obrázek 5.f);
- vedení trasy v zářezech.



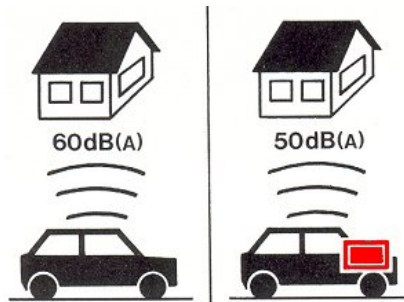
Obrázek 5.a: Zvětšení vzdálenosti trasy od objektu



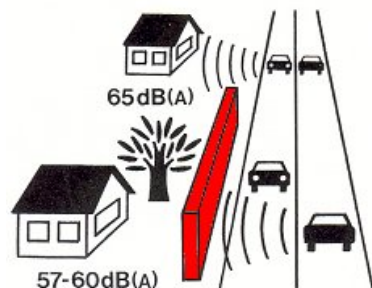
Obrázek 5.b: Omezení intenzity provozu



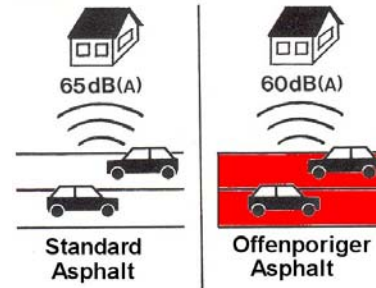
Obrázek 5.c: Pasivní protihlukové opatření



Obrázek 5.d: Technické opatření na vozidle



Obrázek 5.e: Provedení protihlukové stěny



Obrázek 5.f: Provedení akustického povrchu (PA)

2.3 Zkušenosti nejlepší zahraniční praxe s akustickými asfaltovými vrstvami

2.3.1 Protihlukové tenké asfaltové koberce

Tato technologie představuje úpravu s konstrukční tloušťkou do 25 mm. Provádí se za horka pokládkou klasickými finišery. Dosud se tyto technologie v zahraničí nejčastěji používaly v rámci oprav betonových i asfaltových vozovek. Cílem této aplikace bylo především zlepšit protismykové vlastnosti a uzavřít rozrušený povrch vozovky. Tenké asfaltové koberce frakce 0/4 nebo 0/8 s mezerovitostí max. do 15%-hm. používané například v Rakousku jsou z hlediska čáry zrnitosti podobné PA. Tyto úpravy se nerealizují s cílem zlepšení drenážní schopnosti, nicméně mezerovitá struktura umožňuje snižovat air-pumping efekt, na druhé straně však nelze očekávat vyšší absorpční schopnost a to díky malým a relativně rychle se zanášejícím mezerám. Do této skupiny je též řazena v minulosti používaná technologie microdrain, současně by bylo možné do této skupiny zařadit dnešní mikrokoberce, které mají obdobný cíl užití. Prokázaný efekt snížení hlučnosti se pohybuje na úrovni -3 db(A). Technologii microdrain, která se používala v osmdesátých letech minulého století v omezené míře např. v sousedním Rakousku, lze považovat za předchůdce dnešních asfaltových koberců drenážních.

Za dalšího zástupce tohoto typu tenkovrstvé úpravy lze považovat tenké asfaltové koberce s označením Rugosoft či Nanosoft, jež jsou patentovanou technologií francouzské společnosti COLAS a dle dostupných informací umožňují snižování hluku až o 7 dB(A). Tato směs se provádí zpravidla v tloušťce 2-3 cm a existují zkušenosti s jejím použitím v extravilánu i intravilánu. Obdobným příkladem úspěšného v Evropě ověřeného typu asfaltového koberce se s parametry umožňujícími snížení hluku je asfaltová směs Viaphone patentovaná společností Eurovia.

2.3.2 Asfaltové koberce mastixové

V případě speciálních typů asfaltových koberců mastixových se sníženou hlučností (SMA LA), se jedná o typy úprav obrusných vrstev, které byly především v Rakousku a

Německu od poloviny devadesátých let 20. století postupně rozvíjeny a aplikovány jako alternativa protihlukové technologie drenážních koberců. Předností jsou zejména menší nároky na pravidelnou údržbu, nižší náročnost zimní údržby a výrazně snížené riziko zanášení mezer nečistotami. V současnosti již existují dlouhodobé zkušenosti a poznatky provozního chování tohoto typu směsí, včetně jejich životnost na vysoce zatížených vozovkách. Díky stavebně technickým charakteristikám této asfaltové úpravy, především co do povrchové textury a minimálních podélných nerovností je možné je možné dosahovat snížení hlukové emise v úrovni cca 4-5 dB(A). V Rakousku či Německu se v této souvislosti dosud uplatňovaly především směsi typu SMA 8 LA.

Dosud používaný systém modifikované podoby tradičního asfaltového koberece mastixového (SMA LA) se osvědčil z důvodu nabízejících se ekonomických výhod:

- u těchto směsí se nemusí klást zvýšené požadavky na zrnitost kameniva,
- v porovnání s drenážními asfaltovými koberci nejsou nutné zvýšené požadavky na odvodnění,
- nebyly zaznamenány zvýšené náklady při zimní údržbě,
- při obnově obrusné vrstvy se oprava neprovádí plošně, příp. se nemusí v celé tloušťce frézovat, což šetří náklady, zkracuje dobu stavby a tím minimalizuje náklady na dopravní uzávěrky,
- upravená směs SMA pro ložní vrstvy lze použít jako R-materiál při výrobě nových asfaltových směsí

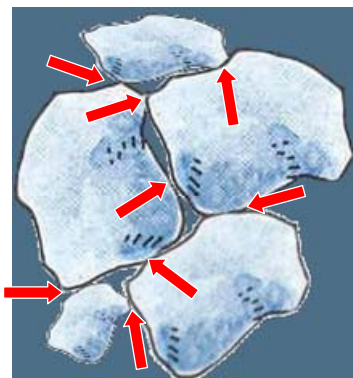
Tabulka 1: Porovnání směsí typu PA 8 a SMA 8 LA

Typ obrusné vrstvy	PA 8	SMA 8 LA
Snižování hladiny hluku podle německé RLS 90 D_{Stro}	-5 dB(A)	žádná hodnota D_{Stro} min. -4 dB(A))
Provedení v intravilánu	ne	preferováno v podobě SMA 5 LA
Provedení v oblastech křižovatek, na vjezdech, v odbočovacích pruzích	ne	podmínečně možné
Rychlost vozidel	>60 km/h	omezení nebylo prokázáno
Použití po celé šířce vozovky	ano	výhodné
Zvýšené požadavky na odvodnění	ano	ne, jako SMA
Použití homogenizátoru	ano	ano
Stálá rychlost finišeru	ano	ano
Jednotková cena ve srovnání se SMA 8S	cca. + 100 %	cca. + 10 %
Zvýšené požadavky na zimní údržbu	ano	ne
Okamžité opatření na vyčištění při úniku pohonných hmot atd.	ano	ano
Čištění	nutné při znečištění a klesajícím akustické účinnosti	Pravděpodobně potřebné avšak s mnohem menší četností než PA
Stavebně technická životnost	cca. 8 až 10 let	předpokládá se více jak 10 let
Sanace poškozené vozovky	lze provádět omezeně	lze provádět neomezeně

2.3.3 Asfaltový koberec drenážní

Asfaltový koberec drenážní se definuje jako vysoce mezerovitá asfaltová směs a je v současné době upraven výrobkovou normou ČSN EN 13108-7. Zvýšené mezerovitosti je docíleno upraveným návrhem čáry zrnitosti, kde se téměř výhradně uplatňují zrna ve směsi největší použité frakce. Díky této stavbě vzniká omezený podíl kontaktních ploch mezi zrny, což na druhé straně vede k většímu namáhání celé kamenné kostry. Z tohoto důvodu jsou kladeny značné kvalitativní požadavky na použité kamenivo a to především

co do jeho otlukovosti, ohladitelnosti, odolnosti proti mrazu, tvarového indexu a pevnostních charakteristik. Na druhé straně je třeba zcela otevřeně zdůraznit, že výroba směsi je z hlediska požadavků na kvalitu a na použité vstupní materiály velmi náročná a poměrně nákladná. V Rakousku či Německu je proto povoleno použití pouze kvalitativní drceného kameniva. Zpravidla se uplatňují PA zrnitosti 0-8 mm, 0-11 mm a 0-16 mm, přičemž za nejlepší kompromis je dosud považována směs PA 11. Volbou jemnozrnější směsi by sice bylo možné dosáhnout snížení oscilace pneumatik, nicméně systém mezer se stává uzavřenějším a menší mezery jsou více náchylné na zachování jejich průchodnosti po co nejdelší dobu. Dalším významným aspektem je použité asfaltové pojivo, jehož hlavním úkolem je dostatečné slepení jednotlivých zrn kameniva na omezených kontaktních ploškách. Důvodem je skutečnost, že oproti například směsi typu SMA drenážní koberec se vyznačuje minimálním podílem asfaltové malty, která by vyplňovala prostor mezi většími zrny. Kohezi tak zajišťuje zejména pojivo a kvalita jeho vazby se zrny kameniva (obrázek 6). V současné době se proto doporučují výhradně modifikovaná vysoce viskózní asfaltová pojiva, která musí vykazovat vynikající lepivost, výbornou přilnavost ke kamenivu a značnou odolnost ke stárnutí (to opět klade vyšší nároky na cenu). K zamezení stékavosti pojiva se navíc aplikuje nosič pojiva – použití vhodných stabilizačních přísad např. celulózových vláken. Vzniklé mezery jsou z větší části vzájemně propojené a tvoří komplexní systém, který umožňuje rychlé odvedení srážkové vody z povrchu vozovky od osy pozemní komunikace příčným transportem do krajů tělesa vozovky.

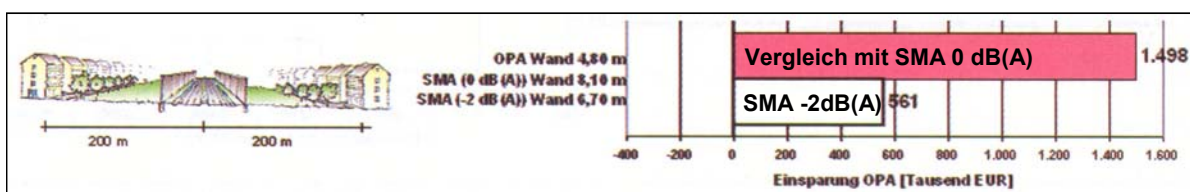


Obrázek 6: Zajištění koheze u směsi PA.

Životnost drenážních asfaltových koberců z hlediska schopnosti snižování hluku se dnes uvažuje v úrovni 10 let, přičemž po tomto období vrstva definitivně ztrácí vylepšené akustické vlastnosti a může ještě po určitou dobu fungovat jako obdoba asfaltového koberce mastixového. Směsi typu PA jsou v porovnání například s asfaltovými betony méně hutné a při obnově je účelné provádět pouze velkoplošné opravy a výměny, což samozřejmě zvyšuje náklady takového řešení. Dalším důležitým aspektem jsou zvýšené požadavky na správné a dostatečné odvodnění vrstvy, což zpravidla vede k složitějším systémům odvodnění konstrukce. Umožněny v tomto ohledu nejsou ani podélné pracovní spáry, což z hlediska provádění vyžaduje pokládku vrstvy v celé šířce na jednou (jedním finišerem nebo souběžnou pokládkou „horké do horkého“ více finišerů). Z provozního hlediska nelze opomenout ani náklady spojené s podélným dopravním značením a se zimní údržbou. Při provádění dopravního značení dochází zpravidla k větší spotřebě materiálu. Z hlediska zimní údržby je třeba upozornit na skutečnost, že povrch PA je obecně chladnější a dochází k rychlejší tvorbě námrazy. Při chemickém posypu je třeba počítat s vyšší spotřebou, která může znamenat až 50% nárůst. Nelze provádět inertní posyp z důvodu rychlého zanesení mezer směsi.

Z akustického hlediska představují PA technologii, s jejíž pomocí dnes lze dosáhnout nejvýraznějšího snížení hluku a to navzdory postupnému snižování efektu snižování hluku v čase (rychlost a průběh ztráty schopnost snižovat hluk jsou závislé na řadě faktorů, z nich nejvýznamnější je nadměrné znečištění a nedostatečná údržba). Jak prokázala řada dříve provedených měření, nejvyššího snížení hluku lze přitom docílit při vyšších rychlostech (snižování rezonance a air-pumping efektu ve frekvenčním intervalu nad 1 kHz), a proto jsou PA vhodné především na rychlostní komunikace či dálnice procházející v blízkosti zastavěného území. Z hlediska snížení hlukové emise přitom v porovnání s tradiční asfaltovou vrstvou lze docílit snížení až o polovinu. K tomu je třeba doplnit, že vývoj hlukové zátěže při existenci více zdrojů lze velmi jednoduše popsat následovně. Pokud existují např. dva zdroje, z nichž každý produkuje hluk 60 dB, potom při jejich současném působení (zdvojení zdroje) se celkový hluk zvyšuje o 3 dB. Pokud zdrojů hluku bude deset, potom zvýšení hlukové zátěže bude o 10 dB. Na druhé straně se nicméně dosud nepodařilo zcela přesně stanovit velikost přínosu pohlcování hluku systémem vzájemně propojených mezer (absorpční schopnost) a názory odborníků se v této věci různí. Pokud bychom absorpční schopnosti přikládali klíčový vliv, potom by bylo třeba vrstvy drenážního koberce provádět ve větších tloušťkách, aby se tohoto fyzikálního jevu co nejvíce využilo. Pokud se za určující bude považovat rezonance vznikající v podélném směru a efekt air-pumping, potom jsou klíčové pouze mezery v bezprostřední blízkosti povrchu vozovky a v tomto případě by byla dostačující relativně malá tloušťka vrstvy drenážního koberce, STEVEN [9]. V tomto případě by z hlediska údržby a pravidelného čištění bylo podstatné obnovovat funkci těchto mezer bezprostředně spojených s povrchem vozovky.

Pokud by došlo k porovnání směsi typu PA se směsí typu SMA, potom lze akustický efekt nejlépe demonstrovat náklady, které jsou potřebné pro provedení protihlukových opatření. V případě PA lze buď zcela eliminovat, nebo alespoň výrazně snížit výšku protihlukových stěn. Tento aspekt může být velmi důležitý zejména při zohlednění trvanlivosti protihlukové úpravy, okolní zástavby a tedy estetickém nebo pocitovém vjemu, vzdálenosti k zástavbě, jakož i při zohlednění příčného řezu pozemní komunikace. Bez většího komentáře lze použít HOLDORBEM [22] provedené porovnání, kdy při porovnání drenážního koberce, SMA a upravené směsi asfaltového koberce mastixového snižujícího hluk o 2 dB bylo možné snížit výšku protihlukových stěn z původních 8,10 m (pro SMA) na 6,70 m (u SMA se sníženou hlučností), resp. na 4,80 m pro PA.



Obrázek 7: Ekonomické porovnání SMA a PA.

Vedle protihlukových vlastností se PA vyznačuje i dalšími přínosy, které se u ostatních uvedených technologií buď vůbec neprojevují, nebo tento efekt není tak výrazný. Významnou vlastností v této souvislosti je drenážní schopnost PA. Vysoká mezerovitost totiž umožňuje, že srážková voda průměrného deště protéká bez větších potíží rychle konstrukcí obrusné vrstvy PA a po její spodní hraně následně vodorovně odtéká do stran silničního tělesa, kde je zachycena podélným odvodněním. Samozřejmě je takové řešení jednodušší v případě pozemních komunikací v extravilánu, kde se nepředpokládá, že vlastní vozovka je ohraničena obrubami či chodníky jako v případě místních komunikací. I

v tomto případě nicméně existují systémy, jež umožňují řešit provedení PA na místních komunikacích.

V důsledku rychlého odvedení srážkové vody z povrchu vozovky se snižuje riziko aquaplaningu a současně dochází k omezení vzniku vodních gejzírů a vodní mlhy za jedoucím vozidlem. Oba uvedené přínosy jsou významné především při vydatnějších srážkách, kdy voda není schopna rychle odtékat a především při vyšší rychlosti výrazně narůstá riziko dopravních nehod v důsledku možného aquaplaningu. Současně se u uzavřených úprav vytváří vodní clona (mlha), která výrazně snižuje viditelnost. V tomto případě se navíc zvyšuje počet nebezpečných situací při předjíždění nákladních vozidel, kdy v důsledku vodní clony má řidič osobního vozidla na několik okamžiků zcela omezenou viditelnost. PIARC již v minulosti význam drenážní funkce PA označil za zřejmě největší přínos této technologie.

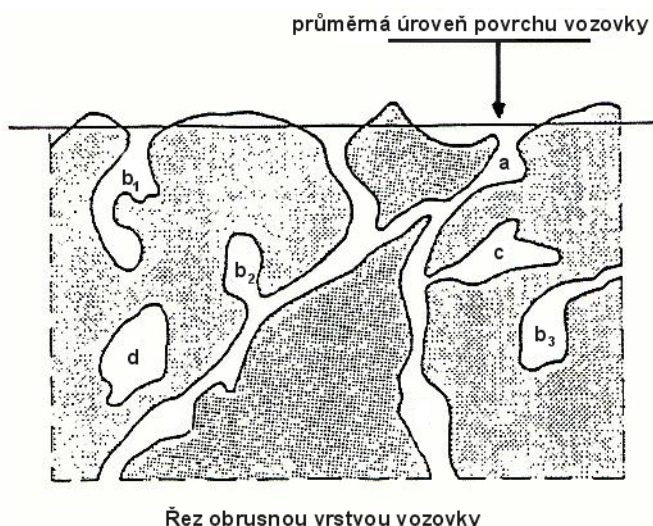


Obrázek 8 a 9: Příklad vozovky s drenážním asfaltovým kobercem (vlevo) a bez drenážního asfaltového koberce (vpravo).

V neposlední řadě lze jako přínos PA uvést snížení odrazu světla a následného oslnění na mokré vozovce. Především v noci může odraz světla protijedoucího vozidla omezovat viditelnost řidiče. Je obecně známo, že uzavřené tmavé povrchy s malou makrotexturou mohou již při tloušťce vodního filmu 0,5 mm na vozovce působit téměř jako zrcadlo. Taková situace potom neoslňuje pouze protijedoucí vozidla, ale zhoršuje též viditelnost při rozpoznávání průběhu trasy a vodorovného dopravního značení. V případě otevřených úprav vzniká oproti tomu difúzní odraz světla.

Dle souhrnné zprávy PIARC [10] z roku 1993 se systém vzájemně propojených mezer PA znázorňuje následujícím obrázkem, přičemž se jednotlivé typy mezer hodnotí z hlediska jejich protihlukového působení nebo drenážní funkce. Uvádí se, že zhruba čtvrtina až třetina mezer není spojená s povrchem, a tudíž pro obě uvedená hlediska neplní popisované funkce.

Na druhé straně je třeba k výše uvedenému uvést, že vlastní provedení dosud bylo komplikováno skutečností, že neexistovala jednotná technická norma, která by přesně specifikovala podrobné požadavky na tento typ asfaltových směsí. Tuto absenci vyplnila evropská technická norma ČSN EN 13108-7. Je nicméně třeba zdůraznit, že obdobně jako je tomu např. v sousedním Německu či Rakousku by i v ČR zasluhovalo další pozornost zpřesnění problematiky principů a podmínek vlastního provádění a údržby v technických předpisech Ministerstvem dopravy ČR, zejména v předpisech typu TKP.



Obrázek 9: Systém mezer drenážního asfaltového koberce (a – průběžná, b₁ – neprůběžná, přístupná z povrchu vozovky, b₂ – neprůběžná, slepá větev, b₃ – neprůběžná, uzavírající, c – částečně uzavřená, při atmosférickém tlaku pro vodu nepřístupná, d – zcela uzavřená).

Z hlediska maximální frakce ve směsi PA lze využít členění, které v minulosti bylo vymezeno např. v Rakousku, [3]:

- mikrodrenážní asfaltové koberce – vyznačují se stavbou kostry kameniva, kdy maximální vzdálenost mezi jednotlivými zrny kameniva je menší než 10 mm. Tato stavba směsi se do značné míry podobá makrotextuře asfaltových koberců mastixových, přičemž pro docílení požadované mezerovitosti je zpravidla žádoucí obsah pojiva volit při nižší hranici povoleného intervalu pro obsah pojiva u PA. Výše popsaná makrotextura na jedné straně snižuje hluk vznikající na styku pneumatiky povrchu vozovky, na druhé straně se vyznačují poměrně úzkými mezerami, jejichž drenážní funkce je do značné míry omezená.
- drenážní asfalty makadamového typu – odpovídají stavbou mineralogické kostry do značné míry drenážním kobercům typu PA 11. Současně je i při vyšším obsahu asfaltového pojiva dosahováno poměrně velké mezerovitosti a tudíž i velmi dobré drenážní funkce.
- ostatní drenážní asfaltové koberce – vyznačují se vyšším podílem frakce 4/8 nebo 8/11, přičemž ostatní mezní hodnoty úzkých frakcí odpovídají požadavkům uvedeným v rakouských předpisech. Volba takové úpravy čáry zrnitosti má především praktický důvod, aby došlo k odlehčení požadavků kladených na dodavatele kameniva a specifické požadavky, které jsou s použitím drenážních asfaltových koberců spojené. V těchto případech lze totiž zpracovávat i určité podíly menších frakcí, díky čemuž je zajištěn mnohem lepší kontakt (zaklínění) jednotlivých zrn a zvyšuje se tak pravděpodobnost prodloužení životnosti. Dle některých poznatků je však tato stavba směsi vykoupena maximálně dosažitelnou mezerovitostí na úrovni 18%-obj.

Specifické vlastnosti drenážních koberců se charakterizují zkušebními parametry, z nichž přehledný souhrn v minulosti prezentoval např. HIERSCHE [23].

- stabilita směsi a odolnost proti rozmísení v době mezi výrobou, přepravou a pokládkou (Schellenbergova zkouška stékavosti asfaltového pojiva),
- drenážní schopnost, která je ve vzájemné relaci s mezerovitostí provedené a zhutněné směsi,

- pevnostní charakteristiky a odolnost proti přetvoření, které lze považovat za klíčové parametry z hlediska životnosti takové konstrukce a určují se nejčastěji Marshallovou zkouškou nebo pevností v příčném tahu. Zkoušky s tím související zahrnují též provedení zmrazovacích cyklů, kdy se dle technických předpisů doporučuje uplatnit kantabrižskou zkoušku v otlukovém bubnu Los Angeles.

V sousedním Německu je minimální mezerovitost otevřených nebo drenážních asfaltových koberců dle technických požadavků 15%-obj., přičemž v řadě případů jsou navrhovány směsi s mezerovitostí pohybující se v rozmezí 25-30%. Průměrně se díky této technologii dosahuje snížení hladiny hluku o 5-6 dB(A). Při dešti, kdy vzrůstá hlučnost při kontaktu pneumatiky s povrchem, bylo při měřeních stanoveno dokonce snížení o 8 dB(A) oproti standardním konstrukcím z asfaltového betonu. V Nizozemí má více jak 50% dálnic provedenu obrusnou vrstvu s technologií asfaltového koberce otevřeného. V případě amsterodamského silničního okruhu bylo výraznějšího snížení hladiny hluku o 5 dB(A) dosaženo kombinací pouze 6 m vysokých protihlukových stěn v kombinaci s provedením speciálních asfaltových vrstev. Použita byla technologie dvouvrstvého otevřeného asfaltového koberce, kdy spodní vrstva frakce 0-16 byla provedena v tloušťce 4,5 cm a horní vrstvu tvořil asfaltový koberec otevřený frakce 0-8 v tloušťce 2,5 cm. Velmi dobrých užitných vlastností asfaltových směsí bylo dosaženo použitím speciálního polymerem modifikovaného asfaltu. Zvolený postup znamená snížení celkových nákladů a působí pozitivně též z estetického hlediska.

Kromě toho přispívá technologie otevřených a drenážních asfaltových koberců ke zvyšování dopravní bezpečnosti. Především při deštivém počasí dochází díky systému propojených mezer k rychlému odvedení vody z povrchu, čímž se zabraňuje vzniku vodní mlhy za jedoucimi vozidly, která dosahuje až 2 m a na obousměrných vozovkách snižuje viditelnost též u protijedoucích vozidel. Díky těmto jevům se zvyšuje riziko nehodovosti o více jak 50%. V zemích, kde se dosud standardně nepoužívají obrusné vrstvy využívající technologie otevřených a drenážních asfaltových koberců, je třeba při dešti snižovat rychlosti, aby se snížilo i riziko nehodovosti. Díky tomu se však na frekventovaných úsecích zvyšuje pravděpodobnost vzniku kongescí a kolon vozidel.

2.3.4 Asfaltové koberce drenážní třetí generace

Na základě poznatků s uplatněním obrusných vrstev s otevřenými asfaltovými koberci v uplynulém desetiletí, kdy byly aplikovány směsi s počáteční mezerovitostí 20 %-obj., probíhá v současné době další optimalizace návrhu tohoto typu směsi s cílem zajistit, aby minimální počáteční mezerovitost 22 %-obj. byla u směsi zachována po co nejdelší dobu životnosti konstrukční vrstvy. Vyšších mezerovitostí lze přitom dosáhnout návrhem jedné frakce hrubého kameniva, nižším obsahem drobného kameniva a malým obsahem fileru. Kamenivo se musí vyznačovat vhodným tvarovým indexem, vysokou odolností proti namáhání rázem, vysokou odolností proti otluku, jelikož se očekává vysoká odolnost proti přetvoření vzájemným zaklíněním zrn, stejně jako i dostatečnou odolností proti otěru. Díky použití vysoce kvalitního kameniva by tak měly být zajištěny velmi dobré protismykové vlastnosti vozovky. Z důvodu vysokých požadavků na tvarový index je třeba při drcení kameniva zavést dodatečný stupeň drcení s následnou separací jemných frakcí a prachu. Výrobci kameniva by přitom měli garantovat schopnost dodat kamenivo požadovaného tvarového indexu v dostatečně velkých množstvích a ve stejnoměrné kvalitě. Dle dosavadních poznatků se doporučuje maximální podíl celkového podsítného použitého hrubého kameniva (nejčastěji frakce 5/8 a 8/11) vymezen hodnotou 10 %-hm. Podíl tvarově nevhodných zrn je například v Německu pro tyto směsi limitován hodnotou max. 8 %-hm.

Používané pojivo musí být dostatečně odolné proti stárnutí a vlivu nízkých teplot, současně musí být zajištěna vysoká přilnavost ke kamenivu po celou dobu životnosti směsi. Minimální množství přidávaného pojiva činí 6,0 – 6,5 %-hm (12 %-obj.). S ohledem k požadavkům na užité vlastnosti pojiva i asfaltové směsi se osvědčila modifikovaná asfaltová pojiva se zvýšeným obsahem polymeru vykazující vyšší elasticitu (např. PMB 40/100-65 HD). Pro zamezení stékovosti pojiva a zlepšení přilnavosti jsou do směsi dále přidávány stabilizační přísady například na bázi celulózových vláken v množství min. 0,5 %-hm. Díky velkému rozptylu hodnot objemové hmotnosti kameniva je třeba obsah pojiva určovat zásadně objemově.

Asfaltová směs by měla vedle vysoké hodnoty mezerovitosti vykazovat též vysoký stupeň zhutnění. Na celý systém jsou kladeny vysoké technické požadavky, které předpokládají dostačující přilnavost s tím, že zrna na povrchu provedené vrstvy musí být dokonale a trvale slepena. Z důvodu celkové stavby systému směsi otevřených asfaltových koberců musí být zajištěna minimálně stejná odolnost proti přetvoření, jaká je požadována u obrusných vrstev ze směsi SMA.

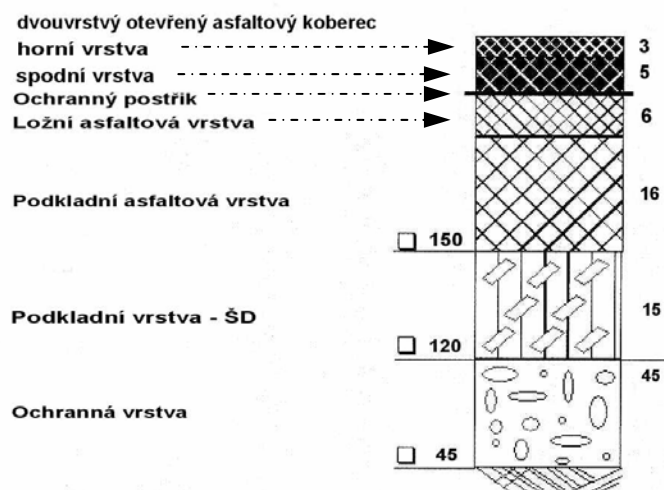
Pro zaručení trvalého snížení hluku při aplikaci otevřených asfaltových koberců, je podstatné z hlediska mezerovitosti směsi zajistit počáteční hodnotu s dostatečnou rezervou od minimální hodnoty 15 %-obj. Dle dosavadních zkušeností např. v Holandsku či Německu hodnota mezerovitosti 22 %-obj. u hotové vrstvy tento předpoklad splňuje (při přípravě Marshallových těles se potom požaduje minimální hodnota mezerovitosti 24 %-obj. vzhledem k menší objemové hmotnosti dosažené při laboratorním hutnění). Limitní minimální hodnota míry zhutnění je v současné době stanovena na 97%, aby bylo zamezeno dosažení lepší hodnoty počáteční mezerovitosti nižší dosaženou mírou zhutnění.

Pro zlepšení odtoku vody z otevřené obrusné vrstvy a jako ochrana před zvýšeným pronikáním vlhkosti do ložní vrstvy se před vlastní pokládkou obrusné vrstvy provede spojovací postřik pojivem, které je použito ve směsi otevřeného asfaltového koberce. Dle stávajících poznatků se aplikuje spojovací postřik modifikovanou asfaltovou emulzí v množství 1,5-2,2 kg/m² nebo modifikovaným asfaltovým pojivem. Tento postřik vytváří mezi jednotlivými asfaltovými vrstvami funkční SAMI (*Stress Absorbing Membrane Interlayer*) vrstvu. Ochranný postřik lze následně podřít předobaleným kamenivem frakce 8/11. Požadavek na typ pojiva je dán potřebou minimalizovat pronikání pojiva do čerstvě provedené obrusné vrstvy a vyplnění mezer PA vlivem rozehrátí vrstvy ochranného postřiku.

Z hlediska podmínek ovlivňujících kvalitu hotové úpravy byla provedena řada sledování, na jejichž základě došlo ke zpřesnění požadavků na provádění. Pokládku otevřených asfaltových koberců je nutné provádět na celou šířku vozovky. Vedení vodící výškové linie lze vzhledem k výrazné lepivosti směsi provádět pouze bezdotykově pomocí ultrazvukových senzorů. Při hutnění se osvědčily válce s hladkými ocelovými běhouny a statickým hutněním o minimální hmotnosti 8 t. Vzhledem k lepivosti směsi je třeba dbát na dostatečné skrápění běhounů válců, aby nedocházelo k nalepování směsi na jejich povrch v průběhu hutnění. Z důvodu otevřené struktury směsi a díky relativně malé konstrukční tloušťce hotové úpravy, kdy hrozí rychlé ochlazení směsi vlivem větru či nízkých teplot, lze otevřené asfaltové koberce provádět v letních měsících, nejpozději potom do poloviny října. Z hlediska maximálního přínosu snížení hluku vlivem tohoto typu obrusné vrstvy je důležité, aby nerovnosti povrchu při použití čtyřmetrové lati nepřesáhly hodnotu 3 mm. Při realizaci ložní a obrusné vrstvy se osvědčilo z důvodu minimalizace znečištění provést nejprve kompletní pokládku ložní vrstvy a následně kompletní

provedení pokládky obrusné vrstvy, přičemž doprava je vedena po ložní vrstvě nebo dojde k celkové uzavírce úseku. Pokládka se nejčastěji provádí formou „horké na horké“ s využitím paralelně pojíždějících finišerů.

Otevřené asfaltové koberce byly dosud realizovány především jako jednovrstvé. Z hlediska trvalého efektu snížení hlučnosti představuje dnes inovativní zajímavou alternativu dvouvrstvý otevřený asfaltový koberec. Jemnější horní vrstva zajišťuje určitou ochranu před znečištěním, zatímco spodní vrstva vytváří rezonanční prostor pro pohlcení hluku. Pokládka s využitím konvenční stavební techniky při současném zajištění požadované kvality však dosud byla velmi těžko dosažitelná. V roce 2000 byl při pokládce dvouvrstvého otevřeného asfaltového koberce v Rotterdamu poprvé použit upravený finišer pro pokládku tzv. Kompaktasphalt (souběžná pokládka dvou vrstev metodou „horké do horkého“). Souvrství konstrukce vozovky v tomto případě tvořila vrstva otevřeného asfaltového koberce zrnitosti 11/16 (spodní vrstva) konstrukční tloušťky 5 cm a otevřený asfaltový koberec zrnitosti 0/2 konstrukční tloušťky 2 cm jako horní ochranná vrstva. Mezerovitost spodní hotové vrstvy se pohybovala v rozmezí 24,8 – 26,8%-obj. a mezerovitost horní hotové vrstvy činila 22,0 – 22,8%-obj. Z prvních měření hladiny hluku vyplývá snížení hluku o 6 dB(A).



Obrázek 10: Příklad skladby konstrukce vozovky s dvojitým otevřeným asfaltovým kobercem.



Postřík asfaltovou emulzí



Podrt'ování



Pokládka PA

Z hlediska pokládky je přípustné pouze strojní provedení drenážního asfaltového koberce, přičemž je nezbytné zamezit vznik podélných pracovních spár. To se řeší pokládkou „horké do horkého, resp. souběžnou pokládkou několika finišerů. Při hutnění je přípustné použití pouze těžkých statických válců, které mají hladké ocelové běhouny. Díky velké mezerovitosti dochází k rychlému poklesu pracovních teplot při pokládce a zejména následně při hutnění. Z tohoto důvodu se vyžaduje použití většího počtu válců. Současně jsou zpřísněné požadavky kladeny na minimální teploty, při kterých je možné tento typ asfaltových vrstev provádět. Obecně se doporučuje pokládku provádět při teplotě min. 15°C.

Při posouzení akustického přínosu asfaltových úprav typu PA lze kromě výše uvedeného vycházet též ze souhrnné zprávy Spolkového ministerstva životního prostředí „Lärminderne Fahrbahnbeläge – Ein Überblick über Stand der Technik“ [12]. V této souvislosti lze odkázat především na souhrnné informace prezentované např. v tabulce 2.

Tabulka 2.a: Klíčové ukazatele vybraných technologií obrusných vrstev snižujících hlučnost, [12]

Technologie	Vymývaný beton	PoroElastic Rubber Surface	Akusticky vylepšené lité asfalty
Použití pro třídy dopravního zatížení	bez omezení	údaj není k dispozici	bez omezení
Rychlost účinnosti snížení hlučnosti	> 60 km/h	údaj není k dispozici	všechny rychlosti
Průměrné snížení hlučnosti (dle německé RLS-90)	- 2 dB(A)	- 9-12 dB(A) měřeno metodou CPX	- 2 dB(A)
Akustická životnost	min. 8 let	údaj není k dispozici	údaj není k dispozici
Technická životnost	předpoklad až 30 let	dosud není ověřeno	min. 15 let
Požadavky přípravy	průměrné	vysoké	průměrné
Požadavky realizace	vysoké	průměrné	vysoké
Referenční úseky	dálniční křížení Nuthetal na A10, dálnice A11 v Severním Porýní a Westfálsku	Japonsko, zkušební úsek ve Stockholmu a v Holandsku na dálničním úseku	A1, A52 (Kaarst), A13 (Braniborsko), A9 (Nürnberg Ost), A27 (Brémy)

Tabulka 2.b: Klíčové ukazatele vybraných technologií obrusných vrstev snižujících hlučnost, [12]

Technologie	Litý asfalt s drenážní úpravou	SMA 8 LA	SMA 5 a SMA 5S
Použití pro třídy dopravního zatížení	bez omezení	bez omezení	I-VI, SV s omezením
Rychlost účinnosti snížení hlučnosti	všechny rychlosti	všechny rychlosti	všechny rychlosti
Průměrné snížení hlučnosti (dle německé RLS-90)	0 dB(A) (u jednotlivých měření až 4 dB(A))	- 3 dB(A) bez podrtování	0 dB(A) (u jednotlivých měření do 2 dB(A))
Akustická životnost	údaj není k dispozici	min. 6 let	údaj není k dispozici
Technická životnost	min. 15 let	min. 9-10 let	min. 10 let
Požadavky přípravy	průměrné	průměrné	průměrné
Požadavky realizace	středně vysoké	vysoké	průměrné
Referenční úseky	dálniční křížení Neersen na A44	A39 (Schwandorf), B3, B56 (Düren)	dálnice A43 v Severním Porýní a Westfálsku

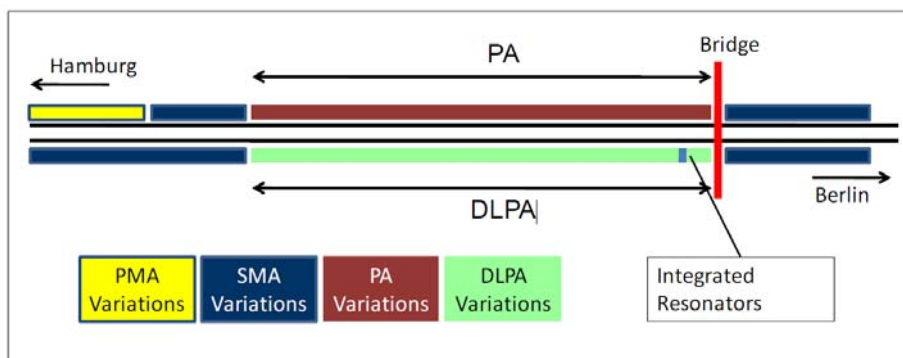
Tabulka 2.c: Klíčové ukazatele vybraných technologií obrusných vrstev snižujících hlučnost, [12]

Technologie	LOA 5 D (ACO 5 LA)	klasický PA	dvouvrstvý PA
Použití pro třídy dopravního zatížení	údaj není k dispozici	bez omezení	bez omezení
Rychlost účinnosti snížení hlučnosti	všechny rychlosti	> 60 km/h	> 50 km/h (pro místní komunikace jen omezeně)
Průměrné snížení hlučnosti (dle německé RLS-90)	0 dB(A) (u jednotlivých měření až 5 dB(A) pro OA)	- 4 dB(A) pro PA11; - 5 dB(A) pro PA8	-5 dB(A) (u jednotlivých měření do 2 dB(A))
Akustická životnost	údaj není k dispozici	6 let	6-10 let při uvedeném kritériu
Technická životnost	min. 10 let	10 let	10 let
Požadavky přípravy	průměrné	vysoké	velmi vysoké
Požadavky realizace	vysoké	vysoké	velmi vysoké
Referenční úseky	Düsseldorf (Mecumstr., Kennedydamm), B474 (Bad Coesfeld)	Německo, Švýcarsko	dálnice A9 (u Eching a Garching), dálnice A30 (Osnabrück)

Tabulka 2.d: Klíčové ukazatele vybraných technologií obrusných vrstev snižujících hlučnost, [12]

Technologie	PA provedený na vrstvu litého asfaltu
Použití pro třídy dopravního zatížení	bez omezení
Rychlost účinnosti snížení hlučnosti	> 60 km/h
Průměrné snížení hlučnosti (dle německé RLS-90)	- 4 dB(A) pro PA11; - 5 dB(A) pro PA8
Akustická životnost	6 let
Technická životnost	10 let
Požadavky přípravy	vysoké
Požadavky realizace	vysoké
Referenční úseky	A40 (Essen-Holsterhausen), A3 (Kelner Ring), A9 (Bindlacher Berg)

Příkladem novějšího rozsáhlého měření jsou výsledky prezentované v příspěvku [20]. V červenci 2009 byly položeny zkušební vrstvy snižující hlukovou zátěž na dálnici A24 mezi Hamburkem a Berlínem. Projekt byl realizován s dohledem Spolkového úřadu pro pozemní komunikace. Aplikovány byly varianty drenážního koberce, dvouvrstvého drenážního koberce, jakož i několik variant upravených směsí SMA a SMA LA. Vybrané poznatky jsou shrnuté v následujících tabulkách 3-7, přičemž aplikována byla jak polymerem modifikovaná asfaltová pojiva, tak i pojiva označovaná dle TP148 jako CRmB. Zejména výsledky uvedené v tabulce 7 jednoznačně prokazují přínos směsí typu PA nebo dvouvrstevných úprav směsí PA.



Obrázek 11: Schematické znázornění rozdělení jednotlivých zkušebních úseků na dálnici A24

Tabulka 3: Zkušební úseky na dálnici A24, směr Berlín

Section	Position [km]	Thickness [cm]	Bituminous mixture	Binder	Type of Sealant below PA
1	206+169 to 207+400	4	SMA 11 S	25/55-55 A	n.a.
2	207+400 to 208+200	3	SMA 8 LA (low noise)	40/100-65 A	C60BP1-S
3	208+200 to 209+300	3 + 5	DLPA 8+16	40/100-65 A	MA 5 S 2 cm
4	209+300 to 209+950	3 + 5	DLPA 8+11	40/100-65 A	MA 5 S 2 cm
5 Resonator	209+950 to 209+995	3 + 5	DLPA 8+11	40/100-65 A	MA 5 S 2 cm
6	209+995 to 210+250	3 + 5	DLPA 8+11	40/100-65 A	MA 5 S 2 cm
Bridge: km 210+250 to 210+297					
7	210+297 to 211+200	4	SMA 11 S	10/40-65 A + Sasobit	n.a.
8	211+200 to 212+250	4	SMA 11 S	25/55-55 A	n.a.

Tabulka 4: Zkušební úseky na dálnici A24, směr Hamburk

Section	Position [km]	Thickness [cm]	Bituminous mixture	Binder	Type of Sealant below PA
9	210+297 to 211+130	4	SMA 11 S	Mexphalte 45 RM	n.a.
Bridge: km 210+250 to 210+297					
10	209+650 to 210+250	5	PA 8	Mexphalte 45 RM+	Mexphalte 45 RM+
11	209+050 to 209+650	5	PA 8	tecRoad premium	40/100-65 A
12	208+200 to 209+050	5	PA 8	40/100-65 A	40/100-65 A
14	208+100 to 208+200	5	PA 8	40/100-65 A +TEGOPREN®	40/100-65 A
15	207+500 to 208+100	5	PA 8	40/100-65 A	MA 5 S 2 cm
16	207+186 to 207+500	4	SMA 11 S	tecRoad premium	n.a.
17	206+760 to 207+186	4	PMA 5 Granodiorite	Sübit VR 35	n.a.
18	206+340 to 206+760	4	PMA 5 Granodiorite	10/40-65 A +Sasobit	n.a.
19	206+169 to 206+340	4	PMA 5 Eolite	10/40-65 A +Sasobit	n.a.

Tabulka 5: Vybrané vlastnosti asfaltových směsí na dálnici A24, směr Berlín

Test section	1, 8	2	3	4, 5, 6	3, 4, 5, 6	7
Mixture	SMA 11 S	SMA 8 LA	PA 16	PA 11	PA 8	SMA 11 S
Binder	25/55-55 A	40/100-65 A	40/100-65 A	40/100-65 A	40/100-65 A	10/40-65 +Sasobit
Binder content [%]	6.5	6.3	4.4	4.6	5.0	6.5
Void content [Vol.-%]	2.6	11.9	30.3	28.9	29.6	2.6
Type of aggregate	Granodiorite	Granodiorite	Eolite	Eolite	Eolite	Granodiorite

Tabulka 6: Vybrané vlastnosti asfaltových směsí na dálnici A24, směr Hamburk

Test section	9	10	11	12, 15	14	16
Mixture	SMA 11 S	PA 8	PA 8	PA 8	PA 8	SMA 11 S
Binder	Mexphalte 45 RM	Mexphalte 45 RM	tecRoad premium	40/100-65 A	40/100-65 A +Tegopren®	tecRoad premium
Binder content [%]	6.5	4.8	4.8	5.0	4.8	6.5
Void content [Vol.-%]	2.7	27.0	25.8	29.6	21.7	2.8
Type of aggregate	Granodiorite	Eolite	Eolite	Eolite	Eolite	Granodiorite
Test section	17	18	19			
Mixture	PMA 5	PMA 5	PMA 5			
Binder	Sübit VR 35	10/40-65 A +Sasobit	10/40-65 A +Sasobit			
Binder content [%]	7.2	7.2	6.0			
Void content [Vol.-%]	n.a.*	n.a.*	n.a.*			
Type of aggregate	Granodiorite	Granodiorite	Eolite			

Tabulka 7: Měření hluku provedená metodou CPX v roce 2010 na zkušebních úsecích dálnice A24

Direction	Section	Type of surface layer	CPX 80 km/h [dB(A)]	
			Tyre P1	Tyre H1
Berlin	1	SMA 11 S (Reference)	97.3	97.7
	2	SMA 8 LA	93.0	93.9
	3	DLPA 8 + 16	91.0	90.6
	4	DLPA 8 + 11	91.5	91.0
	5	DLPA 8 + 11 Resonators	90.3	91.0
	6	DLPA 8 + 11	90.6	90.3
	7	SMA 11 S Sasobit	97.9	97.9
	8	SMA 11 S	97.6	98.3
Hamburg	9	SMA 11 S Mexphalte RM	97.3	97.7
	11	PA 8 tecRoad	93.2	93.3
	12	PA 8 (PA reference)	93.0	93.4
	15	PA 8 on MA sealant	92.7	93.0
	17	PMA Granodiorite Sübit	94.0	95.0
	18	PMA Granodiorite Sasobit	93.8	94.7

2.4 Stavební materiály pro asfaltové směsi typu SMA NH a ACO NH

Dále jsou uvedeny požadavky pro stavební materiály a přísady používané při návrhu asfaltových směsí typu akustického (nízkotučného) asfaltového koberce mastixového (SMA NH) a akustického (nízkotučného) asfaltového betonu pro obrusné vrstvy. V závislosti na zvolené velikosti maximálního zrna jsou tyto směsi využitelné pro všechny třídy dopravního zatížení, jak je vymezují technické podmínky TP170.

2.4.1 Kamenivo

Požadované kvalitativní parametry kameniva pro asfaltové směsi akustických obrusných vrstev, které nejsou upraveny ČSN EN 13108-7 pro drenážní asfaltové koberce nebo TP 148 pro hutněné asfaltové vrstvy s asfaltovým pojivem modifikovaným pryží musí odpovídat požadavkům na kamenivo pro konstrukční vrstvy z asfaltových směsí dle národních příloh řady norem ČSN EN 13108 v závislosti na zvoleném typu směsi (AC, SMA apod.), jakož i ČSN 73 6121 a ČSN 73 6122. Lze použít pouze drcené kamenivo. Preferováno je kamenivo prané.

Jako vápencová moučka (filer) lze použít materiály splňující požadavky specifikované v národních přílohách norem řady ČSN EN 13108.

POZNÁMKA: U kameniva musíme ve zvýšené míře dbát na co nejnižší úroveň zbytkové vlhkosti, aby se při výrobě asfaltové směsi obsah vody ve zplodinách udržel na minimální úrovni.

2.4.2 Asfaltové pojivo

Pro výrobu asfaltových směsí pro akustické obrusné vrstvy vozovek se používají:

- polymerem modifikované asfalty dle ČSN EN 14023,
- nízkoviskózní asfaltová polymerem modifikovaná pojiva (průmyslově vyrobená), která obsahují některou z organických přísad a splňují požadavky uvedené v příloze C TP238,
- asfaltová pojiva modifikovaná pryží dle TP 148 nebo dle specifikací výrobce, který vhodnost takového pojiva prokáže Stavebně-technickým osvědčením.

Maximální přípustné teploty pojiva v přepravních a skladovacích zásobnících musí být stanoveny v bezpečnostním listu výrobcem.

Použití velmi tvrdých gradací asfaltů a/nebo ztužujících přísad není s ohledem k typu konstrukční vrstvy přípustné.

Tabulka 8: Doporučené druhy asfaltových pojiv podle třídy dopravního zatížení a použitých směsí včetně přípustných tloušťek vrstev

Označení směsi	Tloušťky vrstev	Třída dopravního zatížení dle TP170						
		S	I	II	III	IV	V	VI
Varianty použitých asfaltových pojiv¹⁾								
SMA 5+ NH SMA 8+ NH	20–35				PMB 45/80-50, -55,-60; PMB 25/55-55, 60, -65; PMB 40/100-65 CRmB 25/55-55, -60			
ACO 5+ NH	20–35				PMB 45/80-50, -55,-60; PMB 25/55-55, 60, -65; PMB 40/100-65 CRmB 25/55-55, -60			
SMA 8 S NH	25–40			PMB 45/80-50, -55,-60; PMB 25/55-55, 60, -65; PMB 40/100-65 CRmB 25/55-55, -60				
SMA 11 S NH	35–45			PMB 45/80-50, -55,-60; PMB 25/55-55, 60, -65; PMB 40/100-65 CRmB 25/55-55, -60				
¹⁾ Je doporučeno upřednostňovat pro tento typ asfaltových směsí polymerem modifikované asfaltové pojivo s vyšším obsahem polymeru.								

POZN. Tato metodika se zaměřuje podrobnou specifikací pouze na směsi typu SMA NH nebo ACO NH. Pro akustické vrstvy asfaltových vozovek lze s výhodou využít i směsi typu BBTM 5 nebo BBTM 8 dle ČSN EN 13108-2 nebo dle TP 148 s požadavkem na minimální mezerovitost 9 %-obj. Přípustná asfaltová pojiva, která lze použít pro tyto směsi upravuje příslušná norma nebo technický předpis Ministerstva dopravy ČR.

2.4.3 R-materiál

U asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy je v současné době přípustné použití asfaltového R-materiálu v množství, které nepřesáhne 20 %-hm. asfaltové směsi. Současně musí být splněny požadavky TKP 7 a 8. Použitý R-materiál musí být získán frézováním pouze krytových vrstev asfaltových vozovek. V případě použití R-materiálu nad 10 %-hm. ze směsi kameniva, je zapotřebí, aby zhotovitel předložil objednateli společně se zkouškami typu technologický předpis na získávání, skladování, úpravu a zkoušení R-materiálu dle požadavků ČSN EN 13108-8, eventuálně dle požadavků TP210.

U použitého R-materiálu musí být zjištěna po extrakci čára zrnitosti kameniva, obsah asfaltového pojiva a základní vlastnosti pojiva (minimálně bod měknutí metodou kroužek kulička a penetrace při 25 °C).

2.4.4 Přísady

Zejména v případě směsí SMA NH je nezbytné pro omezení rizika stékavosti asfaltového pojiva aplikovat vhodné přísady typu minerálních či celulozových vláken. Dále se připouští použití přísad pro snižování pracovních teplot a to v souladu s TP238.

2.5 Návrh složení směsi

Při návrhu složení směsi a stanovení optimálního množství asfaltu lze použít postupu uvedeného v ČSN 73 6160 (zhuťovací energie odpovídá NA ČSN EN 13108-1 rázového zhuťovače dle ČSN EN 12697-30). Teplotu hutnění je nutné přizpůsobit viskozitě použitého pojiva (v souladu s požadavky stanovenými v ČSN EN 13108-1, ČSN EN 13108-5 nebo TP 148); její hodnotu je nutné uvést v protokolu o zkoušce typu.

Při stanovení optima asfaltu je nutné dodržet požadovanou minimální hodnotu koeficientu sytosti podle ČSN 73 6160. Při opakovaném provádění zkoušky typu, kde skončila doba platnosti, je možné odebrat směs k posouzení požadovaných parametrů z výroby.

Směs kameniva se skládá z jednotlivých frakcí drceného kameniva (těžené kamenivo není přípustné), popř. z R-materiálu tak, aby výsledná čára zrnitosti ležela uvnitř oboru zrnitosti příslušného typu zvolené asfaltové směsi. Nejvyšší přípustný obsah R-materiálu (v % hmotnosti asfaltové směsi) se řídí zvoleným typem směsi a podmínkami, které stanoví národní přílohy norem řady ČSN EN 13108 a norma ČSN 73 6121.

Požadavky na asfaltové směsi jsou uvedeny v tabulce 10. Pro parametry, u kterých není stanoven žádný požadavek pro mezní hodnotu, je uvedena kategorie bez požadavků (NR = no requirement). U charakteristik, kde je nezbytné provádět dlouhodobý sběr informací o daném typu chování se uvádí kategorie „hodnoty se deklarují“ (TBD = to be declared).

Tabulka 9: Požadavky na kamenivo pro asfaltové směsi akustických obrusných vrstev typu SMA NH a ACO NH

Typ směsi	SMA S NH	SMA + NH	ACO NH
Maximální zrnitost směsi	8	5, 8	5
Požadavky na drobné kamenivo a směs kameniva			
Zrnitost DK ($D \leq 2$) G_F		G_F85	
Zrnitost SK ($D \leq 5$ a $d = 0$) G_A		G_A85	
Tolerance zrnitosti DK a SK ($D \leq 8$) G_{TC}		$G_{TC}10$	

Obsah jemných částic f	drcené	f₁₀	
Kvalita jemných částic MB_F		MB_F10	
Požadavky na hrubé kamenivo			
Zrnitost HK ($D > 2$) G_C		G_C90/15 (85/15)	G_C85/15
Tolerance zrnitosti G pro D/d	< 4	G_{25/15}	
	≥ 4	G_{20/15}	
Obsah jemných částic f		f₂	
Tvarový index SI pro horní mez zrnění	$D < 11,2$	SI₃₀	SI₃₅
Odolnost proti drcení LA (zkouší se na frakci 8/11)		LA₂₅	LA₃₀
Ohladitelnost PSV		PSV₅₀	PSV₅₀
Trvanlivost síranem hořečnatým MS		MS₁₈	
Odolnost proti zmrazování a rozmrazování F		F₂	
Odolnost proti rozpadavosti čediče SB		SB_{LA} ≤ 8	
Rozpínavost kameniva z ocelářenské strusky V		TBD	

Tabulka 10: Požadavky na asfaltové směsi typu SMA NH a ACO NH

Typ	S	+		
Označení směsi	SMA 8 S NH	SMA 8 + NH	SMA 5 + NH	ACO 5 + NH
Počet úderů Marshallova pěchu	2 × 50			
Všeobecné požadavky				
Zrnitost / síto (mm) ¹⁾				
11,2	100	100	-	-
8	90-100	90-100	100	100
5,6	20-30	25-35	85-100	90-100
4	-	-		
2	15-20	15-20	20-30	25-45
0,250	-	-		10-25
0,063	6-9	6-9	7-10	6-10
Obsah rozpustného asfaltového pojiva B (%-hm.) ¹⁾	6,5 (7,0)		6,9 (7,5)	6,0 (6,7)
Minimální mezerovitost V_{min} (%-obj.) ²⁾	9,0 (9,0)		9,0 (9,0)	8,0 (7,0)
Maximální mezerovitost V_{min} (%-obj.) ²⁾	12,0 (14,0)		12,0 (14,0)	11,0 (12,0)
Maximální poměrná hloubka koleje PRD_{AIR} (%) ³⁾ po 5 000 cyklech	5,0		-	
Maximální přírůstek hloubky koleje WTS_{AIR} (mm/10 ³ cyklů) ³⁾	0,07		-	
Odolnost proti účinkům vody ITSR ⁴⁾	0,8		0,7	
Stékavost asfaltového pojiva D ⁵⁾	0,3		0,6	
Makrotextura zkušební deska (mm) MTD ⁶⁾	TBD			
Modul tuhosti @15°C, (MPa) S₁₅ ⁷⁾	5.500		5.000	5.000

Mezní teploty asfaltové směsi (°C)	PMB = 155 °C – 170 °C CRmB = 160 °C – 180 °C nízkoviskózní PMB = 135 °C – 160 °C
Podíl těžného kameniva (%)	jen drcené kamenivo
¹⁾ Dle ČSN EN 12697-1. V závorce uvedená hodnota je platná při použití CRmB pojiva. ²⁾ Dle ČSN EN 12697-8 stanovením na laboratorně připravené směsi a laboratorních zkušebních tělesech. Hodnota v závorce platí pro kontrolní zkoušky. Zhutněná objemová hmotnost je stanovena metodou s nasyceným osušeným povrchem (SSD). ³⁾ Dle ČSN EN 12697-2+A1. ⁴⁾ Dle ČSN EN 12697-12. ⁵⁾ Dle ČSN EN 12697-18. ⁶⁾ Dle ČSN EN 13036-1 (odměrná metoda). ⁷⁾ Dle ČSN EN 12697-26 (metoda IT-CY). Zkouška se provádí jako informativní, nedokládá se jako povinná pro ITT protokol.	

2.6 Postup pro zpracování a zhutňování vrstev SMA NH, ACO NH

Zhotovitel zpracuje pro pokládku a hutnění technologický předpis v souladu s TKP kap. 7. S ohledem k úpravám pracovních teplot u řešeného typu směsí musí být důkladně naplánována časová souslednost výroby, skladování, přepravy a pokládky. Míra snížení pracovní teploty je vždy odvislá od povětrnostních podmínek, které významným způsobem ovlivňují především pokládku.

2.6.1 Úprava podkladu

Stávající podklad musí být čistý s opravenými výtluky, trhlinami a spárami a jeho stav musí být v souladu s projektovou dokumentací a splňovat požadavky platných technických norem a předpisů, podle nichž se prováděl.

Nerovnosti podkladu či staré vozovky v podélném i příčném směru musí odpovídat příslušným ČSN (ČSN EN) nebo TKP Ministerstva dopravy ČR.

Jako ve všechny ostatních případech i u asfaltových směsí pro akustické obrusné vrstvy se musí provádět vždy spojovací postřík dle ČSN 73 6129. Zajištění správného spojení vrstev, které je specifikováno v normě ČSN 73 6121, tabulka 15, je třeba věnovat u tohoto typu směsí mimořádnou pozornost s ohledem k vyššímu dávkování používané asfaltové emulze a požadavkem na výhradní použití polymerem modifikované asfaltové emulze.

2.6.2 Výroba a skladování asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy

Výroba probíhá v běžných obalovnách. Doby míchání a dávkování jednotlivých složek směsi se uplatní se stejnými postupy jako u běžné směsi typu SMA. Nejsou kladeny žádné zvýšené požadavky na doby míchání asfaltové směsi, dodržet lze pouze průkazní zkouškou doporučené pracovní teploty v závislosti na použitém typu asfaltového pojiva. Použití asfaltového R-materiálu v současnosti není povoleno, jelikož u tohoto typu směsí není míra využitelnosti experimentálně ověřena.

Z hlediska skladování se vymezené směsi typu SMA NH a ACO NH neodlišují od směsí typu SMA nebo AC. V případě použití asfaltových pojiv nízkoviskózního charakteru je třeba postupovat v souladu s TP 238.

Doba skladování hotové směsi v silech nesmí překročit 90 minut. Skutečná doba skladování je odvislá od pracovní teploty vyrobené směsi, kterou musí vždy určit výrobce. Plnění zásobníků hotové směsí musí být i při krátkodobém uskladnění co největší.

Výrobce rovněž musí zabezpečit, aby nedocházelo k segregaci asfaltové směsi (rošty v zásobnících hotové směsi atd.).

2.6.3 Pokládka asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy

Pokládka vrstvy ze směsi SMA 8 NH zrnitosti do 8 mm nebo SMA 5 NH či ACO 5 NH zrnitosti do 5 mm probíhá běžným způsobem finišerem. Ideální tloušťka vrstvy po zhutnění je 25 až 35 mm. Vrstvu lze výjimečně pokládat i v tloušťkách do 40 mm, ale nelze to považovat za optimální a především ekonomicky odůvodněné. Současně se za ideální považuje pokládka asfaltové vrstvy na celou šířku vozovky.

Vrstva je pouze málo stlačitelná, navýšení tloušťky pokládané vrstvy je proto nižší než u běžné vrstvy typu SMA nebo ACO.

Pokládku lze provádět na jakýkoli podklad asfaltové vrstvy, maximální přípustná nerovnost podkladu nesmí přesáhnout 4 mm, resp. musí splňovat požadavky dané českými technickými předpisy, pakliže tyto stanovují přísnější mezní hodnotu nerovnosti.

Podklad musí být čistý bez trhlin, výtluků a případně dalších poruch.

Spojovací postřik se provádí vždy v množství 400-450 g/m² vhodným typem kationaktivní asfaltové emulze, která specifikací i parametry odpovídá požadavkům ČSN EN 13808, přičemž se doporučuje použití rychloštěpitelných polymerů modifikovaných emulzí.

Pokládku lze provádět za stejných povětrnostních podmínek, které platí pro běžné směsi typu SMA nebo ACO, jak je upravují příslušné technické předpisy platné v České republice.

Při pokládce prováděné na dálnicích a rychlostních silnicích je vždy nezbytné pro docílení maximální homogenity směsi využívat homogenizátory.

2.6.4 Hutnění asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy

Při hutnění vrstev provedených ze směsí typu SMA NH nebo ACO NH je třeba dodržet několik zásad nejlepší technické praxe:

- použít těžší válce (8-12 tun) s ocelovými běhouny;
- nejméně dva takové válce pro pokládku jednoho pásu asfaltové vrstvy;
- co nejvíce se vyvarovat ručního dohazování směsi;
- teplota při pokládce (těsně po položení vrstvy finišerem) by neměla klesnout pod 150°C;
- první pojezd válce vždy statický;
- druhý a popřípadě i třetí pojezd válce vibrační nebo ideálně oscilační (není určující, zda zhotovitel zvolí vibraci při jízdě vpřed nebo vzad, důležité je vibrovat pouze v jednu směru);
- další pojezdy válce pouze statické,
- směs se v žádném případě při uplatnění SMA NH nepodrucuje.

2.6.5 Kontrola zhutnění asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy

Asfaltová směs pro akustické asfaltové vrstvy by měla být bez potíží zhutnitelná na minimální požadovanou míru 97 %. Mezerovitost hotové vrstvy není v předpisech uváděna, pro docílení žádaných protihlukových vlastností by neměla klesnout pod 9 %.

Kontrolu zhutnění lze provádět radiosondou s tím, že je třeba mít na paměti, že vzhledem k vyšší mezerovitosti vrstvy (nad 9 %) budou výsledky mít vyšší rozptyl než při obvyklých

typech asfaltových směsí s nižší mezerovitostí. V případě pochybností lze kontrolu míry zhutnění provádět i na jádrových vývrtech, nicméně v takovém případě je třeba provádět vývrty mimo jízdní stopu, aby nedošlo k narušení protihlukových vlastností vrstvy, o které jde především.

2.7 Zkoušení a kontrola

Všechny výrobky, stavební materiály a směsi, které budou použity ke stavbě (kamenivo, asfalty, asfaltové směsi, přísady, i další materiály apod.) předloží zhotovitel objednateli ke schválení a zároveň doloží doklady o posouzení shody ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb., nebo ověření vhodnosti ve smyslu metodického pokynu SJ-PK část II/5 a to:

- prohlášení o shodě vydané výrobcem/zplnomocněným zástupcem v případě stavebních výrobků, na které se vztahuje NV č. 163/2002 Sb. ve znění NV č. 312/2005 Sb.,
- ES prohlášení o shodě vydané výrobcem/zplnomocněným zástupcem v případě stavebních výrobků označených CE, na které je vydána harmonizovaná norma nebo evropské technické schválení (ETA) a na které se vztahuje NV č. 190/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů,
- prohlášení shody vydané výrobcem/dovozcem nebo Certifikát vydaný certifikačním orgánem. Oba tyto dokumenty vydané v souladu s platným MP SJ-PK, č.j. 20840/01-120 část II/5 v případě "Ostatních výrobků".

Při zkoušce nízkoteplotní asfaltové směsi mohou být požadovány upravené zkušební podmínky (např. prodloužení doby extrakce na 90 minut). Při práci s nízkoviskózními asfaltovými pojivy nebo organickými přísadami pro nízkoteplotní asfaltové směsi je vždy nutné řídit se pokyny výrobce.

2.7.1 Zkoušky typu

Zkoušky typu se pro asfaltové směsi typu SMA NH a ACO NH provádí podle zásad ČSN EN 13108-20 a přílohy C normy ČSN 73 6121 s tím, že jsou ověřovány vlastnosti směsi podle tabulky C.4 uvedené ČSN normy.

Nad rámec zkoušek obvyklých pro běžné asfaltové směsi je nutné provést doplňující zkoušky v souladu s TP 238, pakliže je použit koncept tzv. nízkoteplotní asfaltové směsi.

2.7.2 Kontrolní zkoušky

Kontrolními zkouškami se ověřuje shoda vlastností stavebních materiálů, asfaltových směsí a hotových vrstev se stanovenými požadavky. Požadované vlastnosti a četnosti kontrolních zkoušek jsou uvedeny v tabulkách 4 až 8. Jako kontrolní zkoušky stavebních materiálů lze převzít výsledky výstupní kontroly jejich dodavatele.

Výsledky kontrolních zkoušek kameniva včetně fileru musí vyhovovat požadavkům na kamenivo dle normy ČSN EN 13043.

Výsledky kontrolních zkoušek asfaltových pojiv musí vyhovovat požadavkům odpovídajících norem pro polymery modifikované asfalty (ČSN EN 14023) a drcenou pryží modifikované asfalty (TP 148).

Výsledky kontrolních zkoušek asfaltových směsí musí vyhovovat požadavkům stanoveným ČSN 73 6121 a ČSN 73 6122 (zde jsou definovány kontrolní zkoušky), dále požadavkům na kontrolní zkoušky asfaltové směsi a litých asfaltů na obalovně dle tabulek 5 a 6. Kontrolní zkoušky se provádějí na vzorcích asfaltové směsi podle příslušných

zkušebních norem řady ČSN EN 12697. Pro zhotovení Marshallových zkušebních těles v rámci kontrolních zkoušek se použije teplota uvedená v tabulce 10.

Tabulka 11: Kontrolní zkoušky stavebních materiálů pro hutněné úpravy

Zkoušená hmota	Druh zkoušky	Minimální četnost ¹⁾	
Kamenivo	Zrnitost, obsah jemných částic	2.000 t (každá frakce)	
	Jakost jemných částic ²⁾ MB _F	5.000 t	
	Tvarový index SI	5.000 t (frakce 4/8 nebo 8/11)	
	Otlukovost ³⁾	10.000 t	
	Ochladitelnost	10.000 t	
Přídavný a vratný filer	Zrnitost ⁴⁾	500 t	
	Jakost jemných částic MB _F	2.000 t	
Asfalt	Penetrace dle ČSN EN	150 t	
	Bod měknutí KK dle ČSN EN	150 t	
	Zpětné přetvoření dle ČSN EN	150 t	
	Silová duktilita dle ČSN EN	150 t	
	Stanovení smykové poddajnosti (MSCR test)	300 t	
R-materiál	Zrnitost	1 x 2.000 t	
	Obsah asfaltu	1 x 2.000 t	
	Penetrace a bod měknutí (KK) asfaltu podle dosažené provozní úrovně shody obalovny	OCL A	1 x 10.000 t
		OCL B	1 x 5.000 t
OCL C		1 x 3.000 t	

¹⁾ Četnosti zkoušek jsou uváděny u kameniva včetně fileru a R-materiálu v tunách spotřebované frakce, u asfaltu v tunách spotřebovaného druhu asfaltu.
²⁾ Provádí se u DDK a SDK s obsahem jemných částic > 3 % hmot.
³⁾ Zkouší se na frakci 8/16 u všech použitých druhů HDK
⁴⁾ Zrnitost přídavného fileru se zkouší dle ČSN EN 933-10.

Výsledky kontrolních zkoušek hotových vrstev musí vyhovovat požadavkům tabulky 12 a 13. Pro tloušťky vrstev, pevnost spojení vrstev, rovnost povrchu, odchylky projektových výšek a příčný sklon platí údaje ČSN 73 6121 čl. 6.4.2 až 6.4.6 a TKP kapitola 7, jakož i ČSN 73 6122 a TKP kapitola 8.

Tabulka 12: Kontrolní zkoušky asfaltových hutněných směsí

Zkoušený materiál	Druh zkoušky		Minimální četnost ¹⁾
Asfaltová směs ⁶⁾	OBALOVNA	Teplota směsi	každá šarže (záznam)
		Zrnitost, obsah asfaltu, mezerovitost ²⁾	každých 1 000 t
		Odolnost proti trvalým deformacím ³⁾	15 000 ⁴⁾ t
	STAVBA	Teplota u finišeru	1 x za hod.
		Teplota při hutnění	1 x za hod.
		Zrnitost, obsah asfaltu, mezerovitost ⁵⁾	každých 1 000 t
		Tloušťka pokládané vrstvy	1 x za hod.

¹⁾ Četnosti zkoušek jsou uváděny v tunách vyrobené směsi.
²⁾ Pro dokladování k přijímacímu řízení staveb lze použít výsledky zkoušek směsi, které nejsou starší než 21 dnů ke dni pokládky příslušné vrstvy.
³⁾ Zkouška odolnosti proti trvalým deformacím nepatří do základních ani rozšířených zkoušek požadovaných v rámci systému řízení výroby na obalovně.
⁴⁾ Pro zkoušku je proveden odběr směsi na obalovně tak, aby výsledky zkoušek sloužily k dokladování při přijímacím řízení pro různé stavby (objekty) za období výroby 15 000 t směsi.
⁵⁾ Zkoušky jsou prováděny v uvedené četnosti, ale vždy min. 1 krát na předávanou stavbu (objekt, úsek) na vzorcích odebraných v místě rozdělovacího šneku finišeru.
⁶⁾ V záznamu o odběru vzorku na stavbě nebo i na obalovně (pokud se jedná o vzorek, který bude dokladován k přijímacímu řízení) musí být uvedeny údaje o přesném určení místa odběru a místa uložení na stavbě.

Tabulka 13: Četnosti kontrolních zkoušek hotových hutněných vrstev

Zkoušená hmota	Druh zkoušky, vrstva		Minimální četnost ¹⁾
Hotová vrstva³⁾	Míra zhutnění	na vývrtech	1x 5.000 m ² ; hodnocený celek min. 2x
		nebo nedestruktivně ²⁾	1x 500 m ² , hodnocený celek min. 2x
	Mezerovitost vrstvy	na vývrtech	1x 5.000 m ² pro obrusnou vrstvu ⁴⁾ ; hodnocený celek min. 2x
		nebo nedestruktivně ²⁾	1x 500 m ² , hodnocený celek min. 2x
	Tloušťka vrstvy	Vývrty	1x 5.000 m ² pro obrusnou vrstvu ⁴⁾ ; hodnocený celek min. 2x
	Spojení vrstev	Vývrty	1x 5.000 m ² pro obrusnou vrstvu ⁴⁾ ; hodnocený celek min. 2x
	Nerovnost		průběžně podélná; příčná po 20 m (D,R, MKR) ⁵⁾ , po 40 m (ostatní)
	Příčný sklon		D,R, MKR po 20 m, ostatní po 40 m
	Dodržení výšek a tloušťky vrstvy		nivelací po 20 m; 25 m před, na a za mosty po 5 m
Makrotextura hotové úpravy (MTD)		1x 500 m ² , na úsek minimálně 2x	

¹⁾ Četnosti zkoušek jsou uváděny na hotové vrstvě v m² položené plochy nebo v bm délky.
²⁾ Do uvedené četnosti se nezapočítávají min. tři kalibrační měření, která se musí provést v místě vývrťů. Postupuje se podle článku 7.5.4 TKP kapitola 7.
³⁾ V protokolech o zkouškách musí být vždy údaje o přesném určení místa odběru.
⁴⁾ V souladu s tabulkou 4 TKP 7. V tomto případě je nezbytné současně provádět ověření nedestruktivní metodou. Týká se pouze spojení dvou asfaltových vrstev.
⁵⁾ D – dálnice, R – rychlostní komunikace, MKR – místní rychlostní komunikace.

2.8 Životní prostředí

Podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění NV č. 312/2005 Sb. o technických požadavcích na stavební a NV č. 190/2002 Sb., v platném znění je zhotovitel povinen dokladovat, že použité materiály nejsou nebezpečné pro životní prostředí. Postačujícím dokladem jsou příslušné bezpečnostní listy zpracované výrobcí v souladu s nařízením č.1907/2006 Evropského parlamentu (REACH), resp. zákonem č. 356/2003 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Asfaltové směsi pro akustické obrusné vrstvy včetně použitých a touto metodikou přípustných asfaltových pojiv nelze klasifikovat jako ekologicky závadné či zdraví škodlivé produkty. S ohledem k potenciálu dílčího snížení pracovních teplot lze dokonce předpokládat další snížení výparů, které se při výrobě a zpracování asfaltových směsí mohou uvolňovat.

3. Srovnání novosti postupů

V současnosti v české republice neexistuje technický předpis či platná norma, které by upravovaly problematiku asfaltových směsí pro akustické obrusné vrstvy typu SMA nebo ACO. Normy řady ČSN EN 13108-xx upravují v části 1 směsi typu AC a v části 5 směsi typu SMA, ale s nižšími hodnotami mezerovitostí, než které jsou požadovány pro asfaltové směsi akustických obrusných vrstev. Pro tyto směsi navíc nelze aplikovat požadavky dle normy ČSN EN 13108-2, případně technických podmínek TP 148 pro směsi typu BBTM, jelikož se z hlediska přípustných zrnitostních mezí nejedná o identické směsi a zejména při porovnání se směsí SMA NH je přístup k principu návrhu a funkčnosti směsi odlišný. Druhým aspektem je skutečnost, že v ČSN EN 13108-xx není upravena možnost využití pojiv modifikovaných drcenou či mletou gumou a tato skutečnost je v TP 148 omezena pro směsi typu PA nebo BBTM. V celoevropském měřítku není v současné době k dispozici jednotná harmonizovaná norma, v rámci revizí výrobních norem řady EN 13108-xx probíhají pouze diskuse, zda případně pro asfaltové směsi akustických obrusných vrstev nevytvořit samostatnou kategorii, která by do jednotlivých příslušných norem byla včleněna. Z tohoto důvodu se vymezení této metodiky jeví z hlediska využití nenormových směsí typu SMA NH a ACO NH jako nezbytné a prospěšné.

Řešitelé výzkumného projektu TAČR č. TA02030639 poznatky využili při návrhu a realizaci několika zkušebních úseků, které jsou zdokumentovány v průběžných zprávách řešení projektu. Pro vlastní zavedení tohoto typu nenormových asfaltových směsí bylo dále získáno pověření Ministerstva dopravy ČR k postupnému zpracování technických podmínek, které budou vycházet z poznatků a formulovaných doporučení této certifikované metodiky. Existence této zpracované metodiky současně umožní jednodušší a především jednotné využití nenormových asfaltových směsí typu SMA NH a ACO NH pro obrusné akustické asfaltové vrstvy.

Z hlediska přístupu k návrhu vlastních asfaltových směsí metodika nezavádí neověřené či nezavedené postupy. Vychází z principů, které jsou vymezeny výrobními normami řady ČSN EN 13108-xx. V případě směsi typu SMA NH jsou oproti národním zvyklostem zavedeny požadavky na měření makrotextury a současně je doporučeno sledování charakteristiky tuhosti. Tato skutečnost je dána z důvodu systematického sběru potřebných dat o této charakteristice, která slouží jako návrhový parametr dle TP170. Dalším odlišným aspektem je striktní požadavek na používání výhradně modifikovaných asfaltových pojiv, jakož i umožnění tzv. nízkoviskózních variant polymerem modifikovaných asfaltových pojiv nebo aplikace takových přísad, které umožňují provádět návrhy tzv. nízkoteplotních variant směsí SMA NH a ACO NH. Současně je navrženými specifikacemi používání asfaltových pojiv modifikovaných drcenou či mletou pryží. V případě využití asfaltového R-materiálu je v tuto chvíli metodika konzervativní a to s ohledem k minimálnímu znalostem s využíváním tohoto materiálu u tohoto typu směsí. Tím by ale nemělo být do budoucna bráněno tento významný směr rozvíjet a využitelnost zvýšeného podílu asfaltového R-materiálu ověřovat. Všechny uvedené přístupy přitom sledují trendy nejlepší dostupné praxe a vycházejí nejen z experimentálních výsledků projektu TA02030639, ale i z realizovaných zkušebních úseků a ze zahraniční praxe.

Cílem certifikované metodiky je vytvořit první jednotící dokument, který umožní běžné využití asfaltových směsí pro akustické obrusné vrstvy, které nejsou upravené v harmonizovaných evropských normách řady ČSN EN 13108-xx nebo v některém z technických předpisů Ministerstva dopravy ČR. Metodika má posloužit při technickém zadávání, návrhu a kontrole asfaltových směsí pro akustické obrusné vrstvy. Současně

má umožnit souvislý sběr dat a poznatků s aplikací těchto vrstev v ČR tak, aby později bylo možné buď části certifikované metodiky do technických podmínek MD ČR, nebo do odpovídajících technických norem. Metodika jednoznačně a dle zvyklostí v ČR vymezuje, jak provádět návrh a kontrolu asfaltových směsí pro akustické obrusné vrstvy typu SMA NH a ACO NH.

Jedná se o novou metodiku, jež má za účel sjednotit přístup při navrhování, posuzování a využití nenormových asfaltových směsí typu SMA NH a ACO NH v běžné silniční praxi. Současně se jedná o první ucelený dokument schválený Ministerstvem dopravy ČR, který umožňuje i jím řízeným organizacím tyto asfaltové směsi pro využití na pozemních komunikacích používat, asfaltové směsi tohoto typu schvalovat a kontrolovat. Metodika by měla být plně využitelná i pro potřeby vyšších územně-samosprávných celků a jednotlivých municipalit.

4. Popis uplatnění certifikované metodiky

V systému jakosti pro stavby pozemních komunikací dosud není k dispozici metodický dokument, který by umožňoval jednoznačným způsobem využívat asfaltové směsi pro akustické asfaltové vrstvy, které neupravují evropské normy EN 13108-2 pro tenké asfaltové betony (BBTM) a EN 13108-7 pro drenážní asfaltové koberce (PA) či nejsou zpřesněny pro aplikace v drcenou pryží v technických podmínkách MD ČR, TP 148 „Hutněné asfaltové vrstvy s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem z pneumatik“. V řadě případů však již došlo k využití některého z typu těchto směsí na pozemních komunikacích v České republice (vozovky dálničního typu, vozovky pozemních komunikací I. třídy, místní komunikace) a existují dostatečné poznatky s periodicky provedených hlukových měření. Současně byla minimálně v posledním pětiletém období prokázána i dostatečná životnost těchto úprav, tak aby bylo možné je bezpečně používat při dodržení nezbytných technických a technologických požadavků a podmínek. Zavedením jednotné metodiky se tak eliminuje případná diskriminace a riziko nerovné obchodní soutěže, současně však specifikován jednotný metodický nástroj pro posuzování tohoto typu asfaltových směsí.

Metodika nalezne uplatnění na jedné straně u Ministerstva dopravy ČR, u vlastníků pozemních komunikací či jejich správců (ŘSD, jednotlivé kraje, municipality), kteří tak budou mít efektivní nástroj pro schvalování a kontrolu provádění akustických asfaltových vrstev a použitých nenormových asfaltových směsí a to do doby jejich zavedení v příslušných evropských či národních technických normách.

Samozřejmě potřebné technické parametry a uplatňované zkušební metody jsou na druhé straně k dispozici i jednotlivým dodavatelům silničních staveb a výrobcům asfaltových směsí, kteří jednak mohou nabízet a využívat tyto alternativní asfaltové úpravy a současně jim je umožněno dále efektivním způsobem rozvíjet a optimalizovat své výrobky a technologie tak, aby došlo ke snížení hlučnosti na styku pneumatika/vozovka tj. ke snížení hlučnosti generované při jízdě na komunikaci. Při doložení příslušných dokladů o technickém schválení příslušného typu asfaltové směsi (Technické Stavební Osvědčení) tak není znemožněno využívání účinných a inovativních řešení obrusných vrstev, které jsou v řadě zemí Evropské unie zavedeným standardem.

Postupy návrhu asfaltových směsí typu SMA NH a ACO NH, včetně stanovených zkušebních postupů a mezních hodnot lze v plné míře uplatnit i v oblasti vědy a výzkumu či vzdělávání, a to zejména při dalším zpřesňování a inovačním rozvoji této oblasti. Účelné je také úzké navázání této metodiky na již zavedenou a certifikovanou Metodiku pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže.

V neposlední řadě je třeba zdůraznit skutečnost, že v rámci EU se v posledních letech intenzivně diskutuje zavedení problematiky hlučnosti povrchů komunikací do systému hospodaření vozovek. S tím se zvyšuje i potřebnost vedle pasivních opatření pro snižování hlukové zátěže mít zavedená a pro tržní použití jednoznačně vymezená řešení, která umožní realizaci akustických asfaltových obrusných vrstev. Zavedení jednotné metodiky v České republice umožňuje jednoznačnou specifikaci využití takových asfaltových úprav z hlediska zadávání veřejných zakázek a vynutitelnosti konkrétních parametrů kvality, které metodika uvádí a včetně konkrétních zkušebních postupů vymezuje.

5. Ekonomické aspekty

Metodika se primárně zabývá podmínkami jednotného návrhu asfaltových směsí typu SMA NH a ACO NH, které se uplatní pro akustické úpravy obrusných vrstev. Současně stanoví požadavky na využitelné materiály. Tím je stanovena jednoznačnost pro shodné posuzování výrobků různých zhotovitelů a současně je umožněno pro jednotlivé subjekty stanovit jednoznačnou cenu výrobku. V důsledku této skutečnosti lze připustit využití těchto typů směsí na pozemních komunikacích v České republice. Klíčová nicméně zůstává především uvedená možnost specifikovat takový typ asfaltové směsi ve veřejných soutěžích a eliminovat jakékoli riziko diskriminace či znemožnění používání konkrétní skupiny asfaltových směsí na pozemních komunikacích v ČR. Je taktéž eliminována nejednoznačnost, která dosud vedla k různým přístupům a k prosazování řešení, která mohla být v některých ohledech účelová, protože nebylo možné se opřít o konkrétní technický dokument.

Celospolečenský přínos (a tedy i přínos pro veřejného uživatele) ve smyslu ekonomických aspektů lze spatřovat v připuštění takových technologií, resp. výrobků pro akustické asfaltové obrusné vrstvy, jež umožní snížit hlukovou zátěž a tím chránit zdraví obyvatelstva. Nelze samozřejmě plně eliminovat hluk vznikající z dopravy, lze však přispět k omezení hlukové zátěže a tím zvyšovat kvalitu života a přispívat k minimalizaci rizik vzniku onemocnění, která jsou spojená s vyšší hlukovou zátěží. Tím vzniká nepřímý ekonomický efekt, který se přeneseně odráží ve výdajích na léčbu onemocnění, která s dlouhodobou hlukovou expozicí souvisejí. Přesné ani přibližné vyčíslení takového přínosu možné není, jelikož zpracování odpovídající studie vyžaduje delší časový horizont a především musí mít dostatek poznatků současných i historických dat, se kterými lze následně porovnat změny způsobené provedením akustické obrusné vrstvy.

Vlastní zavedení certifikované metodiky nepředpokládá žádné bezprostřední náklady, které by s tímto krokem souvisely. Metodika ve své podstatě vyplňuje absentující technický předpis, který by specifikoval navrhování a provádění asfaltových směsí, které svými akustickými parametry snižují hlukovou zátěž a vycházejí z principů dnes plně zavedených směsí typu SMA a AC. Postupy specifikované v metodice taktéž negenerují dodatečné náklady, neboť uvedené zkušební postupy a parametry, jež jsou požadovány plně ctí technické normy, které jsou v silničním stavitelství obecně známé a zavedené. Lze naopak očekávat zjednodušení procesu schvalování asfaltových směsí uvedeného typu a to díky skutečnosti, že zavedením metodiky budou existovat jednotné požadavky a předpoklady pro použití asfaltových směsí pro akustické obrusné vrstvy.

6. Seznam použité související literatury

- [1] Peterson, A.: Noise is the bane of many lives. World Highways 06/2004.
- [2] Steven, H.: Optimierung der schallabsorbierenden Eigenschaften von Drainsphalt. Dílčí zpráva v rámci projektu „Lärmindernde Straßendecken“, FIGE GmbH, Herzogenrath, 1992.
- [3] PIARC: Porous asphalt. Paris, 1993.
- [4] Stehno, G.: Rollgeräuschmessungen auf in- und ausländischen Fahrbahndecken. BMVIT, Heft 413, Vídeň, 1992.
- [5] Sandberg, U.: Lärmindernde Fahrbahnoberflächen – Empfehlungen für die Gestaltung. In: Zweites internationales Symposium über Oberflächeneigenschaften von Fahrbahnen, Berlin, 1992.
- [6] Pracherstorfer, W., Litzka, J.: Österreichische Erfahrungen mit lärmmindernen Straßendecken. FGVSO, Vídeň, 1994.
- [7] 2002/49/EC – Evropská směrnice k environmentálnímu hluku.
- [8] Isenring, T.: Lagzeitverhalten von bituminösen Drainbelägen, Teil 1: Lärmverhalten von Drainbelägen. EVE, Bundesamt für Straßenbau, Zürich, 1991.
- [9] Schmalz, M.: Offenporige Asphaltbeläge - OPA - Wohin führt der Weg?, 21. Regenstauer Asphalt- und Straßenbau-Seminar, 2005.
- [10] Kragh, J., Andersen, B., Bendtsen H.: Acoustical characteristics of Danish road surfaces, Danish Road Institute/Road Directorate Technical Note 38, 2006.
- [11] Hagner, T.: Offenporiger Asphalt. Total Bitumen Deutschland, 2005.
- [12] Umwelt Bundesamt: Lärmindernde Fahrbahnbeläge – Ein Überblick über Stand der Technik, publikace 28/2009, Dessau-Roßlau, 2009.
- [13] Valentin, J., Mondschein, P.: Možnosti snižování hlučnosti povrchu vozovek s využitím technologií asfaltových vrstev snižujících hlučnost. Dílčí výzkumná zpráva 1.3.1.2-02, CIDEAS, Praha, 2006.
- [14] Gärtner, K., Graf, K., Schünemann, M.: Asfaltové ložní vrstvy na principu SMA, Strasse und Autobahn, vydání 7/2009, nakladatelství Kirschbaum, Bonn, str. 431 – 435, 2009.
- [15] Gärtner, K., Hartmann, B., Graf, K., Radenberg, M., Ripke, O.: Možnosti a hranice asfaltových akustických obrusných vrstev s nízkým hlukem v zastavěných oblastech, Strasse und Autobahn, vydání 4/2011, nakladatelství Kirschbaum, Bonn, str. 246 – 251, 2011.
- [16] Winkler, O.: Optimalizace složení směsí SMA LA vzhledem k jejich životnosti a tlumení hluku – základy, studijní práce, TU Drážďany, fakulta Stavebního inženýrství – Institut pro městskou zástavbu a stavbu silnic, 2009.
- [17] Winkler, O.: Vliv mezerovitosti na dobu životnosti SMA LA, diplomová práce, TU Drážďany, fakulta Stavebního inženýrství – Institut pro městskou zástavbu a stavbu silnic, 2011.
- [18] Loveček, Z.: Uplatňovanie vrstiev AKD v cestnom staviteľstve. AV2003, České Budějovice 2003, str. 290-292.
- [19] Schäfer, V.: Offenporige Asphaltdeckschichten. Asphalt 08/2003.
- [20] Ripke, O., Stöckert, U.: Innovative asphalt surface layers to reduce traffic noise. 5th Eurobitume & Euroasphalt Congress, příspěvek A5EE-229, Istanbul, 2012.
- [21] Valentin, J., Luxemburk, F.: Možnosti snižování hlučnosti povrchu vozovek s využitím technologií asfaltových vrstev snižujících hlučnost, odborná zpráva (43 stran), ČVUT v Praze, 2009.

- [22] Odhad životnosti u SMA LA a drenážního asfaltového koberce, Společnost pro techniku silničního stavitelství Drážďany mbH, nezveřejněná závěrečná zpráva.
- [23] Hiersche, E.U.: Lärmindernde Fahrbandecken, Einführung. Deutscher Strassenkongress, FGSV, Würzburg, 1986.
- [24] Gärtner, K. et al.: Lärmtechnisch optimierte Splittmastixasphaltdeckschichten. Straße+Autobahn 12/2006, s. 744-750.
- [25] Radenberg, M., Sander, R.: Lärmtechnisch optimiertes Asphaltdecksichtkonzept für den kommunalen Straßenbau. Asphalt 8/2007.
- [26] TP Asphalt-StB, část 6: Technické kontrolní předpisy pro asfaltové směsi, část 6: Objemová hmotnost zhutněného zkušebního tělesa, 2010, nakladatelství FGSV.
- [27] TL Gestein-StB 04: Technické dodací podmínky pro kamenivo v silničním stavitelství, verze 2007
- [28] TL Bitumen-StB: Technické dodací podmínky pro asfaltová pojiva v silničním stavitelství a využití polymerem modifikovaných asfaltových pojiv. Vydání 2007, nakladatelství FGSV.
- [29] TP Asphalt-StB, část 8: Technické kontrolní předpisy pro asfaltové směsi, část 8: Objemové ukazatele asfaltových zkušebních těles a míra zhutnění. Vydání 2007, nakladatelství FGSV.
- [30] RDO-Asphalt 09, Směrnice pro počítačové dimenzování zpevněné konstrukce dopravních ploch s asfaltovými směsami, vydání 2009
- [31] AL-SP – ASPHALT 09, Pracovní návod ke zjištění reakce tuhosti a únavy asfaltové směsi při únavové zkoušce příčným tahem, vydání 2009.

7. Seznam publikací, které předcházely metodice

Valentin, J. - Varaus, M.: Současné technologické trendy u vozovek pozemních komunikací. Silnice železnice. 2010, roč. 5, č. 4, s. P1-2-P1-4. ISSN 1801-822X.

Valentin, J. - Mondschein, P.: Snižování hluku možnými úpravami obrusné vrstvy. Silnice železnice. 2010, roč. 5, č. 5, s. P14-P21. ISSN 1801-822X.

Valentin, J. - Mondschein, P. - Vacková, P.: Hutnění asfaltových směsí v laboratoři: vliv zhutnění na chování asfaltových směsí. Silnice železnice. 2014, roč. 9, č. 1/2014, s. 148-152. ISSN 1801-822X.

Valentin, J. - Mondschein, P. - Varaus, M. - Hýzl, P. - Stehlík, D.: Vybrané laboratorní poznatky s návrhem a posuzováním směsí SMA LA a LOA. Silnice železnice. 2014, roč. 9, č. 01/2014, s. 142-147. ISSN 1801-822X.

Valentin, J.: WP1: Příklady rozvoje a dalšího ověřování nových technologií v silničním stavitelství. Silnice a železnice. 2014, roč. 9, č. 5, čl. č. nemá, s. 142-144. ISSN 1801-822X.

Valentin, J. - Mondschein, P. - Holík, M.: Vybrané funkční charakteristiky asfaltových směsí s CRmB pojivy s nižším podílem drcené pryže. In *Sborník ASFALTOVÉ VOZOVKY 2011*. Praha: Pragoprojekt, 2011, s. 1-8. ISBN 978-80-903925-2-6.

Mondschein, P. - Valentin, J.: Snižování valivého hluku díky použití speciálních asfaltových směsí. In *Výstavba a rehabilitácia asfaltových vozoviek, Ekonomicky a kvalitne*. Košice: Etela Bačenkova - Dom techniky, 2013, s. 43-48. ISBN 978-80-232-0319-6.

Valentin, J. - Mondschein, P. - Žák, J.: Possibilities of Rolling Noise Reduction by Application of Acoustic Asphalt Mixtures. In *International Scientific Conference C.A.R. 2013*. Bukurešť: CONSPRESS, 2013, p. 977-986. ISBN 978-973-100-290-3.

Valentin, J. - Mondschein, P. - Varaus, M. - Hýzl, P. - Stehlík, D.: Vybrané laboratorní poznatky s návrhem a posuzováním směsí SMA LA a LOA. In *Konference Asfaltové vozovky 2013*. Praha: Sdružení pro výstavbu silnic, 2013, čl. č. 3.6, ISBN 978-80-903925-3-3.

Valentin, J. - Miláčková, K. - Soukupová, L.: Influence of chemical catalysts and selected additives on behavior of crumb rubber modified bitumen. In *Road and Rail Infrastructure III*. Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, 2014, p. 455-464. ISSN 1848-9842.

Valentin, J. - Soukupová, L. - Beneš, J. - Miláčková, K.: Characteristics of selected bituminous binders with high-speed grinded crumb rubber. In *Transportation Research Arena 2014*. Marne-la-Vallée: Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), 2014, vol. TS24, art. no. 18431, p. 1-10.

Miláčková, K. - Valentin, J.: Vliv přísad Vestenamer, Zycotherm a kyseliny polyfosforečné s rozdílnými variantami mleté pryže v asfaltu. In *Pozemní komunikace 2014 "Trvale udržitelný rozvoj - realita nebo klišé"*. Praha: ČVUT, 2014, s. 1-12. ISBN 978-80-01-05559-5.

Miláčková, K. - Soukupová, L. - Valentin, J.: Impact of Mechanical Chemically Activated Rubber on Strain and Flow Behaviour of CRmB Binders. In *Proceedings of the international students scientific conference RISEM 2015 - Research and Inovation of Secondary Materials with Focus on Civil Engineering*. Praha: Czech Technical University in Prague, 2015, p. 103-112. ISBN 978-80-01-05813-8.

Miláčková, K. - Soukupová, L. - Valentin, J.: Functional characteristics of bitumen modified by pulverized rubber and selected chemical catalysts and/or additives. In *9th Malaysian Road Conference 2014*. Shah Alam: Road Engineering Association of Malaysia, 2014, p. 1-11.

Seznam použitých zkratk

AC – Asphalt Concrete (ACO = asfaltový beton pro obrusnou vrstvu)

ACO NH – asfaltový beton pro obrusnou vrstvu nízkotučný (akustický)

BBTM – Bétons bitumineux très minces (asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy)

CEN – Comité Européen de Normalisation (Evropský výbor pro normalizaci)

CPX – Close-ProXimity method

CRmB – Crumb Rubber modified Bitumen (asfalt modifikovaný pryžovým granulátem)

EC – European Commission

LA – Lärmarm (nízkohlučný)

PA – Porous Asphalt (asfaltový koberec drenážní)

ŘSD – Ředitelství silnic a dálnic

SMA – Stone Mastic Asphalt (asfaltový koberec mastixový)

SMA NH – asfaltový koberec mastixový nízkotučný (akustický)

SPB – Statistical Pass-By method

TKP – Technické kvalitativní podmínky

TP – Technické podmínky

Příloha A: Příklad protokolu konkrétních asfaltových směsí pro akustické obrusné vrstvy

Specifikace asfaltové směsi						
Zkušební výsledky, počáteční zkouška typu (ITT)						
SMA 8 NH ; PMB 40/100-65					Požadované hodnoty podle ZTV / TL Asphalt – StB 07	
Vlastnosti asfaltové směsi	Zkušební norma	Značka	Jednotka	Výsledek	min.	max.
Rozpustný obsah asfaltu	ČSN EN 12697-1	B	% hm.	6,9	6,5	-
Maximální objemová hmotnost	ČSN EN 12697-5+A1	ρ_{mv}	kg/m ³	2 460	-	-
Objemová hmotnost zkuš. tělesa	ČSN EN 12697-6+A1	ρ_{bssd}	kg/m ³	2 169	-	-
Mezerovitost zkušebního tělesa	ČSN EN 12697-8	V_m	% obj.	11,8	10	12
Mezerovitost směsi kameniva	ČSN EN 12697-8	VMA	% obj.	25,8	-	-
Stupeň vyplnění mezer	ČSN EN 12697-8	VFB	% obj.	54,2	-	-
Stabilita podle Marshalla	ČSN EN 12697-4+A1	S	kN	NR	-	-
Přetvoření podle Marshalla	ČSN EN 12697-4+A1	F	mm	NR	-	-
Míra tuhosti	ČSN EN 12697-4+A1	S/F	kN/mm	NR	-	-
Stékalost pojiva	ČSN EN 12697-18	D	%	0,17	-	0,3 ¹⁾
Poměrná hloubka koleje	ČSN EN 12697-2+A1	PRD_{AIR}	%	2,1	-	5,0 ¹⁾
Přírůstek hloubky koleje	ČSN EN 12697-22+A1	WTS_{AIR}	mm/10 ³ c.	0,014	-	0,07 ¹⁾
Poměr pevnosti v příčném tahu	ČSN EN 12697-12	ITSR	%	-	-	-
Informativní charakteristiky						
Modul tuhosti při teplotě 15°C	ČSN EN 12697-26 (metoda IT-CY)	$S_{15^\circ C}$	Mpa	6 170	nespecifikuje se	
Makrotextura	ČSN EN 13036-1 (odměrná metoda)	MTD	mm	0,94	nespecifikuje se	
Poznámka: ¹⁾ Požadavek ČSN EN 13108-5 pro SMA 8 S						

Propad nominálním sítím D	ČSN EN 12697-2+A1	D_{nomD}	%hm.	93,6	90	100	
Propad < 2 mm				%hm.	16,0	15	20
Propad < 0,063 mm				%hm.	6,5	6	9

Síť mm	Požadované hodnoty podle ZTV / TL Asphalt - StB 07		
	Výsledek [% hm.]	min. [% hm.]	max. [% hm.]
45	-	-	-
31,5	-	-	-
22,4	-	-	-
16	-	-	-
11,2	100	100	-
8	94,8	90	100
5,6	31,2	20 (25) ²⁾	30 (35) ²⁾
4	21,4	-	-
2	16,9	15	20
1	13,7	-	-
0,5	11,7	-	-
0,25	10,1	-	-
0,125	8,3	-	-
0,063	6,0	6	9



Poznámka: ²⁾ V závorce jsou uvedeny požadavky na směsi používané v intravilánu. Základní hodnoty jsou pro směsi použité v extravilánu

Specifikace asfaltové směsi						
Zkušební výsledky, počáteční zkouška typu (ITT)						
SMA 5 NH ; PMB 40/100-65					Požadované hodnoty podle doporučení FGSV, pr. Sk. 7.3	
Vlastnosti asfaltové směsi	Zkušební norma	Značka	Jednotka	Výsledek	min.	max.
Rozpustný obsah asfaltu	ČSN EN 12697-1	<i>B</i>	% hm.	6,7	6,7	-
Maximální objemová hmotnost	ČSN EN 12697-5+A1	ρ_{mv}	kg/m ³	2 642	-	-
Objemová hmotnost zkuš. tělesa	ČSN EN 12697-6+A1	ρ_{bssd}	kg/m ³	2 345	-	-
Mezerovitost zkušebního tělesa	ČSN EN 12697-8	<i>V_m</i>	% obj.	11,3	10	12
Mezerovitost směsi kameniva	ČSN EN 12697-8	<i>VMA</i>	% obj.	26,7	-	-
Stupeň vyplnění mezer	ČSN EN 12697-8	<i>VFB</i>	% obj.	57,7	-	-
Stabilita podle Marshalla	ČSN EN 12697-4+A1	<i>S</i>	kN	NR	-	-
Přetvoření podle Marshalla	ČSN EN 12697-4+A1	<i>F</i>	mm	NR	-	-
Míra tuhosti	ČSN EN 12697-4+A1	<i>S/F</i>	kN/mm	NR	-	-
Stékevost pojiva	ČSN EN 12697-18	<i>D</i>	%	0,32	-	0,6 ¹⁾
Poměrná hloubka koleje	ČSN EN 12697-2+A1	<i>PRD_{AIR}</i>	%	2,8²⁾	-	-
Přírůstek hloubky koleje	ČSN EN 12697-22+A1	<i>WTS_{AIR}</i>	mm/10 ³ c.	0,014²⁾	-	-
Informativní charakteristiky						
Modul tuhosti při teplotě 15°C	ČSN EN 12697-26 (metoda IT-CY)	<i>S_{15°C}</i>	MPa	5 400	nespecifikuje se	
Makrotextura	ČSN EN 13036-1 (odměrná metoda)	<i>MTD</i>	mm	0,77	nespecifikuje se	
Poznámka: 1) Požadavek ČSN EN 13108-5 pro SMA 8 S						

Propad nominálním sítem D Propad < 2 mm Propad < 0,063 mm	ČSN EN 12697-2+A1	<i>D_{nomD}</i>	%hm.	100	85	100
			%hm.	23,1	20	30
			%hm.	9,6	7	10

Síto mm	Požadované hodnoty podle doporučení FGSV, pr. skupina 7.3		
	Výsledek [% hm.]	min. [% hm.]	max. [% hm.]
45	-	-	-
31,5	-	-	-
22,4	-	-	-
16	-	-	-
11,2	-	-	-
8	100	100	-
5,6	100	85	100
4	91,6	-	-
2	23,1	20	30
1	15,3	-	-
0,5	13,8	-	-
0,25	12,5	-	-
0,125	11,0	-	-
0,063	9,6	7	10

