

Požadavky na materiály, různé technologie a zkušenosti z realizací

Ing. Petr Bureš, Ing. Jiří Fiedler

Obsah

- ▶ **Vliv druhu obrusné vrstvy na hluk od dopravy**
- ▶ **Starší řešení - drenážní koberce**
- ▶ **Nové druhy nízkošlukových povrchů**
- ▶ **Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)**
 - ▶ Kamenivo a zrnitost směsi
 - ▶ Mezerovitost směsi a vliv na její vlastnosti
 - ▶ Pojivo (modifikované asfalty: PMB, CRmB)
- ▶ **Příklady realizací**
- ▶ **Vývoj hlučnosti v čase**
- ▶ **Čištění tlakovou vodou**

Měření vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk

Metoda SPB

ČSN ISO 11819-1

Část 1: Statistická metoda při průjezdu

Charakteristické hodnoty při 90 km/hod



AC 0/14

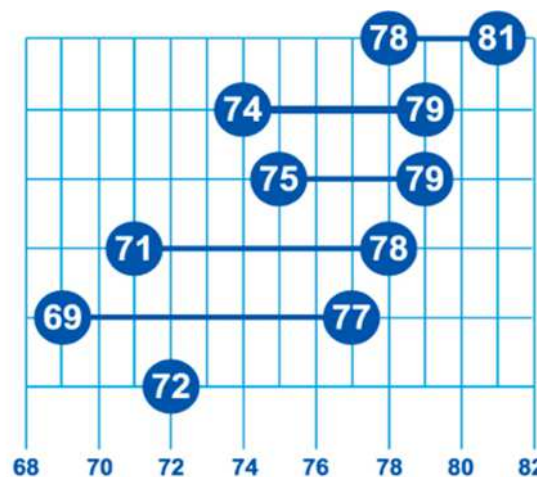
AC 0/10

BBTM 0/10

BBTM 0/6

PA (drenážní koberec)

Nízkoohlučný povrch



Vliv druhu obrusné vrstvy na hluk od dopravy

3

Měření vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk

Metoda CPX

ČSN ISO 11819-2

Část 2: Metoda malé vzdálenosti

Srovnání hlučnosti různých obrusných vrstev při 50 km/hod

Směs	L_{Aeq} [dB]
BBTM 5 CRmB, 1 rok	86,4
SMA 8 NH, 1 rok	87,9
BBTM 8B, 1 rok	88,0
PA 8 CRmB, 1 rok	88,1
BBTM 8A, 1 rok	88,2
ACO 11, 1 rok	89,4
SMA 11, 1 rok	89,6
ACO 16, 1 rok	90,0
ACO 16, 10 roků	92,8
Litý asfalt, 10 roků	92,9
SMA 11, 10 roků	93,1
PA, 10 roků	94,0
Dlažební kostky, 10 roků	97,1

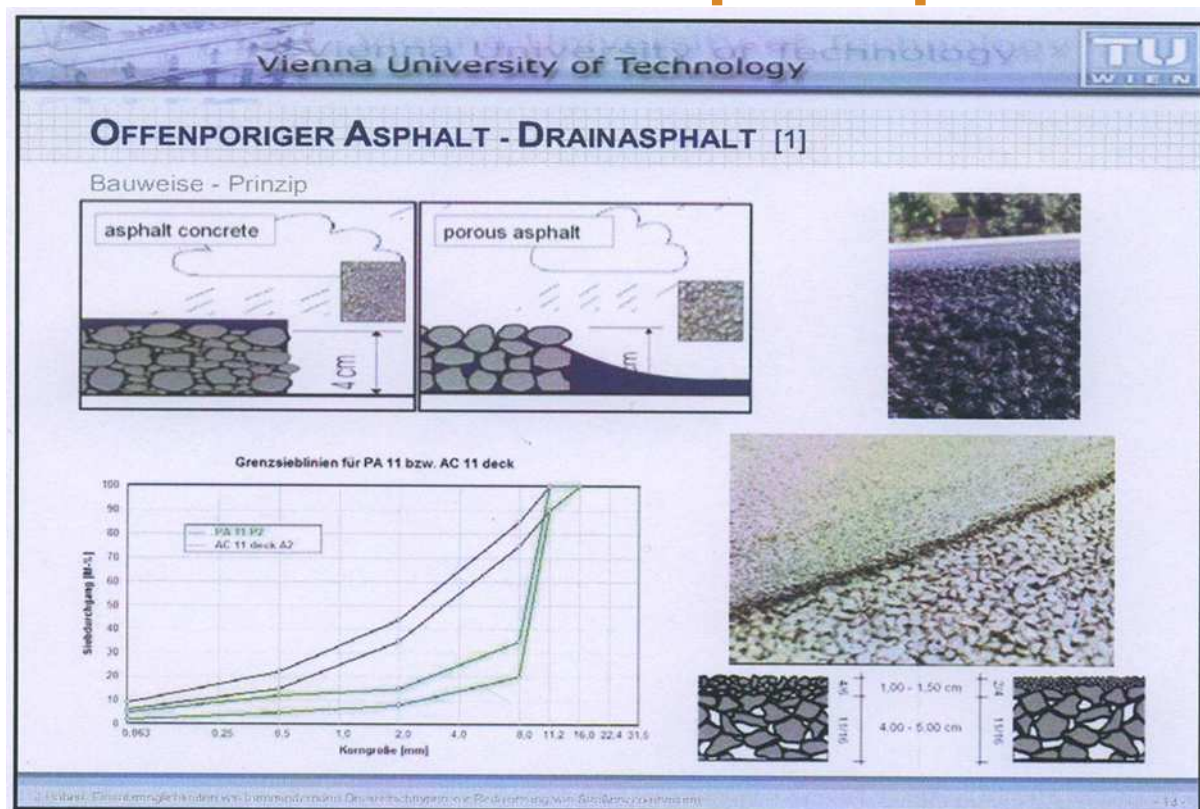


Křivánek - CDV

Vliv druhu obrusné vrstvy na hluk od dopravy

4

Drenážní koberce - princip



Haberl J., Einsatzmöglichkeiten von lärmindernden Fahbahndeckschichttypen zur Reduzierung von Strassenlärm Stand der Technik, Vortrag 2008

Starší řešení – drenážní koberce

Drenážní koberec s CRmB



PA 8 s Mofaltem RMB po 20 000 pojezdech, 50 °C

Plitz et al, Nové druhy Mofaltu pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností, AV 11

Starší řešení – drenážní koberce

6

Povrch drenážního koberce



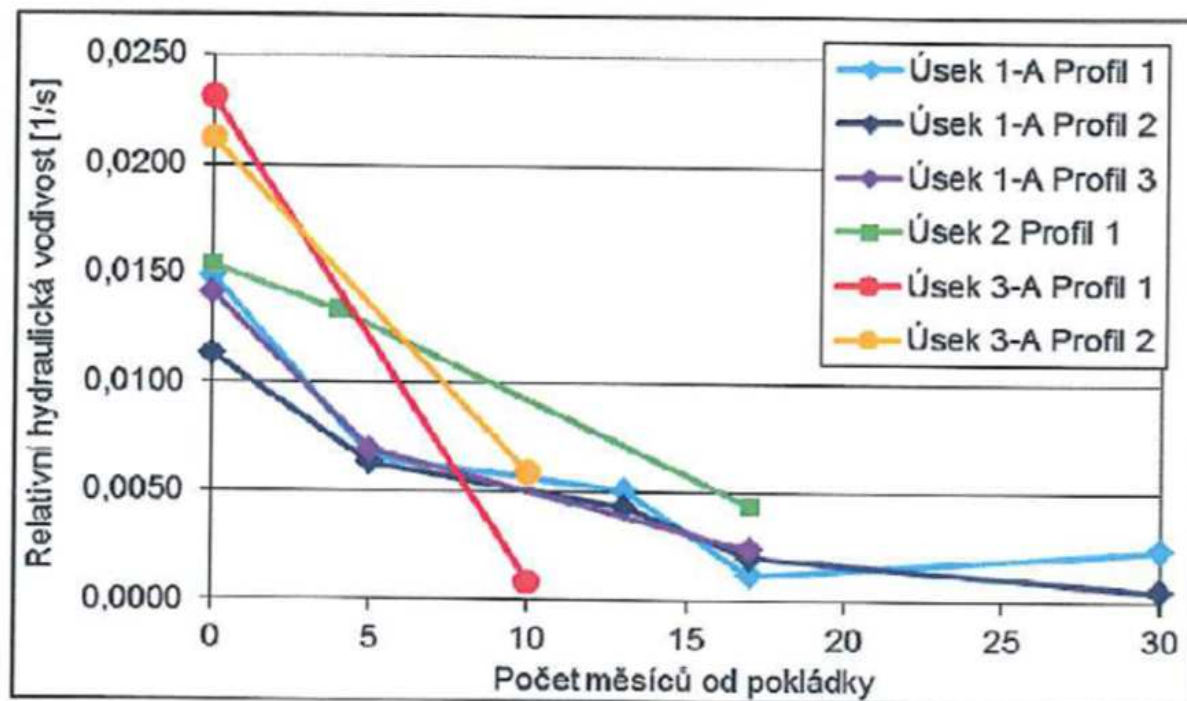
po položení



zanesený

Hýzl P., Praktické aplikace v pozemních komunikacích - Modul 6 Asfaltové směsi

Vývoj propustnosti drenážního koberce



Kudrna et al, Asfaltové směsi snižující hlukové emise a zlepšující protismykové vlastnosti, AV 11

Starší řešení – drenážní koberce

8


Dvouvrstvý drenážní koberec



Starší řešení – drenážní koberce

9

SMA NH (v Německu označované SMA LA) (LA = Lärmoptimiert tj. optimalizovaný na hluk)


Vienna University of Technology 

LÄRMMINDERNDER SPLITTMASTIXASPHALT [1]


Bauweise - Prinzip

Def. SMA gem. RVS 01.02.12:
Asphalt mit einer diskontinuierlichen Korngrößenverteilung des gebrochenen, mit Mörtel umhüllten Gesteinsmaterials

grobkörniges Splittgerüst, dessen Hohlräume weitgehend durch Bitumenmörtel ausgefüllt werden

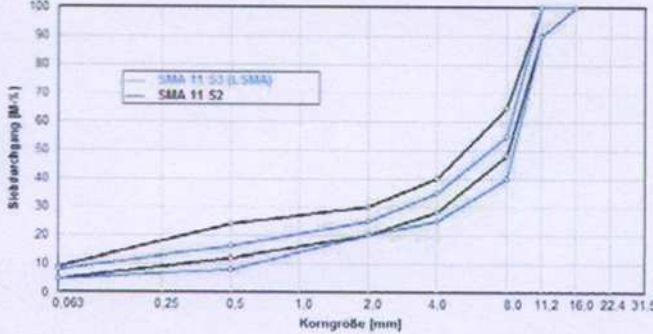


Asphaltbeton



Splittmastixasphalt

Grenzsieblinien für SMA 11 S2 bzw. SMA 11 S3 (LSMA)



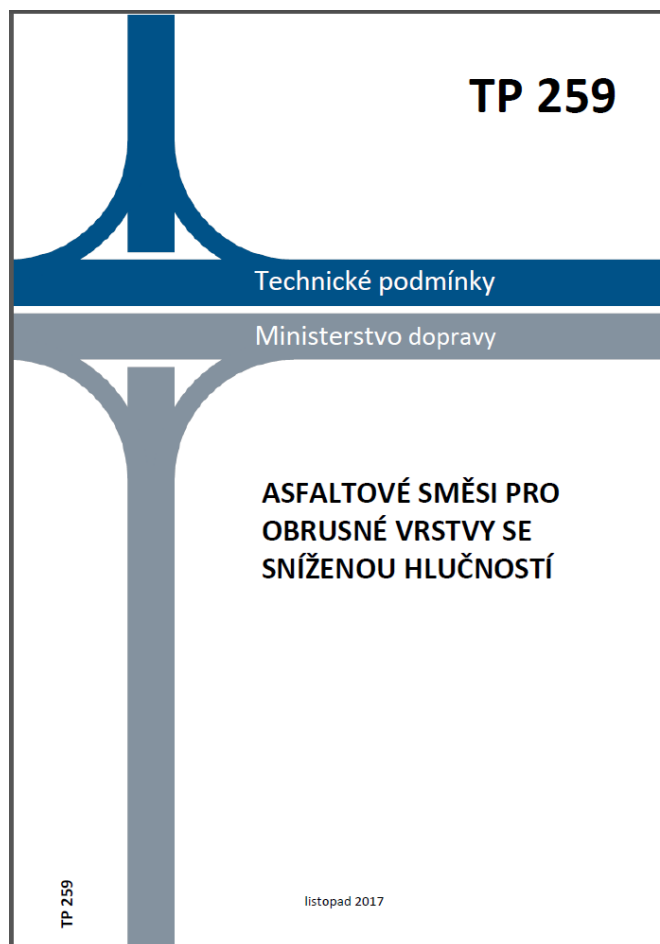
wichtiger Unterschied zum PA:
Entwässerung erfolgt an der Oberfläche !!!!

Haberl J., Einsatzmöglichkeiten von lärmindernden Fahbahndeckschichttypen zur Reduzierung von Strassenlärm, Stand der Technik, Vortrag 2008

Nové druhy nízkohlučných povrchů

10

Požadavky na směsi NH (TP 259, 11/2017)



Nové druhy nízkohlučných povrchů

11

Požadavky na směsi NH (TP 259, 2017)

Mezerovitost NH je vyšší než u jiných směsí pro obrusnou vrstvu

dle TP 259 Tabulka 3: **9 – 12 % pro SMA NH**
 10 – 14% pro BBTM NH

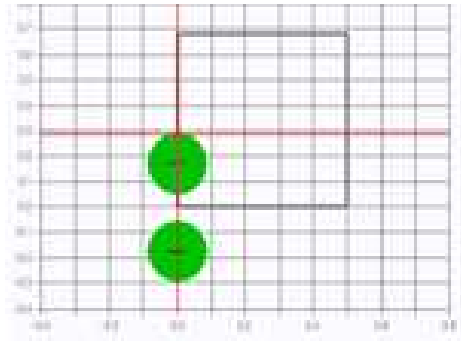
Mezery jsou částečně propojeny
(proudí jimi voda a vzduch)

To má nepříznivý vliv na odolnost proti:

- **namáhání tlakem a smykem**
- **působení vody**
- **stárnutí pojiva** (u PMB probíhá obvykle pomaleji)

Proto je třeba pro NH používat PMB

Napětí v obrusné vrstvě od dopravy



Zatížení návrhovou nápravou
dle TP 170 čl. 4.2.2.
 $q = 0,55 \text{ MPa}$



Průběh smykových přetvoření na okraji plochy (červeně) a vertikálních stlačení

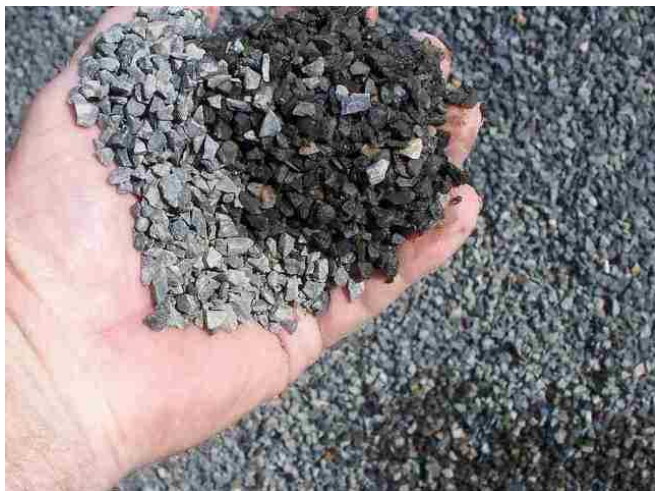
Největší smyková napětí jsou v malé hloubce pod povrchem

Vzrůstají účinkem sil při brzdění vozidel - NH nevhodné před křižovatkami
(graf – programem Alize, projekt CESTI, zpráva Eurovia 2017, Bureš, Fiedler)

Nové druhy nízkohlučných povrchů

13

Kamenivo a zrnitost směsi



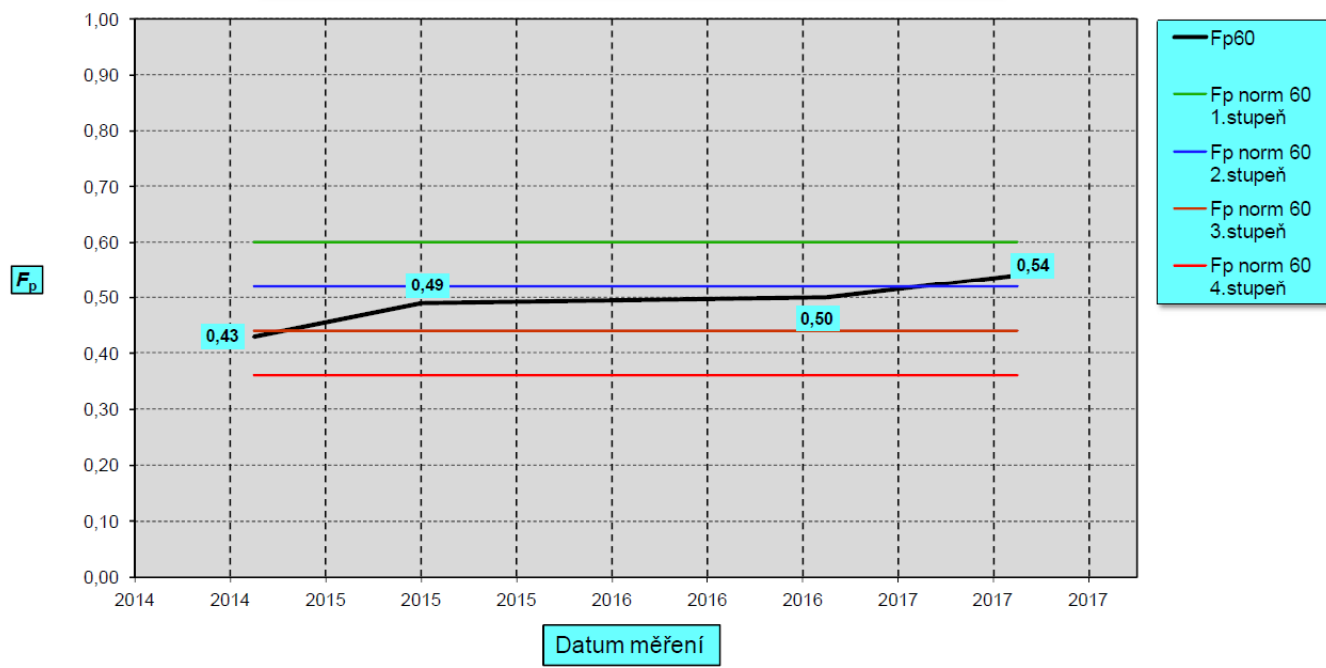
Požadavky na drobné kamenivo a směs kameniva		
Zrnitost DK ($D \leq 2$) G_F		G_{F85}
Zrnitost SK ($D \leq 5$ a $d = 0$) G_A		G_{A85}
Tolerance zrnitosti DK a SK ($D \leq 8$) G_{TC}		G_{TC10}
Obsah jemných částic f	drcené	f_{10}
Kvalita jemných částic MB_F ¹⁾		MB_{F10}
Požadavky na hrubé kamenivo		
Zrnitost HK ($d \geq 1$ a $D \geq 4$) G_C		$G_C 85/15$
Tolerance zrnitosti G pro D/d	< 4	$G_{20/15}$
	≥ 4	$G_{20/17.5}$
Obsah jemných částic f		f_2
Tvarový index SI	$d \geq 4$	SI_{30}
Odolnost proti drcení LA		LA_{25}
Ohladitelnost PSV		PSV_{50}
Nasákavost WA_{24} ²⁾		$WA_{24} 2$ ³⁾
Odolnost proti zmrazování a rozmrazování F		F_2
Odolnost proti rozpadavosti čediče SB		$SB_{LA} \leq 8$
Požadavky na přídatný filer – vápencový, dolomitický		
Zrnitost		propady dle tabulky 24 ČSN EN 13043:2016
Obsah vody WC		WC_1
Obsah uhličitánů CC_1		$CC_1 70$
Měrná hmotnost ρ		hodnoty se deklarují ⁴⁾

Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

14

Kamenivo a zrnitost směsi

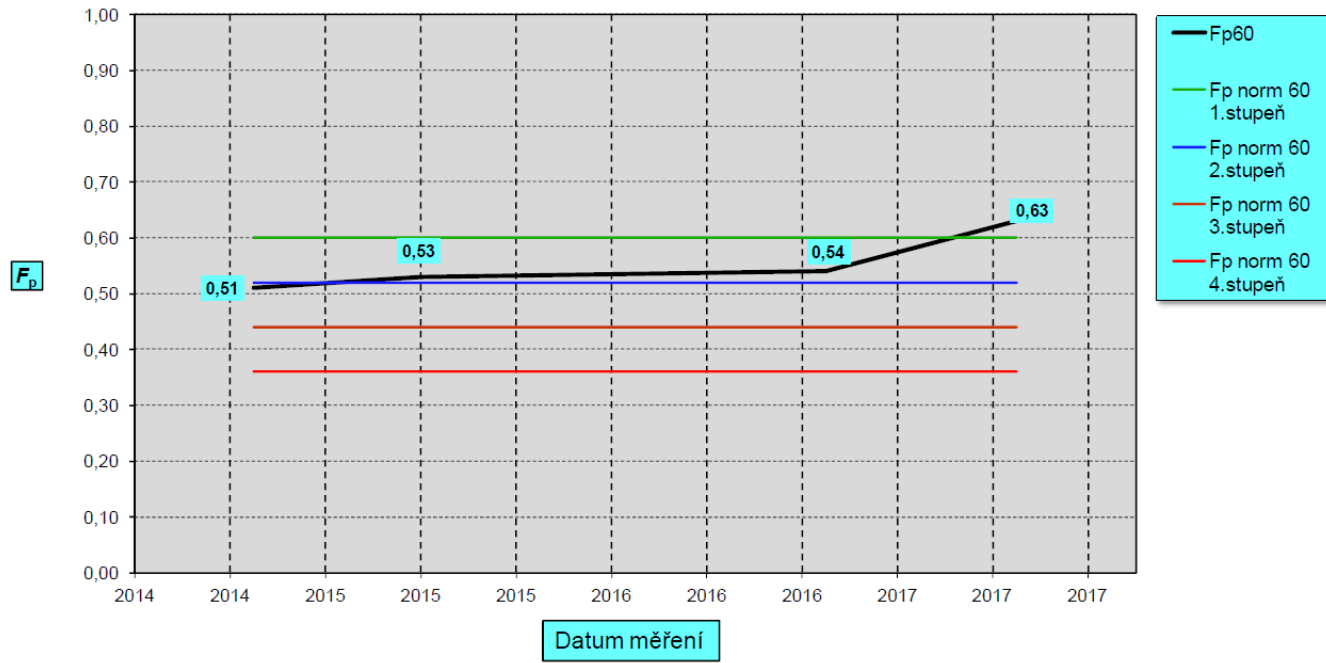
Diagram závislosti součinitele tření F_p na čase
 Praha, ulice 5.května, Sdružení - Jižní spojka , rychlý pruh
 VIAPHONE (Stříbrná Skalice) 2012



Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

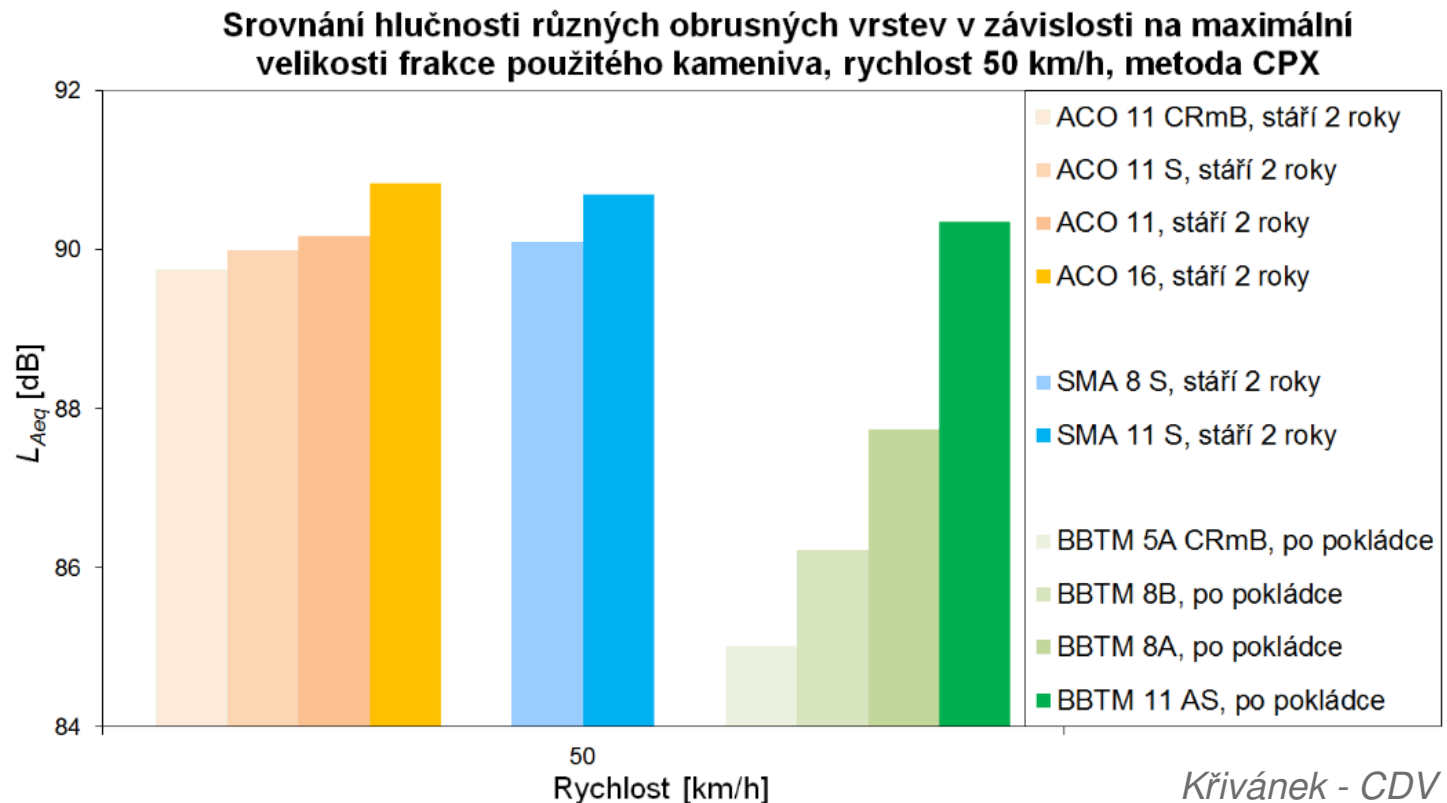
Kamenivo a zrnitost směsi

Diagram závislosti součinitele tření F_p na čase
 Praha, ulice 5.května, Jižní spojka - Sdružení , rychlý pruh
 VIAPHONE (Jakubčovice) 2012



Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

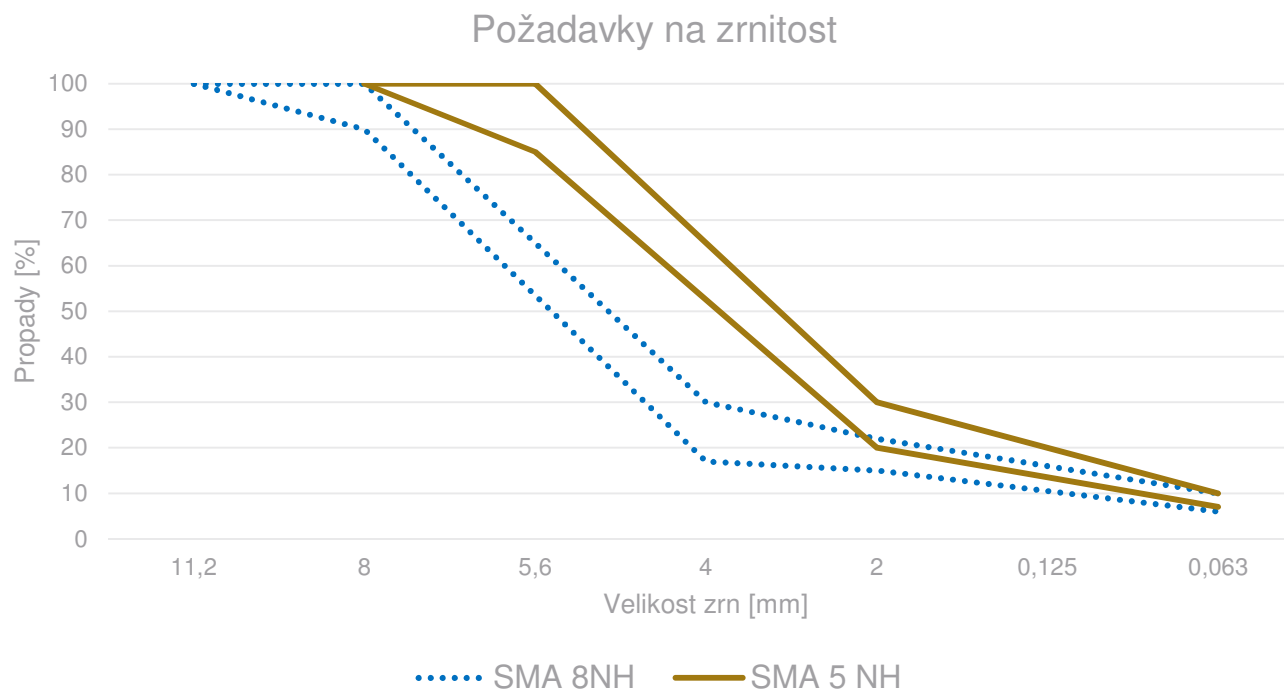
Kamenivo a zrnitost směsi



Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

Zrnitosti směsí SMA NH a BBTM NH dle TP 259

Graf -zrnitosti

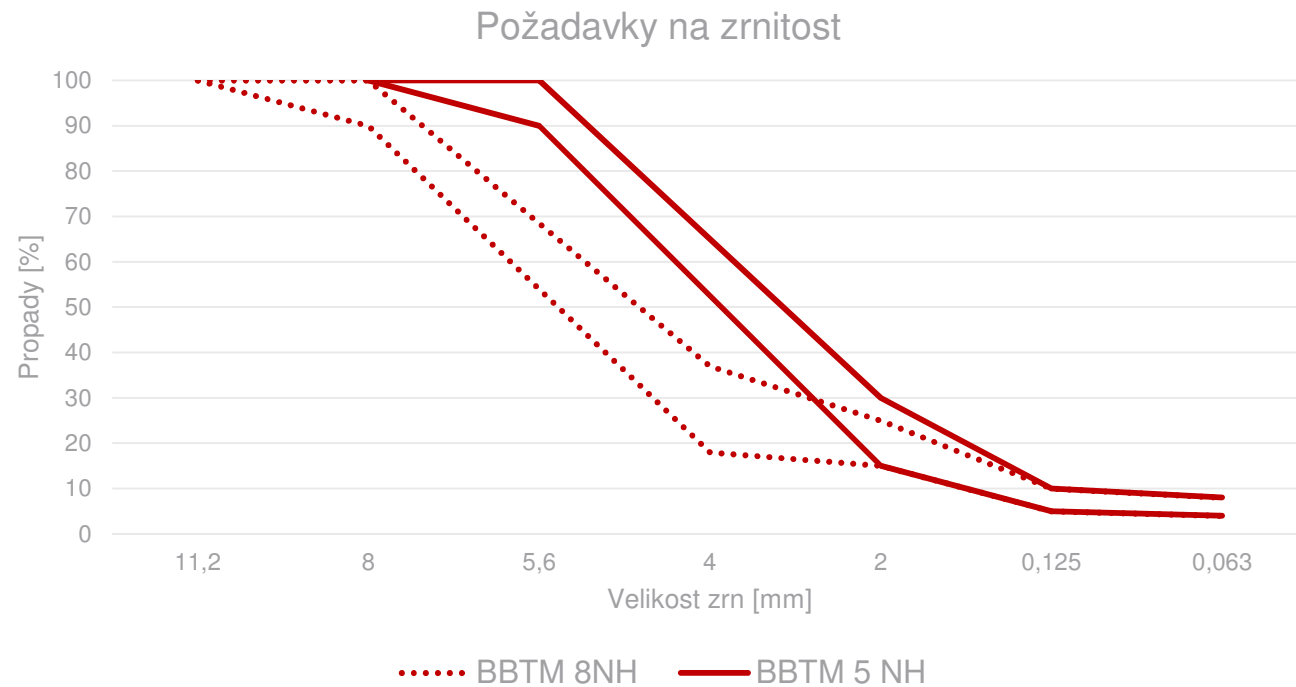


Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

18

Zrnitosti směsí SMA NH a BBTM NH dle TP 259

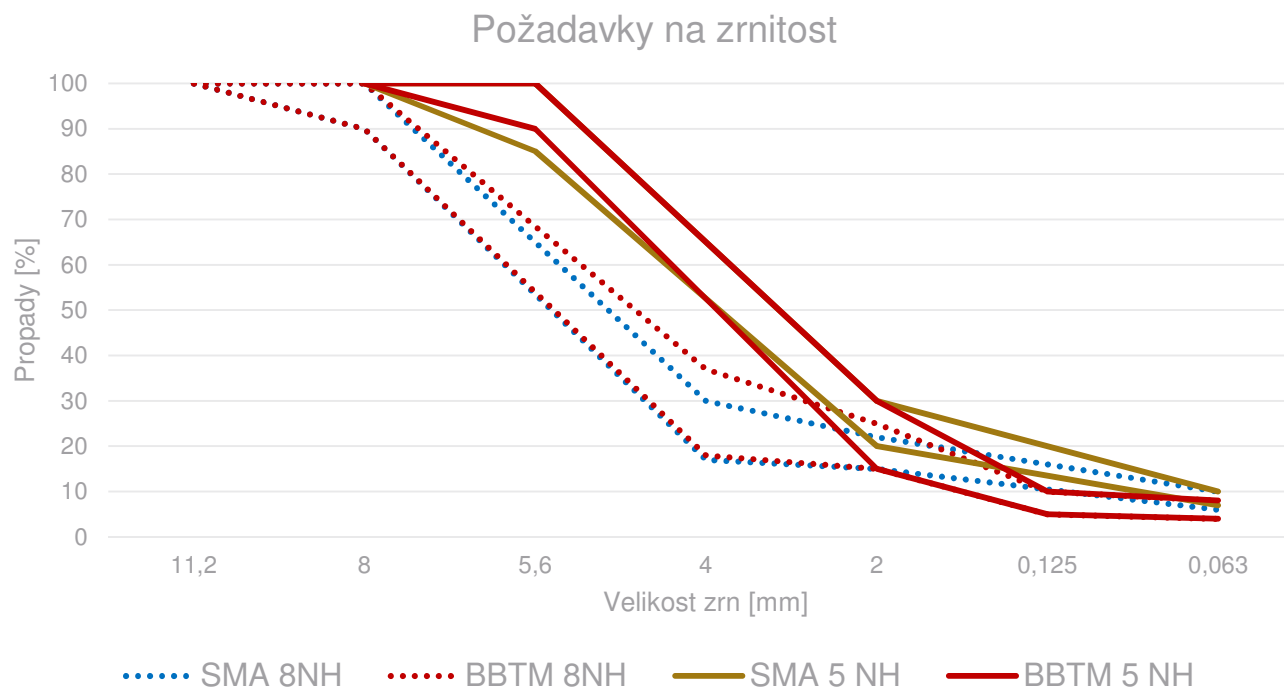
Graf -zrnitosti



Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

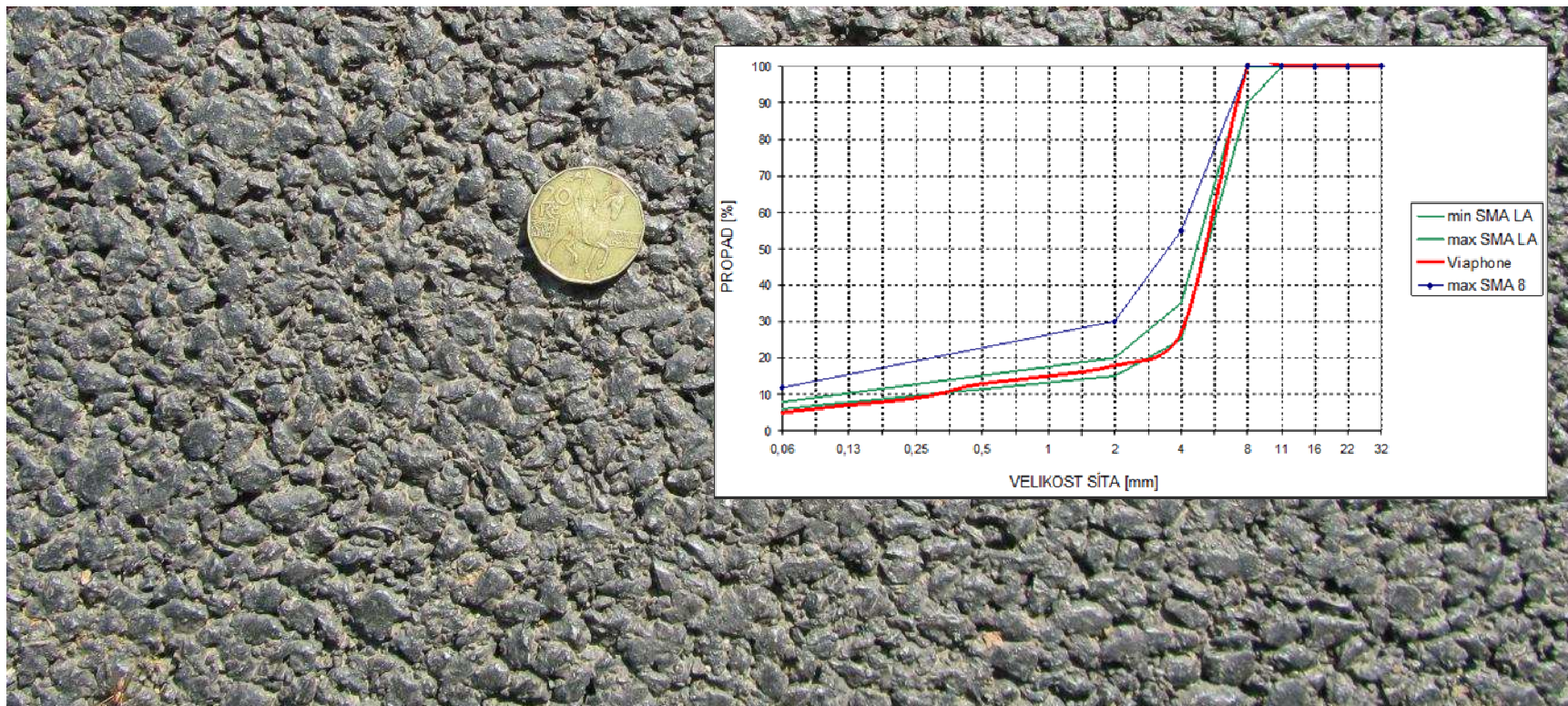
Zrnitosti směsí SMA NH a BBTM NH dle TP 259

Graf -zrnitosti



Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

Typická zrnitost směsi Viaphone®



Obdobnou směs Microville 0/8 použila firma Colas v roce 2015 na dálnici D1 u Prahy

Zkušenosti z realizací

21

Tloušťky vrstev a pojiva pro směsi NH

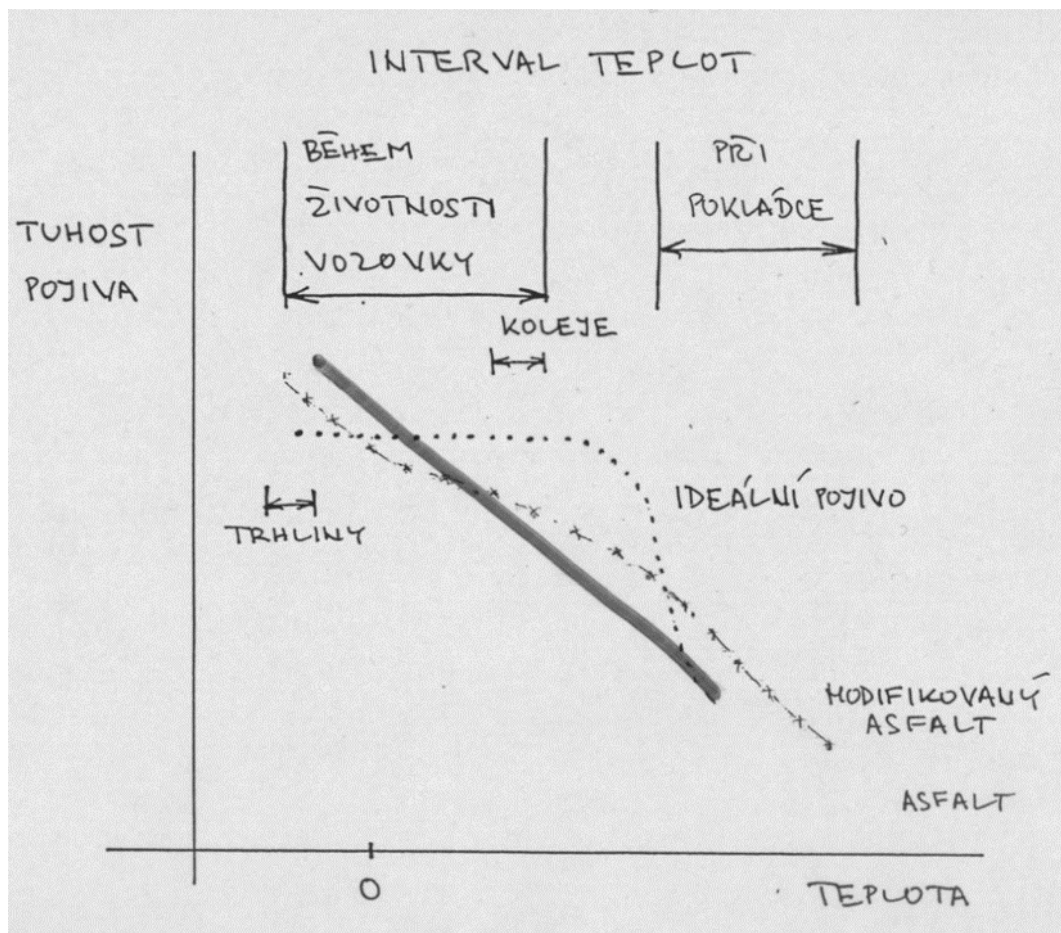


Označení směsi	Tloušťka vrstvy (mm)	Třída dopravního zatížení dle TP170					
		S	I	II	III	IV	V
Varianty použitých asfaltových pojiv ¹⁾							
SMA 5 NH	15–35	PMB 45/80-60; PMB 45/80-65; PMB 25/55-60; PMB 25/55-65; PMB 40/100-65; CRMB 25/55-60 ²⁾					
SMA 8 NH	25–40						
BBTM 5 NH	15–35						
BBTM 8 NH	25–40						
¹⁾	Pro třídy dopravního zatížení S a I je doporučeno upřednostnit pro v této tabulce uvedené typy asfaltových směsí polymerem modifikované asfaltové pojivo s vyšším obsahem polymeru, tedy PMB 40/100-65.						
²⁾	V případě asfaltových směsí navrhovaných dle těchto technických podmínek je přípustné použít pouze takové pojivo CRMB, jehož obsah drcené či mleté pryže nepřesáhne 15 %-hm. včetně. Asfaltové směsi s vyšším obsahem drcené či mleté pryže v pojivu CRMB lze navrhovat pouze v souladu s předběžnými TP 148. Takové směsi se pak řídí výhradně požadavky, které stanoví předběžné TP 148 (včetně tloušťky vrstvy a možného použití na pozemních komunikacích s ohledem k třídě dopravního zatížení).						

Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

22

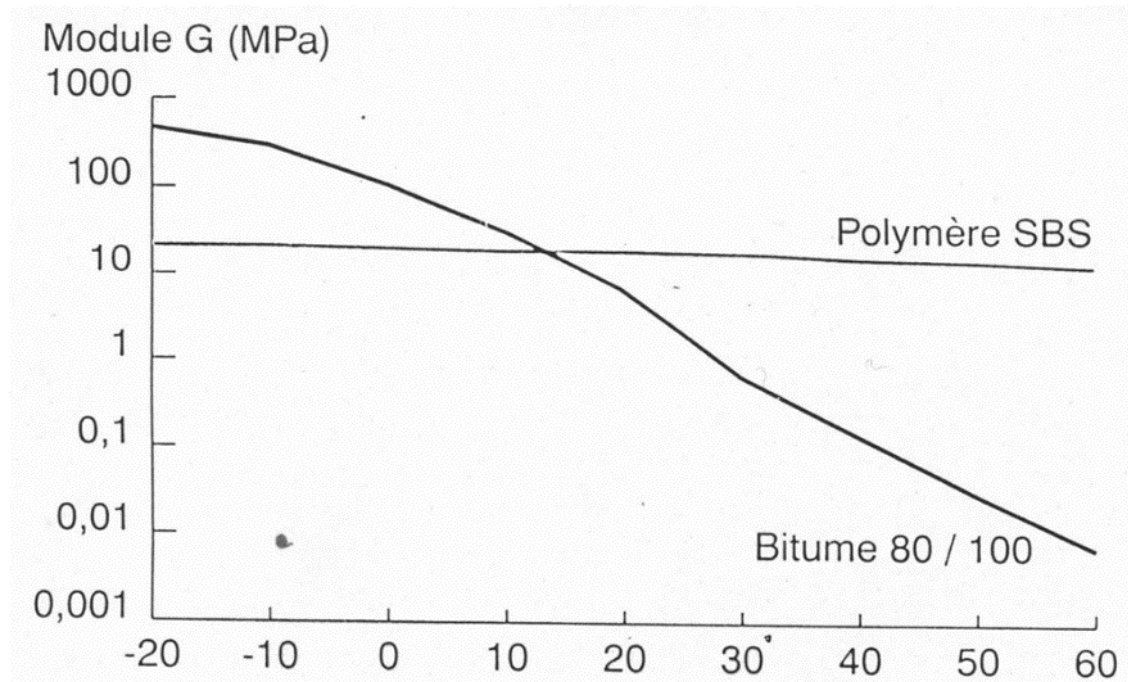
Přínos modifikace asfaltu



Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

23

Tuhost asfaltu a polymeru - princip



SBS měkne
při $\approx 70\text{ }^{\circ}\text{C}$
záleží na druhu

Komplexní smykový modul G^* v DSR pro $f = 7,8\text{ Hz}$

Pro malé f je bod křížení více vlevo, pro tvrdší asfalt více vpravo

Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

24

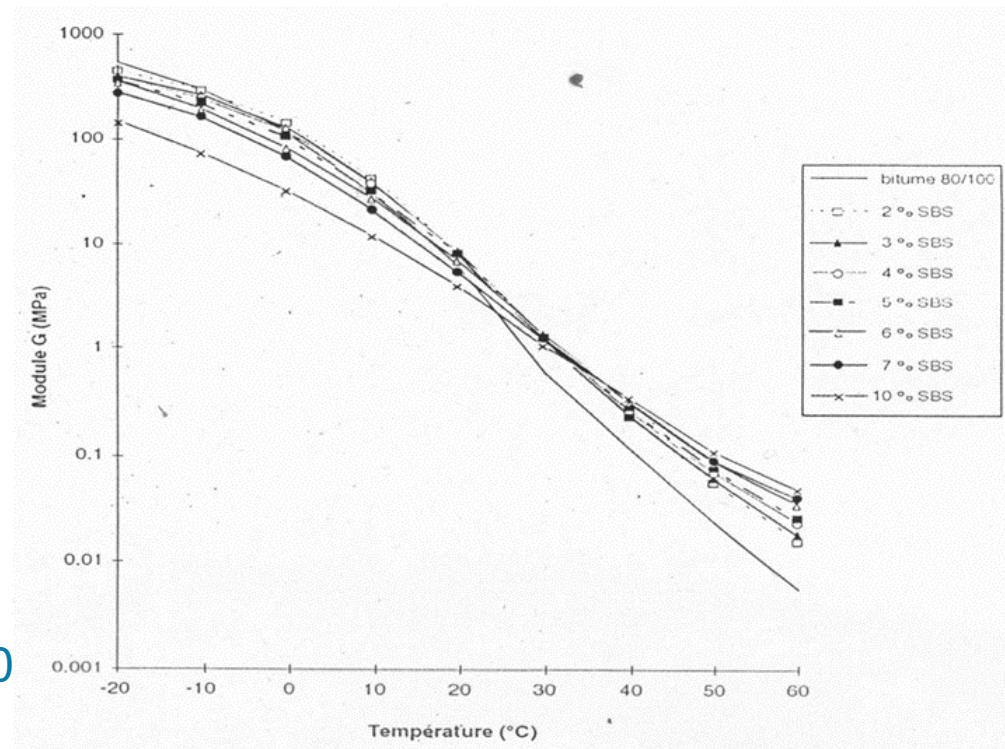
Vliv dávkování polymeru (2–10 %) na G^*

G^* v DSR
pro frekvenci 7,8 Hz

asfalt 70/100

s růstem % SBS
pro $T > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ G^* roste
pro $T < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ G^* klesá

Pro tužší asfalt bude G^*
u PMB vyšší než u 70/100
až při vyšší teplotě

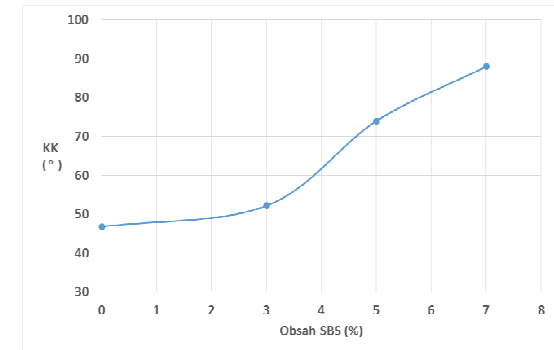
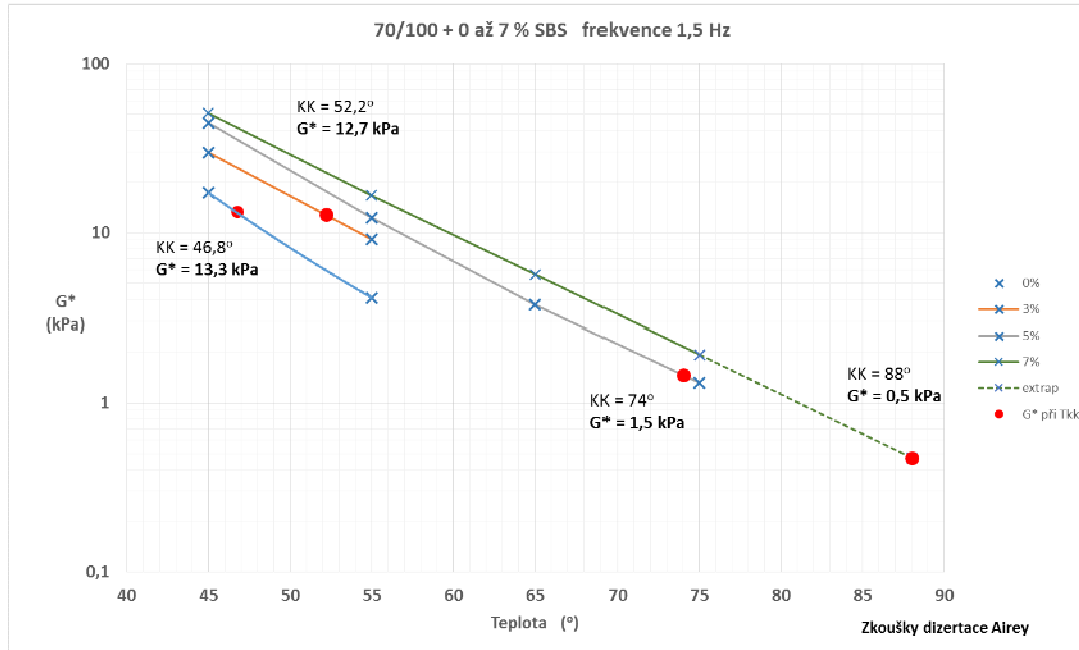


Další výhody PmB – zlepšují odolnost AC proti únavě a trvalým deformacím, zvyšují přilnavost pojiva ke kamenivu

Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

25

Vliv SBS na tuhost PMB za vyšších teplot



*Nevýhoda HIMA:
mají velkou viskozitu,
(kromě pojiv
s jiným typem SBS - Kraton)*

Velmi modifikovaná pojiva (HiMA) mají v bodě měknutí velmi malou tuhost !
7 % SBS zvýší KK o 41 °C, ale teplotu pro stejnou tuhost jen o 10 °C
Hodnocení HiMA dle KK je nevhodné. Zkoušky v DSR lépe modelují chování.

Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)

26

Nízkohlučné povrchy ze směsí s CRmB

V ČR pro směsi s CRmB platí TP 148.

Použití pro BBTM a PA,

Vlastnosti mohou být lepší než u běžné směsi s PMB, protože obsah pojiva ve směsi je vyšší.

Dávkování pryže je vyšší než polymerů u PMB

(pryž 5-15 % nebo 15-25%).

Pryž obsahuje cca 50 % SBS (zestárlého ??)

Hluk bývá mírně nižší než u směsí s PMB ($\approx 0,5$ dB)

Nevýhody CRmB

- horší skladovatelnost pojiva
(lze řešit modifikací pojiva přímo u obalovny)
- větší lepivost
- obtížnější zpracovatelnost
(velká viskozita)



Požadavky na směsi s nízkou hlučností (NH)



<http://gumoasfalt.cz/recyklace.html>

Informace o použití NH směsí s CRmB v ČR

Kudrna J., et al, Zkušenosti s výrobou asfaltu modifikovaného pryžovým granulátem v ČR, AV 13

Dašek O., Uplatnění pryžového granulátu v asfaltových pojivech a hutněných asfaltových směsích, VUT 2013 , Disertační práce

Černoch A., Vyhodnocování dopravního hluku ... , VUT, 2014
https://www.vutbr.cz/studium/zaverecne-prace?zp_id=76444

Měření CDV v 2014 ve Skutči (pro směs Skanska)
www.cesti.cz TL 5.1.1

Stavební práce - pokládka

- **Vždy se provádí spojovací postřik z modifikované emulze** minimální dávkování $0,4 \text{ kg/m}^2$ zbytkového pojiva (min. $0,5 \text{ kg/m}^2$ pojiva v případě pokládky na odfrézovaný podklad)
- při rozprostírání na dálnicích a rychlostních komunikacích je pro docílení maximální homogenity asfaltové směsi nutné využívat homogenizátory asfaltových směsí
- je třeba minimalizovat ruční dohazování asfaltové směsi



Zkušenosti z realizací

30

Stavební práce - hutnění

- pro hlavní fázi hutnění užít vždy těžší statické válce (8 až 12 tun) nebo oscilační či vibrační válce s vhodně usměrněnou vibrací
- asfaltové směsi dle TP 259 se nesmí hutnit klasickou vibrací v hlavní a závěrečné fázi hutnění
- nepoužívat pneumatikové a kombinované válce, zejména pro počáteční a hlavní fázi hutnění
- **asfaltová směs se v žádném případě nepodrcuje!**



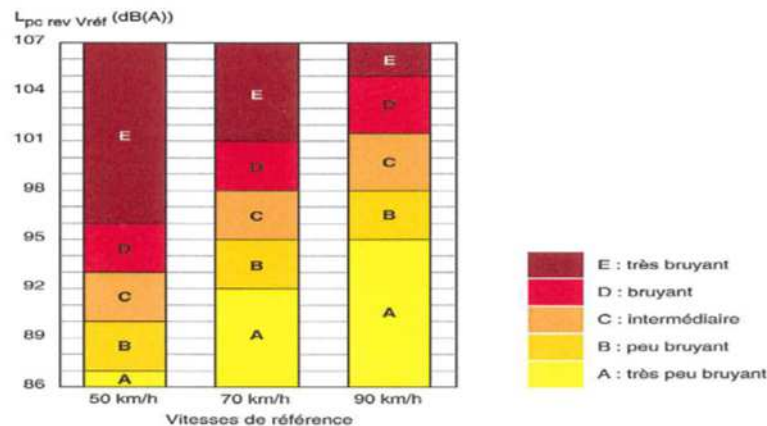
Zkušenosti z realizací

31

Viaphone® - měření metodou CPX

Ulice Slezská: **87,2 dB** při **50 km/hod**

Třída B málo hlučný dle LCP No 63

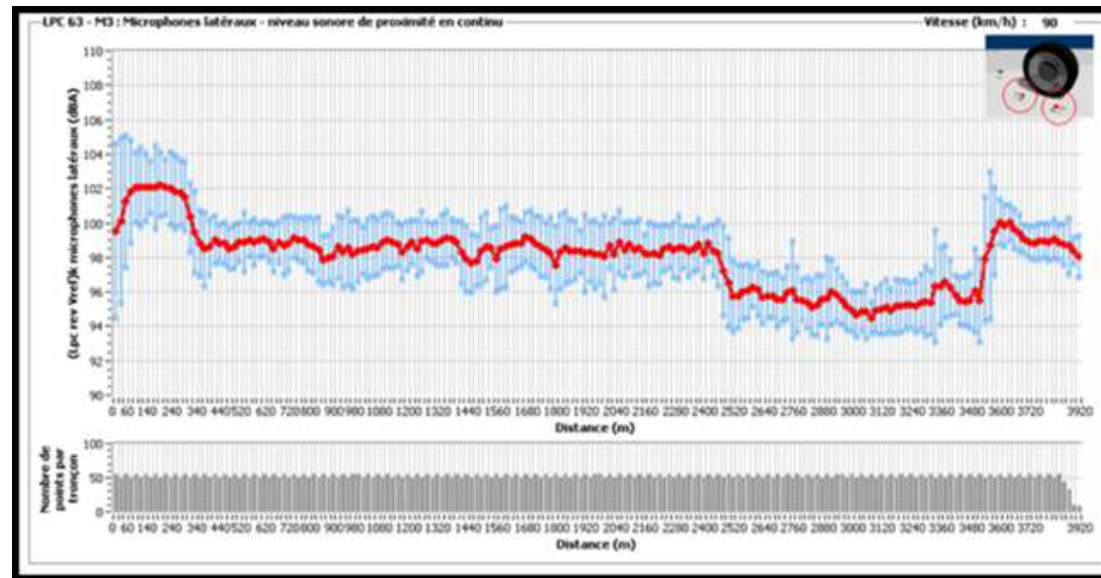


Dle TP 259, příl. B je referenční hodnota **s pneu P1**
pro 50 km/hod 90 dB , nízkohlučný povrch ≤ 88 dB

Zkušenosti z realizací

Porovnání AC a Viaphone® ve Francii

při 90 km/h 95,0 až 96,3 dB Třída B dle LCP

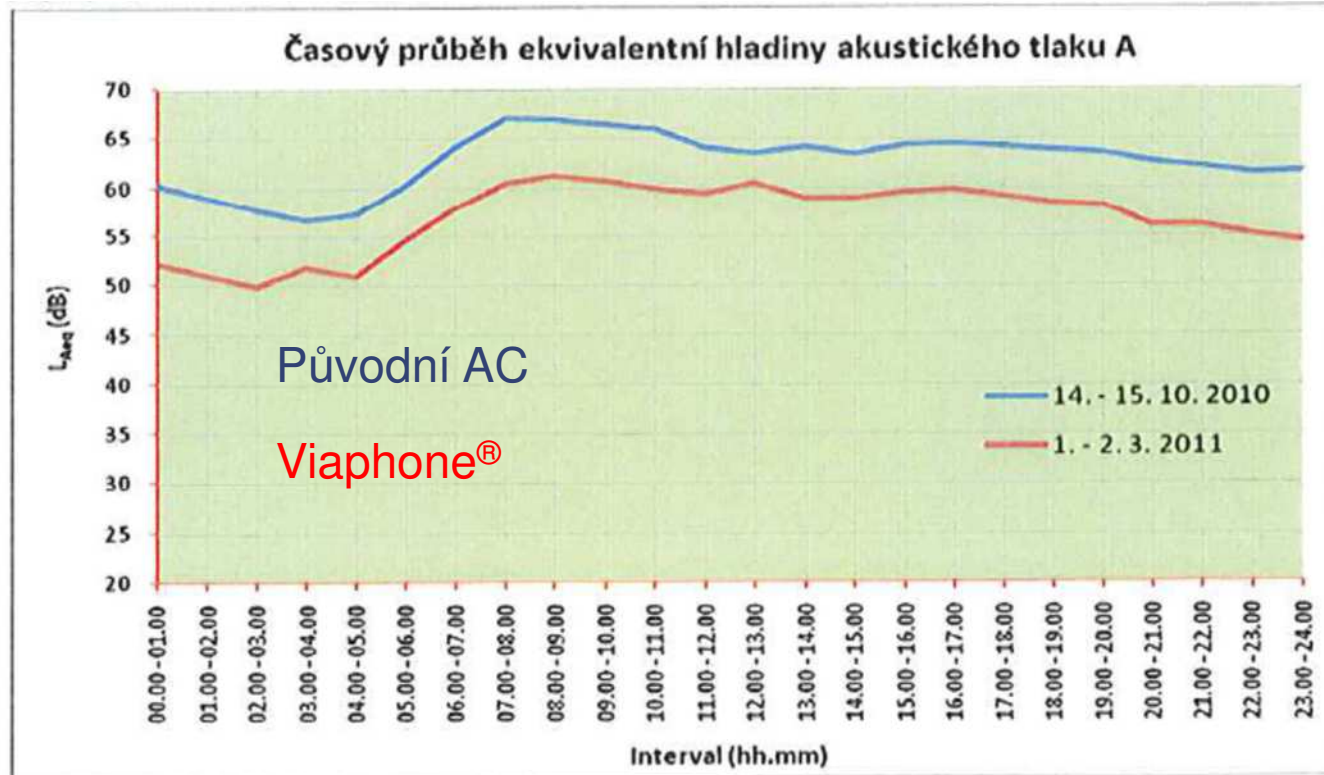


Dle TP 259 příl. B, je referenční hodnota s pneu P1 pro 80 km/hod 98 dB, nízkohlučný povrch ≤ 96 dB

Zkušenosti z realizací

33

Příklad snížení hluku během dne



Ulice Slezská

Převzato ze zprávy firmy EKOLA group, spol. s.r.o

Zkušenosti z realizací

34

Praha SJ magistrála – ul. 5. května

Několik SVJ v Praze 4 podalo v 2007 žalobu na hl.m. Praha pro obtěžování hlukem,
Podle hlukové mapy na být zde ≈ 73 dB (A)

Rekonstrukci vozovky v 2011 EUROVIA CS.
Měření CPX před a po pro doložení účinku Viaphone®.

před opravou: **92,5 dB(A)** po opravě: **88,5 dB(A)**
rozdíl: 4 dB(A)

Měření CPX v roce 2013: 89,5 dB(A) (CDV 88,9 dB(A))

Vývoj hluku – akustická životnost

Akustická životnost je významně ovlivněna:

- složením dopravy na komunikaci
- blízkostí průmyslových a zemědělský ploch či stavenišť
- rychlostí vozidel pohybujících se na komunikaci



Zkušenosti z realizací

36

Vývoj hluku – akustická životnost

Akustická životnost TP 259 Příloha B

Největší nárůst hluku bývá během prvních 3 let

Informace ze zahraničí

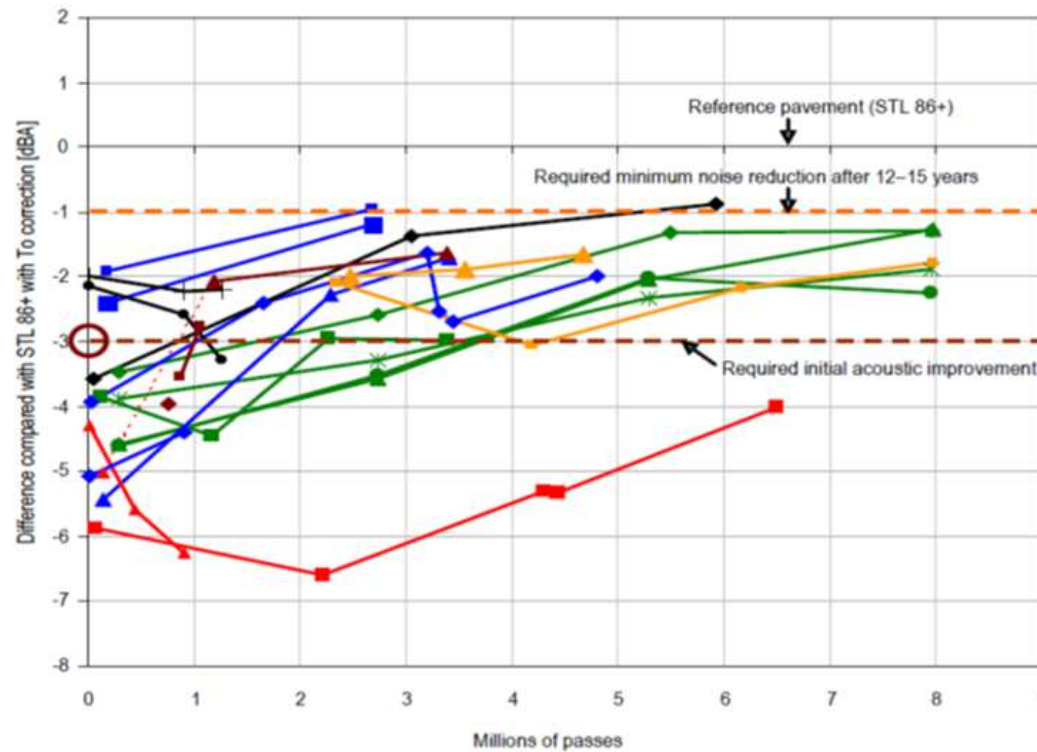
[http://www.highways.gov.uk/knowledge_compendium/assets/documents/Portfolio/FTP2_Final_report\(1\).pdf](http://www.highways.gov.uk/knowledge_compendium/assets/documents/Portfolio/FTP2_Final_report(1).pdf)

Přírůstek \approx 3 až 4 dB za cca 8 let, \approx 0,4 – 0,5 dB/rok

Abbot P., et al, A review of current research on road surface noise reduction TRL, PPR 443, 2010

AC \approx 0,2 dB(A)/rok BBTM \approx 0,5 dB(A)/rok

Informace o vývoji hluku z literatury



Rozdíl proti počátečním hodnotám

Angst Ch., et al, Lärmarme Strassenbeläge innerorts, Jahresberichtbericht 2010, E&E Congress 2012, 2016

Zkušenosti z realizací

38

Vysokotlaké čištění nízkohlučných povrchů

Požadavky na údržbu jsou v příloze A, TP 259

Při prvním použití je vhodné čištění nejprve vyzkoušet na malém úseku.

Tím se omezí riziko, že by byl použitý tlak příliš velký (aby nedošlo k zjevnému narušení povrchu).

Určité narušení vazeb mezi pojivem a kamenivem, které se neprojeví okamžitě, by mohlo vést ke snížení životnosti. **Při realizaci čištění nebyly zatím pozorovány na čištěných vozovkách poruchy.**

Vysokotlaké čištění nízkohlučných povrchů

První pokusy s vysokotlakým čištěním v Praze 2013 na několika stavbách stroj zapůjčen od Slovenské správy ciest



Stroj Slovenské správy ciest



Ulice Slezská 2013

Vysokotlaké čištění nízkohlučných povrchů

V Praze nyní provádí čištění nízkohlučných povrchů firma Pražské služby, a.s. (vysokotlakové splachování strojem Faun Viajet)



Zkušenosti z realizací

41

Vysokotlaké čištění nízkohlučných povrchů

1. fáze procesu: Navlhčení jízdního pásu kropícím vozem

Kropícím vozidlem se silně navlhčí čistou vodou jízdní pás, ve kterém bude probíhat vysokotlaké čištění.



Zkušenosti z realizací

Fotografie Pražské služby

42

Vysokotlaké čištění nízkohlučných povrchů

2. fáze procesu: Aplikace roztoku detergentu

Kropičkou se rovnoměrně aplikuje roztok detergentu za použití minimálního tlaku ve vodním systému a pracovní rychlosti cca 5 km/hod. Detergent se nechá působit 10 – 15 minut.



Zkušenosti z realizací

Fotografie Pražské služby

43

Vysokotlaké čištění nízkohlučných povrchů

3. fáze procesu: Strojní metení za použití vysokého tlaku vody

Strojní metení za použití vodních trysek vysokého tlaku vody.

Při tom dochází k maximálnímu odsátí znečištěné vody sací šachtou.



Zkušenosti z realizací

Fotografie Pražské služby

44

Vysokotlaké čištění nízkohlučných povrchů

4. fáze procesu: Finální tlakový splach

Po zametení detergentem ošetřeného profilu následuje plošný splach čistou vodou, který je nutný v případě potřeby opakovat.



Zkušenosti z realizací

Fotografie Pražské služby

45

Vysokotlaké čištění nízkohlučných povrchů

V CESTI měření hluku od dopravy na několika lokalitách v Praze v létě 2013 až 2017 před čištěním a po něm metodou CPX .

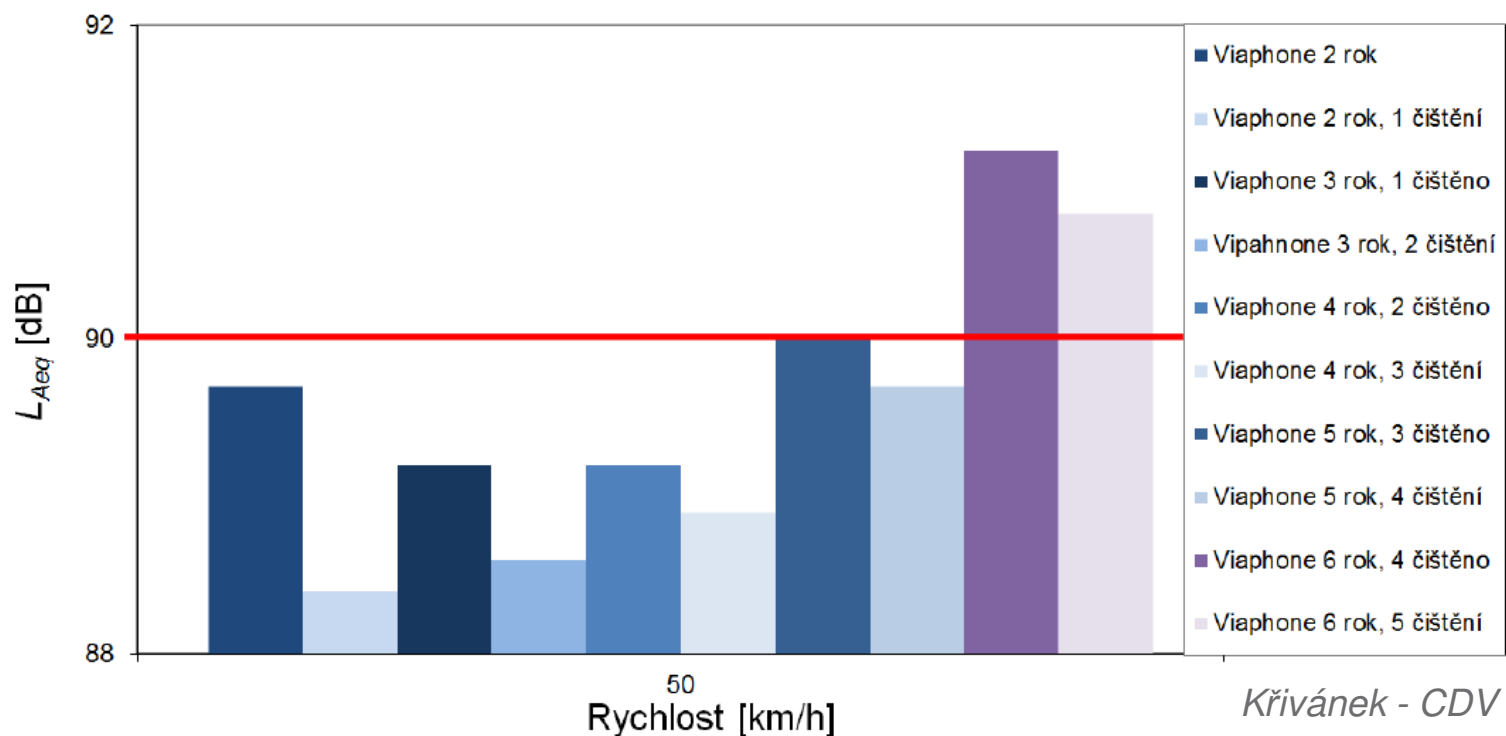
Při interpretaci výsledků měření hluku je třeba brát do úvahy **vliv vody v mezerách AC**

(zvyšuje hlučnost). Pro posouzení účinnosti čištění je třeba, aby obrusná vrstva byla suchá v celé své tloušťce, nebo vlhkost obdobná jako v době měření před čištěním.

Podrobnosti jsou v příloze B TP 259

Vysokotlaké čištění nízkohlučných povrchů

Srovnání hlučnosti povrchu Viaphone před a po čištění (opakované)



Vysokotlaké čištění nízkohlučných povrchů

Zlepšení po čištění v 2013 na 4 lokalitách Eurovia
0,8 až 1,3 dB

Na lokalitě Skuteč (Skanska směs PA 8 s CRmB)
též o ≈ 1 dB

(TL W5.1.1 2014 projekt CESTI měření CDV)

Souhrnná informace o měření hluku po čištění

Křivánek et al, Čištění nízkohlučných povrchů vozovek a změna jejich hlučnosti na území ČR sledovaná metodou CPX.

Zkušenosti z realizací

Hygiena 2016, str. 152 – 156 48

Hluk od dopravy lze snížit !



Děkuji za pozornost

Vtipné video o snížení hluku od dopravy
<https://www.youtube.com/watch?v=9Sw2oFVFols>