

# Hlučnost povrchů vozovek – současný stav Měření metodou CPX



Ing. Vítězslav Křivánek, Ph. D.  
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

# Měření pozemních komunikací metodou CPX

## Normy:

- ISO/DIS 11819-2 Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 2: The close-proximity method (03/2017)
- ISO/TS 11819-3 Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise – Part 3: Reference Tyres (03/2017)
- ISO/TS 13471-1 Acoustics — Temperature influence on tyre/road noise measurement — Part 1: Correction for temperature when testing with the CPX method (03/2017)

Poznámka: Překlad normy ISO 11819-2 platný od 04/2018, překlad normy ISO 11819-3 platný od 10/2018. (Česká agentura pro standardizaci (ČAS, dříve ÚNMZ), TNK 8 Akustika.)



# Obrusné vrstvy se sníženou hlučností

- **TP 259 - Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností**
  - Národního předpis technických podmínek Ministerstva dopravy ČR.
  - Plně integrovány do Systému jakosti v oboru pozemních komunikací.

**Dostupné na:**

[http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_259\\_2017.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_259_2017.pdf)



# Obrusné vrstvy se sníženou hlučností

## TP 259 - Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností

- Dokument formuluje zásady a pracovní postupy, které umožňují navrhovat, provádět a ověřovat technické parametry asfaltových směsí pro akustické asfaltové vrstvy.
- **Příloha A - Údržba a provozování asfaltových obrusných vrstev se sníženou hlučností.** (Upravuje principy dobré praxe při údržbě a provozování obrusných vrstev se sníženou hlučností, kde byly uplatněny směsi dle TP 259.)
- **Příloha B - Postup pro prokazování a sledování účinku snížené hlučnosti na styku obrusné vrstvy a pneumatiky pojíždějícího vozidla.** (Popisuje vymezení akustické životnosti asfaltové obrusné vrstvy se sníženou hlučností, metodiku stanovení snížení hlučnosti v porovnání s referenční hodnotou a zhoršení charakteristik emise hluku v čase po provedení monitorovacích měření.)



# Obrusné vrstvy se sníženou hlučností

- **Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek**

- Certifikovaná metodika Ministerstva dopravy ČR.

## Vydáno „knižně“:

KŘIVÁNEK, Vítězslav et al. Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek. Certifikovaná metodika. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2017. 52 s. ISBN 978-80-88074-53-3. Tato metodika vznikla za finanční podpory TA ČR. (Schváleno Ministerstvem dopravy č. j. 122/2017-710-VV/1 ze dne 18. 12. 2017.)



Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek



T A  
Č R

Program Alfa



# Obrusné vrstvy se sníženou hlučností

## Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek

- Dokument popisuje měření a hodnocení akustické charakteristiky povrchů vozovky pozemních komunikací metodou CPX.
- Jsou prezentovány agregované výsledky z měření v terénu na území ČR v rámci výzkumných projektů TA01030459, TA04021486 (2012 – 2017; změřeno a vyhodnoceno i v rámci opakovaných periodických měření přes 4 000 km).
- **Příloha A – Používaný měřicí systém pro sběr dat pomocí metody CPX.** (Popisuje možnost jak provést měření dle metody CPX.)
- **Příloha B – Dílčí výsledky získané metodou CPX, příklady měření a porovnání.** (Popisuje a prezentuje dílčí vyhodnocení dlouhodobého sledování vybraných lokalit pozemních komunikací, se zaměřením na porovnání běžné a nízkohlučné obrusné směsi.)
- **Příloha C – Další korekční koeficienty.** (Popisuje vztah dalších vlivů ke zvýšení generované hlučnosti při odvalování pneumatiky po pozemní komunikaci.)





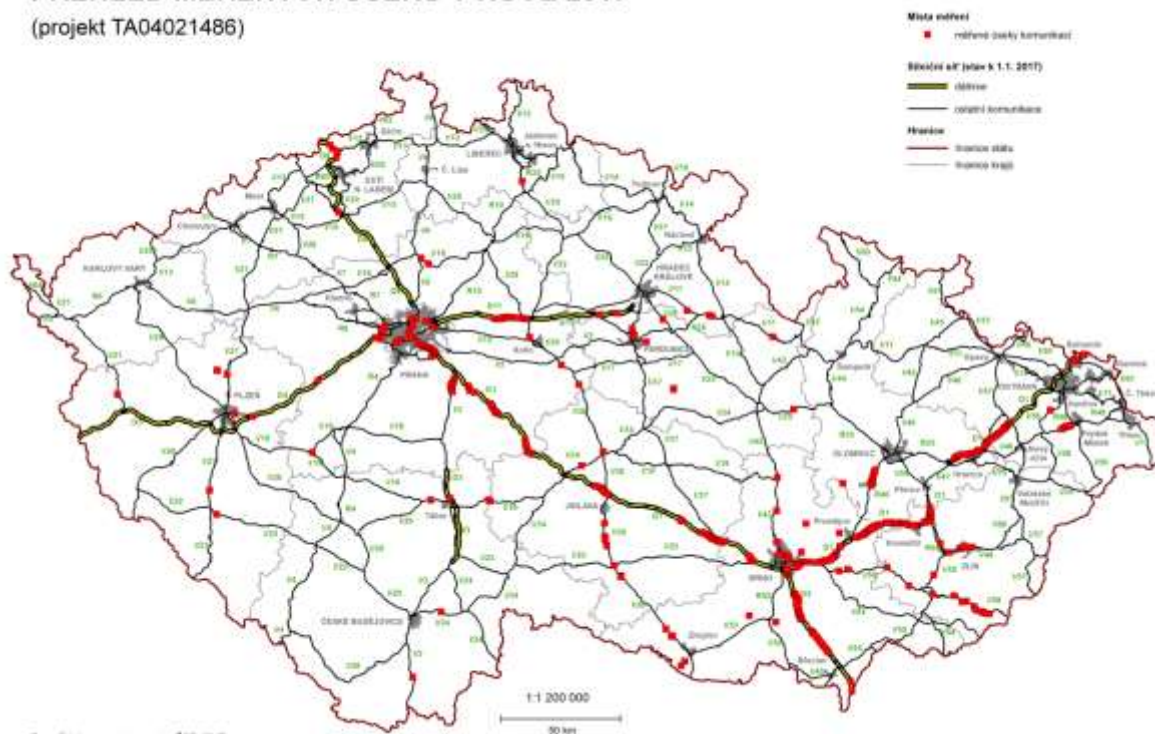
# Obrusné vrstvy se sníženou hlučností

## Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek

- Od roku 2012 – 2014 v rámci projektu TA04021486
- Od roku 2015 – 2017 v rámci projektu TA01030459
- Komplexní měřicí systém CPX je na základě získaných praktických zkušeností a podmětů neustále inovován, mnohé aplikace jsou chráněny duševním vlastnictvím

### PŘEHLED MĚŘENÝCH ÚSEKŮ V ROCE 2017

(projekt TA04021486)



# Obrusné vrstvy se sníženou hlučností

## Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek

Povrch:	Rychlost 50 km/h				Rychlost 80 km/h			
	Stáří [rok]				Stáří [rok]			
	0	2	5	10	0	2	5	10
ACO 11								
ACO 16								
BBTM 5								
BBTM 8								
CBK – juta								
CBK – striáž								
CBK - negativní striáž								
CBK – vymývaný povrch								
Dlažební kostky								
EMK								
PA 8								
SMA NH 8								
SMA 11								
Zámková dlažba								
	-1	0	+1					

### Další dodatečné korekce na hlučnost povrchu pozemní komunikace:

Stav vozovky pozemní komunikace

Další korekce:

VDZ typu II. - profilované nebo strukturované se zvučícím a vibračním efektem

+5,0 až +9,0

Přejezdová konstrukce přes železniční přejezd v jedné rovině s navazujícím úsekem pozemní komunikace z pryžových panelů

+0,5 až +1,0

Přejezdová konstrukce přes železniční přejezd nevyrovnaná v jedné rovině s navazujícím úsekem pozemní komunikace (tzv. „s hrby“)

+2,5 až +5,5

Zpomalovací práh (zámková dlažba)

+4,5 až +6,5

Výrazné výtluky na vozovce

+2,5 až +5,5

Výrazně vyjeté koleje na vozovce popřípadě výraznější nerovnosti

+1,5 až +2,5

Vysprávký vozovky způsobující nerovnosti na povrchu (nestejná výška)

+2,0 až +4,5

Významné vertikální posunutí desek CBK krytů na spáře (schůdky)

+2,5 až +5,5





# Obrusné vrstvy se sníženou hlučností

## Hodnocení

- V TP 259 jsou definovány **technické limity** pro obrusné směsi se sníženou hlučností.  
(ŘSD definuje i v zadávací dokumentaci „V případě použití asfaltových směsí dle TP 259, musí být provedeno měření a hodnocení hlučnosti povrchu obrusné vrstvy metodou CPX dle TP 259.“)
- Měřením dle TP 259 nelze prokázat dodržení hygienických limitů dle ISO 1996-2.
- Naopak měřením dle ISO 1996-2 nelze prokázat, že vlastní povrch má sníženou hlučnost.



# Technické limity pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností dle TP 259

- **! Při posuzování snížení hlukové emise je velmi důležité, jaký byl pro posouzení efektu této úpravy zvolen výchozí stav !**
- Na základě provedených měření in-situ i zahraničních zkušeností je referenční ekvivalentní hladina akustického tlaku A styku pneumatika/vozovka stanovena hodnotou:
  - 90 dB pro rychlost 50 km/h
  - 98 dB pro rychlost 80 km/h

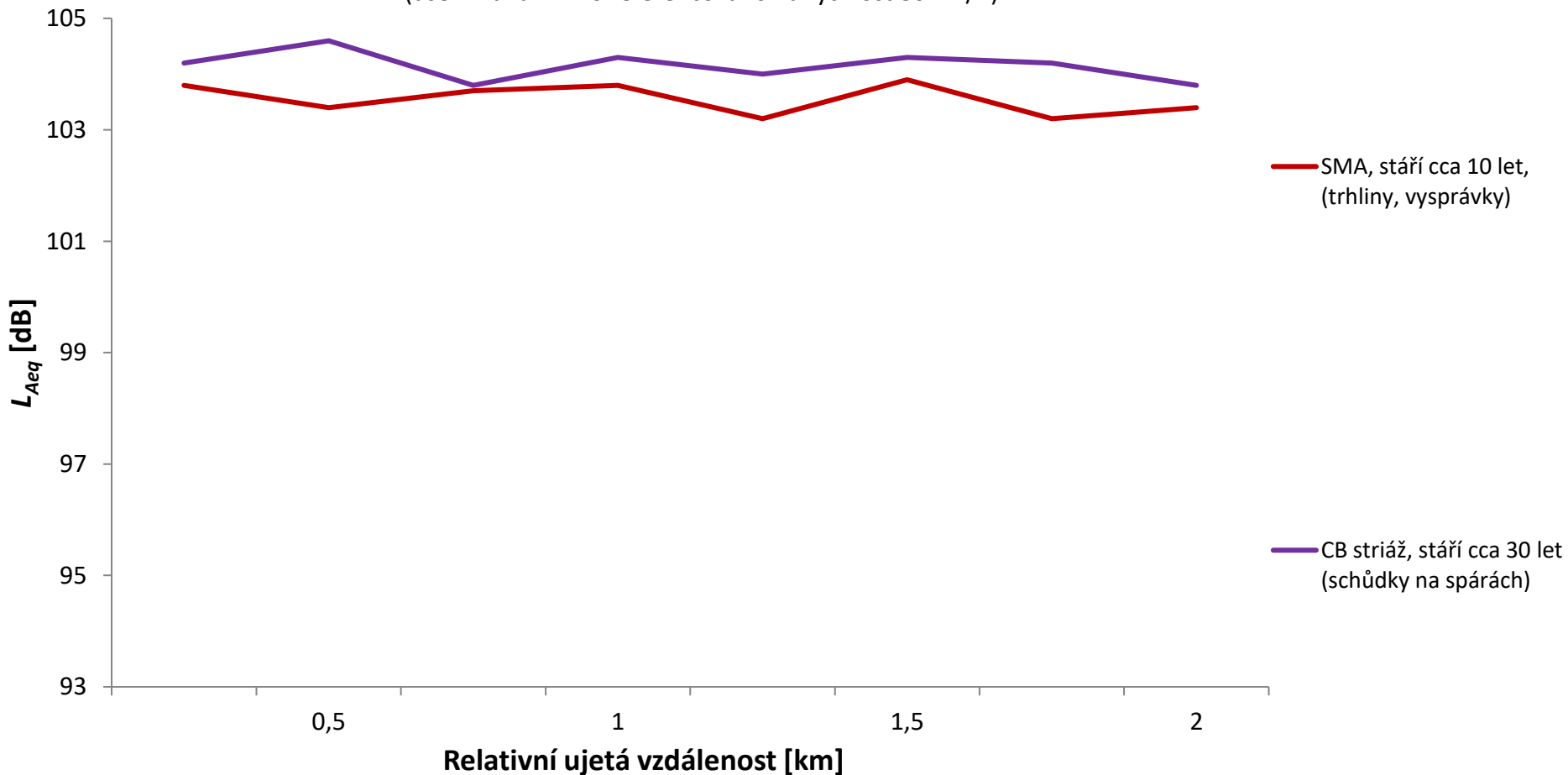
při použití SRTT pneumatiky P1 (dle ISO/TS 11189-3, Uniroyal Tigerpaw 225/60 R16 – definice v ASTM F2493:2014).
- Definováno v TP 259 „Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností“ i v certifikované metodice „Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek“



# Referenční ekvivalentní hladina akustického tlaku A

## Ukázka hlučnosti povrchů vybraných úseků pozemní komunikace D1

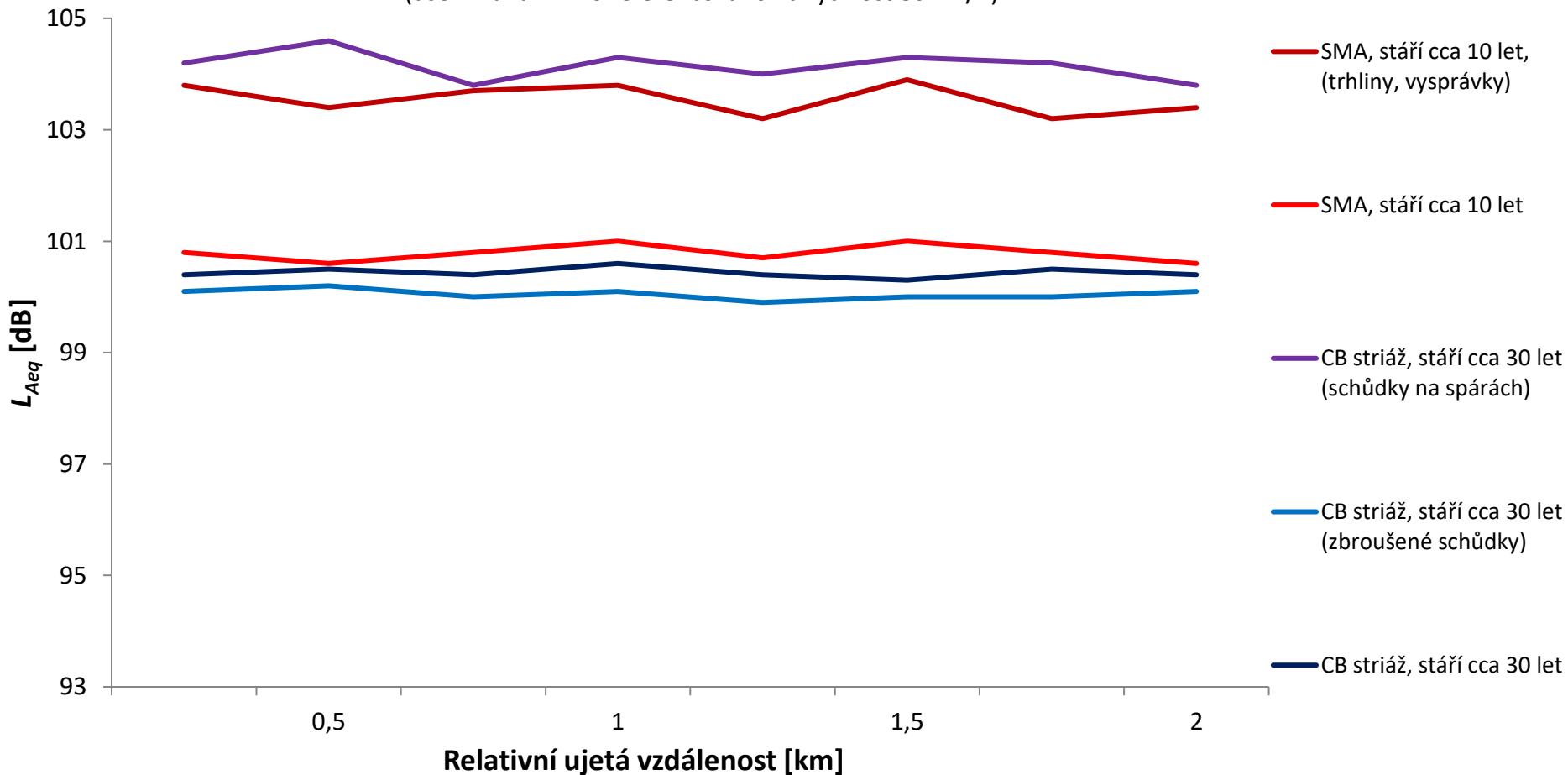
(úsek Praha - Brno referencováno na rychlost 80 km/h)



# Referenční ekvivalentní hladina akustického tlaku A

## Ukázka hlučnosti povrchů vybraných úseků pozemní komunikace D1

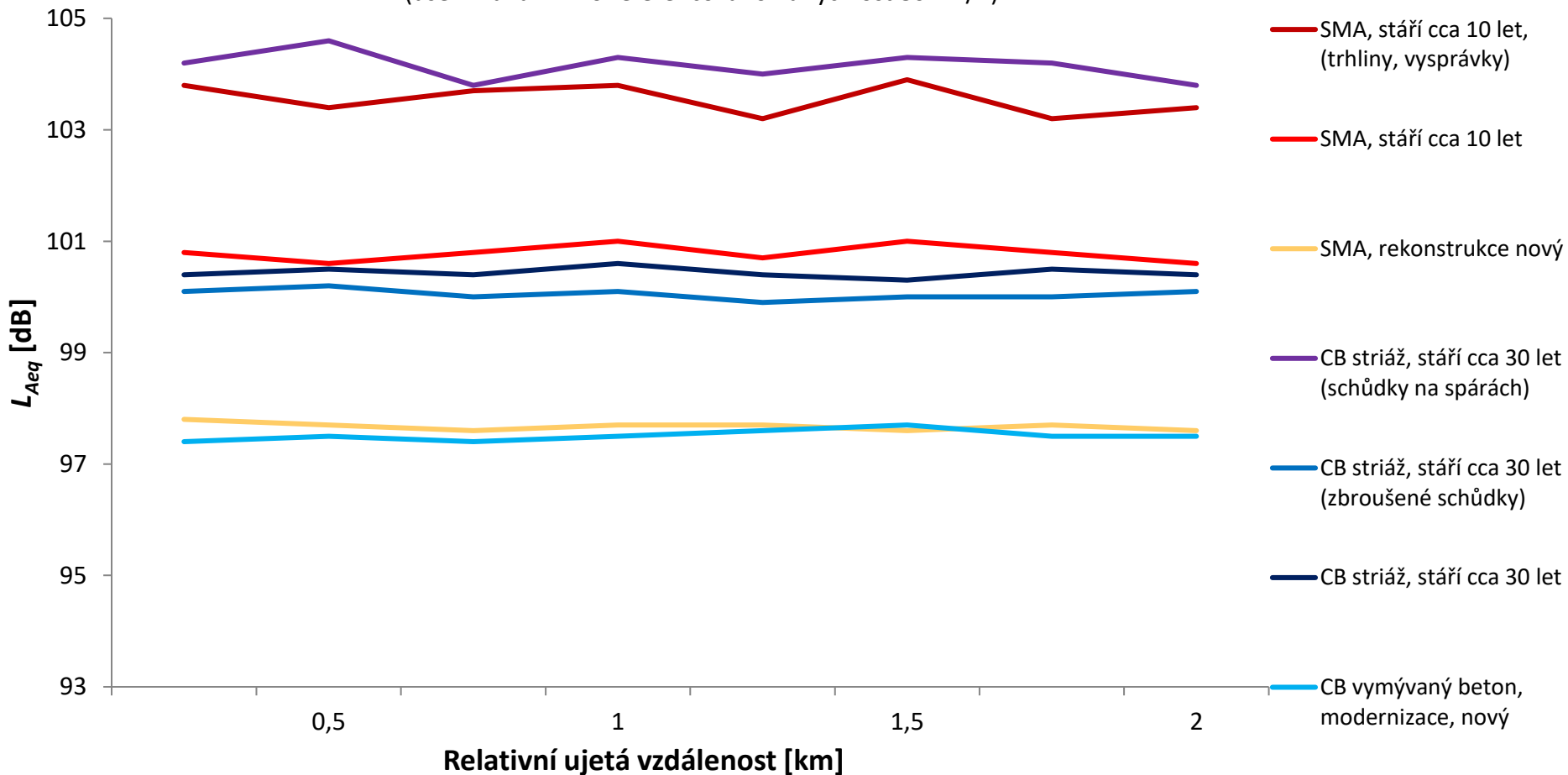
(úsek Praha - Brno referencováno na rychlost 80 km/h)



# Referenční ekvivalentní hladina akustického tlaku A

## Ukázka hlučnosti povrchů vybraných úseků pozemní komunikace D1

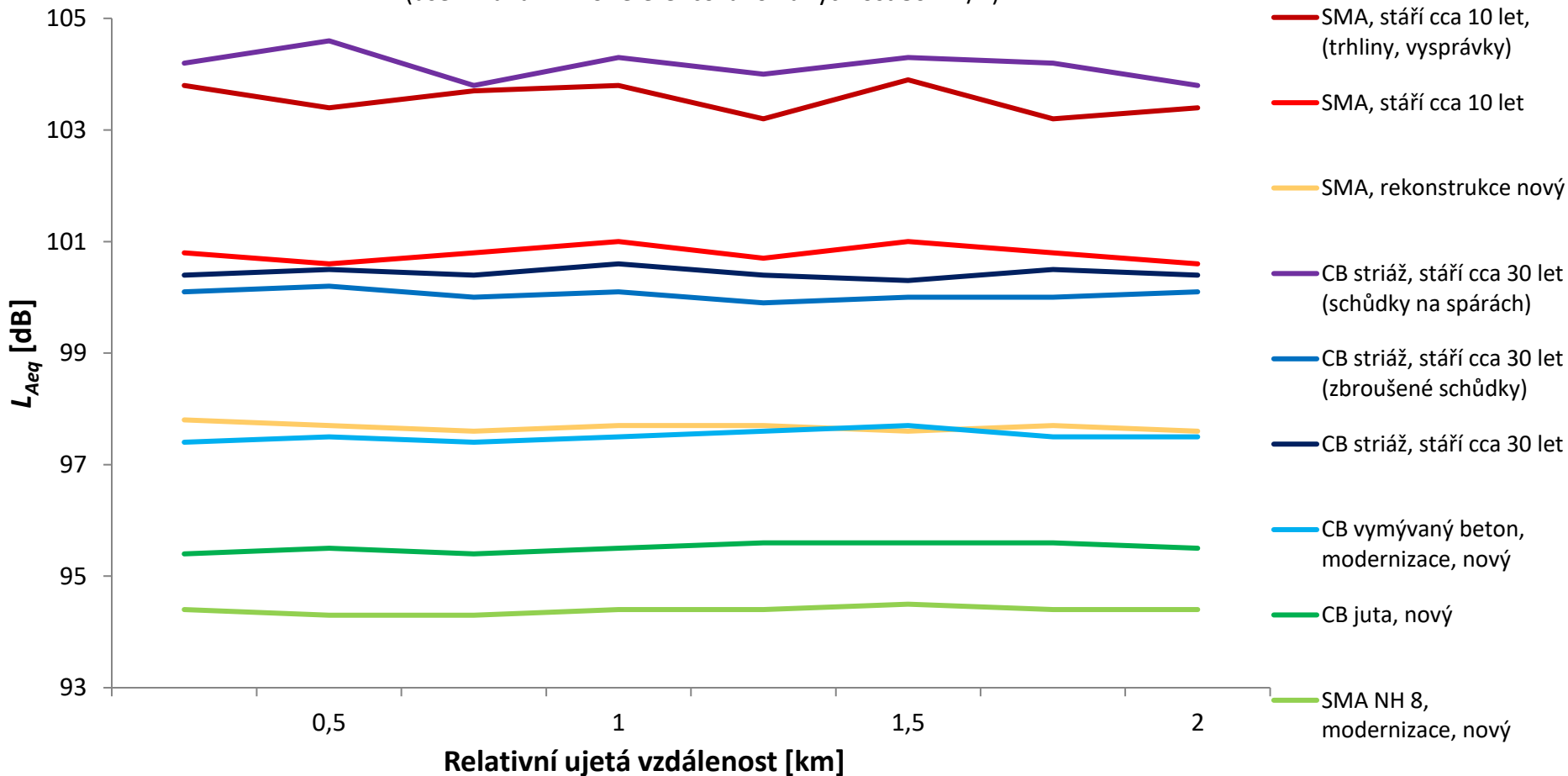
(úsek Praha - Brno referencováno na rychlost 80 km/h)



# Referenční ekvivalentní hladina akustického tlaku A

## Ukázka hlučnosti povrchů vybraných úseků pozemní komunikace D1

(úsek Praha - Brno referencováno na rychlost 80 km/h)





# Obrusné vrstvy se sníženou hlučností

Problematická místa – umístění obrusných vrstev se sníženou hlučností



# Projekt ROZVOZ

Nové progresivní technologie, které vyhovují předpisu TP 259 zde máme jen velmi krátkou dobu (jelikož ne všechny obrusné směsi splňují podmínky TP 259) a **dlouhodobé hodnocení, respektive posouzení po dobu celé očekávané životnosti není dosud možné provést, i proto TP 259 v současné době nepředepisují hodnoty stanovené po víceletém období od vlastní pokládky asfaltové směsi pro obrusnou vrstvu se sníženou hlučností.** Ovšem v současné době již máme jednoznačný postup, definovaný v TP 259, jak tyto rozvíjející se technologie nových obrusných vrstev se sníženou hlučností hodnotit, monitorovat i dlouhodobě nezávisle posuzovat z hlediska vývoje akustické charakterizace a to včetně posouzení prováděné údržby.

- Název projektu:      Rozvoj území s využitím nízkohlučných vozovek.
- Řešení:              01/2019 - 12/2022.
- Cíle:                 Ocenit dlouhodobost, míru snížení hlukové zátěže a změnu externích nákladů při využití nízkohlučných vozovek.



# Měření pozemních komunikací metodou CPX



# Podmínky metody malé vzdálenosti – CPX

V průběhu měření se kontinuálně zaznamenává:

- **Hladina akustického tlaku** na každém z měřících mikrofonů (minimálně 2) **v pravé jízdě pomalého pruhu** pozemní komunikace
- **Rychlost jízdy** v každém měřícím úseku (doporučeno GPS)
- **Teplota okolního vzduchu** v každém měřícím úseku
- **Teplota povrchu** v každém měřícím úseku (doporučené)
- **Video** (kamerový záznam) čelního pohledu z měřícího vozidla a okolí měřící referenční pneumatiky (doporučené)

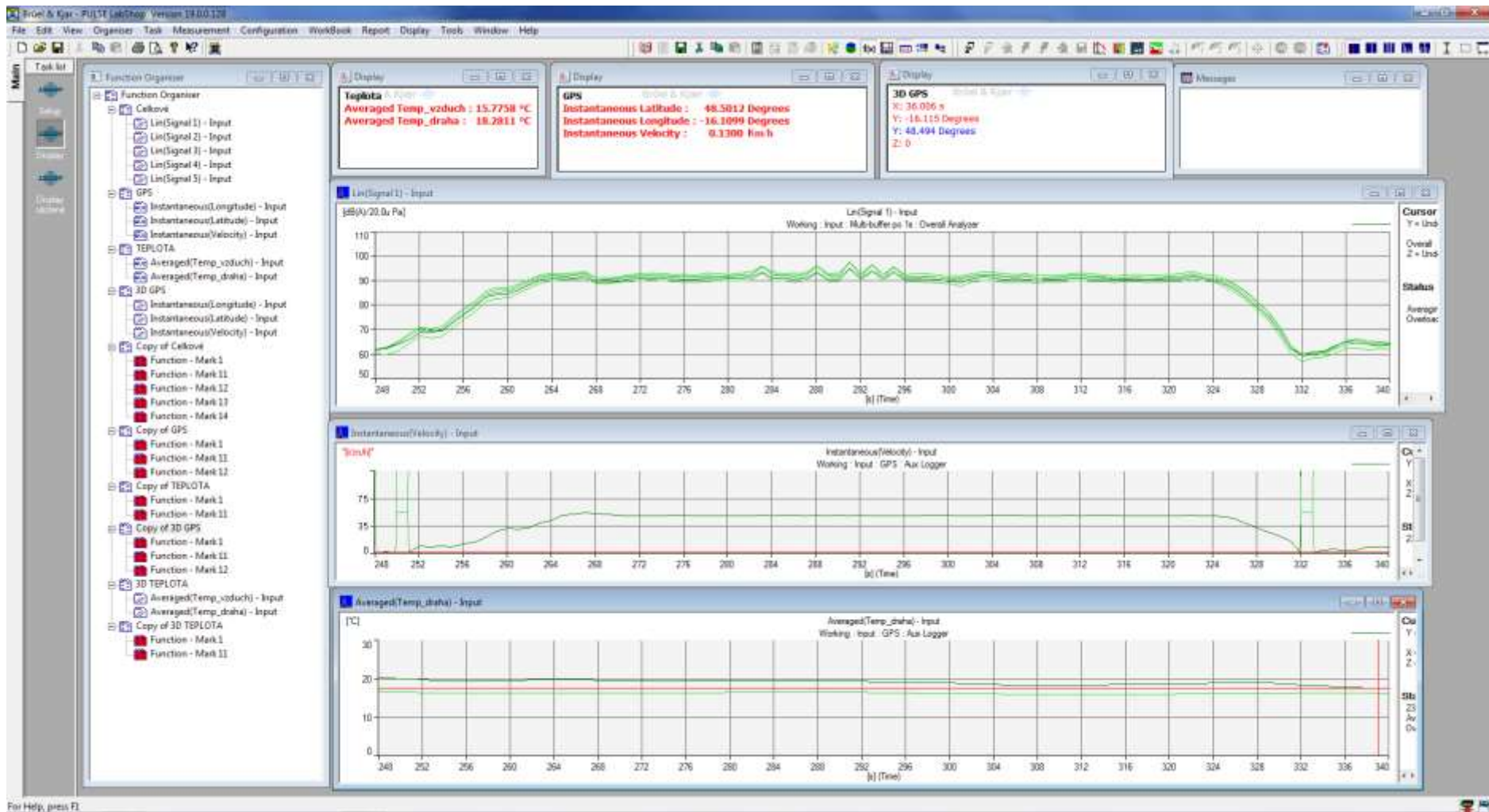
Pro měření je nutné:

- Použít **měřící systém splňující podmínky ISO 11819-2** (potlačení nechtěných odrazů a nežádoucích zvuků – hnací jednotka, brzdy, okolní provoz aj.)
- Použít **zvukový analyzátor**, nebo ekvivalentní měřící systém **splňující požadavky** na přístroje typu 1 dle normy **IEC 61672-1**
- Použít **standartní referenční pneumatiku P1** (Uniroyal Tigerpaw 225/60 R16 SRTT (**ISO/TS 11819-3**), pravidelně měřit její tvrdost, mít ji správně nahuštěnou, zatíženou a zahřátou na provozní teplotu





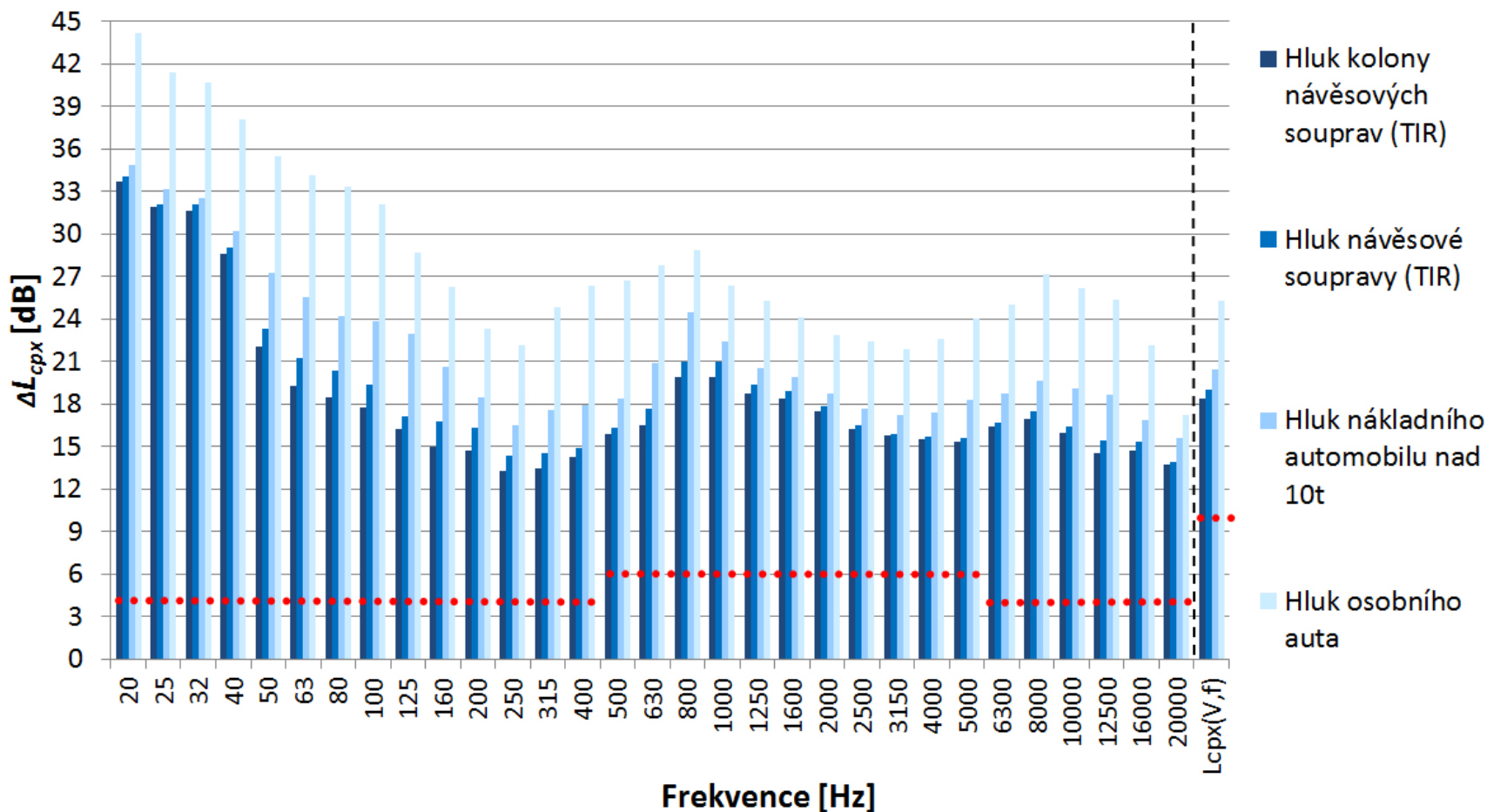
# Měření pozemních komunikací metodou CPX



# Měření pozemních komunikací metodou CPX

Odstup signálu od šumu (ref. rychlost 80 km/h, povrch ACO stáří 2 roky)

(rozdíl hodnot mezi měřením metodou CPX v daném místě a průjezdem rušivého dopravního prostředku dle kategorie)





# Podmínky metody malé vzdálenosti – CPX

- V rámci minimálního kmitočtového rozsahu 315 Hz až 5000 Hz musí zvukoměr splňovat požadavky IEC 61672-1 na třídu 1. Mikrofony musí být typu pro „volné pole“. Použije se příslušný kryt proti větru o průměru alespoň 90 mm. Shoda zvukoměru s požadavky IEC 61672-1 se musí ověřovat alespoň každé dva roky. Ověřování musí provádět laboratoř autorizovaná k provádění kalibrací s návazností na příslušné etalony. Doporučuje se, aby všechny další měřicí přístroje byly kalibrovány alespoň každé dva roky.
- Průměrná rychlost vozidla na měřeném segmentu se musí měřit s maximální přípustnou chybou +/- 1%. Pokud se k měření rychlosti používá pneumatika, nesmí být namontována na poháněnou nápravu. Vždy se musí zaznamenat skutečná měřicí rychlost.
- Přístroje na měření teploty vzduchu a (volitelně) teploty povrchu vozovky musí mít maximální přípustnou chybu +/- 1°C. Měření teploty vzduchu jsou povinná. Měření teploty se musí provádět zároveň s měřením zvuku – trvalá měření teploty. Dává se přednost tomu, aby čidlo měření teploty bylo umístěno na měřicím zařízení. Čidlo se musí umístit 0,5 m až 1,5 m nad úroveň povrchu vozovky.
- **Rozměr pneumatiky 225/60 R 16. Statické zatížení měřicí pneumatiky musí být 3200 N +/- 200 N na pneumatiku. Měřicí pneumatika musí být v nezahřátém stavu nahuštěna na 200 kPa +/- 10 kPa.** Tvrdost pryže ref. pneumatiky se musí měřit nejméně každé tři měsíce. V porovnání s počáteční hloubkou dezénu musí být opotřebení vzorku na běhounu maximálně 1,0 mm.



# Podmínky metody malé vzdálenosti – CPX

- Požadavky na měřicí zařízení mají za cíl přiblížit ho co možná nejvíce referenčnímu případu, při kterém **se měřicí pneumatika odvaluje po povrchu vozovky s mikrofony ve volném zvukovém poli**, tj. neexistují žádné odrazy zvuku s výjimkou od povrchu vozovky a bez hluku pozadí.
  - Existují tři zdroje rušivých jevů při přenosu zvuku ve volném poli od pneumatiky k mikrofonu:
    - Hluk pozadí vztahující se k systému – zvuk od tažného vozidla.
    - Hluk pozadí z odlišných zdrojů – míjející vozidla.
    - Příspěvky z nechtěných odrazů od částí systému, jako jsou nedostatečně pohltivé kryty a části systémů odpružení.
- **Měřicí pneumatika nesmí být během měření upevněna na řídicí nebo hnací nápravě.**
- Jakékoliv brzdy v blízkosti měřicí pneumatiky musí být v takovém stavu, aby je bylo možné úplně uvolnit při provádění měření.
- Při návrhu měřicího zařízení by měly být rozměry dostatečně velké, aby umožnily dodržení požadované vzdálenosti mezi mikrofony a odrazivými povrchy, včetně zvukově pohltivých materiálů. (Nežádoucí odrazy mohou vznikat od krytu měřicí pneumatiky od objektů jako jsou nápravy, rámy, držáky mikrofonů aj.)
- Spodek vozidla je obvykle obložen zvukově pohltivým materiálem, aby se vyloučily odrazy zvuku od spodku vozidla.
- U měřicích zařízení s vlastním pohonem, když zařízení není využíváno k měření, mají být používány jiné než měřicí pneumatiky, čímž bude zabráněno jejich nadměrnému opotřebení při brzdění nebo zatáčení. Výjimky jsou přípustné, pokud jsou ujeté vzdálenosti krátké a nedochází-li k prudkému brzdění.
- Má-li hluk pohonné jednotky významný vliv na výsledky měření, je možné účinek během měření omezit jízdou na volnoběh měřicího zařízení. Pak se musí dodržet omezení pro kolísání měřicí rychlosti.



# Výsledky měření pozemních komunikací (CPX)

## ● Závěr

- Pokládka nových progresivních technologií obrusných vrstev se sníženou hlučností v souladu s TP 259 – nově pokládané směsi od roku 2018, vykazující výrazné zlepšení akustických vlastností. Provedená měření v roce 2018 na běžných typech povrchů tuto hodnotu potvrzují. Naměřené údaje odpovídají hodnotám uvedeným v certifikované metodice Ministerstva dopravy „Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek“ (ISBN 978-80-88074-53-3). **Vhodné pokračovat v dalším sledování obrusných směsí připravených v souladu s TP 259. Částečně bude zajišťováno v rámci nového projektu TAČR TL02000258.**
- Čištění povrchů se sníženou hlučností přineslo zlepšení jeho akustických vlastností. **Data dle možností sbírat i nadále vzhledem k omezené údržbě pro získání rozsáhlejší databáze.**
- Dojde ke zvýšení hlučnosti použitím větší velikosti kameniva z 11 mm na 16 mm. Naopak dojde ke snížení hlučnosti při použití menší velikosti kameniva. **Běžných obrusných směsí s velikostí kameniva 8 mm a 16 mm není zatím vyhodnoceno dostatek v reprezentativním počtu! Vhodné rozšířit.**
- Celkově za dobu životnosti běžných povrchů komunikací, např. povrchu ACO nebo SMA, dosahuje změna ekvivalentní hladiny akustického tlaku A styku pneumatika/vozovka úrovně cca 4 dB. Pokud dojde k výraznému porušení vozovky může ekvivalentní hladina akustického tlaku vzrůst navíc o dalších cca 3 – 7 dB.
- Průměrná hlučnost asfaltového koberce mastixového a cementobetonového krytu s povrchem s obnaženým kamenivem první tři roky přibližně stejná. **V rámci projektu MD pokračovat v dlouhodobém sledování hlučnosti v souvislosti s modernizací D1.**
- Do budoucna případné vytvářené předpisy dát do souladu se zjištěnými skutečnostmi a zajištěním návaznosti.

**V současné době nelze poskytnout na všechny otázky ohledně akustického chování povrchů pozemních komunikací jednoznačnou odpověď, pro potvrzení či vyvrácení některých závěrů lze doporučit provést opakovaná a nová měření v roce 2019, popřípadě i v dalších letech, pro ověření dlouhodobosti. Pro dlouhodobý monitoring jsou problémem vstupní data k měření (kdy kde se co položí či položilo za obrusnou vrstvu komunikace), nelze mít „na počkání“ dlouhodobá data a charakteristiky hlučnosti povrchů vozovek.**



**Děkuji vám za pozornost.**

**Ing. Vítězslav Křivánek, Ph. D.**

vitezslav.krivanek@cdv.cz

telefon: +420 601 321 681, +420 541 641 711

**Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.**

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

[www.cdv.cz](http://www.cdv.cz)