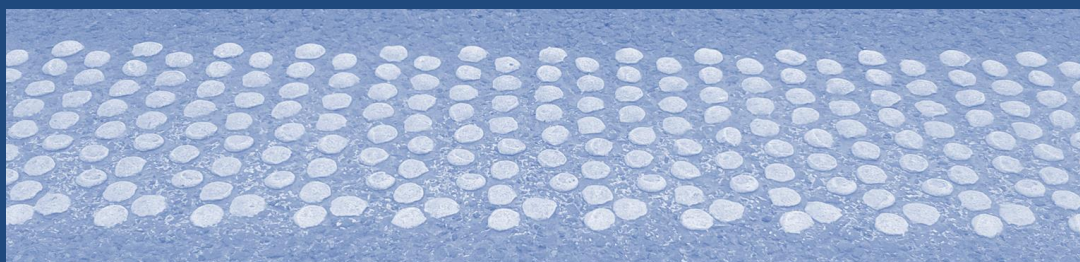


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA STAVEBNÍ

**METODIKA PRO MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ
AKUSTICKÝCH PARAMETRŮ
VODOROVNÉHO DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ**



BRNO, 2018

Metodika vznikla za podpory programu Centra kompetence Technologické agentury České republiky (TAČR) v rámci projektu č. TE01020168 Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI) a v rámci řešení projektu č. LO1408 AdMaS UP – Pokročilé stavební materiály, konstrukce a technologie podporovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v rámci účelové podpory programu Národní program udržitelnosti I.

Název:

Metodika pro měření a vyhodnocení akustických parametrů vodorovného dopravního značení

Autor:

Vysoké učení technické v Brně

Ing. Radka Matuszková, Ing. Michal Radimský, Ph.D., Ing. Petr Kozák, prof. Ing. Jan Kudrna, CSc.

Ředitelství silnic a dálnic ČR

Ing. Michal Caudr

Recenzenti:

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

Ing. Petr Kumpošt, Ph.D., České vysoké učení technické, Fakulta dopravní

Ing. Jan Klištinec, Brněnské komunikace a.s.

Brno 2018

ISBN 978-80-214-5493-4

OBSAH

1.	PŘEDMĚT METODIKY	4
2.	TERMÍNY A DEFINICE	4
3.	SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY	5
4.	POPIS MĚŘENÍ.....	5
4.1	Podmínky měření.....	6
4.2	Požadavky měřicího systému.....	6
4.3	Místo měření	6
5.	VYHODNOCENÍ A POŽADAVKY NA VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ	7
6.	PROTOKOL PRO MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ	9

1. PŘEDMĚT METODIKY

Tato metodika se zabývá měřením hladiny akustického tlaku při pojezdu vodorovného dopravního značení a následně stanovením, zda je toto vodorovné dopravní značení akustické či neakustické na základě meze akustického VDZ.

Posouzení akustického vodorovného dopravního značení se provádí na strukturálním/profilovaném značení (typu II), které se při přejezdu může vyznačovat zvučícím a vibračním účinkem o různé intenzitě. Akustický účinek je přínosný zejména pro bezpečnost silničního provozu, jelikož dokáže upozornit řidiče na skutečnost, že se vychýlil ze svého jízdního směru.

2. TERMÍNY A DEFINICE

Vodorovné dopravní značení (VDZ) – jsou značky a čáry vyznačené na pozemní komunikaci sloužící pro organizaci a usměrňování provozu na pozemních komunikacích. Dělí se na VDZ typu I (běžná vodorovná dopravní značení) a VDZ typu II (vodorovná dopravní značení se zvýšenou viditelností v noci a v podmínkách za vlhka a deště).

Vodorovné dopravní značení typu II – téměř všechna vodorovná dopravní značení typu II jsou provedena tak, že části značení s materiálem na dodatečný posyp zřetelně vyčnívají z povrchu a tím i z vodního filmu, čímž se viditelnost v podmínkách za vlhka a za deště podstatně zlepšuje. VDZ typu II je prováděno z plastických materiálů (plastické hmoty nanášené za studena, termoplastické hmoty) a předem připravených materiálů. Toto značení se používá především na dálnicích, silnicích I. třídy a místních komunikacích I. třídy.

Strukturální VDZ – hmota není nanášena v souvislé ploše, struktura značení umožňuje odtok vody, takže hmota i balotina vyčnívá z vodního filmu. Při přejezdu se v závislosti na jejich způsobu provedení mohou vyznačovat zvučícím efektem a vibračním účinkem.

Profilované VDZ – hmota vytváří v pravidelných intervalech příčné výstupky, které i s balotinou vyčnívají z vodního filmu. Při přejezdu se v závislosti na jejich způsobu provedení mohou vyznačovat zvučícím efektem a vibračním účinkem.

Vodící čára – vodorovné dopravní značení označující okraj vozovky (č. V 4).

Akustický efekt VDZ – rozdíl hladin akustického tlaku při pojezdu VDZ a přilehlého povrchu vozovky.

Mez akustického VDZ – mez akustického efektu VDZ je úroveň hladiny akustického tlaku, která značí, zda je vzorek VDZ akustický nebo neakustický.

Akustické VDZ – je takové VDZ, které překročilo požadovanou mez akustického VDZ.

Neakustické VDZ – je takové VDZ, které nepřekročilo požadovanou mez akustického VDZ.

Zkušební vzorek VDZ – vzorek VDZ na zkušebním úseku, na kterém je zjišťován akustický efekt VDZ pro všechny referenční rychlosti za účelem stanovení, zda je dané VDZ akustické či neakustické.

Reálný vzorek VDZ – vzorek VDZ na reálné komunikaci, na kterém se ověřuje, zda je daný vzorek akustický nebo neakustický s ohledem na kvalitu provádění, kvalitu materiálu atd.

3. SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY

- TP 70 Zásady pro provádění a zkoušení vodorovného dopravního značení na pozemních komunikacích
- ISO/DIS 11819-2 Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 2: The close-proximity method
- ISO/TS 11819-3, Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise – Part 3: Reference Tyres
- ISO/TS 13471-1, Acoustics – Temperature influence on tyre/road noise measurement – Part 1: Correction for temperature when testing with the CPX method
- ASTM F2493-08 Standard Specification for P225/60R16 97S Radial Standard Reference Test Tire
- ČSN ISO 1996-1 Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení
- ČSN ISO 1996-2 Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 12: Určování hladiny hluku prostředí
- KŘIVÁNEK, V., a kol. *Metodika pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže*, 55 s. Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., Brno, prosinec 2014, ISBN 978-80-86502-82-3. (Certifikovaná metodika Ministerstva dopravy č. j. 104/2014-710-VV/1.)
- KŘIVÁNEK, V., a kol. *Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchu vozovek*, 52 s. Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., Brno, prosinec 2017, ISBN 978-80-88074-53-3. (Certifikovaná metodika Ministerstva dopravy č. j. 122/2017-710-VV/1.)

4. POPIS MĚŘENÍ

Měření je provedeno certifikovanou metodou CPX (Close Proximity Method) dle příslušných norem. Daná metodika uvádí odlišnosti od daných norem, dále doplňuje specifikace pro měření vodorovného dopravního značení, které v normě nejsou uvedeny, a konkretizuje řešení, když je více možností.

Při každém měření se zaznamenává jednotlivá ekvivalentní hladina akustického tlaku A (L_{Aeq}) minimálně dvěma mikrofony spolu s příslušnou aktuální rychlostí vozidla i teplotou vzduchu.

Referenční rychlosti a odstupy mezi nimi byly zvoleny dle obvyklých nejvyšších dovolených rychlostí na pozemních komunikacích. Referenční rychlosti, při kterých je měření prováděno, jsou:

- 50 km/h,
- 70 km/h,
- 90 km/h,
- 110 km/h,
- 130 km/h.

Na zkušebních vzorcích VDZ se provádí měření při všech výše uvedených referenčních rychlostech. Na reálných vzorcích VDZ se ověření vlastností provádí pro všechny rychlosti do úrovně nejvyšší dovolené rychlosti včetně v závislosti na směrovém a výškovém řešení.

Jeden vzorek musí být měřen minimálně pětkrát při každé referenční rychlosti. Vzorek musí být poježděn co největší plochou pneumatiky. V případě nesprávného poježdění měřeného vzorku (sjetí) je nutné měření opakovat nebo chybné hodnoty nezapočítávat. Délka vzorku by měla být alespoň 150 m.

Pozn.: S ohledem na velmi krátký čas zvučícího účinku při šikmém najetí na vzorek VDZ musí být vzájemná osová vzdálenost akustických prvků na povrchu vzorku VDZ (baret apod.) maximálně 0,75 m.

Měření je určeno pro plnou čáru o šířce čáry 0,25 m. Nemusí zde být splněna podmínka pro metodu CPX, že měřený povrch je v obou směrech ve vzdálenosti 0,5 m od měřicí referenční pneumatiky.

Povrch vozovky bez vzorku musí být pojížděn každou rychlostí minimálně třikrát ve vzdálenosti do 0,5 m od měřeného VDZ. Korigované hodnoty hladiny akustického tlaku pro vozovku by měly odpovídat hodnotám uvedeným v metodice Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchu vozovek (pro rychlosti 80 km/h je nutné hodnoty přepočíst). Pokud budou hodnoty ve výrazném rozporu je nutné na tuto skutečnost upozornit v protokolu a rozdíly zdůvodnit.

4.1 PODMÍNKY MĚŘENÍ

Měření lze provádět v libovolný den, lze doporučit takové období, kdy je na pozemní komunikaci minimální provoz pro zajištění plynulé rychlosti vlastního měření, které probíhá v jiných rychlostech, než je obvyklá rychlost okolního dopravního proudu. Měřený povrch pozemní komunikace a VDZ musí být suchý a musí být dodrženy patřičné meteorologické podmínky. Měření je prováděno na SRTT pneumatice Uniroyal Tigerpaw 225/60 R16 dle ISO/TS 11819-3. Podmínky měření musí být v souladu s požadavky na certifikovanou metodu CPX, jakékoliv odchylky musí být zaznamenány do protokolu z měření.

4.2 POŽADAVKY MĚŘICÍHO SYSTÉMU

Všechny jezdce vzorku VDZ se musí provádět při konkrétním měření za shodné konfigurace, tj. stejný měřicí systém, stejné vozidlo, stejné pneumatiky. Požadavky na měřicí systém musí být v souladu s certifikovanou metodou CPX dle příslušných norem.

4.3 MÍSTO MĚŘENÍ

Úsek pro měření zkušební vzorku VDZ by měl být vybírán dle následujících kritérií:

- **Směrové řešení** (trasa komunikace musí být v přímé nebo ve směrovém oblouku o velkém poloměru, doporučuje se poloměr alespoň 2 000 m)
- **Výškové řešení** (kvůli zachování konstantní rychlosti vozidla při měření je vhodné volit místa s mírným podélným sklonem, doporučuje se sklon menší než 3 %)
- **Stav vozovky** (místo musí být bez výtluků a jiných nerovností, místo jezdce musí být čisté a suché)
- **Šířka komunikace** (vzdálenost hrany zpevnění od vnější vodicí čáry by měla být minimálně 1,5 m)

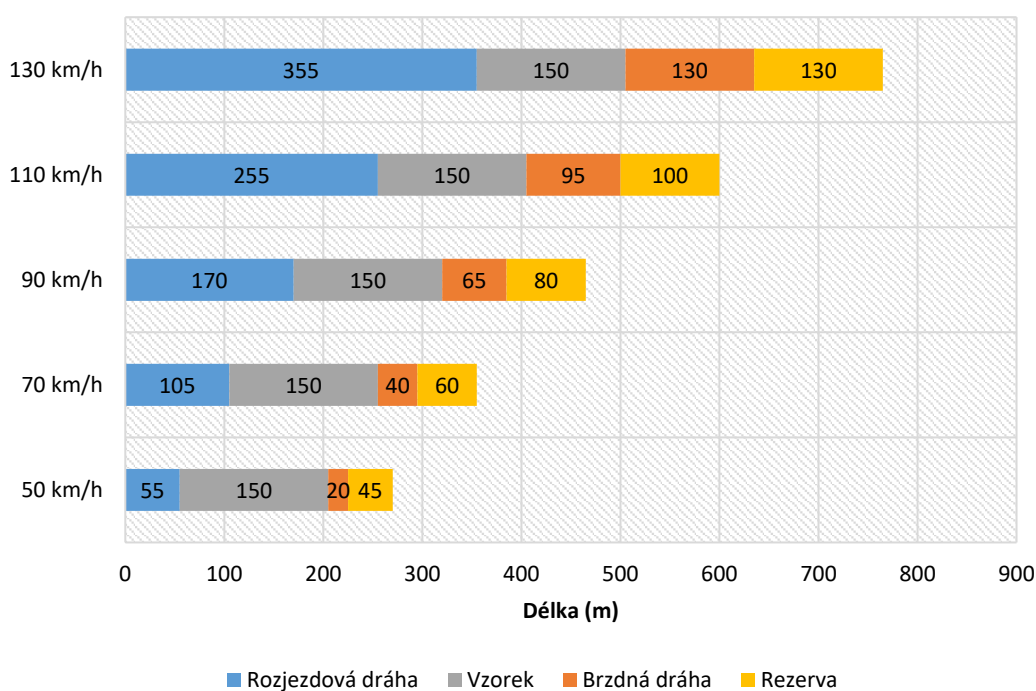
Tato stanovená kritéria by měla být splněna na dostatečně dlouhém úseku, aby bylo při měření zajištěno dostatečné místo pro rozjezd na referenční rychlost a dostatečné místo pro zastavení vozidla. Při měření reálného vzorku VDZ je možné od výše uvedených doporučení upustit, je však nutné tyto okolnosti zohlednit při vyhodnocení.

Orientační hodnoty rozjezdové a brzdné dráhy pro referenční rychlosti jsou uvedeny v tabulce 1 a grafu 1. Pro výpočet byla uvažována akcelerace $1,85 \text{ m/s}^2$ a decelerace 5 m/s^2 . Doporučuje se přidávat rezerva 20 % délky.

Tabulka 1 – Výpočet délky měřeného úseku s rozjezdovou a brzdou drahou pro referenční rychlosti

Referenční rychlost (km/h)	Rozjezdová dráha (m)	Délka vzorku (m)	Brzdná dráha (m)	Celková délka (m)	Doporučená rezerva (m)	Celková délka + rezerva (m)
50 km/h	55	150	20	225	45	270
70 km/h	105	150	40	295	60	355
90 km/h	170	150	65	385	80	465
110 km/h	255	150	95	500	100	600
130 km/h	355	150	130	635	130	765

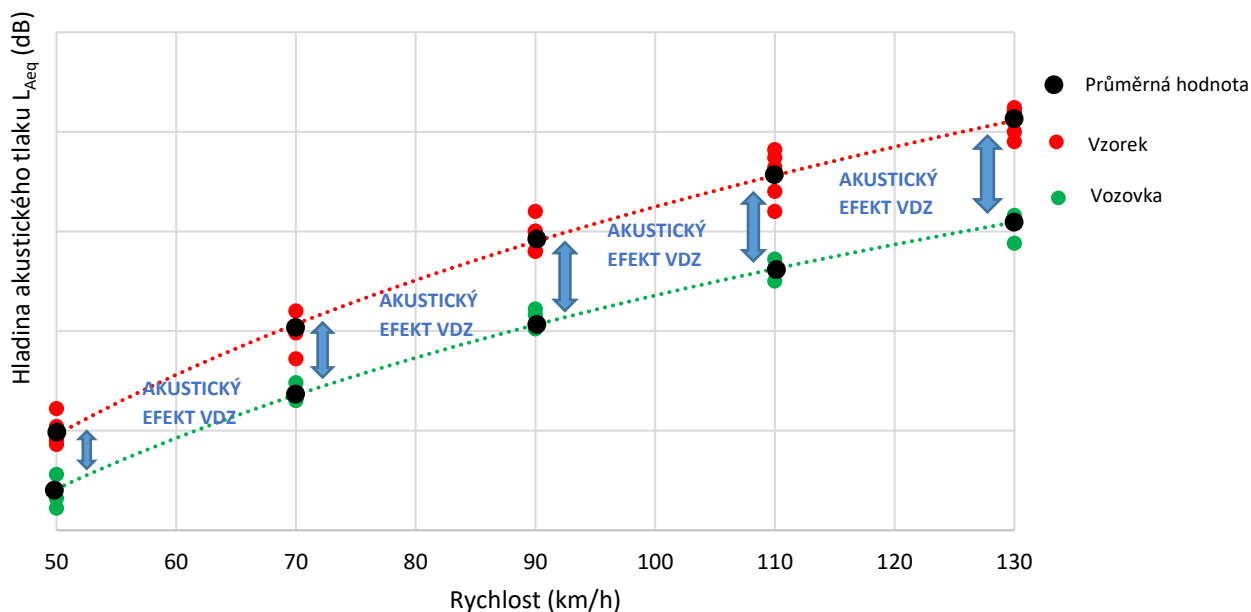
Graf 1 – Délky měřeného úseku s rozjezdovou a brzdou drahou pro referenční rychlosti



5. VYHODNOCENÍ A POŽADAVKY NA VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ

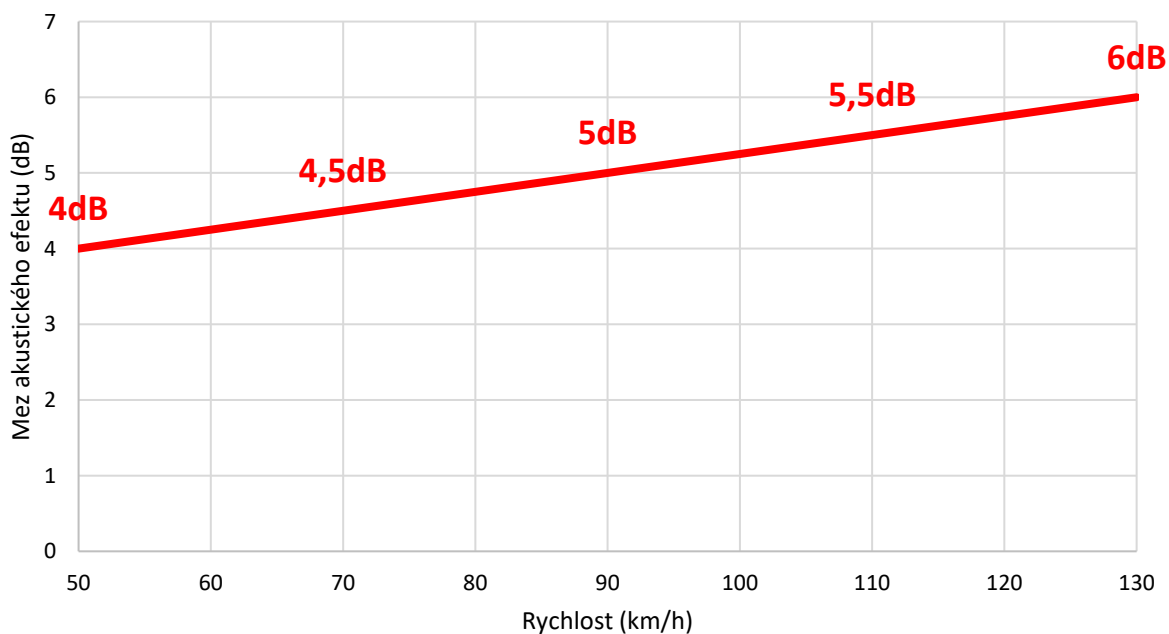
Vyhodnocení měření probíhá na základě korigované hodnoty hladiny akustického tlaku z každého jednotlivého pojezdu vzorku a vozovky při referenčních rychlostech. Tyto hodnoty jsou následně zprůměrovány. Rozdíl výsledných průměrů pro jednotlivé referenční rychlosti určuje akustický efekt VDZ.

Graf 2 – Vyhodnocení akustického efektu VDZ



Mez akustického efektu VDZ, kterou lze považovat za hranici mezi akustickým a neakustickým VDZ, je pro referenční rychlost 50 km/h 4,0 dB, pro referenční rychlost 70 km/h 4,5 dB, pro referenční rychlost 90 km/h 5,0 dB, pro referenční rychlost 110 km/h 5,5 dB a pro referenční rychlost 130 km/h 6,0 dB. Za akustické VDZ lze považovat takové vzorky, kdy je akustický efekt VDZ větší než mez akustického efektu VDZ ve všech referenčních rychlostech.

Graf 3 – Mez akustického efektu VDZ



6. PROTOKOL PRO MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ

PROTOKOL PRO MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ AKUSTICKÝCH PARAMETRŮ VODOROVNÉHO DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ		
Datum a čas měření	Organizace a osoba odpovědná za měření	
Popis měřicího přístroje	Popis použitého vozidla a pneumatik	
Umístění měřeného místa (přímá/poloměr směrového oblouku, podélný sklon)	Místo měření	
Náčrt místa a označení zkoušeného vzorku (délka v m)		
Výrobce vzorku	Charakteristiky vzorku	
Popis vozovky (asfaltová/betonová, nerovnosti, výtluky)	Podrobnosti o zvláštních opatřeních zajišťující správné měření	
Měření teploty		
Průměrná teplota za dobu měření (°C)	Minimální teplota (°C)	Maximální teplota (°C)

PROTOKOL PRO MĚŘENÍ AKUSTICKÝCH PARAMETRŮ VODOROVNÉHO DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ					
Korigované hodnoty L_{Aeq} (dB)					
Referenční rychlost	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
130 km/h VDZ					
130 km/h vozovka				-	-
110 km/h VDZ					
110 km/h vozovka				-	-
90 km/h VDZ					
90 km/h vozovka				-	-
70 km/h VDZ					
70 km/h vozovka				-	-
50 km/h VDZ					
50 km/h vozovka				-	-
Vyhodnocení akustického efektu VDZ (dB)					
Referenční rychlost	Výsledná L_{Aeq} – VDZ	Výsledná L_{Aeq} – vozovka	Akustický efekt VDZ		
130 km/h					
110 km/h					
90 km/h					
70 km/h					
50 km/h					
Vyhodnocení meze akustického efektu VDZ					
Splňuje vzorek požadovaný akustický efekt VDZ pro rychlost 130 km/h?				ANO	NE
Splňuje vzorek požadovaný akustický efekt VDZ pro rychlost 110 km/h?				ANO	NE
Splňuje vzorek požadovaný akustický efekt VDZ pro rychlost 90 km/h?				ANO	NE
Splňuje vzorek požadovaný akustický efekt VDZ pro rychlost 70 km/h?				ANO	NE
Splňuje vzorek požadovaný akustický efekt VDZ pro rychlost 50 km/h?				ANO	NE
Je vzorek vodorovného dopravního značení akustický?				ANO	NE

Povinnou přílohou musí být lokalizace a fotodokumentace místa měření (zákres měřeného úseku do mapy, fotodokumentace použitého měřicího systému, vozidla, vozovky, vzorku)