

1/2020
ROČNÍK 29

METROLOGIE

**VĚDECKÁ
LEGÁLNÍ
PRAKTICKÁ**



Odolnost proti náhlé změně teploty

Vlivem opracování povrchu dochází ke snížení odolnosti proti náhlé změně teploty. Pro účely deklarace této hodnoty lze provést zkoušku např. podle ČSN EN 1183 nebo ČSN ISO 718.

Hodnocení shody

Shoda matovaného skla s požadavky návrhů výrobních norem, této metodiky a deklarovanými třídami a/nebo hodnotami musí být prokázána prostřednictvím:

- počátečních typových zkoušek
- systému řízení výroby.

Stručné shrnutí výsledků

Odolnost proti náhlé změně teploty: ověřovací zkouška prokázala, že si sklo matované leptáním kyselinou zachovává hodnoty odolnosti proti náhlé změně teploty srovnatelné s výchozím sklem. U skel matovaných mechanicky je zřejmé, že odolnost proti náhlé změně teploty klesá vlivem poškození povrchu. Metoda zkoušení se jeví jako vhodná, nicméně je doporučeno, aby měly vzorky leštěné hrany (z důvodu omezení vlivu jejich kvality na výsledek).

Odolnost proti nárazu: z výsledků ověřovací zkoušky je patrný výrazný rozdíl mezi nematovaným sklem a sklem matovaným kyselinou (mnohonásobně odolnější vůči nárazu) a skly matovanými mechanicky (mnohem méně odolné). Metodu lze považovat za vhodnou pro porovnání odolnosti různých typů skel.

Odolnost proti chemickým látkám: ověřovací zkouškou bylo zjištěno, že jsou všechny typy skel odolné proti působení chemikálií specifikovaných v ČSN EN 14428 (kyselina octová, hydroxid sodný, etanol, chlornan sodný). Výjimkou je jen 1% metylenová modř, kterou nebylo možné z mechanicky narušených povrchů zcela odstranit.

Pevnost v ohybu: Vzhledem k tomu, že nebyly k dispozici vzorky umožňující provedení zkoušky pevnosti v ohybu podle ČSN EN 1288-3, byla využita metoda se zatěžovacím zařízením R45 podle ČSN EN 1288-5. Výsledky získané touto metodou lze považovat za relativní z důvodu nadhodnocení oproti reálně použitelným hodnotám. Z výsledků je přesto zcela zřejmý velmi výrazný pokles hodnoty pevnosti v ohybu u matovaných povrchů (zejména mechanicky). Pro účely deklarace hodnot pevnosti v ohybu se nejeví použitá metoda jako příliš vhodná, proto autoři doporučují použít metodu čtyřbodového ohybu podle ČSN EN 1288-3 při použití vzorků s leštěnými hranami, případně prstencovou metodu podle ČSN EN 1288-2.

Stanovení činitele prostupu světla: Ověřovací zkouškou bylo zjištěno, že při měření optických vlastností matovaných skel dochází vlivem rozptylu paprsků ke ztrátám, které jsou nepřímě závislé na průměru koule. Z uvedených důvodů by neměla být pro měření použita koule o průměru menším než 150 mm.

Na základě popsané metodiky následně IKATES, s. r. o. upravit existující doporučení pro zabezpečení jednotného postupu subjektů (tzv. „autorizovaných osob“) při posuzování shody matovaných skel v podobě technického návodu s označením TN 06.04.06c.



ZÁSADNÍ REVIZE NOREM ČSN EN 1793-1 A ČSN EN 1793-2

Ing. Pavel Rubáš, Ph.D.

Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.

Úvod

V září 2019 vyšla zásadní revize ČSN EN 1793-2:2019 Zařízení pro snížení hluku silničního provozu – Zkušební metody stanovení akustických vlastností – Část 2: Vnitřní charakteristiky vzduchové neprůzvučnosti v podmínkách difuzního zvukového pole. Tato revidovaná norma se týká zkoušení a hodnocení charakteristik vzduchové neprůzvučnosti zařízení pro snižování hluku silničního provozu (obecně protihlukových stěn), a tak úzce souvisí s výrobní normou ČSN EN 14388:2016 ed. 2 Zařízení pro snížení hluku silničního provozu, která pokrývá všechny výrobky používané pro snížení hluku silničního provozu, vyrobené z jakýchkoliv materiálů a stanovuje funkční požadavky a metody pro hodnocení zařízení pro snížení hluku silničního provozu. Současně je vhodné připomenout, že již v prosinci 2017 vyšla revize sesterské ČSN EN 1793-1:2017 Zařízení pro snížení hluku silničního provozu – Zkušební metody stanovení akustických

vlastností – Část 1: Vnitřní charakteristiky zvukové pohltivosti v podmínkách difuzního zvukového pole.

Revize ČSN EN 1793-2:2019

Oproti předchozímu vydání normy ČSN EN 1793-2:2013 došlo ke dvěma změnám: prohlášení o nejistotě měření a o související úrovni spolehlivosti vztažené k výsledné hodnotě jednočíselného hodnocení vzduchové neprůzvučnosti DL_R [dB] jsou nyní povinné. Z přílohy A byly vyňaty kategorie jednočíselného hodnocení. Od okamžiku publikace normy ČSN EN 1793-2:2019 (09/2019) se účinnost zařízení pro snížení hluku uvádí **pouze jako číselná hodnota jednočíselného hodnocení DL_R** . V minulosti jsme měli k dispozici kategorie podle jednočíselného hodnocení „B“. Předchozí verze normy uváděly, že je-li třeba kromě stanovení hodnoty DL_R vzduchovou neprůzvučnost kategorizovat, použijí se kategorie uvedené v **tab. 1**. Kategorie touto revizí normy zanikly a nesmějí se již dále používat. Důvod zániku kategorií „B“ je zřejmý. Povinné uvedení nejistoty má velký dopad na stanovení informativních kategorií jednočíselné veličiny DL_R ; v závislosti

na vlastnostech výrobku by mohlo potenciálně znamenat, že výrobek, bude zařazen do nižší kategorie. V důsledku toho byla odstraněna informativní příloha, která obsahovala kategorie hodnocení jednočíslné veličiny, a tak jsou vlastnosti zařízení pro snížení hluku nyní hodnoceny pouze jednočíslnou veličinou. Přitom jednočíslné hodnocení DL_R se používá výhradně pro potřeby porovnávání celkových charakteristik protihlukových zařízení bez ohledu na lokální podmínky, složení dopravního proudu nebo povrch vozovky.

Tabulka 1: – Již NEPLATNÉ kategorie vzduchové neprůzvučnosti

Kategorie	DL_R (dB)
B0	neurčeno
B1	< 15
B2	15 až 24
B3	25 až 34
B4	> 34

Revize ČSN EN 1793-1:2017

Oproti předchozímu vydání normy ČSN EN 1793-1:2013 došlo k několika změnám. Byl zlepšen popis uspořádání zkoušky, byla modifikována metoda pro stanovení činitele zvukové pohltivosti v třetinooktávovém pásmu, jak popisuje ČSN EN ISO 354:2003 – činitel pohltivosti podle Sabina α_{si} , byl nahrazen novým činitelem $\alpha_{NRD,i}$, který je specifický pro zařízení pro snížení hluku a který bere v úvahu objem zkušebního vzorku (nový činitel $\alpha_{NRD,i}$ může být odvozen od α_{si}), byl lépe definován obsah protokolu o zkoušce a byla povinně zavedena deklarace nejistoty měření a související úroveň spolehlivosti. Z přílohy A byly vyňaty kategorie jednočíslného hodnocení. Od okamžiku publikace normy ČSN EN 1793-1:2017 (12/2017) se účinnost zařízení pro snížení hluku uvádí **pouze jako číselná hodnota jednočíslného hodnocení $DL_{\alpha,NRD}$. V minulosti jsme měli k dispozici kategorie podle jednočíslného hodnocení „A“.** Předchozí verze normy uváděly, že je-li třeba kromě stanovení hodnoty DL_{α} zvukovou pohltivost kategorizovat, použijí se kategorie uvedené v **tab. 2. Kategorie revizí normy zanikly a nesmějí se již dále používat.** Důvod zániku kategorií „A“ je zřejmý a je zcela stejný jako v případě revize ČSN EN 1793-1:2019. Povinné uvedení nejistoty má velký dopad na stanovení informativních kategorií jednočíslné veličiny $DL_{\alpha,NRD}$; v závislosti na vlastnostech výrobku by mohlo potenciálně znamenat, že výrobek, bude ponížěn do nižší kategorie. V důsledku toho byla odstraněna informativní příloha, která obsahovala kategorie hodnocení jednočíslné veličiny, a tak jsou vlastnosti zařízení pro snížení hluku nyní hodnoceny pouze jednočíslnou veličinou. Přitom jednočíslné hodnocení $DL_{\alpha,NRD}$ se používá výhradně pro potřeby porovnávání celkových charakteristik protihlukových zařízení bez ohledu na lokální podmínky, složení dopravního proudu nebo povrch vozovky.

Tabulka 2: – Již NEPLATNÉ kategorie zvukové pohltivosti

Kategorie	DL_{α} (dB)
A0	neurčeno
A1	< 4
A2	4 až 7
A3	8 až 11
A4	12 až 15
A5	> 15

Normalizační vývoj ČSN EN 1793-1 budí pochybnosti, neboť v předchozích letech jsme byli svědky velkých zvratů. V roce 2013 (ČSN EN 1793-1:2013) byla zavedena s ohledem na potřeby výrobců nová velmi vysoká kategorie zvukové pohltivosti A5, která v předešlé verzi z roku 1998 (ČSN EN 1793-1:1998) vůbec neexistovala. Maximální kategorií byla A4 s kritériem $DL_{\alpha} > 11$ dB. Následně byly v roce 2017 veškeré kategorie bez náhrady potichu zrušeny (ČSN EN 1793-1:2017).

Hlavním výsledkem zkoušky, která se objektivně vztahuje k měřené konstrukci – **zařízení pro snížení hluku ze silničního provozu**, je jednočíslná veličina zvukové pohltivosti zařízení $DL_{\alpha,NRD}$ v dB, zaokrouhlená na celé číslo. Jednočíslná veličina pro hodnocení zvukové pohltivosti $DL_{\alpha,NRD}$ v dB je dána následujícím vztahem:

$$DL_{\alpha,NRD} = -10 \lg \left| 1 - \frac{\sum_{i=1}^{18} \alpha_{NRDD_i} 10^{0,1L_i}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i}} \right|$$

kde $\alpha_{NRD,i}$ jsou činitele zvukové pohltivosti v i-tém třetinooktávovém pásmu,

L_i hladina akustického tlaku normalizovaného spektra hluku silničního provozu váženého funkcí A v i-tém třetinooktávovém pásmu, definovaná v ČSN EN 1793-3:1998 v decibelech.

Ze vzorce je zřejmé, že jednočíslná hodnota $DL_{\alpha,NRD}$ je logaritmičtě závislá, a tak při hodnotách čitatele blízkých jmenovateli dochází k výraznému nárůstu DL_{α} , který však již nemusí vůbec souviset s lepší zvukovou pohltivostí zařízení pro snížení hluku ze silničního provozu. Norma ČSN EN 1793-1:2017 samozřejmě uvádí, že v některých případech může poměr součtových členů ve výrazu pro DL_{α} překročit hodnotu 1, což je pro výpočet DL_{α} nepřijatelné, jelikož nelze logaritmovat záporné číslo. Proto je maximální hodnota tohoto poměru omezena na 0,99. Můžeme se tedy dostat do situace, kde $DL_{\alpha,NRD}$ prudce roste v závislosti na činiteli zvukové pohltivosti bez objektivní fyzikální příčiny, pokud se poměrem logaritmovaná hodnota limitně blíží hodnotě 0,99.

Poznatky ze zkoušek činitele zvukové pohltivosti podle ČSN EN 1793-1:2017 a povinného vyhodnocení nejistot

Pro účely zpracování výsledků měření se používají termíny a definice podle ČSN ISO 5725-1:2018 Přesnost

(pravdivost a preciznost) metod a výsledků měření – Část 1: Obecné zásady a definice. K popisu přesnosti měření používá ISO 5725 Přesnost (pravdivost a preciznost) metod a výsledků měření – Část 6: Použití hodnot měř. přesnosti v praxi, dvou termínů – „pravdivost“ a „preciznost“. Pravdivost se týká těsnosti shody mezi aritmetickým průměrem z velkého počtu výsledků zkoušek a pravou nebo přijatou referenční hodnotou. Preciznost se týká těsnosti shody mezi jednotlivými výsledky zkoušek. Potřeba shodnosti vyplývá ze skutečnosti, že zkoušky, o nichž se předpokládá, že byly provedeny opakovaně v jedné laboratoři na stejném zařízení pro snižování hluku za stejných podmínek, neposkytují obecně stejné výsledky. Příčinou jsou náhodné chyby, které jsou nedílnou součástí každého měřicího postupu. K va-riabilitě výsledků může přispívat mnoho faktorů, z nichž za hlavní lze považovat:

- operátora,
- použité zařízení,
- kalibraci zařízení,
- okolní podmínky,
- čas, který proběhne mezi zkouškami.

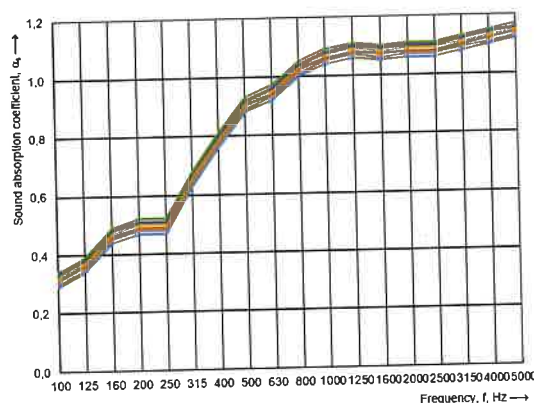
Případová studie ukazuje (tab. 3 a graf 1), do jaké míry mohou být výsledky při měření a hodnocení $DL_{\alpha, NRD}$ v oblasti nad 10 dB zavádějící. Při použití šesti souborů měření, jež jsou téměř identické (krok změny činitele zvukové pohltivosti 0,01 v celém rozsahu měření), je patrné, že hodnoty jednočíslné veličiny zvukové pohltivosti $DL_{\alpha, NRD}$ nelze spolehlivě měřit, resp. výsledky měření musejí být zatíženy velmi vysokou rozšířenou nejistotou měření. Ta je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k = 2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %.

Tabulka 3: Případová studie dokazující nestabilitu $DL_{\alpha, NRD}$ v oblasti nad 10 dB

f_i (Hz)	α_{NRD_i} (dB)						Li (dB)
Kmitočet	1	2	3	4	5	6	
100	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	-20
125	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	-20
160	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	-18
200	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	-16
250	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	-15
315	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	-14
400	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	-13
500	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	-12
630	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	-11
800	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	-9
1 000	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	-8
1 250	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	-9
1 600	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	-10
2 000	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	-11
2 500	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	-13
3 150	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	-15

f_i (Hz)	α_{NRD_i} (dB)						Li (dB)
4 000	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	-16
5 000	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	-18
$DL_{\alpha, NRD}$	12	13	14	15	17	20	-
α_w	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	-

Alternativní pohled na jednočíslné vyhodnocení nabízí vážený činitel zvukové pohltivosti α_w , určený podle ČSN EN ISO 11654:1998 Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti. Jednočíslné hodnocení zvukové pohltivosti α_w stanovené touto mezinárodní normou může být použito k formulaci požadavků a k popisu akustických vlastností výrobků pohlcujících zvuk určených pro obvyklé použití v běžných kancelářích, chodbách, učebnách, nemocnicích atd. Vyhodnotíme-li tímto způsobem uvedených šest souborů činitele zvukové pohltivosti (tab. 3), výsledkem bude ve všech případech stabilně $\alpha_w = 0,90$.



Graf 1: Ukázka blízkých průběhů zvukové pohltivosti s výsledky $DL_{\alpha, NRD}$ v rozmezí 12 až 20 dB

Závěr

Článek shrnuje novinky v revidovaných normách ČSN EN 1793-1:2017 a ČSN EN 1793-2:2019, které se týkají měření a hodnocení akustických vlastností zařízení pro snižování hluku ze silničního provozu (protihlukových stěn). Autorem je zdůrazněn velmi kontroverzní výpočet jednočíslné hodnoty zvukové pohltivosti $DL_{\alpha, NRD}$ a jeho nestabilita v oblasti nad 10 dB, z čehož vyplývá, že je **nesmyslné u zařízení pro snižování hluku ze silničního provozu navrhovat a požadovat jednočíslnou veličinu zvukové pohltivosti zařízení $DL_{\alpha, NRD} > 10$ dB**. Mezi projektanty, dozory a zhotoviteli je však i po dvou letech hluboce zažitá kategorizování zvukové pohltivosti podle neplatné verze normy ČSN EN 1793-1:2013. Je třeba se zamyslet, opustit komfort setrvačnosti trhu a začít využívat nejnovější poznatky, byť nemusí být snadné se s nimi smířit.

Literatura

- [1] Beranek, L. *Noise Reduction*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1960.
- [2] Čechura, J. *Stavební fyzika – akustika stavebních konstrukcí*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999.