



▲ Nový modulární systém protihlukových stěn s pohltivou vrstvou z lehčeného betonu

# Design ve spojení se zvukovou pohltivostí protihlukových stěn

**Přestože jsou protihlukové stěny ryze účelové stavby a jejich hlavním posláním je především akustický útlum, výrazně zasahují do veřejného prostoru a života obyvatel. Funkčnost těchto konstrukcí je dnes se stále větším důrazem chápána nejen ve smyslu technické a technologické kvality, ale i jejich estetického řešení a působení na okolí.**

## Vizuální atraktivita protihlukových stěn

Příkladem osobitých konstrukcí, které na kvalitní a funkční technologické řešení navazují přidanou hodnotou designu, jsou nové protihlukové stěny s pohltivou vrstvou z lehčeného betonu. V tomto originálním konceptu spojili své síly konstruktéři s designéry a vyvinuli novou řadu modulárního systému Liadur. Ke kreativnímu ztvárnění

protihlukových stěn využili vrchní absorpční profilované vrstvy z Liaporbetonu a výsledkem jsou moduly s geometrickými nebo organickými vzory i dalšími hravými dekory, které lze kombinovat a skládat do libovolných kompozic. Navíc jsou všechny protihlukové stěny dostupné v různých barevných variantách, aby je bylo možné co nejvhodněji začlenit do okolního prostředí. Liapor je lehký přírodní materiál z třetihorní hlíny patřící svou

podstatou mezi keramické hmoty, které jsou historicky nejstarším a nejosvědčenějším stavebním materiálem. Granulovaný, ve formě lehkých keramických kuliček, slouží jako kamenivo do lehkého keramického betonu. Vedle zdíva, různých prefabrikovaných stavebních dílců nebo například zahradních architektonických prvků nachází tento materiál dobré uplatnění také v protihlukových stěnách Liadur právě díky svým výborným akustickým vlastnostem. Na novém modulárním systému protihlukových stěn spolupracoval vývojový a konstrukční tým Liaduru s designéry MgA. Viktor Chalepou a MgA. Terezou Vlašimskou. Výsledkem jejich mezioborové spolupráce jsou nové, kombinovatelné dekory stěn v různých barevných variantách. Beton je v současné době stále častěji považován za zajímavý

a atraktivní materiál. Z minulosti zažité klišé, že je to šedivý, nudný, těžkopádný a nepříjemný materiál, se pomalu začíná rozplývat. Dokazuje to nejen řada instalací z veřejného prostoru a interiérů, ale také nejrůznější betonové kreace od dekoračních fasád a skateparků přes exteriérové i interiérové doplňky, nádobí a sanitární zařízení po šperky. Na rozdíl od těchto příkladů zajímavého využití betonu však protihlukové stěny musí splňovat specifické požadavky na zvukovou pohltivost.

## Měření zvukové pohltivosti protihlukových stěn

Zvuková pohltivost betonových protihlukových stěn s pohltivou vrstvou z lehkého betonu se



měří v dozvukových místnostech podle normy ČSN EN 1793-1:2013 Zařízení pro snížení hluku silničního provozu – Zkušební metody stanovení akustických vlastností – Část 1: Vnitřní charakteristiky zvukové pohltivosti. Tato evropská norma stanovuje zkušební metodu pro kategorizaci hodnot zvukové pohltivosti různých druhů protihlukových stěn. Nevztahuje se na určení vlastností in situ, které jsou závislé i na dalších faktorech, nesouvisejících se samotným zařízením, jako jsou např. geometrické rozměry stěny a kvalita stavebních prací, jakož i na faktorech souvisejících s místem, kde je zařízení postaveno (impedance povrchu terénu, urbanistická situace atd.). Zkouška zahrnuje měření laboratorních hodnot zvukové pohltivosti pro protihlukové stěny a výsledné ohodnocení má pomoci při výběru zařízení pro konkrétní případy aplikací protihlukové ochrany. Touto zkušební metodou se mohou testovat protihlukové clony pro různé účely, např. podél silnic, dálnic, železničních tratí nebo v blízkosti průmyslových areálů. V konkrétních případech je za použití vhodného spektra vypočteno jednočíselné hodnocení. ČSN EN 1793-1:2013 popisuje modifikaci zkušební metody uvedené v mezinárodní normě ČSN EN ISO 354:2003 Akustika – Měření zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti. Tato základní metoda je velmi přesná, zahrnuje korekce vlivu teploty a vlhkosti vzduchu na snížení hladiny zvuku během zkoušky.

Třída EN ISO 11654	Kategorie EN 1793-1	$\alpha_w$ [-] EN ISO 11654	$DL_w$ [dB] EN 1793-1	Slovní popis zvukové pohltivosti VDI 3755/2000
A	A5	1,00	17	velmi vysoce pohltivý
	A4	0,95	12	
B	A3	0,90	9	
		0,85	8	
		0,80	8	vysoce pohltivý
C	A2	0,75	7	
		0,70	5	
		0,65	4	
		0,60	4	
D	A1	0,55	3	pohltivý
		0,50	3	
		0,45	3	
		0,40	2	
		0,35	2	
		0,30	2	
E		0,25	1	málo pohltivý
		0,20	1	
		0,15	1	
---		0,10	1	odrazivý
		0,05	0	

Tab. 1 Porovnání jednočíselných hodnot, kategorií a tříd vzešlých z velké série měření zvukové pohltivosti vrstev protihlukových stěn z lehkého betonu Liadur

Hlavním výsledkem zkoušky, který se objektivně vztahuje ke zvukové pohltivosti pohltivé vrstvy stěny z lehkého betonu, je jednočíselná veličina zvukové pohltivosti  $DL_w$  v dB, zaokrouhlená na celé číslo. Tato veličina vzniká vážením středních činitelů zvukové pohltivosti v třetinooktávových pásmech v rozsahu od 100 Hz do 5 kHz přes normalizované spektrum hluku silničního provozu nebo jiné normalizované spektrum (železnice, průmysl aj.). Normalizované spektrum hluku

silničního provozu se používá k výpočtu jednočíselných veličin zvukové pohltivosti protihlukových stěn snižujících hluk silničního provozu v blízkosti pozemních komunikací; toto spektrum je definováno hladinami akustického tlaku z typické silniční dopravy váženými funkcí filtru zvukoměru A (lidské ucho) v třetinooktávových pásmech kmitočtového rozsahu 100 Hz až 5 kHz. Největší váhu mají proto kmitočty okolo 1000 Hz, kde je lidský sluch nejcitlivější. Obdobným

způsobem je definováno normalizované spektrum hluku železničního provozu a mohou být definována i další spektra, záleží na konkrétní aplikaci. ČSN EN 1:2013-1793 bohužel zahrnuje i kontroverzní kategorizaci protihlukových stěn (kategorie A1 až A5 na základě měření v dozvukové komoře).

## Objektivní interpretace zvukové pohltivosti

Naměřené střední činitele zvukové pohltivosti v třetinooktávových pásmech v rozsahu od 100 Hz do 5 kHz lze naštěstí zhodnotit i jinými jednočíselnými veličinami, které nám mohou pomoci přeložit  $DL_w$  do srozumitelné řeči, neboť použití decibelů pro zvukovou pohltivost není úplně ideální. Jednočíselné hodnocení zvukové pohltivosti  $\alpha_w$  stanovené podle ČSN EN ISO 11654:1998 Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti se používá

Dekory protihlukových stěn s pohltivou vrstvou z lehčeného betonu







▲ Nová řada modulárního systému protihlukových stěn Liadur

k popisu akustických vlastností výrobků pohlcujících zvuk určených pro obvyklé použití v běžných kancelářích, chodbách, učebnách, nemocnicích, atd.

Protihluková stěna není výrobkem pro obvyklé použití v budově, přesto je možné konfrontovat obě jednočíselné veličiny  $\alpha_w$  a  $DL_a$  viz tab. 1. Ještě zajímavější je porovnání s třetí vyhodnocovací metodou – německou normou VDI 3755:2000 Schalldämmung und Schallabsorption abgehängter Unterdecken, která místo jednočíslených hodnot používá jednoznačný slovní popis zvukové pohltivosti, viz opět tab. 1.

Pokud porovnáme jednotlivé sloupce tab. 1, musíme konstatovat, že kategorie A3 až A5 z ČSN EN 1793-1:2013 lze u pohltivých vrstev z lehkého betonu považovat v podstatě za rovnocenné, protože fyzikálně mezi nimi není zásadní rozdíl – všechny tři kategorie odpovídají slovnímu ekvivalentu velmi vysoce pohltivé.

## Závěr

Dostatečnou kategorií zvukové pohltivosti u protihlukových stěn s pohltivými vrstvami z lehčeného betonu pro silniční aplikace je jednoznačně kategorie A3, která společně s kategoriemi A4 a A5 odpovídá slovnímu popisu velmi vysoce zvukově pohltivé protihlukové stěny, současně jsou kategorie A3 až A5 ekvivalentem špičkových tříd zvukové pohltivosti pro budovy A až B (0,80 až 1,00), jež jsou definovány v ČSN EN ISO 11654:1998. Kategorii A2 můžeme považovat za stále dobrou úroveň se slovním popisem vysoce zvukově pohltivé protihlukové stěny. Poslední kategorie A1 souvisí s velkou nejistotou ohledně výsledné zvukové pohltivosti, neboť její rozsah zahrnuje protihlukové stěny zvukově odrazivé, až zvukově pohltivé. V praxi je proto vhodné vypisovat požadavky na zvukovou pohltivost těchto protihlukových stěn

v rozsahu A2 až A3, nižší třídu A1 pokryjí i zvukově nepohltivé, respektive zvukově odrazivé protihlukové stěny (u např.  $DL_a = 1$  dB1 u protihlukové stěny z hutného betonu bez pohltivé vrstvy). Vysoké třídy A4 a A5 nemají ve srovnání s třídou A3 opodstatnění z hlediska dalšího významnějšího snížení odraženého zvuku, viz typický ekvivalent ve formě  $\alpha_w = 0,85$  pro A3 a  $\alpha_w = 0,95$  pro A4. U protihlukové stěny s pohltivou vrstvou z lehčeného betonu kategorie A3 dochází k odražení 15 % dopadající zvukové energie ve srovnání s 5 % u stěny kategorie A4 a teoretickými 0 % u stěny kategorie A5. Pokud provedeme energetický součet pole odražených zvukových vln (odraz zvuku od protihlukové stěny) s primárním polem přímých zvukových vln, jež se přirozeně šíří od zdroje dopravního hluku, zjistíme, že kategorie A3 a A5 nevykazují objektivní rozdíl, většina dopadající zvukové energie je pohlcena a zbytková odražená část je maskována přímým

zvukovým polem a v území nedochází ke zvyšování hladiny akustického tlaku vlivem odrazu zvuku od takové protihlukové stěny. Toto lze jednoduše ilustrovat na zařízeném obývacím pokoji (sedací souprava, těžké závěsy, koberce aj.), jenž může z hlediska svého vybavení posloužit jako přirovnání k popsaným protihlukovým stěnám kategorie A3 až A5.

Naopak prázdný obývací pokoj s mnohonásobným odrazem zvuku je analogií odrazivé betonové protihlukové stěny bez pohltivé vrstvy ( $DL_a = 1$  dB/A1), laicky řečeno je takový obývací pokoj či zvukově odrazivá protihluková stěna „hlučnější“ o 3 dB ve srovnání se zařízeným obývacím pokojem, respektive zvukově velmi vysoce pohltivou protihlukovou stěnou. Pro potlačení zmiňovaných 3 dB v poli odražených zvukových vln je však jedno, zda bude v obývacím pokoji jedna sedací souprava či tři sedací soupravy. Již jedna sedací souprava je velmi účinným – zvukově pohltivým akustickým tělesem. Nemůžeme nikomu bránit, aby si za účelem ochrany proti odraženému zvuku instaloval do obývacího pokoje tři sedací soupravy. Nemůžeme nikomu bránit, aby navrhoval protihlukové stěny kategorie A5. V obou případech získáme obdobný účinek za více peněz ve srovnání se standardním řešením. Pro dlouhodobé snižování hluku z dopravy protihlukovými stěnami je mnohem podstatnější správný geometrický návrh (poloha, dostatečná výška a délka protihlukové stěny) v daném území, trvanlivost protihlukové stěny a též její neprůzvučnost. Tyto vstupy ovlivňují ochranu území před hlukem mnohem více než samotná volba kategorie zvukové pohltivosti. ■

▼ Dekory protihlukových stěn s pohltivou vrstvou z lehčeného betonu lze skládat a kombinovat do libovolných kompozic



## Autor:

**Ing. Pavel Rubáš, Ph.D.**

ředitel pobočky Teplice a úseku inspekcí, diagnostiky, Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.

**MgA. Jiří Hanek**

PROTEBE live z.s.

## Použitá literatura:

[1] BERANEK, L. *Noise Reduction*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1960.