

AKUSTIKA V DŘEVOSTAVBÁCH

Autor:
Dipl. Ing. (FH) Jaroslav Benák

CZ.1.07/1.3.05/02.0026
Rozvoj profesního vzdělávání pedagogů SOŠ v oblasti dřevovýroby a stavebnictví



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

1 VŠEOBECNĚ

Člověk je ve svém okolí denně vystavován hluku z nejrůznějších zdrojů. Vlivy prostředí, ve kterém se denně pohybujeme, mají na lidský organismus mnohdy stresující účinek. Jedním z těchto negativních vlivů je i nadměrné zatížení hlukem z okolního prostředí. Příliš silné, příliš časté, v nevhodnou dobu nebo na nevhodném místě se vyskytující zvuky jsou pro náš organismus nežádoucí. Způsobují naši rozmrzelost, nesoustředěnost, ruší nás v práci. Tyto zvuky označujeme jako hluk. Hluku nelze přivyknout, nelze se mu přizpůsobit! Jeho úroveň však stále stoupá.

Nezbytným předpokladem ochrany proti hluku v místnostech budov je zabezpečení normativních požadavků na neprůzvučnost stavebních konstrukcí mezi místnostmi v budovách a normativních požadavků na neprůzvučnost obvodového pláště a jeho částí. Pokud není technickou normou stavěno jinak, prokazuje se dodržení normativních požadavků na neprůzvučnost zkouškou, která sestává z měření, určení hodnoty jednočíselné veličiny a jejího porovnání s požadavkem. Základem zkoušky je měření v třetinooktávových kmitočtových pásmech podle ČSN EN ISO 140-1 až ČSN EN ISO 140-8 a podle norem s uvedenými normami souvisejícími. Z výsledků měření v třetinooktávových kmitočtových pásmech se určují podle ČSN EN ISO 140-1 až ČSN EN ISO 140-2 hodnoty jednočíselných veličin, které se porovnávají s požadavky uvedenými v normě ČSN 73 0532.

2 TERMÍNY A DEFINICE STAVEBNÍ AKUSTIKY

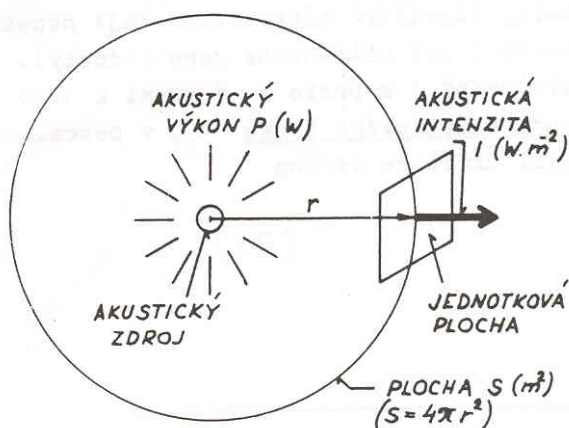
Akustika stavebních konstrukcí se zabývá studiem a aplikací poznatků o šíření zvuku z hlediska zvukové izolace, tj. z hlediska ochrany vnitřního prostředí budov před cizím hlukem.

Zvuk

Zvuk je mechanické vlnění a pohyb částic pružného prostředí kolem rovnovážné plochy v kmitočtovém rozsahu, která vnímá lidský sluch, tj. přibližně mezi 16 Hz a 20 000 Hz.

Akustický výkon zdroje zvuku P

Akustický výkon zdroje zvuku P ve Wattech je hlavní charakteristická vlastnost zdroje zvuku. Zdroj zvuku vyzařuje energii ve formě akustických vln. Ve volném prostoru pak všechen vyzářený akustický výkon přechází nějakou uzavřenou fiktivní plochou S , která plně obklopuje akustický zdroj (obr.1.1). [1]



Obr.1: Akustický výkon zdroje zvuku [1]

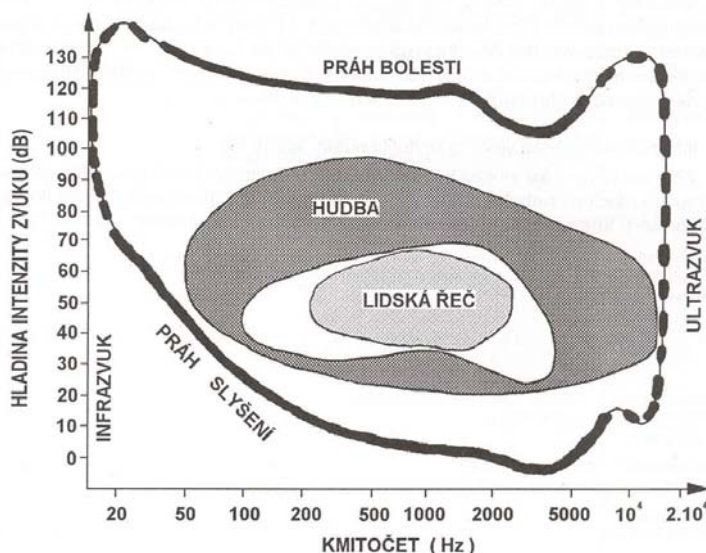
Akustický tlak

Akustický tlak je střídavý tlak, který vyvolává zvuková vlna v plynech nebo kapalinách a jenž se skládá se statickým tlakem (např. atmosférickým tlakem vzduchu) (jednotka 1 Pa)

Hladina akustického tlaku

Logaritmicou veličinou akustického tlaku je hladina akustického tlaku L udávaná v decibelech [dB]. Je to desetinásobek dekadického logaritmu poměru mocnin akustického tlaku a mocniny základního (referenčního) akustického tlaku. Výsledná hladina akustického tlaku z více zdrojů není prostým součtem jednotlivých hladin.

Práh slyšení (obr. 1.2) je závislý na kmitočtu. Pro kmitočet 1000 Hz udává hodnoty kolem 0 dB, tj. intenzity právě zachytitelné uchem mladého zdravého člověka. Maximální prakticky se vyskytující intenzity hluku dosahují 130 - 140 dB. Od hodnot nad 120 dB začíná člověk vnímat hluk jako bolest. Zde se nachází **práh bolesti**. Mezi prahem slyšení a prahem bolesti se nachází oblast slyšitelnosti neboli sluchové pole. [1]



Obr.2: Rozsah slyšení u zdravého mladého člověka v závislosti na hladině intenzity zvuku a kmitočtu [1]

Pro lepší představu o různých zvukových úrovních si uvedme příklady v tab. 1.1.

Tab.1: Příklady hlukových hladin vyskytujících se ve venkovním prostoru [1]

Druh hluku	Řádová velikost hladiny hluku [dB]
Chvění listí	20
Noční ticho ve volné krajině - bezvětrí	40
Tichá ulice ve dne	55
Rozmluva dvou osob (1 m)	60
Zpěv kosa v parku (3 m)	60
Splav na řece (10 m)	70
Ulice s intenzivní dopravou	70 - 80
Jedoucí vlak	90
Rockový koncert	100
Start proudového letadla (300 m)	120

Oblast slyšení (sluchové pole) je u člověka vymezena pásmem slyšitelných kmitočtů přibližně od 16 Hz do 20 kHz. Tento rozsah citlivosti lidského sluchu je velmi subjektivní a závisí na zdravotním stavu, věku a zatěžování sluchu posluchače. Může se stát, že šestnáctiletý pravidelný návštěvník technopárty má rozsah slyšení menší než zdravý šedesátník. Obecně ale platí, že s přibývajícím věkem se rychle zhoršuje slyšitelnost především v oblasti vysokých frekvencí. Lidé kolem 50-ti let již nemohou vnímat hudební tóny od 8 do 10 kHz. Ve sluchovém poli je možno najít oblast frekvencí a intenzit řeči a hudby (obr.1.3). [1]

Ultrazvuk je postupné podélné vlnění v pružném prostředí, jehož kmitočet je nad pásmem slyšitelných kmitočtů ($f > 20$ kHz). [1]

Infrazvuk je postupné podélné vlnění v pružném prostředí, jehož kmitočet je pod pásmem slyšitelných kmitočtů ($f < 16$ Hz). [1]

Vysokofrekvenční zvuk je slyšitelný zvuk s výraznými frekvenčními složkami v oblasti kmitočtů vyšších než 8 kHz. [1]

Nízkofrekvenční zvuk je slyšitelný zvuk s výraznými frekvenčními složkami v oblasti kmitočtů nižších než 50 Hz. [1]

Akustický tlak p je střídavá složka tlaku vlnícího se prostředí. Vyjadřuje odchylku od klidové hodnoty barometrického tlaku a jeho hodnota je v porovnání s barometrickým tlakem nepatrná (asi milióntina). Lidské ucho vnímá akustický tlak jen v určitém rozsahu, který je závislý na zvukové frekvenci a jeho dolní hranici nazýváme práh slyšení. Jeho hodnota pro $f = 1000$ Hz činí $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa. Akustický tlak je střídavý (zhušťování a zředování kmitajících částic) a proto se v praxi využívá k jeho vyjádření efektivní hodnoty akustického tlaku v Pa, kterou lze pro sinusový signál určit ze vztahu [1]:

$$p_{ef} = \frac{p_{max}}{\sqrt{2}} \quad (3)$$

Vzájemný vztah mezi intenzitou zvuku a akustickým tlakem je možné vyjádřit následovně:

$$I = \frac{p^2}{z} \quad (4)$$

kde p je efektivní hodnota akustického tlaku zvuku [Pa],
 z vlnový odpor prostředí [$\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$] (pro vzduch je $z_0 = 415 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$).

Hladina akustického tlaku L_p popisuje, jak silně na nás zvuk působí. Je vyjádřením míry akustické intenzity a odvozuje se pomocí logaritmického vyjádření poměru mezi skutečnou hodnotou akustického tlaku p a smlouvenou hranicí akustického tlaku $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa (hodnota akustického tlaku zvuku na prahu slyšení). Jednotkou je jeden decibel [dB]. Hladina akustického tlaku zvuku se stanoví ze vztahu [1]:

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad (5)$$

Hladina akustického tlaku a hladina intenzity zvuku mají přibližně stejnou hodnotu: $L_I \cong L_p$.

Sčítání hladin akustického tlaku – hladiny jsou vyjádřením určité míry, takže se nedají sčítat přímo, ale pomocí **energetického součtu**. Při počítání s hladinami se projeví zvýšení sledované veličiny určitým násobkem jako aditivní přírůstek, nezávislý na výchozí hodnotě [1].

ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ZVUKOVÉ IZOLACE

Základní požadavky dle ČSN

Základním předpokladem splnění požadavků na ochranu před hlukem v budovách podle právních předpisů je uplatnění normových požadavků ČSN 73 0532:2010 ve znění změny Z1:2013 na neprůzvučnost stavebních konstrukcí mezi místnostmi v budovách a normových požadavků na neprůzvučnost obvodového pláště a jeho částí. Pokud není technickou normou stanoveno jinak, prokazuje se dodržení normových požadavků na neprůzvučnost zkouškou a porovnáním jejího výsledku s požadavkem. Základem zkoušky je měření v třetinooktávových kmitočtových pásmech. Z výsledků měření v třetinooktávových kmitočtových pásmech se určí podle ČSN EN ISO 717-1 a ČSN EN ISO 717-2 hodnoty jednočíselných veličin, které se porovnávají s požadavky uvedenými tabelárně v této normě.

V případech, kdy základní normové požadavky nepostačují individuálním požadavkům, uvádí norma doporučené zvýšené požadavky a další opatření pro zlepšení protihlukové ochrany bytů. Tyto

požadavky mají charakter nadstandardního doporučení a mohou být uplatňovány u nových nebo rekonstruovaných budov na základě smluvních dohod.

Norma také zavádí způsob kategorizace bytů z hlediska zvýšené zvukové izolace ve formě tříd zvýšené zvukové izolace bytu (TZZI).

Tab.2: Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách podle ČSN 73 0532: 2010 ^[2]

Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci		
		Stropy		Stěny
		$R'_{w}, D_{nT,w}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB	$R'_{w}, D_{nT,w}$ dB
A. Bytové domy, rodinné domy – nejméně jedna obytná místnost bytu				
1	Všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu	47	63	42
B. Bytové domy – obytné místnosti bytu				
2	Všechny místnosti druhých bytů, včetně příslušenství	53 52 ⁹⁾	55 58 ⁹⁾	53 52 ⁹⁾
3	Společné prostory domu (schodiště, chodby, terasy, kočárkárny, sušárny, sklípky apod.)	52	55	52
4	Průjezdy, podjezdy, garáže, průchody, podchody	57	48	57
5	Místnosti s technickým zařízením domu (výměňkové stanice, kotelny, strojovny výtahů, strojovny VZT, prádelny apod.) s hlukem: $L_{A,max} \leq 80$ dB $80 \text{ dB} < L_{A,max} \leq 85$ dB	57 ⁹⁾ 62 ⁹⁾	48 ⁹⁾ 48 ⁹⁾	57 ⁹⁾ 62 ⁹⁾
6	Provozovny s hlukem $L_{A,max} \leq 85$ dB s provozem nejvýše do 22.00 h s provozem i po 22.00 h	57 62	53 48	57 62
7	Provozovny s hlukem $85 \text{ dB} \leq L_{A,max} \leq 95$ dB s provozem i po 22.00 h	72 ⁹⁾	38 ⁹⁾	
C. Terasové nebo řadové rodinné domy a dvojdomy – obytné místnosti bytu				
8	Všechny místnosti v sousedním domě	57	48	57
D. Hotely a zařízení pro přechodné ubytování – ložnicový prostor ubytovací jednotky				
9	Všechny místnosti druhých jednotek	52	58	47
10	Společně užívané prostory (chodby, schodiště)	52	58	45
11	Restaurace a jiné provozovny s provozem do 22.00 h	57	53	57
12	Restaurace a jiné provozovny s provozem i po 22.00 h ($L_{A,max} \leq 85$ dB)	62	48	62
E. Nemocnice, zdravotnická zařízení – lůžkové pokoje, ordinace, pokoje lékařů, operační sály apod.				
13	Lůžkové pokoje, ordinace, ošetřovny, operační sály, komunikační a pomocné prostory (chodby, schodiště, haly)	52	58	47 ⁹⁾
14	Hlučné prostory (kuchyně, technická zařízení budov) $L_{A,max} \leq 85$ dB	62	48	62
F. Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory				
15	Učebny, výukové prostory	52	58	47
16	Společné prostory, chodby, schodiště	52	58	47
17	Hlučné prostory (dílny, jídelny) $L_{A,max} \leq 85$ dB	55	48	52
18	Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny, tělocvičny) $L_{A,max} \leq 90$ dB	60 ⁹⁾	48 ⁹⁾	57 ⁹⁾
G. Administrativní a správní budovy, firmy – kanceláře a pracovny				
19	Kanceláře a pracovny s běžnou administrativní činností, chodby, pomocné prostory	47	63	37
20	Kanceláře a pracovny se zvýšenými nároky, pracovny vedoucích pracovníků ¹⁰⁾	52	58	45
21	Kanceláře a pracovny pro důvěrná jednání nebo jiné činnosti vyžadující vysokou ochranu před hlukem ¹⁰⁾	52	58	50

Třídy zvukové izolace

Pro lepší názornost můžeme popsat vztah mezi hodnotami neprůzvučnosti a subjektivně pocíťovaným hlukem slovně. Niže je uvedena tabulka s různými druhy zdrojů hluku. Slovní popisy mohou být použity pro vzduchovou neprůzvučnost stěn a stropů, pokud hladina hluku pozadí dosahuje $L_{eq} = 20$ dB(A). Tabulka je převzata z doporučení německé organizace DEGA z března 2009. [2]

Tab.3: Třídy zvukové izolace ^[2]

Třídy zvukové izolace a odpovídající hodnoty R'w v dB	F ≤ 50 dB	E ≥ 50 dB	D ≥ 53/54 dB	C ≥ 57 dB	B ≥ 62 dB	A ≥ 67 dB	A* ≥ 72 dB
Hlasitá řeč (např. večírek, hádka atd., zpravidla se vyskytuje zřídka)	bezchybně srozumitelná, velmi jasně slyšitelná		bezchybně srozumitelná, jasně slyšitelná	částečně srozumitelná, obecně slyšitelná	obecně nesrozumitelná, částečně slyšitelná	nesrozumitelná, neslyšitelná	nesrozumitelná, neslyšitelná
Zvýšená řeč (např. živá debata mezi více lidmi, vyskytuje se občas)	bezchybně srozumitelná, velmi jasně slyšitelná	bezchybně srozumitelná, jasně slyšitelná	částečně srozumitelná, obecně slyšitelná	obecně nesrozumitelná, částečně slyšitelná	nesrozumitelná, ještě slyšitelná	nesrozumitelná	
Normální řeč (např. tichá konverzace více lidí)	bezchybně srozumitelná, jasně slyšitelná	částečně srozumitelná, obecně slyšitelná	obecně nesrozumitelná, částečně slyšitelná	nesrozumitelná, ještě slyšitelná	nesrozumitelná, neslyšitelná		

Tab.4: Popis a příklady zvukových vjemů ^[2]

Zvuk, šířící se vzduchem - zvukový vjem v rušené místnosti	R'_{w} [dB]
Normální hovor, dobře srozumitelný	37
Normální hovor, právě tak ještě srozumitelný	42
Hlasitý hovor, sotva srozumitelný, rozeznatelné melodie	47
Hovor už není slyšitelný, normálně hlasité rádio je slyšet slabě	52
Hlasité rádio je ještě slyšet	57
Ani hlasité rádio již není slyšet	62

Izolace kročejového hluku - zvuky chůze	L'_{nw} [dB]
Normální chůze je ještě zřetelně slyšet	63
Normální chůze je právě tak ještě slyšet	53
Zvuky chůze nejsou prakticky již slyšitelné	43

Zdroj: Dega - doporučení

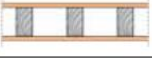
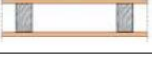
Rodinné domy – nejméně jedna obytná místnost		
Stropy		Stěny
R'_{w} [dB]	L'_{nw} [dB]	R'_{w} [dB]
47	63	42

Bytové domy – obytné místnosti bytu		
Stropy		Stěny
R'_{w} [dB]	L'_{nw} [dB]	R'_{w} [dB]
53	55	53

Požadavky dle ČSN 730532

Tab.5: konstrukční vlivy na akustiku dřevostaveb ^[2]

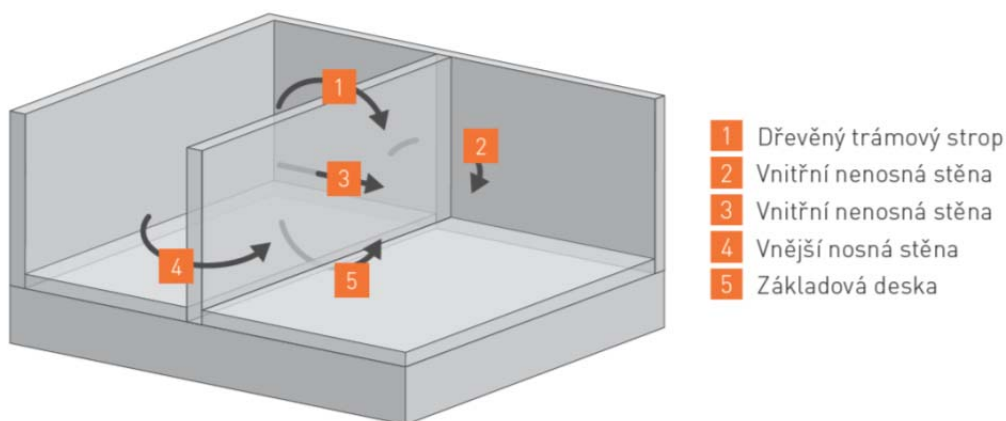
Z této tabulky je zřejmé - s přihlédnutím k požadavkům normy, že např. hlasité rádio souseda je do sousedního bytu ještě slyšitelné. Nebo normální chůze je v rodinném domě zřetelně slyšitelná.

Lepší		Horší	
Dvojité opláštění			Jednovrstvé opláštění
Ohybové měkké přitížení			Bez přitížení
Zvětšení osové vzdálenosti			Malá osová vzdálenost
Vložené izolační pásy			Přímé upevnění
Bodové spojení přes laťování			Přímé upevnění
Pružné zavěšení			Laťování
Kovová spodní konstrukce (u nenosných stěn)			Dřevěná spodní konstrukce
Tloušťka stěny			Malá tloušťka stěny
Dutinová izolace			Málo dutinové izolace

Tab.6: konstrukční vlivy na akustiku dřevostaveb^[2]

HODNOCENÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ Z HLEDISKA PŘENOSU ZVUKU

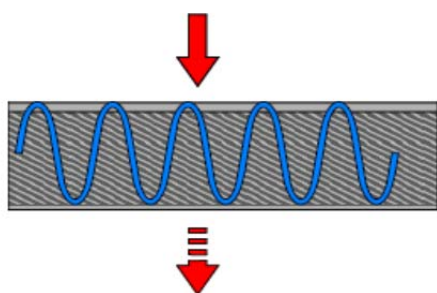
Na následující grafice jsou zjednodušeně znázorněny cesty přenosu zvuku (boční cesty) v konstrukcích na bázi dřeva.



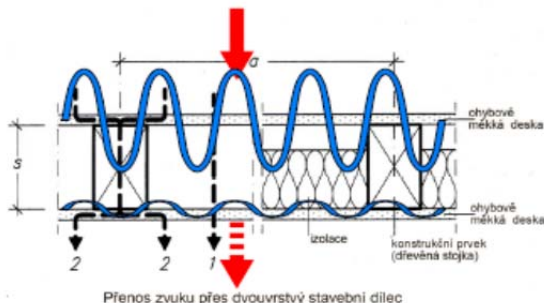
Obr.3 : Cesty přenosu zvuku v budovách^[2]

Na následujících grafikách si můžeme jednoduše vysvětlit rozdíly přenosu zvuku u jednovrstvých masivních konstrukcí oproti vícevrstevným (sendvičovým) konstrukcím

U masivních konstrukcí je vzduchová neprůzvučnost o to lepší čím vyšší je objemová hmotnost dělicí konstrukce. Oproti tomu jsou konstrukce na bázi dřeva vícevrstvé sendvičové systémy. Zvuková energie, která dopadne na opláštění stěny se dále šíří přes spodní konstrukci (sloupky) a druhou cestou přes dutinu konstrukce. Zde je vložen pórovitě otevřený izolační materiál (minerální izolace / dřevovláknitá izolace a další), která zvukové vlny pohlcuje. Tímto jsou sendvičové konstrukce z hlediska akustiky stejně dobrými nebo lepšími stavebními systémy jako masivní konstrukce.



Obr.4: Přenos zvuku jednovrstvými masivními konstrukcemi ^[3]

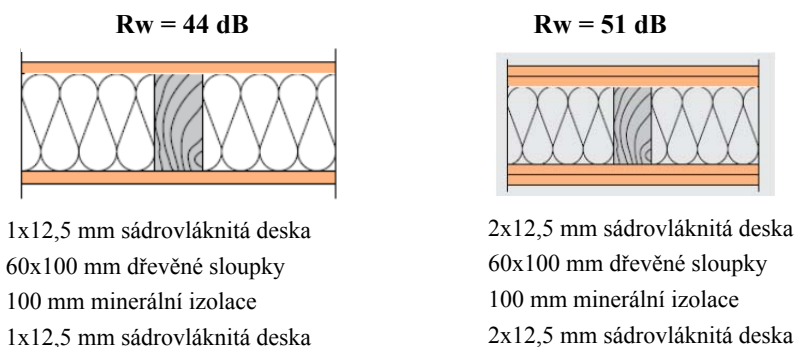


Obr.5: Přenos zvuku vícevrstvými sendvičovými konstrukcemi ^[3]

Zvukový útlum konstrukce v dřevostavbě závisí na čtyřech hlavních skupinách parametrů:

Vlastnosti jednotlivých vrstev

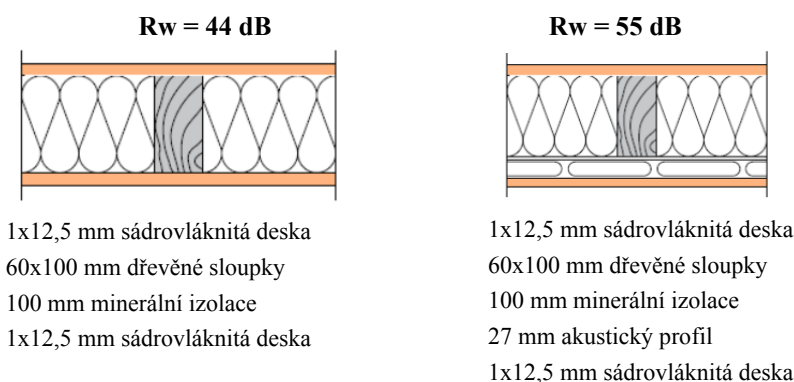
Pro tlumicí účinek vrstvy platí stejný princip jako u monolitické konstrukce: čím větší je plošná hmotnost vrstvy, tím lepší je útlum. Dalším faktorem zlepšujícím útlum je počet vrstev – platí, že dvě vrstvy desek 10 mm silných mají lepší účinek než jedna vrstva 20 mm silná. Obě vrstvy desek však nesmí být spojeny „natvrdo“, například slepením. Zlepšení akustických vlastností, zejména snížení hladiny kročejového hluku, lze dosáhnout přitížením konstrukce (například akustickým systémem Fermacell).



Obr.6: Porovnání jednovrstvých a vícevrstvých konstrukcí ^[3]

Spojení vrstev

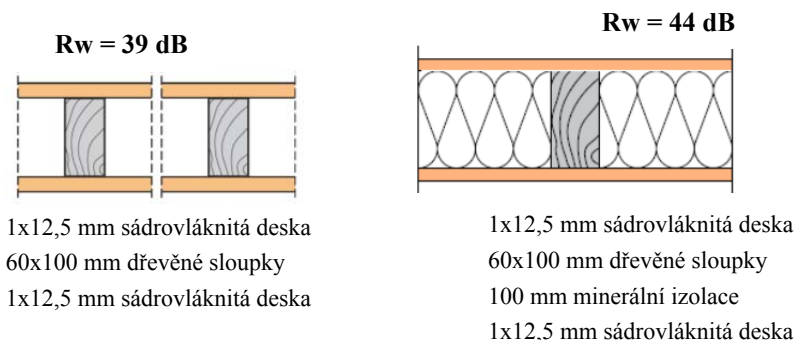
Je dobré vědět, že čím více spojovaných bodů se v konstrukci nachází, tím více se zhorší akustické vlastnosti konstrukce. Připevnění opláštění na konstrukci pomocí sponek, hřebíků nebo šroubů je z akustického hlediska lepší a ekonomicky levnější než lepení desek. Akustické vlastnosti pozitivně ovlivňuje i vložení proužků izolace na nosnou konstrukci. Přes tuto izolaci se pak připevní opláštění, což má za následek zlepšení akustiky konstrukce. Lepších akustických vlastností lze dosáhnout i řešením, při kterém bude opláštění spojeno s konstrukcí bodově (např. přes křížové laťování nebo akustickými profily), a nikoli plošně, přímo na nosnou konstrukci. Přenos zvuku přes stojky nosné konstrukce lze dokonce zcela redukovat, provedeme-li oddělení obou opláštění od sebe pomocí dvojité vzájemně nepropojené konstrukce. Výhodou je toto řešení především u stěn, u stropů je toto řešení neekonomické, protože vyžaduje dvě nosné konstrukce – jednu pro podhled a druhou pro podlahu. U nenosných stěn je možné využití pozinkovaných kovových profilů, které jsou proti dřevěným profilům „měkčí“ a pro akustiku lepší než profily dřevěné.



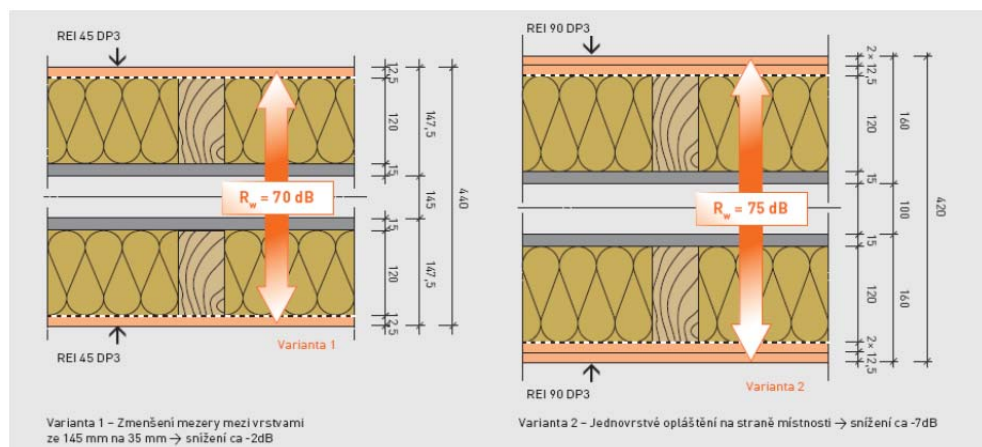
Obr.7: Porovnání konstrukcí – přímé opláštění / akustický profil^[3]

Provedení dutiny mezi vrstvami

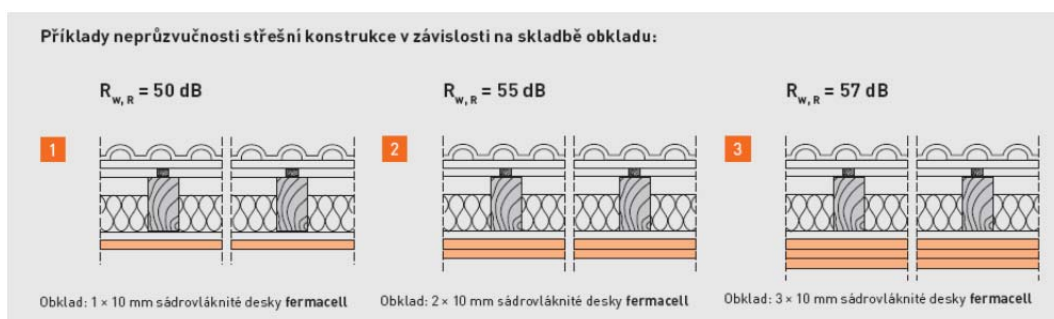
Vzduch v dutině mezi oběma opláštěními působí jako tlumicí pružina, která je tím pružnější, čím větší je vzdálenost obou opláštění. Nevýhodou je zvětšení konstrukční výšky nosné stropní konstrukce. Účinek takovéto tlumicí pružiny je lepší, je-li vložena do dutiny vláknitá izolace. Vlákná izolace „rozbíjejí“ zvukové vlny, a snižují tak zvukovou energii. Výzkumy ukázaly, že nejvhodnější je dutinu vyplnit izolací asi ze 70 procent. Izolace z vláken – minerálních, dřevitých nebo skelných – jsou vždy vhodnější než izolace s uzavřeným povrchem (např. polystyrenové desky), které mají vysokou dynamickou tuhost.



Obr.8: Porovnání konstrukcí – s/bez izolace ^[3]



Obr.9: Vliv dutiny a vrstev opláštění na vzduchovou neprůzvučnost u mezibytových stěn dřevostaveb ^[2]



Obr.10: Příklady neprůzvučnosti střešních konstrukcí v závislosti na skladbě podhledu ^[2]

Provedení vrchní vrstvy stropních konstrukcí

Na správné skladbě vrchní vrstvy na nosné konstrukci závisí akustické vlastnosti celé stropní konstrukce. Velký důraz musí být u dřevěných stropů kladen na hladinu kročejového zvuku a její snížení. Nejvhodnější kročejovou izolací je izolace s pórovitě otevřenou strukturou (např. dřevovláknité, filcové nebo minerální desky). Pokud jsou na takovéto vrstvě umístěny například sádrovláknité podlahové prvky, sníží se hladina kročejového zvuku o cca 9 dB. Desky s uzavřeným povrchem (např. polystyren) snižují hladinu kročejového zvuku o 4 dB (uzavřená struktura, šíření akustických vln). Vrchní krytiny podlah (např. koberec) může u dřevěného stropu snížit hladinu kročejového zvuku o 2–6 dB. Pro snížení hladiny kročejového zvuku zejména v nízkých frekvencích je vhodné stropní konstrukci přitížit akustickým systémem Fermacell. Zlepšení akustických vlastností se pohybuje v rozmezí 8–20 dB a závisí na celkové skladbě stropní konstrukce.

Skladba stropu z produktů fermacell		Řez stropní konstrukcí	Vrstvy akustického řešení stropní konstrukce
Podlahový prvek fermacell 2 E 16 ■ Tloušťka 29 mm (2x10 mm sádrovláknitá deska fermacell + nakaširovaná izolace 9 mm filc (pro zlepšení kročejového útlumu)) ■ Rozměry: 1500 x 500 mm ■ Plošná hmotnost prvku: 26 kg/m ²	zlepšení kročejového útlumu o 12 dB		
fermacell Silentio ■ 2 varianty: 1 x 20 mm sádrovláknitá deska fermacell Silentio nebo 2 x 15 mm sádrovláknitá deska fermacell Silentio ■ Rozměry: 1500 x 500 mm ■ Provedení spoje: pokládka na tupo (při dvou deskách je zapotřebí dodržet minimální přesahy spojů)	zlepšení kročejového útlumu o 16 dB		
Akustický profil fermacell ■ Rozměry: 4000 x 123 x 30 mm ■ Použití pro pružně zavěšené podhledy nebo předsazené stěny	zlepšení kročejového útlumu o 16 dB		
Sádrovláknitá deska fermacell TB tl. 10 mm ■ Opláštění podhledu deskami fermacell s profilovanou TB hranou			

Obr.11: Zlepšení ochrany před kročejovým hlukem v systému fermacell ^[3]

Stejně tak rozhodující je provedení detailů konstrukcí, zejména jejich různá napojení vzájemně na sebe.

Průběžná plovoucí podlaha		Horší Lepší
Plovoucí podlaha se spárou		
Zapuštění stěny do plovoucí podlahy		

Obr.12: Příklady omezení bočního zvuku podlahou

Připojení ke stěně

Skladba připojení	Popis vnitřní strany boční konstrukce	$R_{L,w}^{11}$
	12,5 mm sádrovláknitá deska fermacell	59 dB
	Z obou stran 12,5 mm sádrovláknité desky fermacell s dělící spárou	63 dB
	2 x 12,5 mm sádrovláknité desky fermacell průběžné	63 dB
	2 x 12,5 mm sádrovláknité desky fermacell s dělící spárou	66 dB

Připojení ke stropu

Skladba připojení	Popis vnitřní strany boční konstrukce	$R_{L,w}^{11}$
	2 x 10 mm sádrovláknité desky fermacell na latích (oplaštění průběžné)	60 dB
	z jedné strany 1 x 10 mm sádrovláknitá deska fermacell na latích z druhé strany 1 x 10 mm sádrovláknitá deska fermacell na latích	54 dB
	z jedné strany 2 x 10 mm sádrovláknitá deska fermacell na latích z druhé strany 2 x 10 mm sádrovláknitá deska fermacell na latích	63 dB
	z jedné strany 1 x 10 mm sádrovláknitá deska fermacell latě na pružných třmenech z druhé strany 1 x 10 mm sádrovláknitá deska fermacell na latích včetně pohltivé přepážky	59 dB
	z jedné strany 2 x 10 mm sádrovláknitá deska fermacell latě na pružných třmenech z druhé strany 1 x 10 mm sádrovláknitá deska fermacell na latích včetně pohltivé přepážky	64 dB
	z jedné strany 1 x 10 mm sádrovláknitá deska fermacell latě na pružných třmenech z druhé strany 1 x 10 mm sádrovláknitá deska fermacell latě na pružných třmenech včetně pohltivé přepážky	66 dB 65 dB ²⁾

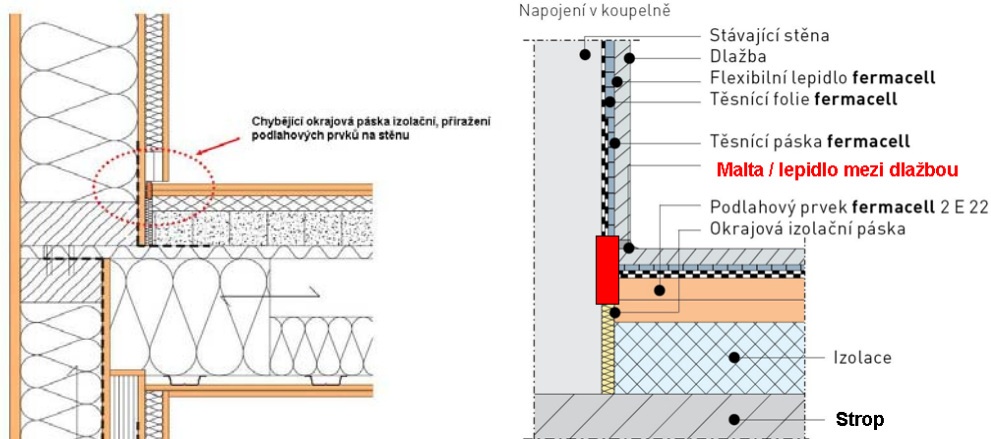
Obr.13: Detaily provedení bočních cest a jejich vliv na vzduchovou neprůzvučnost^[3]

Také je potřeba vědět, že neexistuje konstrukce, která je cenově nízká a současně kvalitativně nejlepší. Často jdou i jednotlivé požadavky proti sobě a architekt musí volit kompromisy. Například ze statického hlediska je nejdůležitější tuhost konstrukce, ale z hlediska akustiky je naopak důležitá její „měkkost“. Architekt musí při návrhu na jedné straně zohlednit také výrobní možnosti firmy a její zavedený způsob montáže, na druhé straně musí reagovat i na individuální požadavky investorů. Postupně roste počet velmi dobře informovaných a náročných investorů, kteří trvají na konkrétních požadavcích, a pak je třeba hledat řešení, které bude reflektovat zájmy.

CHYBY V PROVEDENÍ KONSTRUKCÍ A JEJICH VLIV NA AKUSTIKU

Na následujících grafikách si ukážeme jaký vliv mají chyby v provedení konstrukcí v návaznosti na akustiku.

Chybějící okrajová izolační páska (dilatace) nebo vlivem zbytků lité podlahy mezi podlahovou konstrukcí a stěnou jsou nejčastější chybou v provedení stropních stavebních konstrukcí.

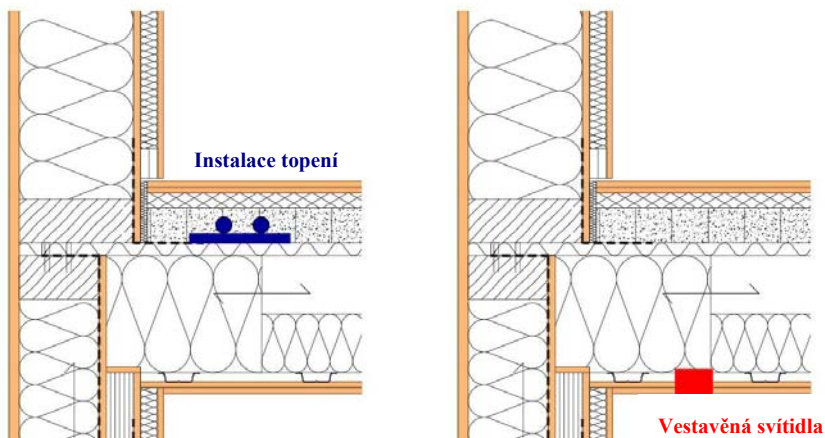


Zhoršení kročejové neprůzvučnosti až o 6 dB

Zhoršení kročejové neprůzvučnosti až o 8 dB

Obr.14: Stavební detaily a provedení – zhoršení kročejové neprůzvučnosti ^[1]

Na následujících grafikách je ukázáno, jaký vliv na akustiku mají instalace v podlaze nebo vestavěná svítidla v pohledu stropní konstrukce.



Zhoršení kročejové neprůzvučnosti až o 4 dB

Zhoršení kročejové neprůzvučnosti až o 2 dB

Obr.15: Stavební detaily a provedení – zhoršení kročejové neprůzvučnosti ^[3]

10 hlavních zásad dobré akustiky

- Na opláštění preferujte materiály s vysokou plošnou hmotností.

- Akusticky lepší jsou konstrukce, které se skládají z dvouvrstvého nebo vícevrstvého opláštění s upevněním sponkami, hřebíky nebo šrouby.
- Vhodnější jsou konstrukce, které mají větší rozteče mezi sloupky/trámy.
- Lepších akustických vlastností lze dosáhnout, pokud bude opláštění spojeno s konstrukcí bodově.
- Čím větší je vzdálenost mezi oběma opláštěními, tím více je zvuk tlumen.
- Účinek takovéto tlumící pružiny je lepší, je-li vložena do dutiny vláknitá izolace.
- Izolace z vláken (minerálních, dřevitých nebo skelných) jsou vhodnější než izolace s uzavřeným povrchem (například polystyrénové desky).
- Pro snížení kročejového hluku stropních konstrukcí jsou vhodnější pórovitě otevřené izolační materiály.
- Plošnou hmotnost stropní konstrukce zvyšuje a akustické parametry tak zlepšuje akustický systém fermacell.
- Je třeba zamezit přenosu zvuku instalacemi, netěsnostmi a průchody (plánování a provedení detailů).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Sborník přednášek – ing. Iveta SKOTNICOVÁ - Akustika v dřevostavbách
- [2] Publikace fermacell – Navrhování a provádění dřevostaveb –Komplexní řešení konstrukcí na bázi dřeva, vydání 7/2014
- [3] Publikace fermacell – Požární a akustický katalog konstrukcí fermacell , vydání 11/2014,
- [4] Publikace fermacell – Plánování a navrhování podlahových systémů fermacell, vydání 08/2014