

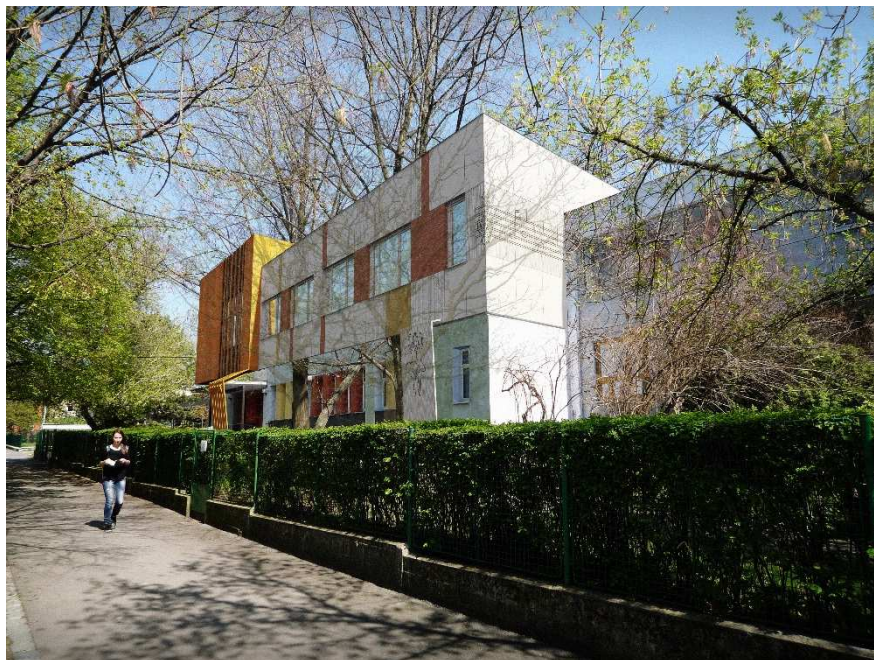
EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2009

ČSN EN ISO 14001:2005

ČSN OHSAS 18001:2008



ZUŠ Olešská přístavba

Projekt stavební a prostorové akustiky

Pracoviště Praha:

Mistrovská 4

108 00 Praha 10

Telefon: +420 274 784 927-9

Fax: +420 274 772 002

Mobil: +420 776 112 933

E-mail: ekola@ekolagroup.cz

Zakázkové číslo: 17.0399 - 05

EKOLA group, spol. s r.o.

Mistrovská 4

108 00 Praha 10

IČ: 63981378

DIČ: CZ63981378

Telefon: +420 274 784 927-9

Fax: +420 274 772 002

E-mail: ekola@ekolagroup.cz

www.ekolagroup.cz

24.7.2017



OBSAH TECHNICKÉ ZPRÁVY:

1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	2
1.1	Úvod	2
1.2	VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY	2
1.3	POUŽITÉ LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY	2
1.4	POUŽITÝ SOFTWARE	2
2	VÝCHOZÍ PARAMETRY	3
2.1	VŠEOBECNÝ POPIS	3
2.2	POŽADAVKY NA HLADINY HLUKU	3
2.2.1	<i>Zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů (výňatky).....</i>	<i>3</i>
2.2.2	<i>Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (výňatky).....</i>	<i>4</i>
2.2.3	<i>Doporučení pro výukové prostory dle ČSN 73 0527.....</i>	<i>5</i>
3	NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ, ZDROJE HLUKU	6
3.1	POŽADOVANÉ RESP. DOPORUČENÉ NEPRŮZVUČNOSTI PŘÍČEK, STROPŮ A DVEŘÍ – POSOUZENÍ	6
3.2	POŽADAVKY NA FASÁDNÍ PLÁŠŤ	7
3.3	POSOUZENÍ NEPRŮZVUČNOSTI OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	8
3.4	POSOUZENÍ NEPRŮZVUČNOSTI PŘÍČEK, STROPŮ A DVEŘÍ	8
3.4.1	<i>Stěny, dveře v nástavbě</i>	<i>8</i>
3.4.2	<i>Stropní konstrukce mezi 1.NP a 2.NP.....</i>	<i>10</i>
3.4.3	<i>Obecné zásady řešení stavební akustiky</i>	<i>10</i>
3.5	TECHNOLOGICKÉ ZDROJE HLUKU – OBECNÉ ZÁSADY	12
4	PROSTOROVÁ AKUSTIKA	14
4.1	Úvod	14
4.2	VŠEOBECNÝ POPIS	14
4.3	POŽADAVKY NA DOBU DOZVUKU RESP. AKUSTICKOU ÚPRAVU	14
4.4	MATERIÁLY PRO AKUSTICKOU ÚPRAVU.....	16
4.4.1	<i>Akustické podhledy.....</i>	<i>16</i>
4.4.2	<i>Akustické obklady stěn</i>	<i>17</i>
4.5	STRUČNÝ POPIS AKUSTICKÝCH ÚPRAV	19
4.6	VÝPOČET DOBY DOZVUKU	20
4.7	ZÁVĚR	20

1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

1.1 Úvod

Studie stavební akustiky je vypracována jako součást dokumentace pro stavební řízení přístavby ZUŠ Olešská, Praha 10.

Studie je věnována stanovení akustických parametrů horizontálních a vertikálních stavebních konstrukcí nově budovaných prostorů školy. Problematika je řešena s ohledem na provozní podmínky, akustické požadavky na prostory a stavebně-dispoziční řešení původní stavby a přístavby. Ve studii jsou stanoveny předpokládané hlukové zátěže v hlučných prostorech a požadované nebo doporučené hluky pozadí v chráněných místnostech. Na základě těchto informací jsou dále stanoveny a posouzeny zvukoizolační vlastnosti stavebních konstrukcí. Zvukoizolační vlastnosti jsou stanoveny na základě teoretického výpočtu. Ve studii jsou dále uvedeny zásady a opatření pro zamezení pronikání hluku z hlučných prostorů a z technologických zařízení do konstrukce budovy.

Předmětem části prostorová akustika je návrh akustických úprav (obkladů či podhledů) ve vybraných prostorách, které vzniknou nástavbou patra na části stávající budovy. Konkrétně se jedná o tyto místnosti: 3x učebna (m.č. 2.02 až 2.04), sklad (m.č. 2.05), zkušebna orchestru a sboru (m.č. 2.06), taneční sál (m.č. 2.07) a předsíň + chodba (m.č. 2.15 a 2.16).

Zpráva byla vypracována na základě objednávky společnosti ArchTech, Ing. Karel Sehyľ, K Noskovně 148, 164 00 Praha 6, ze dne 7.6.2017.

1.2 VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY

- [1] Výkresová dokumentace původní stavby a přístavby
- [2] Konzultace s objednavatelem
- [3] Parametry a umístění technologických zařízení
- [4] Čechura J.: Stavební fyzika 10 – Akustika stavebních konstrukcí. ČVUT Praha, 1999
- [5] J. Vaverka a kol.: Stavební fyzika 1 – Urbanistická, stavební a prostorová akustika (VUT Brno, 1998)
- [6] Tomašovič P. a kol.: Akustika budov – Stavební a urbanistická akustika (STU Bratislava, 2009)
- [7] <http://mpp.praha.eu/app/map/atlas-zivotniho-prostredi/cs/hlukova-mapa>

1.3 POUŽITÉ LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY

- [8] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů
- [9] Zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů
- [10] ČSN 730532 Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky (únor 2010)
- [11] ČSN 73 0525 : Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady (únor 1998)
- [12] ČSN 73 0527 Akustika – projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely (březen 2005)
- [13] ČSN EN 12354-1 Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost mezi místnostmi (duben 2001)
- [14] ČSN EN 12354-2 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 2: Kročejová neprůzvučnost mezi místnostmi (duben 2001)

1.4 POUŽITÝ SOFTWARE

Program NEPrůzvučnost verze 2010 pro výpočet vzduchové a kročejové neprůzvučnosti konstrukcí

Microsoft Word

Microsoft Excel

AutoCad LT 2015 CZ

2 VÝCHOZÍ PARAMETRY

2.1 VŠEOBECNÝ POPIS

Stávající objekt Základní umělecké školy Olešská sestává ze dvou částí, z nichž jedna je jednopodlažní a druhá dvoupodlažní. Navržená přístavba spočívá v nástavbě druhého podlaží na jednopodlažní části. V přístavbě bude umístěna zkušebna orchestru, místnost učebny gymnastiky a tance (taneční sál) a tři učebny hudební výchovy, kabinety a skladové prostory s příslušenstvím. Přístavba bude založena na ocelové konstrukci uložené na nosných konstrukcích spodního podlaží. Fasádní plášť bude od exteriéru - venkovní provětrávaná fasáda, lehký fasádní panel s izolační výplní, sádkartón se vzduchovou mezerou tlumenou minerální vatou. Střecha bude vybetonovaná do trapézového plechu shora s tepelnou izolací. Vnitřní příčky budou sádkartónové.

2.2 POŽADAVKY NA HLADINY HLUKU

Požadavky na hladiny hluku a zvukoizolační vlastnosti stavebních konstrukcí jsou pro vybrané typy prostorů stanoveny legislativními předpisy. Přípustné hladiny hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb jsou stanoveny na základě požadavků Zákona o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů a nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů.

V případě, že nejsou pro posuzované prostory stanoveny požadavky na zvukoizolační vlastnosti a přípustné hlukové limity legislativními předpisy, jsou parametry stanoveny na základě doporučení příslušných norem, odborné literatury, na základě odborných zkušeností resp. na základě požadavků investora nebo budoucího uživatele.

2.2.1 ZÁKON O OCHRANĚ VEŘEJNÉHO ZDRAVÍ Č. 258/2000 SB. VE ZNĚNÍ POZDĚJŠÍCH PŘEDPISŮ (VÝNATKY)

Hluk a vibrace § 30

(2) Hlukem se rozumí zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož imisní hygienický limit stanoví prováděcí předpis. Vibracemi se rozumí vibrace přenášené pevnými tělesy na lidské tělo, které mohou být škodlivé pro zdraví a jejichž hygienický limit stanoví prováděcí předpis.

Za hluk podle věty první se nepovažuje zvuk způsobený hlasovým projevem fyzické osoby, nejde-li o součást veřejné produkce hudby v budově, hlasový projev zvířete, ...atd.

(3) Chráněným venkovním prostorem se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou užívány k rekreaci, lázeňské léčebné rehabilitační péči a výuce, s výjimkou prostor určených pro zemědělské účely, lesů a venkovních pracovišť. Chráněným venkovním prostorem staveb se rozumí prostor do 2 m před částí jejich obvodového pláště, významný z hlediska pronikání hluku zvenčí do chráněného vnitřního prostoru bytových domů, rodinných domů, staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání, staveb pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobných staveb. Chráněným vnitřním prostorem staveb se rozumí pobytové místnosti ve stavbách zařízení pro výchovu a vzdělávání, pro zdravotní a sociální účely a ve funkčně obdobných stavbách a obytné místnosti ve všech stavbách. Rekreace pro účely podle věty první zahrnuje i užívání pozemku na základě vlastnického, nájemního nebo podnájemního práva souvisejícího s vlastnictvím bytového nebo rodinného domu, nájmem nebo podnájmem bytu v nich. Co se považuje za prostor významný z hlediska pronikání hluku, stanoví prováděcí předpis.

2.2.2 NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 272/2011 SB., O OCHRANĚ ZDRAVÍ PŘED NEPŘÍZNIVÝMI ÚČINKY HLUKU A VIBRACÍ (VÝNATKY)**Část třetí****Hluk v chráněných vnitřních prostorech staveb, v chráněných venkovních prostorech staveb a chráněném venkovním prostoru****§11 Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb (výňatky)**

(1) Určujícími ukazateli hluku jsou ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ a maximální hladina akustického tlaku $A_{L_{Amax}}$ případně odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. Ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$). V případě hluku z leteckého provozu se hygienický limit v chráněných vnitřních prostorech staveb vztahuje na charakteristický letový den.

(2) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, drahách a z leteckého provozu se přičte další korekce -5 dB.

(3) Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku $A_{L_{Amax}}$ se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době podle přílohy č.2 k tomuto nařízení. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, drahách a z leteckého provozu se přičte další korekce -5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu, s výjimkou hluku ze stavební činnosti, se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podloží.

(4) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu $L_{Aeq,s}$ se stanoví tak, že se k hygienickému limitu ekvivalentní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ stanovenému podle odstavce 2 přičte v pracovních dnech pro dobu mezi sedmou a dvacátou první hodinou korekce +15 dB.

Korekce na tónové složky resp. informační charakter hluku: - 5 dB

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb:
přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí,
mateřských škol a školských zařízení po dobu užívání +5 dB

Uvažované nejvyšší přípustné hodnoty hluku v posuzovaném případě:

pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř budovy
učebny, pobytové místnosti škol a školských zařízení $L_{Aeq,T} (L_{pAmax}) = 45 \text{ dB}$

hluk z hudební produkce v sousedících prostorech/učebnách
učebny, pobytové místnosti škol a školských zařízení $L_{Aeq,T} (L_{pAmax}) = 40 \text{ dB}$

Pro ostatní druhy chráněného vnitřního prostoru v příloze jmenovitě neuvedené platí hodnoty pro prostory funkčně obdobné.

Účel užívání stavby je u staveb povolených před 1. lednem 2007 dán kolaudačním rozhodnutím, u později povolených staveb oznámením stavebního úřadu nebo kolaudačním souhlasem. Uvedené hygienické limity se nevztahují na hluk způsobený používáním chráněné místnosti.

2.2.3 DOPORUČENÍ PRO VÝUKOVÉ PROSTORY DLE ČSN 73 0527

ČSN 73 0527 Akustika – projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely:

Norma stanoví hlavní zásady pro projektování a realizaci uzavřených prostorů pro kulturní účely, prostorů ve školách a prostorů pro veřejné účely. Platí pro nově zřizované nebo adaptované prostory, v nichž kvalita poslechových podmínek či akustická pohoda hraje významnou roli.

Hluk pozadí nepříznivě ovlivňuje poslechové podmínky pro hudbu a srozumitelnost řeči, což se týká jak hluku pronikajícího do daného prostoru od zdrojů uvnitř budovy, tak hluku z venkovního prostoru.

V prostorech pro kulturní pořady a v prostorech ve školách se nejvyšší přípustné hladiny hluku pozadí vztahují k míře jeho rušivosti pro daný účel využití prostoru. Rušivost hluku při produkci hudby nebo přednesu řeči vždy závisí na druhu a délce produkce, nárocích na kvalitu a dalších okolnostech, proto lze nejvyšší přípustné hodnoty doporučit pouze orientačně.

Pro koncertní sály, opery a divadla se doporučuje nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A pozadí $L_{pAeq} = 25$ dB, pro hudební zkušebny, přednáškové síně a kina s analogovým zvukovým zařízením $L_{pAeq} = 30$ až 35 dB. Pro kina s vícekanálovým digitálním zvukovým zařízením se připouští hladina akustického tlaku odpovídající NC-25, což představuje $L_{pAeq} = 30$ až 32 dB.

Ekvivalentní hladina akustického tlaku je vhodná pro hodnocení hluků ustáleného charakteru, jako např. hluku vzduchotechniky nebo souvislého proudu vozidel. Pro řídce se vyskytující hluky nebo hluky výrazně proměnného charakteru je vhodnějším deskriptorem maximální hladina akustického tlaku A . Limity doporučené výše lze potom zvýšit o 3 až 5 dB.

Výsledné přípustné hodnoty hluku stanovené na základě doporučení dle ČSN 73 0527:

učebny

$$L_{Aeq} = 35 \text{ dB}$$

$$L_{pAmax} = 40 \text{ dB}$$

3 NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ, ZDROJE HLUKU

3.1 POŽADOVANÉ RESP. DOPORUČENÉ NEPRŮZVUČNOSTI PŘÍČEK, STROPŮ A DVEŘÍ – POSOUZENÍ

Vyhláška 268/2009 o technických požadavcích na stavby ve znění pozdějších předpisů vyžaduje splnění požadavků na zvukoizolační vlastnosti stavebních konstrukcí dle v ČSN 73 0532 „Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky (únor 2010). Tj. požadavky stanovené na konstrukce v ČSN 73 0532 musí být dodrženy a naopak zmírnění požadavků proti ČSN 73 0532 je nepřípustné. V případě prostorů se zvýšenými nároky na ochranu před nadměrným hlukem (dle požadavku investora, budoucích uživatelů apod.) je možné použít konstrukce s lepšími zvukoizolačními vlastnostmi.

Při oddělování prostorů v této normě jmenovitě neuvedených jsou uvažovány hodnoty požadované pro prostory obdobného funkčního charakteru.

Požadavky na vnitřní horizontální a vertikální konstrukce (dělicí příčky a stropy) jsou uvedeny v tabulce 1 ČSN 73 0532 (výňatek týkající se prostorů v posuzovaném objektu):

Tabulka 1: výňatek tabulky 1 dle ČSN 73 0532

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, D_{nT,w}}$ dB	$L'_{n,w, L'_{nT,w}}$ dB	$R'_{w, D_{nT,w}}$ dB	R_w dB
....					
F. Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory					
15	Učebny, výukové prostory	52	58	47	-
16	Společné prostory, chodby, schodiště	52	58	47	32 27 ⁷⁾
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	27
20	Kanceláře a pracovny se zvýšenými nároky, pracovny vedoucích pracovníků ¹⁰⁾	52	58	45	32
21	Kanceláře a pracovny pro důvěrná jednání nebo jiné činnosti vyžadující vysokou ochranu před hlukem ¹⁰⁾	52	58	50	37

Vysvětlivky:

R_w vážená laboratorní neprůzvučnost (pro vnitřní dveře)

R'_{w} vážená stavební neprůzvučnost (pro místnosti se společnou celou plochou dělicí konstrukce)

$D_{nT,w}$ vážený normalizovaný rozdíl hladin (pro místnosti bez společné dělicí konstrukce)

$L'_{n,w}$ vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku

⁷⁾ Platí pro vstupní dveře, je-li chráněný prostor oddělen předsíní nebo zádveřím s dalšími dveřmi.

⁹⁾ Vzhledem k možnému přenosu nízkých kmitočtů mohou být nutná další opatření. Situace obvykle vyžaduje individuální posouzení.

¹⁰⁾ Požadavky platí rovněž mezi uvedenými pracovnami a přilehlými chodbami, popř. pomocnými prostory.

Poznámky:

3 V případě společné stěny s dveřmi mezi sousedícími prostory se požadavek na stěnu R'_{w} vztahuje vždy pouze na plnou část stěny (bez dveří). Současně platí požadavek na dveře R_w , který je uveden zvlášť. Pokud je zvoleno dispoziční řešení, kdy vstupní místnost je chráněnou místností, je nutné si uvědomit, že nebude na stejném stupni ochrany jako ostatní vnitřní místnosti. V případě nepřímého sousedství přes další místnost nebo prostor (např. předsíň), se uplatní celkový obecný požadavek mezi místnostmi $D_{nT,w}$, bez ohledu na cesty přenosu zvuku.

4 Při kontrole požadavků u složené stěny na stavbě nelze běžnými postupy měřit zvlášť R'_{w} plné části stěny a R_w dveří. Doporučuje se proto měřit stavební neprůzvučnost R'_{w} celé složené stěny včetně dveří a tento výsledek porovnat s vypočteným celkovým požadavkem, který se stanoví z dílčích požadavků R'_{w} na plnou část stěny a R_w na dveře, určené dle tabulky 1 a z velikosti ploch. Celkový požadavek na složenou stěnu se vypočte podle vztahu:

$$R'_{w(1+2)} = 10 \log(S_1 + S_2) - 10 \log(S_1 \cdot 10^{-0,1R_{w(1)}} + S_2 \cdot 10^{-0,1R_{w(2)}}),$$

kde $R'_{w(1+2)}$ – celkový požadavek v dB na složenou stěnu o ploše $S = S_1 + S_2$

$R'_{w(1)}$ = R'_w požadavek v dB na plnou část stěny dle tabulky 1, o ploše S_1 v m^2

$R'_{w(2)}$ = $R_w - 2$ požadavek v dB na dveře dle tabulky 1, o ploše S_2 v m^2 . Plocha S_2 se určí jako plocha dveřního otvoru včetně zárubně. Snížení hodnoty požadavku o 2 dB je předpokládáno vlivem vedlejších cest, při správně osazených dveřích a seřízených dveřích s funkčním těsněním a prahem.

5 nášlapná vrstva tvořená volně položenou podlahovinou (kobercem apod.) se nesmí používat při prokazování splnění požadavků na kročejovou neprůzvučnost. Podlahovinu lze zahrnout do hodnocení pouze v těch případech, kdy je nedílnou součástí stavby, např. lepené PVC, koberec nebo jiné speciální povrchy pevně spojené se stropní konstrukcí.

6 Požadavky na zvukovou izolaci se přiměřeně vztahují i na obdobné situace zde neuvedené, např. pro rodinné domy s více byty

7 Požadavky platí ve směru šíření zvuku.

8 Při horizontálním šíření hluku mezi dvěma místnostmi v jednom podlaží se použijí požadavky R'_w , $D_{nT,w}$ pro stěny a $L'_{nT,w}$ pro stropy.

9 Při vertikálním nebo diagonálním šíření zvuku mezi dvěma podlažími se použijí požadavky pro stropy

3.2 POŽADAVKY NA FASÁDNÍ PLÁŠŤ

Vyhláška 268/2009 o technických požadavcích na stavby ve znění pozdějších předpisů vyžaduje splnění požadavků na zvukoizolační vlastnosti stavebních konstrukcí dle v ČSN 73 0532 „Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky (únor 2010). Tj. požadavky stanovené na konstrukce v ČSN 73 0532 musí být dodrženy a naopak zmírnění požadavků proti ČSN 73 0532 je nepřipustné. V případě prostorů se zvýšenými nároky na ochranu před nadměrným hlukem (dle požadavku investora, budoucích uživatelů apod.) je možné použít konstrukce s lepšími zvukoizolačními vlastnostmi.

Při oddělování prostorů v této normě jmenovitě neuvedených jsou uvažovány hodnoty požadované pro prostory obdobného funkčního charakteru.

Požadavky na zvukovou izolaci fasádního pláště v závislosti na venkovní hlukové zátěži jsou uvedeny v tabulce 2 ČSN 73 0532 (výňatek týkající se prostorů v posuzovaném objektu):

Tabulka 2: výňatek tabulky 2 dle ČSN 73 0532

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách R'_w *) nebo $D_{nT,w}$ *), dB							
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku po dobu užívání ve vzdálenosti 2m před fasádou $L_{Aeq,2m}$, dB **)						
	≤ 50	>50	>55	>60	>65	>70	>75
		≤ 55	≤ 60	≤ 65	≤ 70	≤ 75	≤ 80
Přednáškové síně, učebny, pobytové místnosti škol, jeslí, MŠ	30	30	30	30	33	38	(43)
*) Jednočíselné vážené veličiny podle ČSN EN ISO 717-1, stanovené z veličin v třetinooktávových pásmech definovaných dle ČSN EN ISO 140-5							
**) Ekvivalentní hladina akustického tlaku A určená 2m před fasádou s přihlédnutím k 6.6.3 ČSN EN ISO 140-5, zaokrouhlená na celé číslo							

Hluková zátěž hlukem z dopravy v okolí záměru dosahuje hodnot 60 až 65 dB (A); zdroj: <http://mpp.praha.eu/app/map/atlas-zivotniho-prostredi/cs/hlukova-mapa>.

Vzhledem k tomu, že dominantním zdrojem hluku je automobilový provoz, doporučuji použít požadavek pro nejbližší sousedící vyšší kategorii tj. $R'_w \geq 33$ dB. Požadavek platí pro fasádní plášť, střešní plášť i okna a světlivody.

3.3 POSOUZENÍ NEPRŮZVUČNOSTI OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ

skladba fasádního pláště z vnějšku dovnitř:

provětrávaná fasáda Parklex Gold

vzduchová mezera

lehký fasádní panel Kingspan Karrier tl. 150 mm (dle podkladů výrobce $R_w = 24$ dB)

vzduchová mezera 150 mm uvnitř s tlumením minerální vatou tl. 80 mm

SDK deska tl. 12,5 mm

výpočtem stanovená neprůzvučnost $R_w = 47$ dB, $R'w = 41$ dB

vyhoví požadavku

střešní plášť z vnějšku dovnitř:

dvouvrstvá vodotěsná izolace

Siplast Parafor solo AFM/GFM s ochranným posypem

lemování Paradial S

Siplast - SCR Alliance pro mechanické kotvení

Hardrock max 80 + 80 na vazbu s mechanickým kotevním

klíny z kamenné vlny 50-150 mm nebo keramzitobeton do spádu 0 – 120 mm (plnivo Liapor frakce 0-4)

parotěsná zábrana - Glastek 40 mineral na Np

ŽB deska vybetonovaná do trapézového plechu na ocelových profilech (výška vlny 60 mm, nabetonávka nad vlnu plechu 50 mm

podhled

výpočtem stanovená neprůzvučnost $R_w = 47$ dB, $R'w = 45$ dB

vyhoví požadavku

okna, světlovody (včetně bočních stěn světlíků) požadavek $R_w = 30$ dB, doporučení min. $R_w = 35$ dB

3.4 POSOUZENÍ NEPRŮZVUČNOSTI PŘÍČEK, STROPŮ A DVEŘÍ

3.4.1 STĚNY, DVEŘE V NÁSTAVBĚ

hudební učebna x hudební učebna

taneční sál x zkušebna sboru

- požadavek na stěny $R'w = 57$ dB (v tabulce 1 ČSN 73 0532 - kategorie F – 18)

- navržena SDK stěna tl. 150 mm

vyhoví např. SDK stěna tl. 155 mm - Rigips 3.41.01 MA; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná MA 12,5 mm; 54 kg/m²; $R_w = 66$ dB ($R'w = 60$ dB) – výhodou je zde nejnižší plošná hmotnost oproti následujícím konstrukcím

další možnosti:

Rigips 3.39.02 MA Duragips tl. 155 mm; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná Rigidur (vnitřní) + MA (vnější) 12,5 mm; 63 kg/m²; $R_w = 63$ dB ($R'w = 57$ dB)

Knauf W112 Diamant tl. 150; jednoduchá (100 mm; 80 mm tlumení), dvojitě opláštěná Diamant 12,5mm; 55 kg/m²; $R_w = 63$ dB ($R'w = 57$ dB)

W115 Red Piano tl. 155; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná Red Piano 12,5 mm; 47 kg/m²; $R_w = 66$ dB ($R'w = 60$ dB)

Knauf W115 tl. 155; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná RED Piano +Diamant 12,5 mm; 52 kg/m²; $R_w = 67$ dB ($R'w = 61$ dB)

Knauf W115 Diamant tl. 155; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná Diamant 12,5 mm; 58 kg/m²; $R_w = 68$ dB ($R'w = 62$ dB)

hudební učebna x chodba taneční sál x chodba zkušebna sboru x chodba

- požadavek na stěny $R'w = 47$ dB, dveře $Rw = 32$ dB (v tabulce 1 ČSN 73 0532 -kategorie F – 16)
- navržena SDK stěna tl. 150 mm

vyhoví např. SDK stěna tl. 155 mm - Rigips 3.41.01 MA; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná MA 12,5 mm; 54 kg/m²; $Rw = 66$ dB ($R'w = 60$ dB) – výhodou je zde nejnižší plošná hmotnost oproti následujícím konstrukcím

další možnosti:

Rigips 3.39.02 MA Duragips tl. 155 mm; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná Rigidur (vnitřní) + MA (vnější) 12,5 mm; 63 kg/m²; $Rw = 63$ dB ($R'w = 57$ dB)

Knauf W112 Diamant tl. 150; jednoduchá (100 mm; 80 mm tlumení), dvojitě opláštěná Diamant 12,5mm; 55 kg/m²; $Rw = 63$ dB ($R'w = 57$ dB)

W115 Red Piano tl. 155; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná Red Piano 12,5 mm; 47 kg/m²; $Rw = 66$ dB ($R'w = 60$ dB)

Knauf W115 tl. 155; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná RED Piano +Diamant 12,5 mm; 52 kg/m²; $Rw = 67$ dB ($R'w = 61$ dB)

Knauf W115 Diamant tl. 155; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná Diamant 12,5 mm; 58 kg/m²; $Rw = 68$ dB ($R'w = 62$ dB)

hudební učebna x kabinet taneční sál x kabinet

- doporučený požadavek na stěny minimálně $R'w = 45$ dB, dveře $Rw = 32$ dB (jako pro pracovní se zvýšenými nároky na ochranu před hlukem v tabulce kategorie G – 20)
- navržena SDK stěna tl. 150 mm

vyhoví např. SDK stěna tl. 155 mm - Rigips 3.41.01 MA; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná MA 12,5 mm; 54 kg/m²; $Rw = 66$ dB ($R'w = 60$ dB) – výhodou je zde nejnižší plošná hmotnost oproti následujícím konstrukcím

další možnosti:

Rigips 3.39.02 MA Duragips tl. 155 mm; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná Rigidur (vnitřní) + MA (vnější) 12,5 mm; 63 kg/m²; $Rw = 63$ dB ($R'w = 57$ dB)

Knauf W112 Diamant tl. 150; jednoduchá (100 mm; 80 mm tlumení), dvojitě opláštěná Diamant 12,5mm; 55 kg/m²; $Rw = 63$ dB ($R'w = 57$ dB)

W115 Red Piano tl. 155; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná Red Piano 12,5 mm; 47 kg/m²; $Rw = 66$ dB ($R'w = 60$ dB)

Knauf W115 tl. 155; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná RED Piano +Diamant 12,5 mm; 52 kg/m²; $Rw = 67$ dB ($R'w = 61$ dB)

Knauf W115 Diamant tl. 155; dvojitá (2 x 50mm s napojovacím těsněním; 40 +40 mm tlumení), dvojitě opláštěná Diamant 12,5 mm; 58 kg/m²; $Rw = 68$ dB ($R'w = 62$ dB)

kabinet x chodba

- požadavek na stěny $R'w = 37$ dB, dveře $Rw = 27$ dB (jako běžné administrativní prostory v tabulce 1 ČSN 73 0532 - kategorie G – 19)
- navržena SDK stěna tl. 100 mm

vyhoví např. SDK stěna tl. 100 mm - Rigips 3.40.04; 1 x 50mm; 50 mm tlumení), dvojitě opláštěná RB 12,5 mm; 40 kg/m²; $Rw = 51$ dB ($R'w = 45$ dB)

další možnosti:

Knauf W112 tl. 100; jednoduchá (100 mm; 40 mm tlumení), dvojitě opláštěná Knauf White 12,5mm; 40 kg/m²; $Rw = 51$ dB ($R'w = 45$ dB)

3.4.2 STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI 1.NP A 2.NP

hudební učebna x hudební učebna
zkušebna sboru x hudební učebna
taneční sál x učebna
hudební učebna x ředitelna (občasná výuka)

- požadavek strop (podlaha) dolů $R'w = 60$ dB, $L'_{nw} = 48$ dB (v tabulce 1 ČSN 73 0532 - kategorie F – 18)

taneční sál x sborovna

- doporučení strop (podlaha) dolů $R'w = 60$ dB, $L'_{nw} = 48$ dB

- navržená skladba stropu mezi 1.NP a 2.NP (shora dolů):

nášlapná vrstva dle typu místnosti
 2 x OSB desky SUPERFINISH tl. 18 + 20 mm
 kročejová izolace STEPLOCK HD tl. 50 mm
 ŽB deska vybetonovaná do trapézového plechu na ocelových profilech (výška vlny 60 mm, nabetonávka nad vlnu plechu 50 mm)
 mezera cca 250 mm s tlumením minerální vatou tl. 60 mm
 původní střecha 1.NP – betonové panely tl. 200 mm
 SDK zvukoizolační podhled (kotvený do bočních stěn nebo pružně zavěšený):
 vzduchová mezera 100 mm uvnitř s tlumením minerální vatou (15 kg/m^3) tl. 80 mm
 2 x 12,5 mm SDK desky (těžký SDK – např. Knauf Diamant, modré desky Rigips, apod.)
 zvukově pohltivý podhled

vypočtené hodnoty:

$R_w = 63$ dB; $R'w = 61$ dB	vyhoví
$L_{nw} = 42$ dB; $L'_{nw} = 46$ dB*	vyhoví

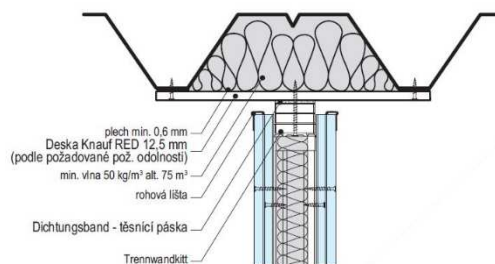
* při výpočtu vykazuje průběh nepříznivé odchylky v oblasti nejnižších kmitočtů, tj. i přesto, že vážená jednočíselná hodnota vyhoví požadavku, může být subjektivně pozorovatelné „dunění“ podlahy na nízkých kmitočtech – poznámka se týká prostorů pod tanečním sálem; u ostatních prostorů s předpokladem běžné chůze se projeví minimálně

3.4.3 OBECNÉ ZÁSADY ŘEŠENÍ STAVEBNÍ AKUSTIKY

- Vertikální stavební konstrukce (SDK stěny) musí prostory s požadavkem na neprůzvučnost obvodových stěn oddělovat v celé konstrukční výšce místností tj. mezi konstrukční ŽB podlahou a konstrukčním ŽB stropem (trapézovým plechem). Betonové desky těžké plovoucí podlahy (včetně kročejové izolace pod deskou a všech finálních nášlapných vrstev nad deskou + fabionů) musí být provedeny s dilatací od SDK ohraničujících stěn.

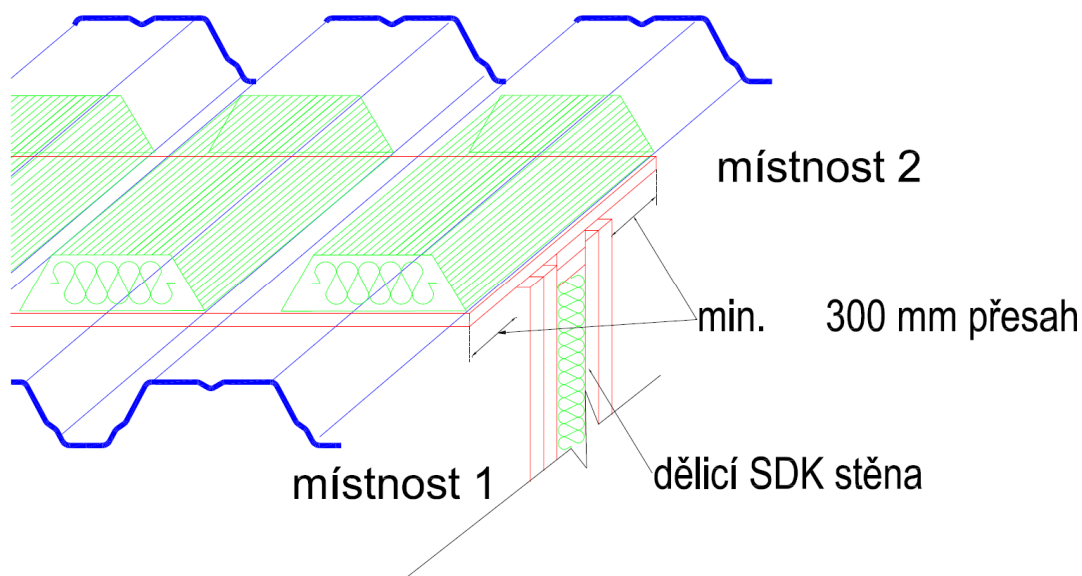
- Vertikální stěny budou u stropu ukončeny k trapézovému plechu.

1) Kde jde stěna podél vlny trapézového plechu, je třeba vyplnit vlnu plechu minerální plstí ve tvaru klínu a zespodu zaklopit SDK deskou, ke které bude kotveno kluzné napojení stěny na strop např. detail Knauf Obr. 1:



Obr. 1 – detail napojení SDK příčky na trapézový plech (podél vlny plechu)

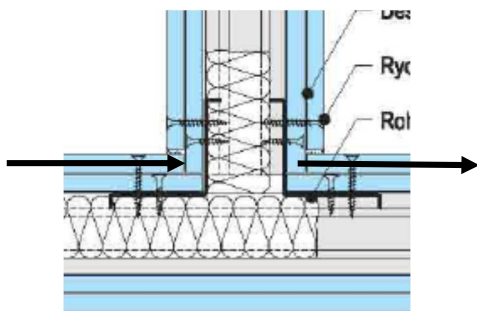
2) Kde jde stěna kolmo na vlnu trapézového plechu, je třeba použít řešení, které nesníží neprůzvučnost příčky. Navrženo je řešení, kdy budou vlny plechu nad příčkou vyplněny klíny z minerální vaty nad vlastní příčkou a s přesahem min. 300 mm do každé ze sousedících místností. Celá oblast s klíny (tl. stěny + 300 mm na každou stranu) bude zespodu zaklopená SDK deskou (ta bude také přesahovat okraje příčky do každé místnosti min. 300 mm). Vyplnění klíny z plsti musí být v celé ploše průřezu vlny, tak, aby nezůstaly nad SDK deskou žádné volné mezery! K desce pak bude kotveno standardní kluzné napojení stěny na strop (obdobné jako v předchozím případě viz schématický náčrtek na Obr. 2):



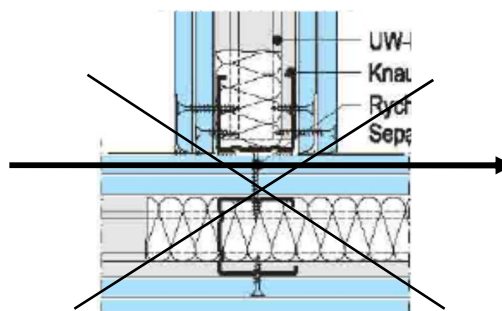
Obr. 2 – schématický náčrtek řešení napojení SDK stěn kolmých na vlnu trapézového plechu

- Pro omezení přenosu zvuku bočními cestami při konstrukci SDK dělicích příček je nutné při „T“ spojení, použít přerušení vnitřního opláštění průběžné SDK konstrukce – viz schéma na následujícím obrázku 3:

správně (přerušení přenosu hluku)



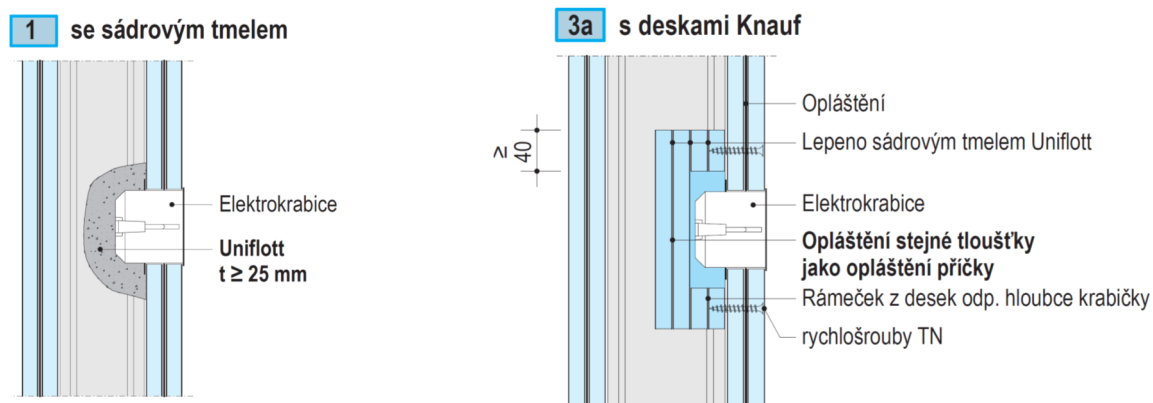
nevhodně



Obr. 3 – přerušení opláštění SDK stěn při napojení ve tvaru „T“

- Z hlediska dosažení deklarované stavební vzduchové neprůzvučnosti SDK příček, nelze libovolně narušovat SDK příčky vytvořením otvorů pro elektroinstalační krabice. Pokud je třeba vytvořit otvor, musí být použito některé ze systémových řešení. V žádném případě nesmí být narušení v příčce

na obou stranách proti sobě. Příklad systémového řešení (zde Knauf) je uveden na Obr. 4:



Obr. 4 – příklady řešení umístění elektroinstalační krabice v SDK stěně

- Případné „fabiony“ u podlah, které jsou z důvodu usnadnění úklidu vyvedeny na boční stěny, musí být pružné nebo na stěny pružně napojené (toto neplatí pro koberec, který nepřenesle kročejový hluk do stěny).

- Pro dveře s požadavkem na neprůzvučnost (učebny, pracovny) musí být dosažení požadavku u instalovaného typu dveří doloženo dodavatelem protokolem o laboratorním měření včetně zevrubného popisu technologického postupu a způsobu montáže (těsnění funkční a prahové spáry, ukotvení a výplně zárubní, atd.).

3.5 TECHNOLOGICKÉ ZDROJE HLUKU – OBECNÉ ZÁSADY

Vnitřní klimatizační zařízení (VZT, chlazení)

Vzhledem k požadavkům na hladiny hluku pozadí v chráněných prostorech je třeba volit zařízení, u kterých výrobce zaručuje splnění požadavků v případě provozu zařízení na uvažovaný regulační stupeň.

Pro zamezení přenosu hluku a vibrací do konstrukce musí být zavěšení nebo uložení zařízení i rozvodů provedeno přes pružné elementy. VZT zařízení musí být opatřena tlumiči. Dle možnosti doporučujeme umístit tlumiče hluku hned za VZT zařízení, což je výhodné z hlediska omezení vyzařovaného hluku v případných průchozích prostorech. Opláštění tlumičů musí vykazovat srovnatelný útlum jako vlastní tlumič, tak aby nedocházelo k pronikání hluku z těla tlumiče. VZT rozvody musí být od jednotek odděleny pružnými manžetami, tak aby nedocházelo k přenosu hluku a vibrací do rozvodů a z nich do konstrukce budovy.

VZT potrubí se při prostupu konstrukcí nesmí této konstrukce přímo dotýkat. Tj. otvor musí být větší (doporučená tl. dilatace mezi konstrukcí a potrubím je do 10 mm). Dotěsnění při prostupu potrubí stavební konstrukcí bude provedeno tak, že uvnitř prostupu bude potrubí obaleno měkkým materiálem (minerální vatou, polyuretanovou tepelnou izolací, apod.) a na obou stranách stěny bude mezera mezi stavební konstrukcí a potrubím dotmelená hmotným, trvale pružným tmelem s objemovou hmotností $\rho \geq 1000 \text{ kg/m}^3$ (silikon, akrylát, butylen, ...) do hloubky cca 20 až 25 mm, tak aby byl ve výsledku otvor akusticky zcela uzavřen a nemohlo dojít k pronikání zvuku z jedné místnosti do druhé přes nekontrolované spáry.

Shodným způsobem jako prostupy VZT budou ošetřeny **prostupy potrubí topení, chlazení, sprinklerů, vodovodní potrubí**, atd. skrz stavební konstrukce.

Pro kotvení rozvodů a zařízení VZT, UT, atd. ke stavební konstrukci objektu je třeba použít zvukoizolační upevňovací prvky. Pro omezení přenosu vibrací je třeba ocelové části závěsů a potrubí oddělit pryžovými kroužky v objímkách.

Kabelové žlaby procházející mezi místnostmi budou po instalaci kabeláže dotěsněny tak, aby nezůstal mezi místnostmi volný otvor uvnitř žlabu, ale ani kolem žlabu. Dotěsnění vnitřního prostoru žlabu lze provést minerální plstí, která bude otvor zcela vyplňovat a přesahovat do obou místností cca 250 mm. Pro vyplnění žlabu lze použít i požární ucpávky, sáčky s pískem, apod., kdy musí materiál opět zcela vyplňovat volný prostor uvnitř žlabu a přesahovat do obou místností min. 100 mm. Dotěsnění žlabu ve stavební konstrukci lze provést obdobným způsobem jako u VZT potrubí.

ZTI + okapové svody

U všech sociálních zařízení, dřezů, výlevků a umyvadel doporučujeme pro zamezení pronikání hluku do konstrukce realizaci instalačních příček. Je nezbytné dodržení technologie montáže sanitárních zařízení a armatur tak, aby nedocházelo k přenosu hluku do konstrukce a jeho vyzařování v chráněné místnosti. Tzn. důslednou izolaci všech částí vodovodních a kanalizačních instalací od stavebních konstrukcí pružným materiálem, případně výběr armatur a instalačních prvků s nízkým akustickým výkonem. Sanitární zařízení je třeba umístit tak, aby nebyla na stěně sousedící chráněné místnosti. Okapové svody je třeba při průchodu chráněným prostorem zvukoizolačně opláštit.

4 PROSTOROVÁ AKUSTIKA

4.1 Úvod

Předmětem této části je návrh akustických úprav (obkladů či podhledů) ve vybraných prostorách s různým využitím, které vzniknou nástavbou patra na části stávající budovy ZUŠ Olešská v Praze 10. Konkrétně se jedna o tyto místnosti

3x učebna (m.č. 2.02 až 2.04)

Sklad (m.č. 2.05) – zařazen na přání provozovatele z důvodu možnosti příležitostného využití pro výuku

Zkušebna orchestru a sboru (m.č. 2.06)

Taneční sál (m.č. 2.07)

Předsíň a chodba (2.15 a 2.16)

4.2 VŠEOBECNÝ POPIS

Učebny (m.č. 2.02 až 2.04), sklad (2.05)

Učebny jsou podobné velikosti, pouze m.č. 2.02 je nepatrně větší. Mají v půdorysu obdélníkový tvar o rozměrech cca 5,0 x 3,35 m (resp. 3,65 m v m.č. 2.02). Výška k podhledu je cca 3,6 m. Objem místnosti je $V = \text{cca } 60,3 \text{ m}^3$ (resp. $65,7 \text{ m}^3$ u m.č. 2.02), plocha všech obklopujících stěn vč. podlahy a stropu je $S = \text{cca } 93,5 \text{ m}^2$ (resp. $65,7 \text{ m}^2$ u m.č. 2.02).

Stěny učeben jsou ze SDK, podlaha z dřevěných vlysů, podhled se uvažuje v kombinaci SDK s minerálními deskami.

Učebny budou využívány pro individuální výuku hry na hudební nástroje. Zařízení místností bude skromné a obvyklé pro dané využití.

Zkušebna (m.č. 2.06)

Sál má v půdorysu obdélníkový tvar o rozměrech cca 16,2 x 9,85 m. Výška k podhledu je cca 5,45 m. Objem místnosti je $V = \text{cca } 867 \text{ m}^3$ (hrubá stavba), cca 820 m^3 (po instalaci akustické úpravy), plocha všech obklopujících stěn vč. podlahy a stropu je $S = \text{cca } 620 \text{ m}^2$.

Stěny učeben jsou ze SDK, podlaha z dřevěných vlysů, uvažuje se akustický podhled ze SDK v kombinaci hladkých a perforovaných desek.

Sál bude využíván jako zkušebna pro různých hudebních těles a obsazení orchestru a sboru ZUŠ, případně příležitostně pro koncerty individuální nebo menších hudebních těles nebo jako učebna.

Taneční sál (m.č. 2.07)

Sál má v půdorysu obdélníkový tvar o rozměrech cca 13,7 x 7,9 m. Výška k podhledu je cca 3,6 m. Objem místnosti je $V = \text{cca } 390 \text{ m}^3$, plocha všech obklopujících stěn vč. podlahy a stropu je $S = \text{cca } 372 \text{ m}^2$.

Stěny učeben jsou ze SDK, podlaha taneční povrch Baletizol, uvažuje se akustický podhled ze SDK v kombinaci hladkých a perforovaných desek.

Sál bude využíván pro výuku a zkoušky baletu a tance.

4.3 POŽADAVKY NA DOBU DOZVUKU RESP. AKUSTICKOU ÚPRAVU

Optimální doba dozvuku T_0 resp. akustická úprava v akusticky náročných prostorách je dána jejich objemem a způsobem využití. Tuto problematiku v prostorách pro kulturní, školní a veřejné účely řeší ČSN 730527.

Dle Vyhlášky č. 343/2009 Sb. musí být v zařízeních a provozovnách pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých dodrženy požadavky na dobu dozvuku dle příslušné technické normy (ČSN 730527). Jde o prostory, kde je nutno provést speciální akustickou úpravu pro dosažení požadované doby dozvuku.

V některých méně náročných prostorách není normou stanovena optimální doba dozvuku, ale požadavek na způsob akustické úpravy – např. širokopásmový akustický obklad stropu resp. podhled.

Konkrétní požadavky na učebny dle ČSN 730527 jsou v našem případě tyto:

Učebny (2.02 až 2.04)

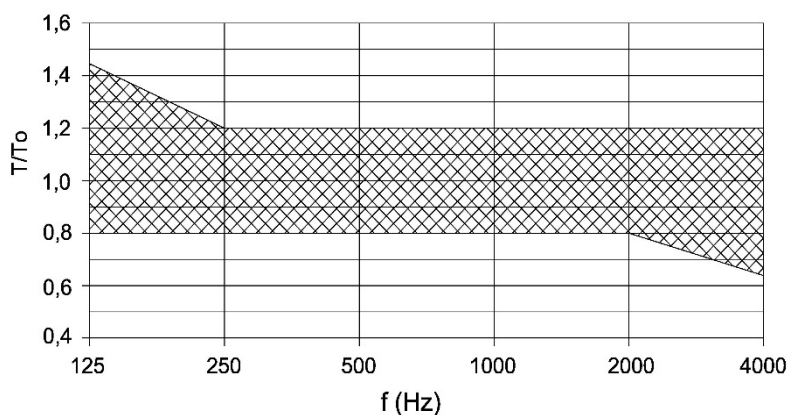
Z hlediska způsobu využití se uvažuje kategorie „Učebna hry na individuální nástroje a sólového zpěvu“

Skutečný objem: $V = \text{cca } 60,3 \text{ resp. } 65,7 \text{ m}^3$

Uvažovaný objem dle ČSN 730527: $V = 80 \text{ až } 120 \text{ m}^3$

Optimální doba dozvuku: $T_o = 0,7 \text{ s}$

Toleranční pásmo pro frekvenční průběh poměru dob dozvuku T/T_o : viz obr. níže



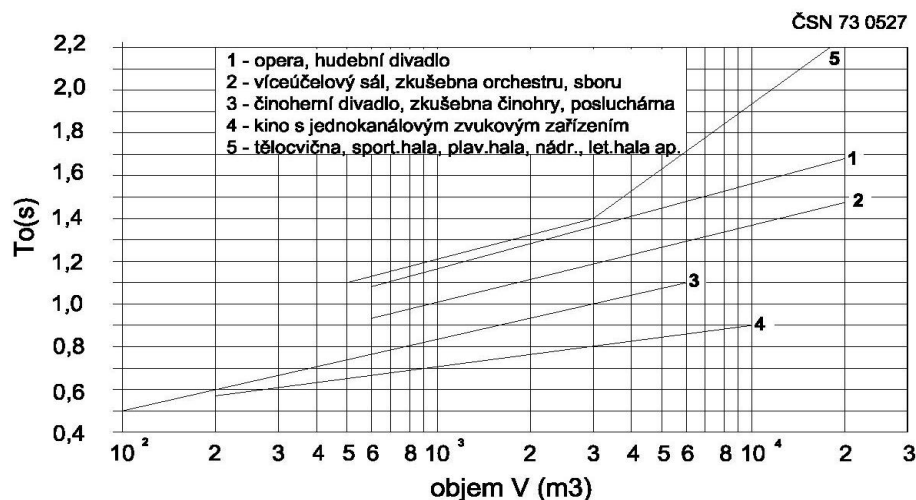
Zkušebna (2.06)

Z hlediska způsobu využití se uvažuje kategorie „Učebna orchestrální hry hudebních škol“ nebo „Zkušebna orchestru nebo pěveckého sboru“

Skutečný objem: $V = \text{cca } 867 \text{ m}^3$ (bez akustické úpravy), $\text{cca } 820 \text{ m}^3$ (po instalaci akustické úpravy)

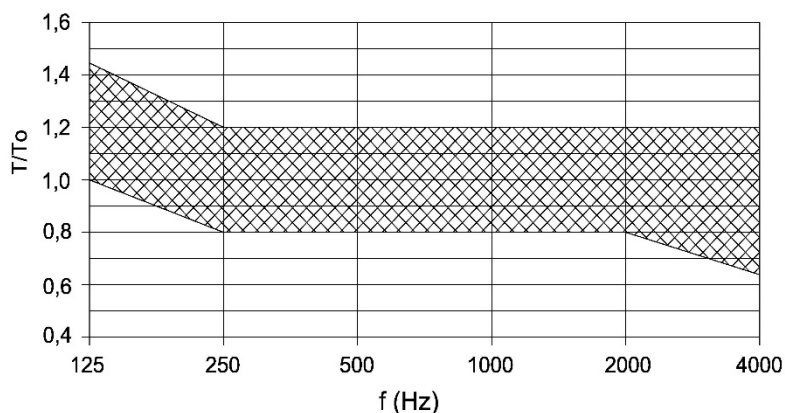
Optimální doba dozvuku: v závislosti na objemu – viz obr. 5, křivka 2, tedy v našem případě

$T_o = 0,95 - 1,0 \text{ s}$



Obr. 5 - Závislost optimální doby dozvuku T_0 (s) pro kmitočet 1000 Hz na objemu V (m^3) uzavřeného prostoru v obsazeném stavu (u závislosti 5 v neobsazeném stavu)

Toleranční pásmo pro frekvenční průběh poměru dob dozvuku T/T_0 : viz obr. níže



Doba dozvuku se hodnotí v obsazeném stavu, tj. při přítomnosti osob. Za obsazený stav se uvažuje obsazenost 80 až 100%.

Taneční sál (2.07)

Z hlediska způsobu využití se uvažuje kategorie „Učebna gymnastiky a tance“

Pro tento typ místností není v normě ČSN 73 0527 stanovena požadovaná doba dozvuku. Je zde uveden požadavek na širokopásmový obklad stropu, tj. nejčastěji v podobě akustického podhledu s vysokou zvukovou pohltivostí. Z hlediska praktických zkušeností je vhodné doplnit také zvukově pohltivý obklad i na část stěn, aby se zamezilo vzniku třepotavé ozvěny mezi stěnami. Účelem těchto úprav je snížit hladiny hluku, který zde při provozu vzniká, dále též dosažení přijatelné srozumitelnosti řeči.

4.4 MATERIÁLY PRO AKUSTICKOU ÚPRAVU

Při návrhu akustické úpravy byly za základ vzaty požadavky uvedené v kap. 3.

Akustické obklady a materiály, které jsou navrženy pro úpravy stropu, jsou tyto:

4.4.1 AKUSTICKÉ PODHLEDY

ZAP – Závěsné akustické panely (učebny 2.02 až 04, sklad 2.05, taneční sál 2.07)

Solitérně zavěšené minerální akustické panely s funkcí o rozměrech 120x120x4 cm nebo 200x60x4 cm. Panely jsou zavěšené pod strop ve vzdálenosti cca 20 cm pomocí typových přímých ocelových závěsů, lanek, řetízků apod. Bílá barva. Vysoký činitel zvukové pohltivosti zejména v oblasti středních a vyšších kmitočtů.

Příklad možného řešení: Ecophon Solo nebo Master Matrix.

ŠMPR – širokopásmový minerální podhled rastrový (chodba 2.16, předsíň 2.15)

širokopásmový zvukově pohltivý minerální podhled v rastru o šířce 60 cm, délka cca 130 cm (šířka chodby), tl. desek min. 20 mm, vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w=1,0$ (při svěšení podhledu 200 mm), hrana desek A, přiznaný rastr T24, vše v bílé barvě. Výška podhledů cca 3,4m nad podlahou - viz výkresy stavby.

Příklad možného řešení: Ecophon Focus A XL

ŠMPK – širokopásmový minerální podhled kontaktně (zkušebna 2.06)

širokopásmový zvukově pohltivý podhled z minerálních panelů 270x60x4 cm nebo 135x60x4 cm, lokálně kotvených kontaktně přímo na SDK podhled pomocí typových plechových profilů, vše v černé barvě. Vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w=1,0$.

Příklad možného řešení: Ecophon Akusto Wall A

DPDH – difuzní podhled dřevěný z hladkých desek (zkušebna 2.06)

difuzní podhled z desek na bázi dřeva (MDF, DT apod.) tl. 16-18mm. Podhled se skládá z dílčí desek o šířce cca 90 cm a různých délkách, které jsou pod různými sklony řazeny za sebe do pásů rovnoběžných s delší osou sálu, zavěšených pod SDK podhledem. Hloubka podhledu do 25 cm pod úroveň SDK podhledu, u kratších stěn i níže – návaznost na pásy stěnového obkladu DODH. Boky pásů podhledu musí být uzavřeny svislými čely z obdobných desek, aby zvuk nepronikal do prostoru nad podhledem. Nad podhledem není umístěn žádný zvukově pohltivý materiál. Povrchová úprava dle výběru architekta.

4.4.2 AKUSTICKÉ OBKLADY STĚN

NODH – nízkofrekvenční obklad dřevěný z hladkých desek (učebny 2.02 až 04, sklad 2.05, taneční sál 2.07)

hladký nízkofrekvenční obklad z desek na bázi dřeva (MDF, DT apod.) tl. 16-18mm montovaných k nosnému roštu. Celková hloubka obkladu 10-12 cm. Uvnitř obkladu není umístěn žádný zvukově pohltivý materiál. Povrchová úprava dle výběru architekta.

ŠODP – širokopásmový obklad dřevěný z perforovaných desek (učebny 2.02 až 04, sklad 2.05, taneční sál 2.07)

širokopásmový obklad z perforovaných desek na bázi dřeva (MDF) tl. 16-18mm montovaných k nosnému roštu. Desky jsou perforovány pravidelnou perforací kruhy o průměru 8-10 mm, činitel perforace cca 20%. Na rubu otvorů je černá průzvučná tkanina, do nosného roštu je vložena minerální vata tl. 40-60 mm, objemová hmotnost 30-60 kg/m³, zabalená do tenké PE fólie tl. max. 50 μ m. Celková hloubka obkladu 10-12 cm. Povrchová úprava dle výběru architekta.

DODH - difuzní obklad dřevěný z hladkých desek (zkušebna 2.06)

difuzní obklad z desek na bázi dřeva (MDF, DT apod.) tl. 16-18mm. Podhled se skládá z dílčí desek o šířce cca 90 cm a různých délkách, které jsou pod různými sklony řazeny za sebe do svislých pásů na obou kratších stěnách sálu, nahoře navazují na pásy podhledu DPDH. Hloubka obkladu do 30 cm. Boky pásů obkladu musí být uzavřeny svislými čely z obdobných desek, aby zvuk nepronikal do prostoru nad podhledem. Uvnitř obkladu není umístěn žádný zvukově pohltivý materiál. Povrchová úprava dle výběru architekta.

ŠODD – širokopásmový obklad dřevěný z drážkovaných desek (zkušebna 2.06)

širokopásmový obklad z perforovaných desek na bázi dřeva (MDF) tl. 16-18mm montovaných k nosnému roštu. Na lícové straně desek rovnoběžné drážky šířky 3 mm do hloubky cca 5 mm, rozteč drážek 16 mm. Z rubové strany jsou vrtány otvory o průměru 8 mm s osovou roztečí 16 mm, tak, že osa řady otvorů je shodná s osou drážek na lícové straně desky, Otvory jsou vrtány do takové hloubky, aby došlo k propojení s drážkami frézovanými z lícové strany desky. Na rubové

straně desky (za otvory) je černá průzvučná tkanina, do nosného roštu je vložena minerální vata tl. 40-60 mm, objemová hmotnost 30-60 kg/m³, zabalená do tenké PE fólie tl. max. 50 µm. Celková hloubka obkladu 10-12 cm. Povrchová úprava dle výběru architekta.

NODD – nízkofrekvenční obklad dřevěný z drážkovaných desek (zkušebna 2.06)

hladký nízkofrekvenční obklad z desek na bázi dřeva (MDF) tl. 16-18mm montovaných k nosnému roštu. Na lícové straně desek rovnoběžné drážky šířky 3 mm do hloubky cca 5 mm, rozteč drážek 16 mm. Celková hloubka obkladu 10-12 cm. Uvnitř obkladu není umístěn žádný zvukově pohltivý materiál. Povrchová úprava dle výběru architekta.

ŠODL – širokopásmový obklad s dřevěnými latěmi (zkušebna 2.06)

širokopásmový obklad s difuzní strukturou z latí. Na stěně nosný rošt hloubky 60 mm (z latí 60x40 mm), do něho je vložena minerální vata tl. 40-60 mm, objemová hmotnost 30-60 kg/m³, zabalená do tenké PE fólie tl. max. 50 µm. Vše překryto průzvučnou textilií dle výběru architekta. K roštu přichycena difuzní struktura z latí na bázi dřeva (např. MDF) o rozměrech cca 100x20 mm. Latě jsou montovány kratší stranou k roštu tak, aby vytvořily pseudonáhodnou difuzní MLS strukturu. Celková hloubka obkladu je cca 16 cm. Obklad je použit ve svislých pásech o šířce cca 60 cm na 1 delší stěně (s dveřmi) – viz výkres v příloze. Povrchová úprava dle výběru architekta.

DODL – difuzní obklad s dřevěnými latěmi (zkušebna 2.06)

obklad s difuzní strukturou z latí. Na stěně nosný rošt hloubky 40 mm (z latí 60x40 mm). K roštu přichycena deska na bázi dřeva tl. cca 20 mm a k ní difuzní struktura z latí na bázi dřeva (např. MDF) o rozměrech cca 100x20 mm. Latě jsou montovány kratší stranou k roštu tak, aby vytvořily pseudonáhodnou difuzní MLS strukturu. Celková hloubka obkladu je cca 16 cm. Povrchová úprava dle výběru architekta.

Obklad je použit ve svislých pásech na 1 delší stěně (s dveřmi) – viz výkres v příloze.

ŠPP – širokopásmový posuvný panel před okno (zkušebna 2.06)

širokopásmový posuvný panel pro možnost zakrytí okna na kratší stěně sálu. Zadní stěna panelu z desky na bázi dřeva (MDF, DT apod.) tl. 10-12 mm, po obvodu rám hloubky cca 40 mm, do nosného roštu je vložena minerální vata tl. 40 mm, objemová hmotnost 30-60 kg/m³, zabalená do tenké PE fólie tl. max. 50 µm montovaných k nosnému roštu. Panel bude přečalouněn průzvučnou textilií dle výběru architekta. Celková hloubka panelu je cca 5 cm. Povrchová úprava dle výběru architekta. Panel je na horní užší straně vybaven závěsným systémem pro pojezd. Pojezdová dráha je součástí dodávky panelů.

DPP – difuzní posuvný panel před okno (zkušebna 2.06)

difuzní posuvný panel pro možnost zakrytí okna na kratší stěně sálu. Zadní stěna panelu z desky na bázi dřeva (MDF, DT apod.) tl. 10-12 mm, k ní je připevněna difuzní struktura z latí na bázi dřeva (např. MDF) o rozměrech cca 40x20 mm. Latě jsou montovány kratší stranou k roštu tak, aby vytvořily pseudonáhodnou difuzní MLS strukturu. Celková hloubka panelu je cca 5 cm. Povrchová úprava dle výběru architekta. Panel je na horní užší straně vybaven závěsným systémem pro pojezd. Pojezdová dráha je součástí dodávky panelů.

4.5 STRUČNÝ POPIS AKUSTICKÝCH ÚPRAV

Učebny (2.02 až 2.04), sklad (2.05)

V učebnách jsou navrženy pod SDK podhledem závěsné akustické panely ZAP o rozměrech 120x120 cm - 2 ks v každé učebně.

Na jedné delší stěně je dřevěný akustický obklad kombinovaný z 2 typů. Po obvodu stěny je hladký dřevěný nízkofrekvenční obklad **NODH**, ve střední části stěny je širokopásmový perforovaný obklad **ŠODP**.

Podlaha se uvažuje tvrdá (vlisy).

Zkušebna (2.06)

Cílem akustických úprav ve zkušebně je dosáhnout dobrých akustických podmínek pro zkoušky menších i větších hudebních těles a sborů a pro příležitostné individuální či komorní koncerty. Jde o to sál zbytečně nezatlumit, protože velkou zvukovou pohltivostí zde dodají přítomné osoby a hudebníci s případným vybavením (nástroje, stojánky s notami apod.) a dále dosáhnout co nejrovnoměrnějšího rozložení zvuku v prostoru sálu a omezit vznik tvrdých zpožděných nebo násobných odrazů zvuku, tj. ozvěn. Tedy v podhledech a obkladech stěn jsou použity jak obklady s vysokou zvukovou pohltivostí tak i obklady zajišťující rozptyl (difuzitu) zvuku.

Podhled v sálu se předpokládá celoplošný SDK ve výšce cca 5,45 m nad podlahou. Pod ním bude zavěšen profilovaný dřevěný difuzní podhled **DPDH** ve formě podélných pásů o šířce cca 90 cm, které navazují na svislé pásy obkladu **DODH** na obou kratších stěnách. Mezi těmito pásy podhledu jsou ponechány pásy SDK podhledu o šířce cca 60 cm, do kterého jsou osazeny VZT vyústky, lokálně je zde umístěny plochy minerálního podhledu **ŠMPK**, kotveného kontaktně na SDK podhled.

Na kratších stěnách sálu se střídají svislé pásy dřevěného difuzního obkladu **DODH** o šířce cca 90 cm (navazuje na pásy obdobně koncipovaného podhledu **DPDH**) a pásy rovného dřevěného obkladu z jemnými drážkami na lícové straně. Zde jde o 2 typy obkladů – nízkofrekvenční obklad **NODD** a širokopásmový zvukově pohltivý obklad **ŠODD**. Před velké okno bude možno nasunout v případě potřeby (zejména bude-li orchestr v opačné části sálu) posuvné akustické panely 2 typů – zvukově pohltivé ŠPP a difuzní DPP, kterými lze eliminovat tvrdé odrazy zvuku od velké plochy okna a případně i částečně upravit akustiku sálu např. při menším počtu přítomných osob. Tyto posuvné panely bude možno skrýt za pevné obklady po obou stranách okna.

Na delší stěně sálu proti oknům jsou umístěny obklady s vysokou difuzitou zvuku. V principu jde o 2 typy obkladů – obklad **DODL** zajišťuje převážně rozptyl (difuzitu) zvuku, obklady typu **ŠODL** přidává k difuzitě navíc i vyšší zvukovou pohltivost vhodnou zejména pro případ, že bude velký orchestr či sbor zkoušet čelem k této stěně.

Podlaha se uvažuje tvrdá (vlisy).

Taneční sál (2.07)

Při návrhu akustických úprav v sálu bylo přihlédnuto k požadavku ČSN 730527 co nejvíce ztlumit strop sálu, nicméně z hlediska praktických zkušeností byl akustický obklad umístěn i na 2 stěny pro zamezení vzniku třepotavé ozvěny mezi rovnoběžnými stěnami sálu.

V sálu jsou navrženy pod SDK podhledem závěsné akustické panely ZAP o rozměrech 120x120 a 200x60 cm – viz výkres v příloze.

Na 2 stěnách je dřevěný akustický obklad kombinovaný z 2 typů. Ve spodní části a po stranách je hladký dřevěný nízkofrekvenční obklad **NODH**, v horní části obkladu je širokopásmový perforovaný obklad **ŠODP**.

Podlaha se uvažuje tvrdá (Baletizol).

Předsíň a chodba (2.15 a 2.16)

V těchto místnostech jde o snížení hladin hluku, který se může šířit mezi jednotlivými místnostmi při výuce či jiném provozu.

Zde je navržen širokopásmový rastrový minerální podhled **ŠMPR** s vysokou zvukovou pohltivostí. Předpokládá se použití desek o rozměrech 60x130 cm (na šířku chodby) a přiznaný rastr z důvodu snadné přístupnosti k rozvodům a technologiím nad podhledem.

4.6 VÝPOČET DOBY DOZVUKU

Výpočet doby dozvuku po úpravách

Výpočet doby dozvuku po úpravách byl použit dle ČSN 73 0525 podle Eyringova vztahu:

$$T_E = \frac{0,163 \cdot V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha_s) + 4mV} \text{ (s)} \quad /1/$$

kde V ... objem místnosti

S ... celková plocha ohraničujících stěn místnosti

α_s ... střední činitel zvukové pohltivosti (-)

m ... činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu

Střední činitel zvukové pohltivosti vypočteme podle vztahu:

$$\alpha_s = \frac{\sum S_i \cdot \alpha_i}{S} \text{ (-)} \quad /2/$$

kde S_i ... je dílčí pohltivá plocha (m²)

α_i ... činitel zvukové pohltivosti dílčí plochy (-)

Výpočet doby dozvuku byl proveden podle ČSN 73 0525 a ČSN 73 0527 v oktávových pásmech se středními kmitočty 125 Hz až 4 kHz. Cílové doby dozvuku T_o byly voleny v souladu s požadavky v kap. 3. Při výpočtech byly uvažovány v učebnách 2 přítomné osoby a příslušenství. Ve zkušebně 2.06 bylo uvažováno 20 hudebníků s výbavou, což představuje předpokládané průměrné obsazení zkušebny. V učebnách byly uvažovány 2 osoby (učitel a žák) a vybavení (nástroj, stojan na noty apod.)

Vypočítané doby dozvuku v učebnách jsou uvedeny ve výpočetních přílohách, kde je graficky znázorněn frekvenční průběh vypočítané doby dozvuku v porovnání s průběhem doby dozvuku ve stávajícím stavu a tolerančním polem pro frekvenční průběh doby dozvuku dle ČSN 730527.

Činitele zvukové pohltivosti α vstupující do výpočtů byly stanoveny na základě odborné literatury, firemních údajů a provedených měření stejných nebo podobných akustických materiálů a prvků.

4.7 ZÁVĚR

Navrženou akustickou úpravou bude dosaženo požadovaných hodnot doby dozvuku ve všech řešených prostorách, kde je normou ČSN 730527 vznesen požadavek na dobu dozvuku.

Vypočítané hodnoty doby dozvuku v učebnách (2.02 až 2.04) se pohybují uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 730527 vztaženého k hodnotě $T_o = 0,7$ s. Vypočítané hodnoty doby dozvuku se pohybují ve spodní části tolerančního pásma, což je vzhledem k tomu, že objem učeben je menší,

než se předpokládá v ČSN 730527.

Vypočítané hodnoty doby dozvuku ve zkušebně (2.06) se pohybují uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 730527 vztaženého k hodnotě $T_0 = 0,98$ s. Vypočítané hodnoty doby dozvuku se pohybují při uvažovaném průměrném obsazení 20 hudebníků s výbavou ve střední části tolerančního pásma. Vzhledem k relativně malému objemu sálu lze předpokládat, že při malém počtu hudebníků resp. přítomných osob se doba dozvuku bude pohybovat okolo horní meze, při maximálním obsazení cca 40-50 hudebníků pak okolo spodní meze tolerančního pásma.

V tanečním sálu se očekává po instalaci akustických podhledů a obkladů doba dozvuku cca 0,6 až 0,7 s. Díky tomu bude dosaženo výrazného snížení hladin hluku při provozu a dobré srozumitelnosti řeči na úrovni učebny.

Před realizací doporučujeme provést přesnější zaměření rozměrů upravovaných místností.

Relativně nízké doby dozvuku na nízkých frekvencích jsou způsobeny velkým rozsahem použitých SDK stavebních konstrukcí, které vykazují oproti klasickým stěnám a stropům vyšší hodnoty zvukové pohltivosti právě na nízkých frekvencích.

Vzhledem k tomu, že větší část obkladů (zejména ve zkušebně 2.06) je atypického provedení a jejich činitele zvukové pohltivosti byly odhadnuty na základě zkušeností s podobnými konstrukcemi, doporučujeme v průběhu realizace akustické úpravy provádět etapová měření doby dozvuku a na základě jejich výsledků provádět případné úpravy návrhu akustických úprav, aby bylo po jejich dokončení dosaženo požadovaných hodnot.

Akustické parametry (doba dozvuku) závisí nejen na rozsahu akustické úpravy, ale také na rozmístění jejich jednotlivých dílčích ploch. Dojde-li k výraznějším změnám oproti tomto návrhu, je nutné je konzultovat s akustikem.

Přílohy v rámci zprávy:

Příloha 1 – učebna 2.02 - výpočet doby dozvuku po úpravách

Příloha 2 – učebna 2.04 - výpočet doby dozvuku po úpravách

Příloha 3 – zkušebna 2.06 - výpočet doby dozvuku po úpravách

Přílohy mimo zprávu (výkresy):

Výkres 1 – Taneční sál (2.07) – návrh akustických úprav

Výkres 2 – Učebna 2.04 - návrh akustických úprav

Výkres 3 – Zkušebna (2.06) - návrh akustických úprav

Upozornění:

Výsledky uvedené v této studii se vztahují pouze na hodnocené prostředí a tomu příslušející podmínky.

Studie je chráněna autorskými právy ve smyslu zákona č.121/2000 Sb. a může být reprodukován pouze jako celek se souhlasem firmy EKOLA group, spol. s r.o.

V Praze dne 24.7.2017

Ing. Jana Faitová – stavební akustika

Ing. Václav Moulík, Ing. arch. Milan Nesměrák – prostorová akustika

EKOLA group, spol. s r.o.

ZUŠ Olešská

Učebna individuální 2.02 (větší)

V= 65,7 m³S= 98,9 m²

Výpočet doby dozvuku

Cílová doba dozvuku

0,7 s

MAT.	125	250	500	1000	2000	4000	Plocha	125	250	500	1000	2000	4000
vzduch	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	—	0,0173	0,0656	0,1794	0,3325	0,6612	1,6854
Děr.MDF+MV tl.10	0,3	0,6	0,9	0,9	0,8	0,7	4,3	1,29	2,58	3,87	3,87	3,44	3,01
plochy bez úpravy	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	17,6	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
SDK stěny	0,15	0,1	0,08	0,06	0,06	0,06	37	5,55	3,7	2,96	2,22	2,22	2,22
Dřevěný hladký obklad bez tlum.MV	0,15	0,1	0,08	0,06	0,06	0,06	13,7	2,055	1,37	1,096	0,822	0,822	0,822
Skló, ovojísklo	0,2	0,2	0,1	0,05	0,05	0,05	5,3	1,06	1,06	0,53	0,265	0,265	0,265
Dveře hladké	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
SDK podhled se světlý	0,2	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	18	3,6	2,7	1,8	1,8	1,8	1,8
ZAP-Ecophon Solo Square 120x120	0,6	1	1,8	2	2	1,8	2	1,2	2	3,6	4	4	3,6
Hudebníci sedící s vybavením	0,5	0,8	1	1	1	1	1	0,5	0,8	1	1	1	1
osoby sedící cca 1/m ²	0,2	0,3	0,35	0,4	0,4	0,4	1	0,2	0,3	0,35	0,4	0,4	0,4

A na 1 ks

CELKEM

101,9 16,65 15,66 16,47 15,79 15,69 15,88

T [s] 0,5891 0,6305 0,5975 0,6264 0,6330 0,6309

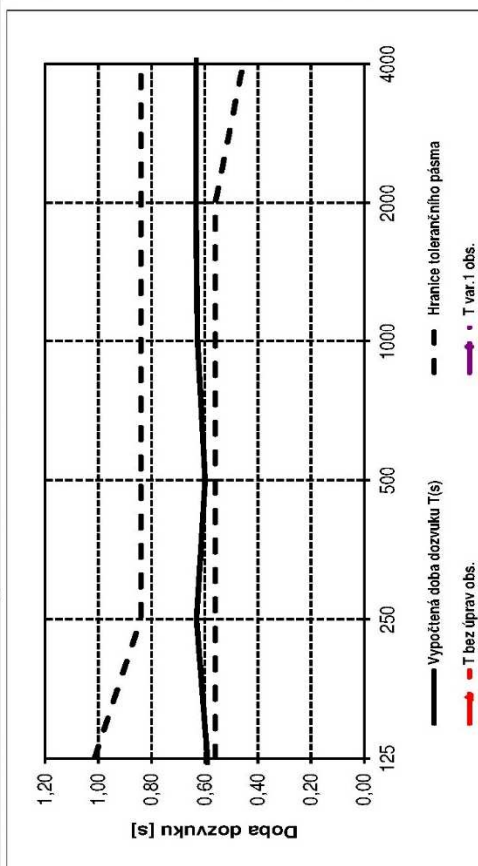
T [s] 0,59 0,63 0,60 0,63 0,63 0,63

dol. mez 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,455

hor. mez 1,015 0,84 0,84 0,84 0,84 0,84

T bez úprav obs.

T var.1 obs.



Příloha 1 – učebna 2.02 - výpočet doby dozvuku po úpravách

ZUŠ Olešská

Učebna individuální hry 2.04

V= 60,3 m³S= 93,5 m²

0,7 s

Výpočet doby dozvuku

Cílová doba dozvuku

MAT.	alfa						Plocha	pohltivost							
	125	250	500	1000	2000	4000		125	250	500	1000	2000	4000		
vzduch ŠÓDP-Děr.MDF+MV tl.10 plochy bez úpravy SDK stěny Dřevěný hladký obklad bez tlum.MV Sklo, dvojsklo Dveře hladké SDK podhled se světlý ZAP-min.panely 120x120 cm Hudebníci sedící s vybavením osoby sedící cca 1/m2	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	—	0,0159	0,0602	0,1646	0,3052	0,6069	1,5469		
	0,3	0,6	0,9	0,9	0,7	0,5	4,3	1,29	2,58	3,87	3,87	3,01	2,15		
	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	14,7	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735		
	0,15	0,1	0,08	0,06	0,06	0,06	36,4	5,46	3,64	2,912	2,184	2,184	2,184		
	0,15	0,1	0,08	0,06	0,06	0,06	12,1	1,815	1,21	0,968	0,726	0,726	0,726		
	0,2	0,2	0,1	0,05	0,05	0,05	5,3	1,06	1,06	0,53	0,265	0,265	0,265		
	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		
	0,2	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	16,7	3,34	2,505	1,67	1,67	1,67	1,67		
	0,6	1	1,8	2	2	1,8	2	1,2	2	3,6	4	4	3,6		
	0,5	0,8	1	1	1	1	1	0,5	0,8	1	1	1	1		
0,2	0,3	0,35	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,35	0,4	0,4	0,4			

CELKEM

95,5 15,92 15,09 16,00 15,36 14,80 14,48

T [s] 0,5646 0,5988 0,5623 0,5892 0,6155 0,6366

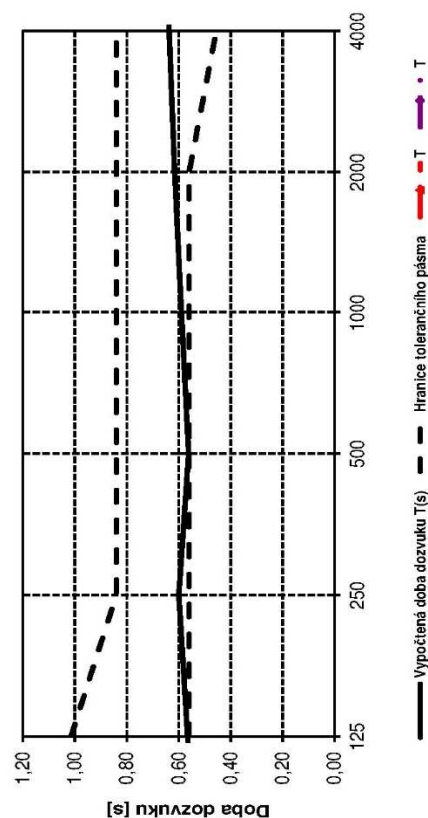
T [s] 0,56 0,60 0,56 0,59 0,62 0,64

dol. mez 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,455

hor. mez 1,015 0,84 0,84 0,84 0,84 0,84

T

T



Příloha 2 – učebna 2.04 - výpočet doby dozvuku po úpravách

ZUŠ Olešská

Zkušebna - 20 hudebníků s vybavením

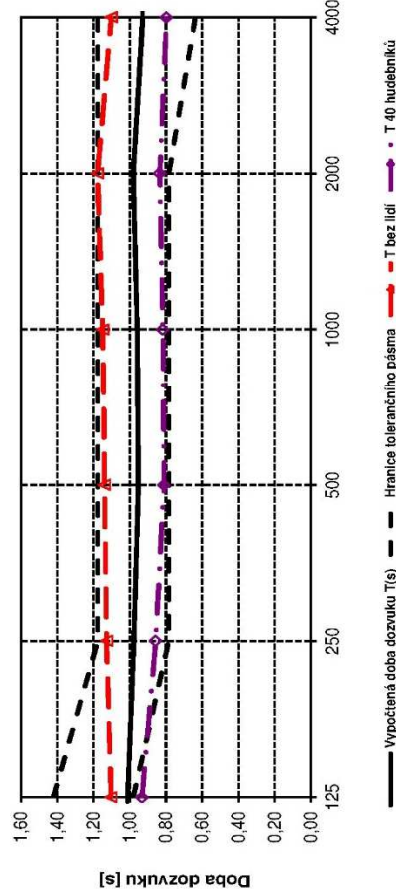
V= 820 m³ (po akustické úpravě)S= 620 m²

Výpočet doby dozvuku

Cílová doba dozvuku

0,98 s

MAT.	125	250	500	1000	2000	4000	Plocha	125	250	500	1000	2000	4000
alfa	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	—	0,2165	0,8184	2,2387	4,1499	8,2525	21,0356
vzluch	0,3	0,6	0,9	0,9	0,7	0,6	16	4,8	9,6	14,4	14,4	11,2	9,6
ŠODD-Dř.MDF(díráčky)+MV tl.10	0,2	0,2	0,3	0,3	0,25	0,2	24,6	4,92	4,92	7,38	7,38	6,15	4,92
DODL-Dř.oklad MLS - lat hl.10cm,na dřevě	0,3	0,6	0,8	0,8	0,7	0,6	14	4,2	8,4	11,2	11,2	9,8	8,4
ŠODL-Dř.oklad MLS - lat hl.10cm,na MP tl.40-50mm	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	134	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
plochy bez úpravy	0,2	0,12	0,08	0,06	0,06	0,06	116	23,2	13,92	9,28	6,96	6,96	6,96
SDK stěny bez úpravy	0,2	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	64,6	12,92	9,69	6,46	6,46	6,46	6,46
DODH-Dřevěný difúzní oklad hladký neitum.	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	16,1	3,22	2,415	2,415	2,415	2,415	2,415
NODD-Dřev.oklad s drážkami neitum.	0,2	0,2	0,1	0,05	0,05	0,05	32,5	6,5	6,5	3,25	1,625	1,625	1,625
Skló, dvojskló	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	4,2	0,63	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Dveře hladké	0,2	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	147,1	29,42	22,065	14,71	14,71	14,71	14,71
SDK nebo dřev. podhled DPDPH se světlý	0,4	0,7	0,9	0,95	0,95	0,95	30,9	12,36	21,63	27,81	29,355	29,355	29,355
ŠMPK-Podhled minerál tl.40mm kontaktně na SDK	0,5	0,8	1	1	1	1	20	10	16	20	20	20	20
Hudebníci sedící s vybavením 1/m2	0,2	0,3	0,35	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0
osoby sedící oca 1/m2	0,2	0,3	0,35	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0



CELKEM

620 119,09 123,08 126,26 125,77 124,05 132,60

T [s] 1,0112 0,9756 0,9505 0,9579 0,9797 0,9280

T [s] 1,01 0,98 0,95 0,96 0,98 0,93

dol. mez 0,98 0,784 0,784 0,784 0,784 0,637

hor. mez 1,421 1,176 1,176 1,176 1,176 1,176

T bez lidí 1,10 1,13 1,14 1,15 1,18 1,10

T 40 hudebníků 0,93 0,86 0,81 0,82 0,83 0,80