

Obchodní
Hlaváček & Partner, s.r.o.
Archeologická 2256/1
155 00 Praha 5

01/2017
20160589

akustika

**2. ZÁKLADNÍ A MATEŘSKÁ ŠKOLA
V BEROUNĚ, PREISLEROVA 1335,
PAVILON G PRO ODBORNÉ UČEBNY**

AKUSTICKÁ STUDIE

HLUK ZE STACIONÁRNÍCH ZDROJŮ
PROSTOROVÁ AKUSTIKA
STAVEBNÍ AKUSTIKA

Vypracovala: Ing. Monika Michálková

Autorizoval: Ing. Marcol Felech



UPRAVIL PRO DOKUMENTACI PRO VÝBĚR ZHOTOVITELE (DVZ)

V. BEJDAK

A.W.A.L.

EXPERTNÍ A PROJEKČNÍ KANCELÁŘ

Elšádkova 20/383, 160 00 Praha 6, Česká republika

tel./fax.: +420 224 320 078 / +420 224 317 881

www.awal.cz, e-mail: info@awal.cz

Akustická studie

Obsah:

1.	Zpracovatel	2
2.	Objednatel	2
3.	Seznam podkladů	2
3.1.	Seznam použitých norem	2
3.2.	Odborná literatura	2
3.3.	Odborný software	2
4.	Úvod do akustického posouzení	3
4.1.	Situace navrhaného stavu areálu	3
5.	Zákonné a normové požadavky	4
5.1.	Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví	4
5.2.	Požadavky na hlukové poměry vně objektu dle NV č. 272/2011 Sb. včetně NV č. 217/2016 Sb.	4
5.3.	Požadavky dle ČSN 73 0527(2005) a vyhlášky č. 343/2009 Sb.	5
5.1.	Zvuková izolace konstrukcí dle ČSN 73 0532	6
6.	Výpočet doby dozvuku	8
6.1.	Učebna pro výuku jazyků	8
6.2.	Učebny odborné (fyzika, zeměpis, přírodopis)	10
6.3.	Učebny odborné (pěstířské práce)	12
6.4.	Chodby, šatny	15
6.5.	Závěr z části prostorová akustika	15
7.	Hluk ze stacionárních zdrojů	18
7.1.	Vzduchotechnika	18
7.2.	Výběr kontrolních bodů	17
7.3.	Výstup z programu HLUK+, venkovní stacionární zdroje - denní doba	18
7.4.	Závěr z části vlivu hluku od stacionárních zdrojů	19
8.	Stavební akustika	20
8.1.	Zvuková izolace konstrukcí dle ČSN 73 0532	20
8.1.1.	STĚNA MEZI UČEBNOU A CHODBOU, STĚNA MEZI UČEBNAMI; $R'_{w, \text{poč}} \geq 47$ dB	21
8.2.	STROPNÍ KONSTRUKCE	22
8.2.1.	STROP MEZI UČEBNAMI; $R'_{w, \text{poč}} \geq 52$ dB ; $L'_{w, \text{poč}} \leq 58$ dB ; strop šatna x učebna $R'_{w, \text{poč}} \geq 55$ dB	22
8.3.	Výsledky výpočtů a vyhodnocení	23
8.4.	Obecné zásady umístění stacionárních zdrojů	23
9.	Závěr	23
9.1.	Závěr z části vlivu hluku ze stacionárních zdrojů	23
9.2.	Závěr z části prostorová akustika	23
9.3.	Závěr z části stavební akustika	24
9.4.	Najistený výsledků výpočtového programu	24
9.5.	Závěrečná sdělení	24

1. Zpracovatel

Dokumentace byla vypracována firmou A.W.A.L. s.r.o., Eliášova ul. č.p. 20, 160 00 Praha 6 – Dejvice, specializující se na fyzikální problematiku staveb - stavební fyziku (akustiku, tepelnou techniku, oslunění, proslunění a denní osvětlení).

IČ: 64944603, DIČ: CZ64944603

2. Objednatel

Dokumentace byla vypracována na základě písemné objednávky Ing. Adama Hlaváčka, zástupce Hlaváček & Partner, s.r.o., Archeologická 2256/1, Praha 5 ze dne 29.11.2016.

IČ: 48115380, DIČ: CZ48115380

3. Seznam podkladů

1. Internetový zdroj, webové stránky katastru nemovitostí.
2. Projektová dokumentace

3.1. Seznam použitých norem

3. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, platnost od 1.11.2011. ve znění pozdějších předpisů
4. Úplné znění Zákon č.258/2000, o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, jak vyplývá z pozdějších změn.
5. ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky (2010)
6. ČSN 73 0532 Změna Z2 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky (2014)
7. Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí. Č.j. HEM-300-11.12.01-34065 MZ ČR 2001 (ministerstvo zdravotnictví – hlavní hygienik ČR).
8. Metodický návod pro hodnocení hluku v chráněném venkovním prostoru staveb. Č.j. 62546/2010-OVZ-32.3-1.11.2010 ze dne 1.11.2010.
9. ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely, březen 2005.
10. ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady, březen 1998
11. Vyhláška č. 343/2009 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, platnost od 23.10.2009.

3.2. Odborná literatura

12. Stavební fyzika 1 – Zvuk a denní světlo v architektuře, Ing. J.Kaňka, Ph.D.
13. Kaňka J. - Stavební fyzika 1, Akustika budov – ČVUT 2007
14. Skripta ČVUT – Stavební fyzika 10 – Akustika stavebních konstrukcí, Doc. Ing. Jiří Čechura, CSc.

3.3. Odborný software

15. Svoboda software Neprůzvučnost 2010

4. Úvod do akustického posouzení

Akustická studie byla vypracována na základě podkladů dodaných panem Ing. Zdeňkem Brunátem, zástupcem projektanta firmy Hlaváček & Partner, s.r.o., Archeologická 2258/1, 155 00 Praha 5.

Akustická studie obsahuje níže uvedená hodnocení:

Prostorová akustika

- Výpočet a posouzení doby dozvuku včetně návrhu akustických úprav prostoru (učeben).

Stavební akustika

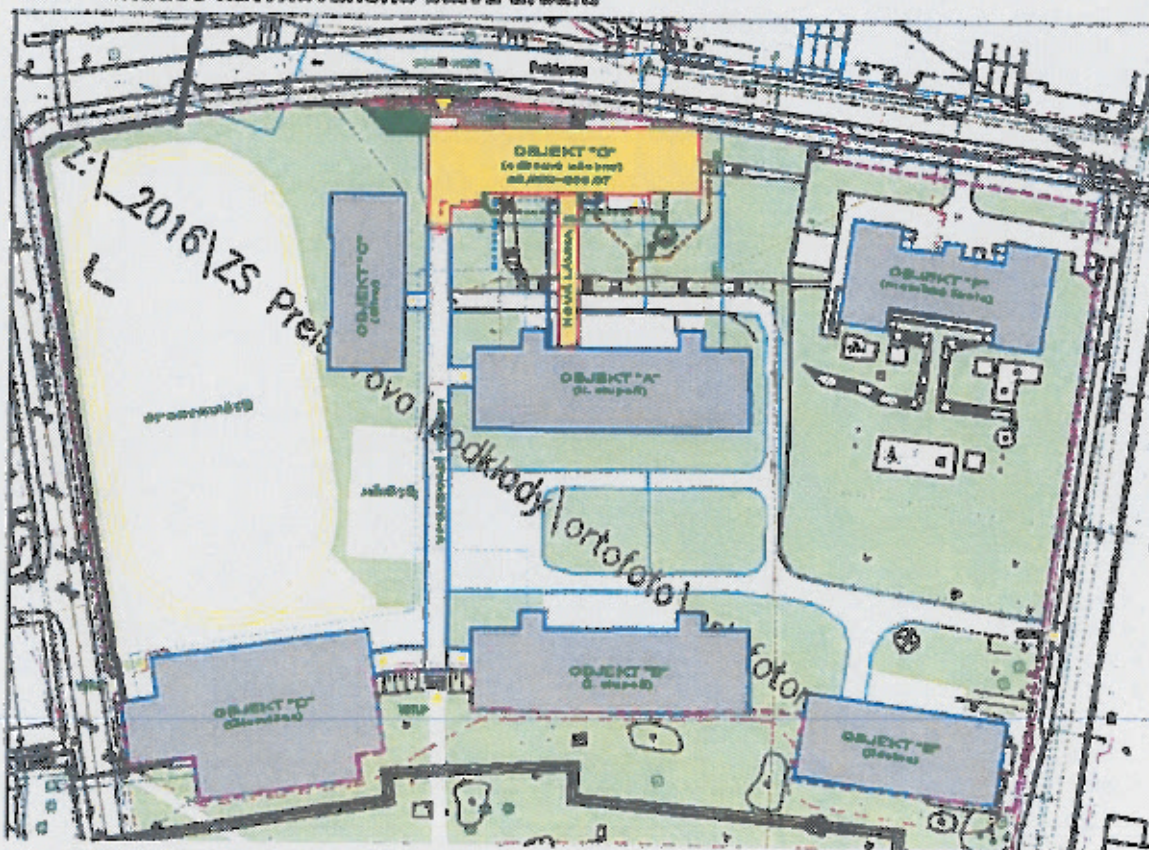
- Stanovení požadavků na neprůzvučnost dělicích konstrukcí.

Výpočty byly provedeny v první řadě klasickým matematickým výpočtem dle fyzikálně ověřených standardních výpočtových vzorců. V druhé řadě byly provedeny a realizovány výpočty zvukové izolace programem Neprůzvučnost 2010, Svoboda software.

Hluk ze stacionárních zdrojů

- Posouzení hygienických limitů hluku ve venkovním chráněném prostoru stavby stávající a navrhované zástavby.

4.1. Situace navrhovaného stavu areálu



Obr. 1 Situace současného stavu s vyznačením plánovaného pavilonu G (oranžově)

Ve 2. základní škole v Berouně se plánuje výstavba pavilonu G pro odborné učebny. Jedná se o objekt o dvou nadzemních podlažích a jedním podzemním podlažím. V 1. PP je navržena učebna pro pěstitelské práce. V 1. NP a 2. NP budou jazykové učebny s učebny pro odborné předměty.

5. Zákonné a normové požadavky

5.1. Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví

Dle Zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, jak vyplývá z pozdějších změn, (změna dle Zákona č. 267/2016 Sb.), díl 8, ochrana před hlukem, vibracemi a neiontujícími zářeními, HLUK a VIBRACE, § 30, odstavec (2 a 3):

Hlukem se rozumí zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož imisní hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis. Za hluk podle věty první se nepovažuje zvuk působený hlasovým projevem fyzické osoby, nejde-li o součást veřejné produkce hudby v budově, hlasovým projevem zvířete, zvuk z produkce hudby provozované ve venkovním prostoru, zvuk akustického výstražného nebo varovného signálu souvisejícího s bezpečnostním opatřením, zvuk působený přelivem povrchové vody přes vodní dílo sloužící k nakládání s vodami, zvuk působený v přímé souvislosti s činností související se záchranou lidského života, zdraví nebo majetku, řešením mimořádné události, přípravou jejího řešení nebo prováděním bezpečnostní akce nebo mimořádné vojenské akce.

Chráněným venkovním prostorem se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou užívány k rekreaci, lázeňské léčebně rehabilitační péči a výuce, s výjimkou lesních a zemědělských pozemků a venkovních pracovišť.

Chráněným venkovním prostorem staveb se rozumí prostor do vzdálenosti 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.

Dle NV č. 217/2016 Sb. je prostorem významným z hlediska pronikání hluku prostor před výplní otvoru obvodového pláště stavby zajišťující přímé přirozené větrání, za níž se nachází chráněný vnitřní prostor stavby, pokud tento chráněný prostor nelze přímo větrat jinak.

Chráněným vnitřním prostorem staveb se rozumí pobytové místnosti ve stavebách zařízení pro výchovu a vzdělávání, pro zdravotní a sociální účely a ve funkčně obdobných stavebách a obytné místnosti ve všech stavebách.

Prováděcím předpisem je Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. v platném znění.

5.2. Požadavky na hlukové poměry vně objektu dle NV č. 272/2011 Sb. včetně NV č. 217/2016 Sb.

Dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. včetně NV č. 217/2016 Sb. se nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A ve venkovním chráněném prostoru staveb stanoví součtem základních hladin hluku a příslušných korekcí (viz tab. 1, 2).

Tab. 1 Korekce pro stanovení nejvyšších přípustných hodnot hluku v chráněném venkovním prostoru a v chráněném venkovním prostoru staveb

Způsob využití území	korekce [dB]			
	1)	2)	3)	4)
chráněný venkovní prostor staveb nemocnice a staveb lázní	-5	0	+5	+15
chráněný venkovní prostor nemocnice a staveb lázní	0	0	+5	+15
chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněné ostatní venkovní prostory	0	+5	+10	+20

- 1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů hluku a hluk ze železničních stanic zejména vlakové práce, zejména rozřezávání a sestavování nákladních vlaků, průhledů vlaků a cesty vozů. Pro hluk ze železničních stanic zejména vlakové práce, které byly uvedeny do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce -5 dB.
- 2) Použije se pro hluk z dopravy na drahách, silnicích III. třídy, místních komunikacích III. třídy a ústejových komunikacích ve smyslu § 7 odst. 1 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.
- 3) Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převládající nad z hlukem dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na drahách v ochranném pásmu dráhy.
- 4) Použije se pro stanovení hodnoty hygienického limitu staré hlukové zátěže.

Tab. 2 Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A ve vnějším chráněném prostoru stavby pro hluk ze stacionárních zdrojů.

Způsob využití území	Denní / noční doba	Požadovaná hodnota L_{Aeq} [dB]
Venkovní chráněný prostor stavby – prostory pro výuku	v době používání	$50 + 0 = 50$
Venkovní chráněný prostor stavby – stavby pro bydlení	denní doba 6:00 – 22:00	$50 + 0 = 50$
Venkovní chráněný prostor stavby – stavby pro bydlení	noční doba 22:00 – 6:00	$50 - 10 = 40$

5.3. Požadavky dle ČSN 73 0527(2005) a vyhlášky č. 343/2009 Sb.

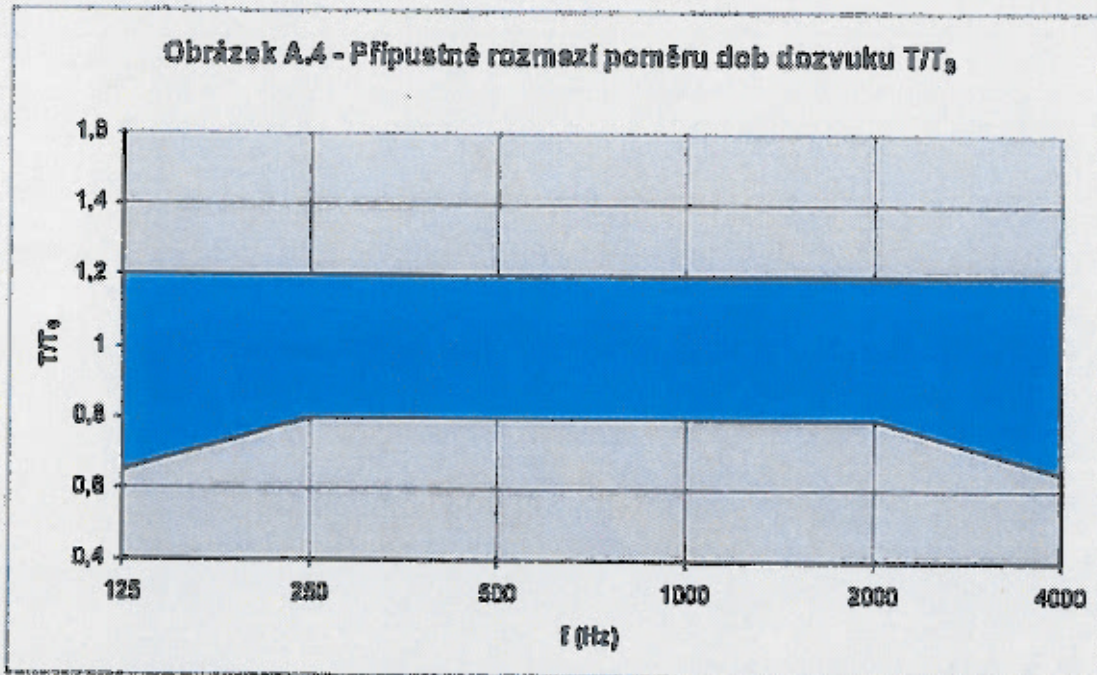
Dle vyhlášky č. 343/2009 Sb. musejí být dodrženy normové hodnoty optimální doby dozvuku podle příslušné české technické normy v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání.

Doba dozvuku se počítá podle ČSN 73 0525 pro oktávová pásma se středními kmitočty od 125 Hz do 4 000 Hz.

Kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku T se ve vztahu k optimální době dozvuku T_0 projevuje pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí poměru hodnot T/T_0 .

Optimální doba dozvuku T_0 pro učebny a posluchárny s objemem do 250 m³ je: $T_0 = 0,7$ s. Optimální doba dozvuku T_0 pro jazykové učebny a laboratoře je: $T_0 = 0,45$ s. Přípustné rozmezí hodnot T/T_0 je uvedeno na obr. 2.

Vyhovující kmitočtové závislosti projektované doby dozvuku se dosáhne akustickými úpravami vnitřních povrchů uzavřeného prostoru podle ČSN 73 0525.



Obr. 2 Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma dle ČSN 73 0527.

5.1. Zvuková izolace konstrukcí dle ČSN 73 0532

Nezbytným předpokladem ochrany proti hluku v místnostech je zabezpečení normativních požadavků na neprůzvučnost stavebních konstrukcí mezi místnostmi.

Vážené jednočíselné hodnoty vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách nesmí být nižší než hodnoty uvedené v následující tab. 3.

Vážené jednočíselné hodnoty kročejové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách nesmí být vyšší než hodnoty uvedené v následující tab. 3.

Pro školy platí „tabulka 1“ z požadavkové normy, řádek pod písmenem F, viz tab. 3 této zprávy. Pro místnosti normou neuvedené platí, že požadavky se přiměřeně vztahují i na obdobné prostory zde neuvedené. Při diagonálním šíření zvuku mezi dvěma podlažími platí požadavek pro vertikální přenos zvuku.

Tab. 3 Výťah z ČSN 73 0532 – požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi.

Položka	Štandardní prostor	Chráněný prostor (příjemce)			
		Požadavky na zvukovou izolaci			
		stěny		stěny	střeš
		$R_{w, D_{st, n}}$ [dB]	$L'_{n, n, L'_{st, n}}$ [dB]	$R_{w, D_{st, n}}$ [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 ¹⁾
17	Hlučné prostory (dílny, jídelny) $L_{A, max}$ 85dB	55	48	52	-
18	Velmi hlučné prostory (taneční učebny, dílny, tělocvičny) $L_{A, max}$ 95dB	60 ²⁾	48 ²⁾	57 ²⁾	-

¹⁾ platí pro vstupní střeš, je-li chráněný prostor oddělen předsíni nebo záďevím s dalšími dveřmi.

²¹ vzhledem k možnému přenosu nízkých kmitočtů mohou být nutné další opatření. Situace obvykle vyžaduje individuální posouzení.

Stropní konstrukce oddělující vzájemně prostory učeben musí splňovat minimální hodnotu vzduchové neprůzvučnosti $R'_{w} \geq 52$ dB. Jedná se o stropní konstrukce nadzemních podlaží.

Stropní konstrukce oddělující vzájemně prostory učeben musí splňovat maximální hodnotu kročejové neprůzvučnosti $L'_{n,w} \leq 58$ dB. Jedná se o stropní konstrukce nadzemních podlaží.

Stěnové konstrukce oddělující vzájemně prostory dvou učeben nebo prostory učeben a společných prostor musí splňovat minimální hodnotu vzduchové neprůzvučnosti $R'_{w} \geq 47$ dB.

Dveře mezi učebnou a chodbou musí splňovat minimální hodnotu vzduchové neprůzvučnosti $R'_{w} \geq 32$ dB.

5. Výpočet doby dozvuku

Kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku T se ve vztahu k optimální době dozvuku T_0 provádí pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí poměru hodnot T/T_0 .

Optimální doba dozvuku T_0 pro učebny a posluchárny a objemem do 250 m³ je: $T_0 = 0,7$ s. Optimální doba dozvuku T_0 pro jazykové učebny a laboratoře je: $T_0 = 0,45$ s. Přípustné rozmezí hodnot T/T_0 je uvedeno na obr. 2.

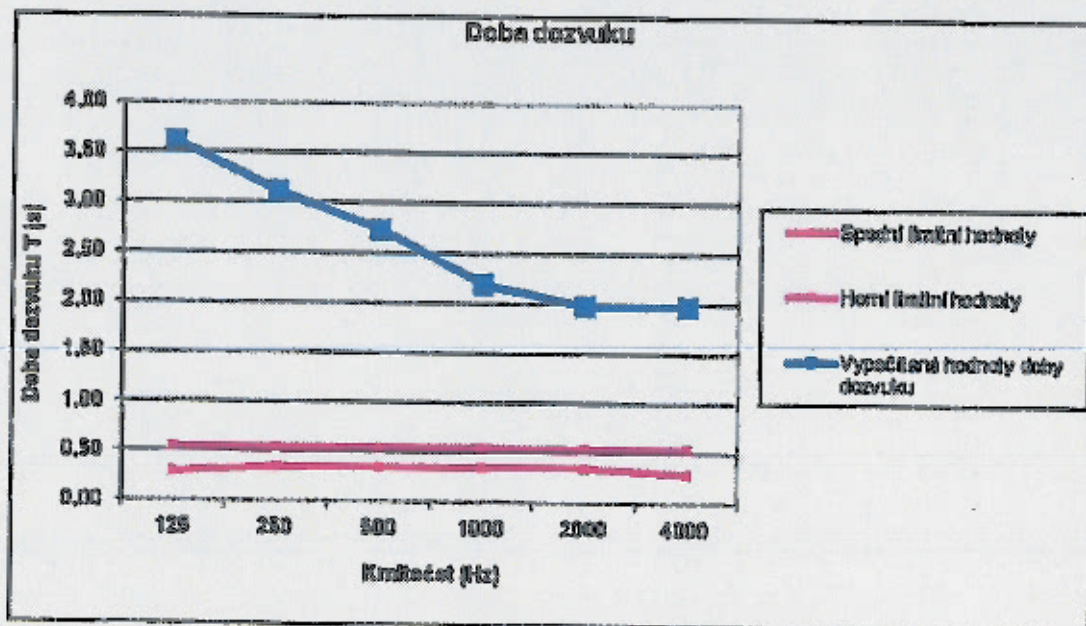
5.1. Učebna pro výuku jazyků

Optimální doba dozvuku T_0 pro jazykové učebny a laboratoře je: $T_0 = 0,45$ s. Přípustné rozmezí hodnot T/T_0 je uvedeno na obr. 2 kapitola 5.3.

Učebny jazyků budou umístěny v 1.NP a 2.NP a jsou navrženy pro 30 dětí. Jedná se o učebny se shodnými půdorysnými rozměry a okenními otvory. Návrh akustických opatření bude tedy platný pro všechny učebny – 1.07; 2.07 i 2.08. Jazykové učebny mají půdorysné rozměry 9,00 m x 7,25 m. K prosvětlení místnosti slouží 3 okenní otvory (3,45 x 2,25 m; 2,30 x 2,25 m a 1,15 x 2,25 m). Do učebny se vstupuje dveřmi o velikosti 0,90 x 1,97 m. Podlaha místnosti bude tvořena krytinou PVC. Obvodové stěny budou omítnuty štukovou omítkou. Stropy budou tvořeny nosnou betonovou konstrukcí. Ve výpočtu je uvažována 80% obsazenost učebny.

Tab. 4 Výpočet doby dozvuku – stávající stav.

Kmitočet:	125		250		500		1000		2000		4000		
	ZS (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)
	258,48	0,041	10,85	0,047	12,8	0,054	14,3	0,057	17,9	0,074	18,8	0,074	18,8
$\alpha_v \cdot A = \sum \alpha_v \cdot A_v$		0,042		0,048		0,055		0,059		0,078		0,078	
$T = 0,161 \cdot V / \sum \alpha_v \cdot A_v$													
T/T0 - přípustná dolní		0,88		0,88		0,88		0,88		0,88		0,88	
T/T0 - přípustná horní		1,20		1,20		1,20		1,20		1,20		1,20	
T - přípustná dolní		0,29		0,36		0,38		0,38		0,38		0,38	
T - přípustná horní		0,54		0,54		0,54		0,54		0,54		0,54	



Obr. 3 Graf výsledků výpočtu doby dozvuku včetně limitních hodnot

Jak vyplývá z výše uvedených výsledků, ve stávajícím stavu (bez zvukopohltivého podhledu) je doba dozvuku na všech frekvencích nevyhovující resp. je vyšší než horní limitní hodnota přípustného rozmezí dle ČSN 73 0527.

Z tohoto důvodu je nutné instalovat v učebně zvukopohltivý podhled na stropní konstrukci.

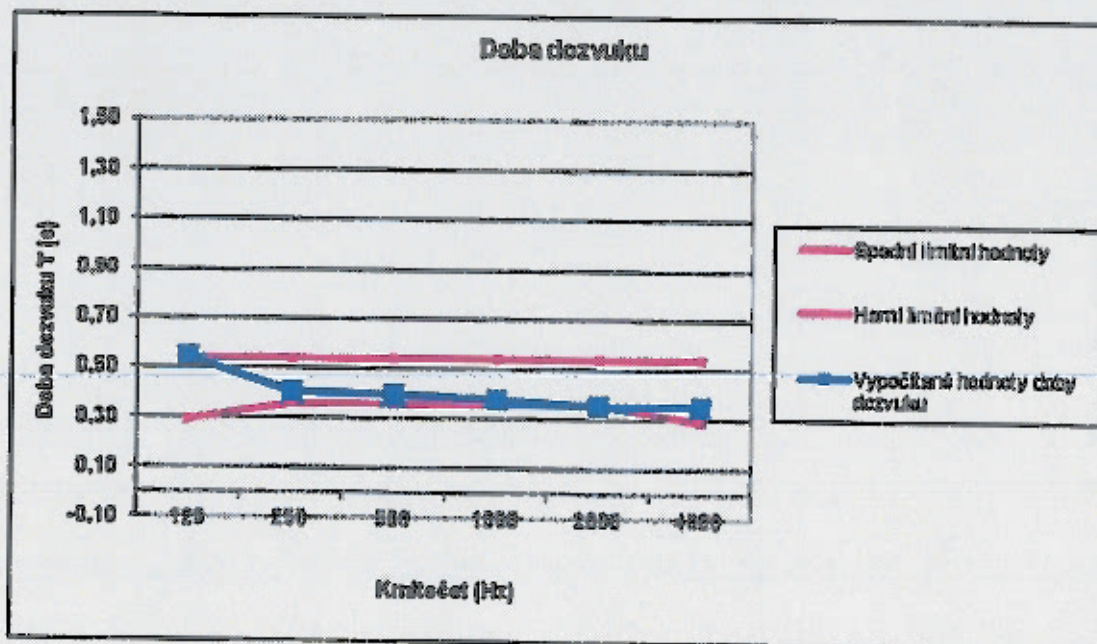
Na strop navrhujeme umístit v celé ploše zvukopohltivý akustický podhled. Svěšení podhledu bude minimálně 200 mm pod stropní konstrukcí. Podhled má viditelnou hranu reztu, lze použít i systém s pokozapuštěnou hranou. Na zadní stěnu učebny navrhujeme umístit 2 kusy zvukopohltivé desky o celkové ploše 6,48 m². Stěnové panely budou na stěny instalovány kontaktně.

Navrhovaný zvukopohltivý podhled či obklad lze zaměnit za materiál s obdobnými parametry zvukové pohltivosti.

Výsledky výpočtu doby dozvuku v jednotlivých kmitočtových pásmech jsou uvedeny v tab. 5 a na obr. 4. Ve výpočtu byly použity hodnoty činitele pohltivosti c materiálů při svěšení 200 mm.

Tab. 5 Výpočet doby dozvuku.

Kmitočet	125		250		500		1000		2000		4000		
	ES (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)
	299,49	0,217	63,32	0,300	92,7	0,307	99,1	0,317	99,9	0,321	100,0	0,321	100,0
$\alpha_v \cdot S_v + \alpha_w \cdot S_w + \alpha_g \cdot S_g$	0,295		0,295		0,295		0,290		0,405		0,405		
T/T0 - přípustná dolní	0,85		0,80		0,90		0,90		0,90		0,85		
T/T0 - přípustná horní	1,20		1,20		1,20		1,20		1,20		1,20		
T - přípustná dolní	0,29		0,35		0,38		0,38		0,38		0,29		
T - přípustná horní	0,54		0,54		0,54		0,54		0,54		0,54		



Obr. 4 Graf výsledků výpočtu doby dozvuku včetně limitních hodnot

Jak vyplývá z výše uvedených výsledků, po instalaci zvukopohltivého podhledu v kombinaci s¹

na 6,48 m² plochy zadní stěny bude kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku T pro všechny frekvence v přípustném rozmezí hodnot T/T₀ dle požadavků ČSN 73 0527 pro jazykové učebny.

Stěnový obklad je potřeba instalovat na zadní stěnu posluchárny do výškové úrovně od 1 metru nad podlahou. Z hlediska prostorové akustiky (odrazy zvuku) je umístění zvukové pohltivé materiálu na zadní stěnu učebny velmi vhodné

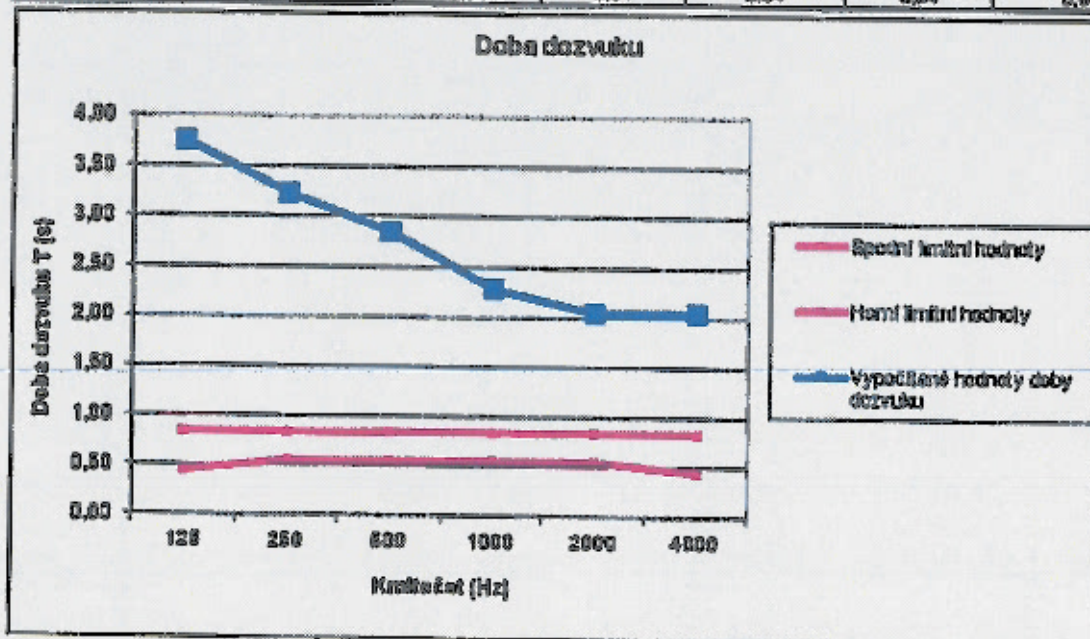
6.2. Učebny odborné (fyzika, zeměpis, přírodopis)

Optimální doba dozvuku T₀ pro učebny a posluchárny s objemem cca do 250 m³ je: T₀ = 0,7 s. Přípustné rozmezí hodnot T/T₀ je uvedeno na obr. 2 kapitola 5.3.

Odborné učebny budou umístěny v 1.NP a 2.NP a jsou navrženy pro 30 dětí. Jedná se o učebny se stejnými půdorysnými rozměry a okenními otvory. Návrh akustických opatření bude tedy platný pro všechny učebny – 1.05 - fyzika; 1.05 - zeměpis 2.04 - přírodopis. Odborné učebny mají půdorysné rozměry 9,00 m x 7,25 m. K provětrání místnosti slouží 3 okenní otvory (3,45 x 2,25 m; 2,30 x 2,25 m a 1,15 x 2,25 m). Do učebny se vstupuje dveřmi o velikosti 0,90 x 1,97 m. Podlaha místnosti bude tvořena krytinou PVC. Obvodové stěny budou omítnuty štukovou omítkou. Stropy budou tvořeny nosnou betonovou konstrukcí. Ve výpočtu je uvažována 80% obsazenost učebny.

Tab. 6 Výpočet doby dozvuku – stávající stav.

Kmitočet	125		250		500		1000		2000		4000	
	S _v (-)	A (m ²)	S _v (-)	A (m ²)	S _v (-)	A (m ²)	S _v (-)	A (m ²)	S _v (-)	A (m ²)	S _v (-)	A (m ²)
259,48	0,039	19,43	0,048	12,1	0,081	13,7	0,084	17,1	0,071	19,1	0,071	19,1
$a_1 \cdot V \cdot \ln(1 - \alpha_1) \cdot T$	0,040		0,047		0,083		0,088		0,074		0,074	
T (s) - výpočet	0,7		0,7		0,7		0,7		0,7		0,7	
T/T ₀ - přípustná dolní	0,95		0,95		0,95		0,95		0,95		0,95	
T/T ₀ - přípustná horní	1,20		1,20		1,20		1,20		1,20		1,20	
T - přípustná dolní	0,48		0,68		0,68		0,68		0,68		0,68	
T - přípustná horní	0,84		0,84		0,84		0,84		0,84		0,84	



Obr. 5 Graf výsledků výpočtu doby dozvuku včetně limitních hodnot

Jak vyplývá z výše uvedených výsledků, ve stávajícím stavu (bez zvukpohltivého podhledu) je doba dozvuku na všech frekvencích nevyhovující resp. je vyšší než horní limitní hodnota přípustného rozmazí dle ČSN 73 0527.

Z tohoto důvodu je nutné instalovat v učebně zvukpohltivý podhled na stropní konstrukci.

Na strop navrhujeme umístit na plochu 23 m² zvukpohltivý akustický podhled a na zbylou plochu (cca 44 m²) zvukpohltivý akustický podhled. Svěšání podhledu bude min. 200 mm pod stropní konstrukci. Zvukpohltivý akustický podhled bude umístěn v přední části učebny (u katedry a tabule) – nad přednášejícím. Podhled má viditelnou hranu rastu, lze použít i systém s polozapuštěnou hranou.

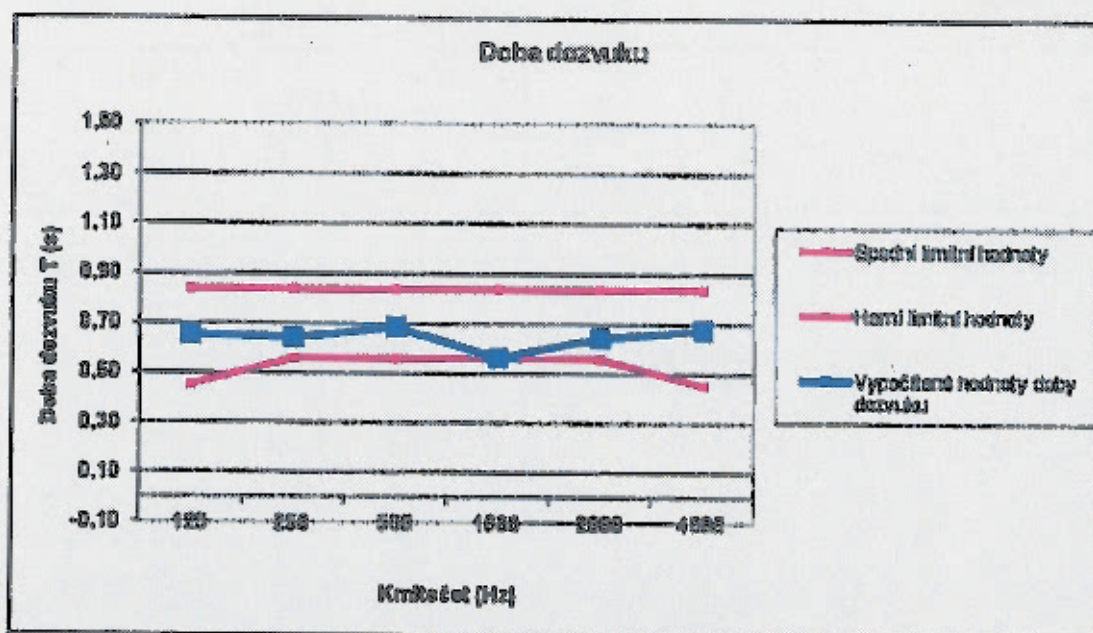
Na zadní stěnu učeben navrhujeme umístit 2 kusy zvukpohltivé desky / 6,48 m². Stěnové panely budou na stěny instalovány kontaktně.

Navrhovaný zvukpohltivý podhled či obklad lze zaměnit za materiál s obdobnými parametry zvukové pohltivosti.

Výsledky výpočtu doby dozvuku v jednotlivých kmitočtových pásmech jsou uvedeny v tab. 7 a na obr. 6. Ve výpočtu byly použity hodnoty činitele pohltivosti α materiálů / při svěšání 200 mm

Tab. 7 Výpočet doby dozvuku.

Kmitočet:	125		250		500		1000		2000		4000	
	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)
23 (m ²)	0,187	94,78	0,201	88,1	0,190	82,8	0,228	64,2	0,200	88,8	0,181	83,1
$\alpha_v = 1 - 0,7$	0,219		0,224		0,211		0,257		0,223		0,212	
T/T0 - přípustná dolní	0,88		0,80		0,80		0,80		0,80		0,88	
T/T0 - přípustná horní	1,20		1,20		1,20		1,20		1,20		1,20	
T - přípustná dolní	0,48		0,88		0,88		0,88		0,88		0,48	
T - přípustná horní	0,84		0,84		0,84		0,84		0,84		0,84	



Obr. 6 Graf výsledků výpočtu doby dozvuku včetně limitních hodnot

Jak vyplývá z výše uvedených výsledků, po instalaci zvukopohltivého podhledu (23 m²) v kombinaci s na 6,48 m³ plochy zadní stěny bude kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku T pro všechny frekvence v přípustném rozmezí hodnot T/T₀ dle požadavků ČSN 73 0527 pro učebny a posluchárny.

Zvukopohltivý akustický podhled : umístěn v přední části učebny (u katedry a tabule) – nad přednášejícím. Stěnový obklad je potřeba instalovat na zadní stěnu posluchárny do výškové úrovně od 1 metru nad podlahou. Z hlediska prostorové akustiky (odrazy zvuku) je umístění zvukově pohltivého materiálu na zadní stěnu učebny velmi vhodné (podklady v příloze č. 2).

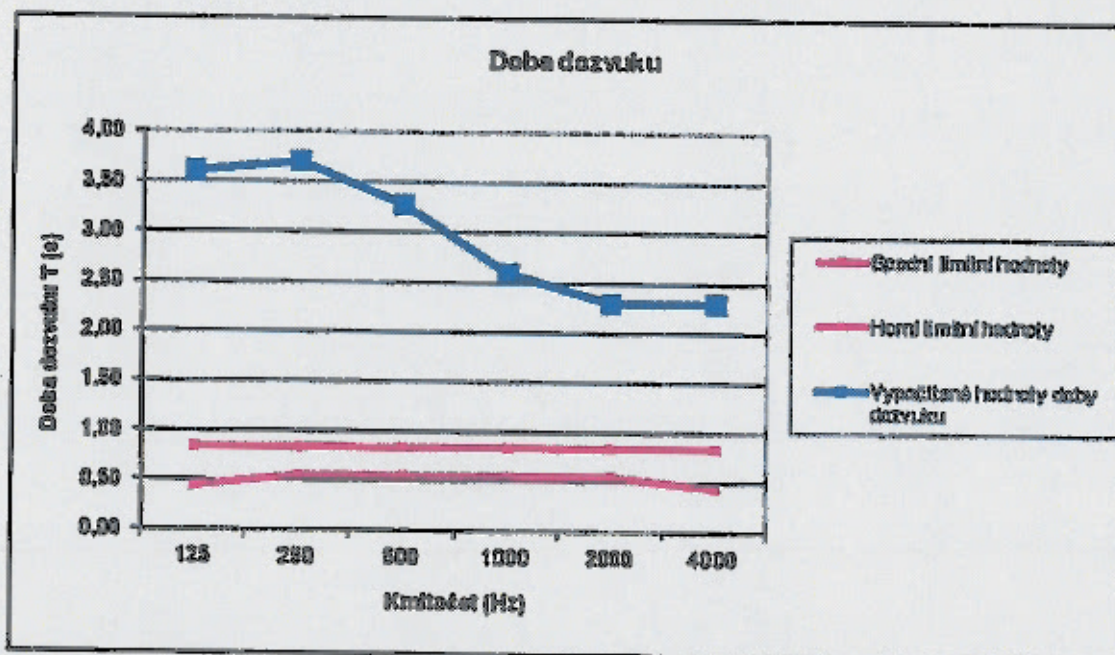
6.3. Učebny odborné (pěstítelaké práce)

Optimální doba dozvuku T₀ pro učebny a posluchárny s objemem cca do 250 m³ je: T₀ = 0,7 s. Přípustné rozmezí hodnot T/T₀ je uvedeno na obr. 2 kapitola 5.3.

Učebna pro pěstítelaké práce bude umístěna v 1.PP a je navržena pro 30 dětí. Jedná se o učebnu s půdorysnými rozměry 8,35 m x 7,85 m. K prosvětlení místnosti slouží 3 okenní otvory (2,275 x 2,25 m). Do učebny se vstupuje dveřmi o velikosti 0,90 x 1,87 m. Podlaha místnosti bude tvořena krytinou PVC. Obvodové stěny budou omítnuty štukovou omítkou. Stropy budou tvořeny nosnou betonovou konstrukcí. Ve výpočtu je uvažována 80% obsazenost učebny.

Tsb. 8 Výpočet doby dozvuku – stávající stav.

Kmitočet:	125		250		500		1000		2000		4000		
	ES (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)	$\alpha_v (-)$	A (m ²)
	258,48	0,030	19,43	0,048	12,1	0,051	13,7	0,084	17,1	0,071	12,1	0,071	19,1
$\alpha_v \cdot \sum A(1-\alpha_v) \cdot V$	0,215		0,219		0,202		0,249		0,213		0,202		
T _{0,5} (s)	0,9		1,0		1,1		1,2		1,3		1,4		
T/T0 - přípustná dolní	0,85		0,80		0,90		0,80		0,80		0,85		
T/T0 - přípustná horní	1,20		1,20		1,20		1,20		1,20		1,20		
T - přípustná dolní	0,48		0,98		0,98		0,98		0,98		0,48		
T - přípustná horní	0,84		0,84		0,84		0,84		0,84		0,84		



Obr. 7 Graf výsledků výpočtu doby dozvuku včetně limitních hodnot

Jak vyplývá z výše uvedených výsledků, ve stávajícím stavu (bez zvukpohltivého pohledu) je doba dozvuku na všech frekvencích nevyhovující resp. je vyšší než horní limitní hodnota přípustného rozmazí dle ČSN 73 0527.

Z tohoto důvodu je nutné instalovat v učebně zvukpohltivý pohled na stropní konstrukci.

Na strop navrhujeme umístit na plochu 20 m² zvukpohltivý akustický pohled a na zbylou plochu (cca 45 m²) Svěšení pohledu bude min.

zvukpohltivý akustický pohled
200 mm pod stropní konstrukcí. Zvukpohltivý akustický pohled bude umístěn v přední části učebny (u katedry a tabule) – nad přednášejícím Pohled má viditelnou hranu rástru, lze použít i systém s polozapuštěnou hranou.

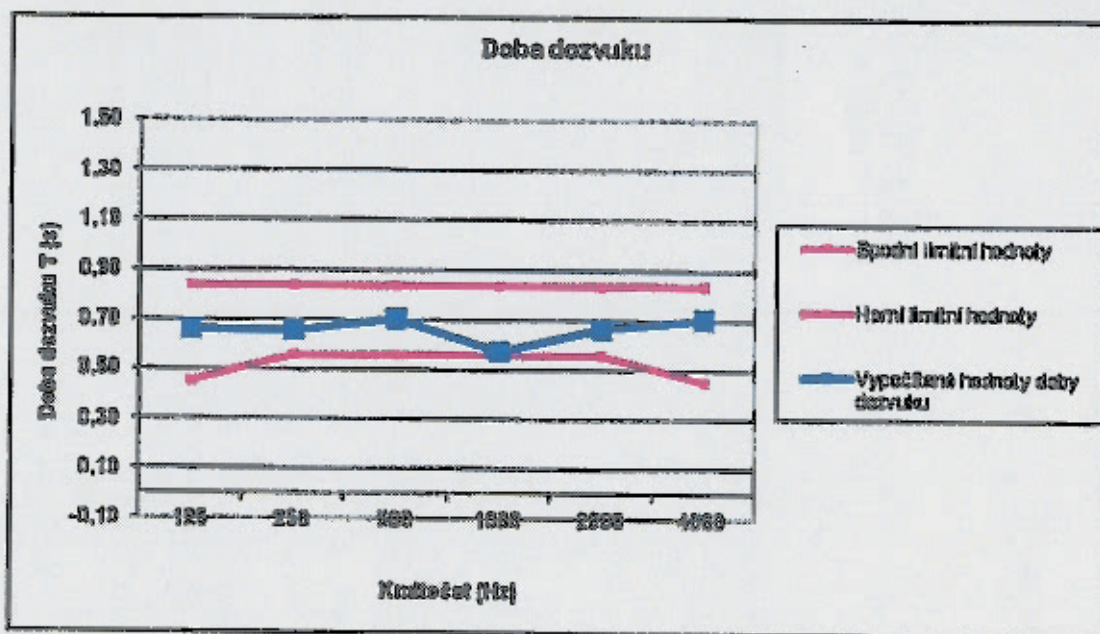
Na zadní stěnu učeben navrhujeme umístit 2 kusy zvukpohltivé desky, o celkové ploše 6,48 m². Sténové panely budou na stěny instalovány kontaktně.

Navrhovaný zvukpohltivý pohled či obklad lze zaměnit za materiál s obdobnými parametry zvukové pohltivosti.

Výsledky výpočtu doby dozvuku v jednotlivých kmitočtových pásmech jsou uvedeny v tab. 9 a na obr. 8. Ve výpočtu byly použity hodnoty číselné pohltivosti α materiálu při svěžení 200 mm

Tab. 9 Výpočet doby dozvuku.

Kmitočet:	125		250		500		1000		2000		4000		
	S (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)	α_v (-)	A (m ²)
	249,88	0,184	52,85	0,184	52,0	0,183	48,5	0,220	81,2	0,182	52,4	0,183	48,7
$\alpha_p = \ln(1 - \alpha_v)$		0,218		0,218		0,202		0,249		0,213			0,202
$T_{0,1}$ (s)		0,64		0,64		0,71		0,57		0,63			0,70
T/T_0 - přípustná dolní		0,65		0,60		0,60		0,60		0,60			0,65
T/T_0 - přípustná horní		1,20		1,20		1,20		1,20		1,20			1,20
T - přípustná dolní		0,43		0,58		0,58		0,58		0,58			0,46
T - přípustná horní		0,84		0,84		0,84		0,84		0,84			0,84



Obr. 8 Graf výsledků výpočtu doby dozvuku včetně limitních hodnot

Jak vyplývá z výše uvedených výsledků, po instalaci zvukopohltivého podhledu (45 m²) a (20 m²) v kombinaci s na 6,48 m² plochy zadní stěny bude kmitočtový průběh vypočtené doby dozvuku T pro všechny frekvence v přípustném rozmezí hodnot T/T_0 dle požadavků ČSN 73 0527 pro učebny a posluchárny.

Zvukopohltivý akustický podhled bude umístěn v přední části učebny (u katedry a tabule) – nad přednášajícím. Stánový obklad je potřeba instalovat na zadní stěnu posluchárny do výškové úrovně od 1 metru nad podlahou. Z hlediska prostorové akustiky (odrazy zvuku) je umístění zvukové pohltivé materiálu na zadní stěnu učebny velmi vhodné (podklady v příloze č. 2).

6.4. Chodby, šatny

Na chodbách a v šatinách doporučujeme instalovat celoplošný širokopásmový obklad stropu. Širokopásmový obklad stropu je podhled, jehož vážený číselní zvukové pohltivosti je větší než 0,8. Ve výše zmiňovaných prostorech doporučujeme použít podhled odsazený min. 200 mm od stropní konstrukce ($\alpha_w = 0,95$). Navrhovaný zvukopohltivý podhled lze zaměnit za materiál s obdobnými parametry zvukové pohltivosti.

6.5. Závěr z části prostorová akustika

Po instalaci navrhovaných ploch zvukopohltivých materiálů v posuzovaných učebnách bude kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku T pro všechny frekvence v přípustném rozsahu hodnot T/T_0 , dle požadavků ČSN 73 0527.

Doporučujeme před a po montáži akustických podhledů či obkladů provést měření doby dozvuku pro kontrolu a případné upřesnění ploch zvukopohltivých materiálů.

7. Hluk ze stacionárních zdrojů

7.1. Vzduchotechnika

Podklady pro výpočet hluku z provozu stacionárních zdrojů dodal projektant VZT Ing. Josef Vrba. Vzduchotechnická zařízení budou sloužit především k zajištění přívozu větracího vzduchu a odvodu nežádoucích pachů a vlhkosti z jednotlivých místností budovy, v letním období budou přichlázovat učebny i chodby. VZT bude řízena časovým programem dle využití učeben a nebude v provozu v noční době. Dvě VZT jednotky jsou navrženy pod stropem šaten v 1.PP. Sání a výdech vzduchu jednotek VZT bude na fasádu pod stropem 1.PP ($L_{\text{vA}} = \text{max } 50 \text{ dB}$ na mřížce). Na střeše jsou umístěny 3 kondenzační jednotky pro VZT ($1 \times L_{\text{vA}} = 66 \text{ dB}$ a $2 \times L_{\text{vA}} = 71 \text{ dB}$).

Dle projektanta VZT jsou zařízení navržena tak, že:

Hluk od VZT nepřekročí:

- u učeben od VZT 40dB
- Sociální zázemí do 50dB
- šatna 50dB
- chodby 45dB

Ventilátory VZT jednotek v šatině:

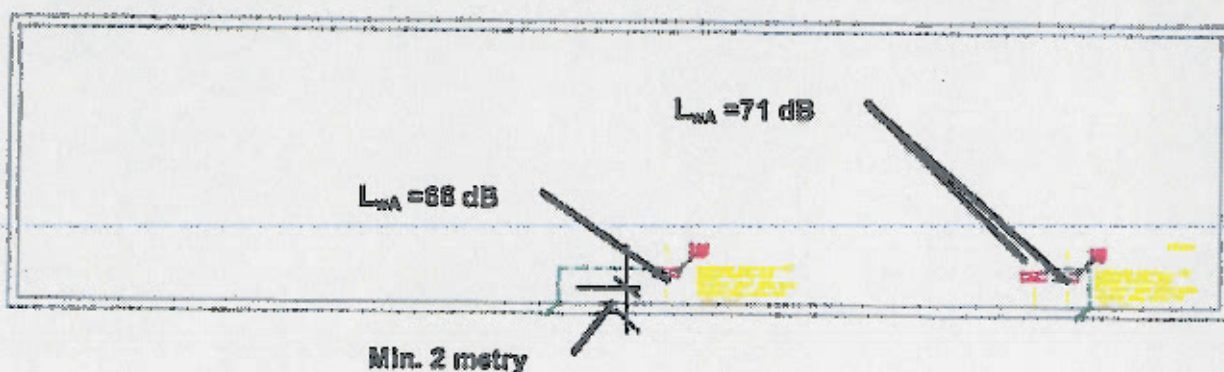
- jednotka VZT 1 – obsahuje 1 x ventilátor $L_{\text{vA}} = 54,7 \text{ dB}$ (hluk do okolí) a 1 x ventilátor $L_{\text{vA}} = 52,4 \text{ dB}$ (hluk do okolí)
- jednotka VZT 2 – obsahuje 1 x ventilátor $L_{\text{vA}} = 48,1 \text{ dB}$ (hluk do okolí) a 1 x ventilátor $L_{\text{vA}} = 45,5 \text{ dB}$ (hluk do okolí)

Dle projektanta VZT a stavební části v objektu nebudou instalovány žádné další stacionární zdroje hluku.

Výpočet v programu HLUK+ je proveden ve venkovním prostoru pro denní dobu. V denní době předpokládáme, že stacionární zdroje poběží současně po celých 8 nejhluchnějších hodin a na plný výkon. Výpočet je na straně bezpečnosti.

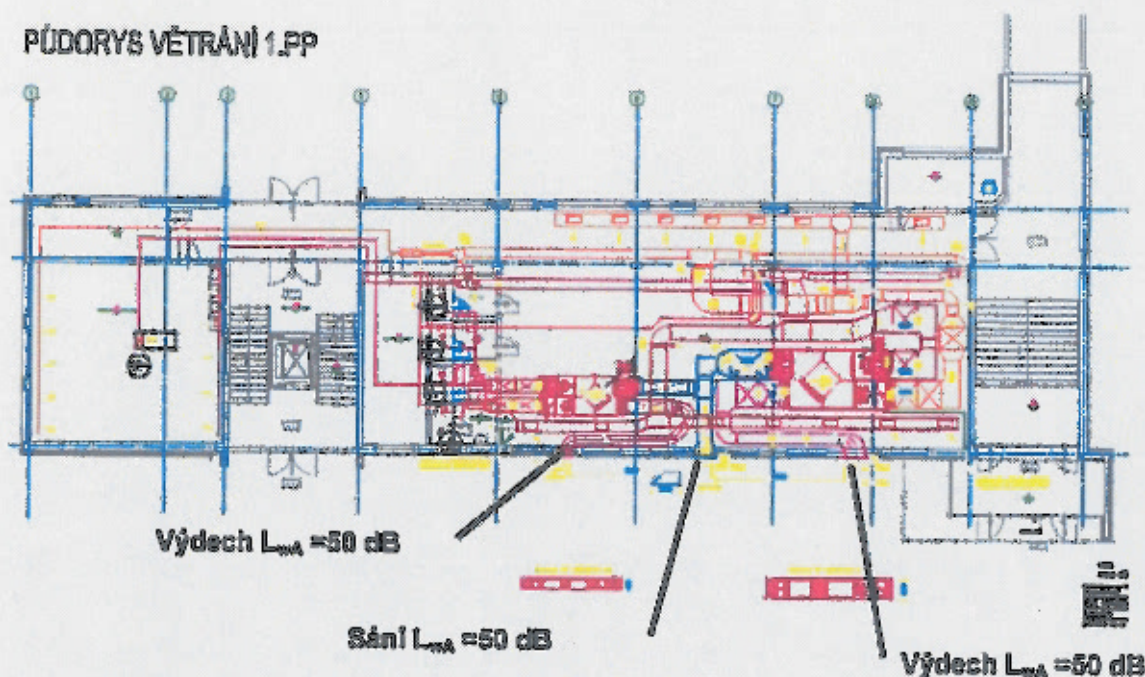
V noční nebudou stacionární zdroje v provozu.

PŮDORYS STŘECHY



Obr.9 Půdorys střechy objektu s umístěním kondenzačních jednotek

PŮDORYS VĚTRÁNÍ 1.PP



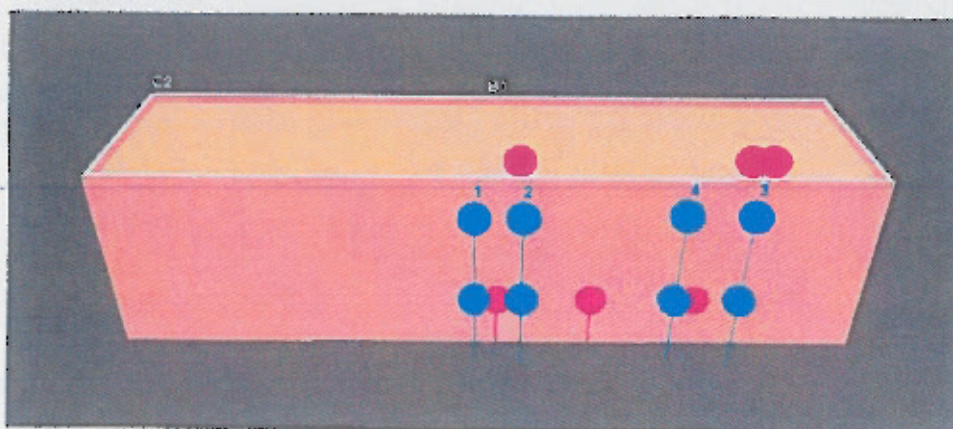
Obr.10 Půdorys 1.PP

7.2. Výběr kontrolních bodů

Jako výchozí podklad byla vzata v úvahu situace stávající zástavby a projektová dokumentace navrhovaného objektu. Stávající okolní zástavba se nachází v Berouně.

Kontrolní body jsou umístěny v chráněném venkovním prostoru stavby, čili 2,0 m od fasády příslušného objektu nebo ve venkovním chráněném prostoru čili na hranici pozemku. Kontrolní body jsou umístěny na fasádě vlastního pavilonu před okny učeben v 1. A 2.NP. Z hlediska šíření hluku byla vybrána nejkritičtější místa, kde bude ekvivalentní hladina hluku od provozu navržených stacionárních zdrojů hluku nejvyšší, neboť jsou ke zdrojům nejbližší.

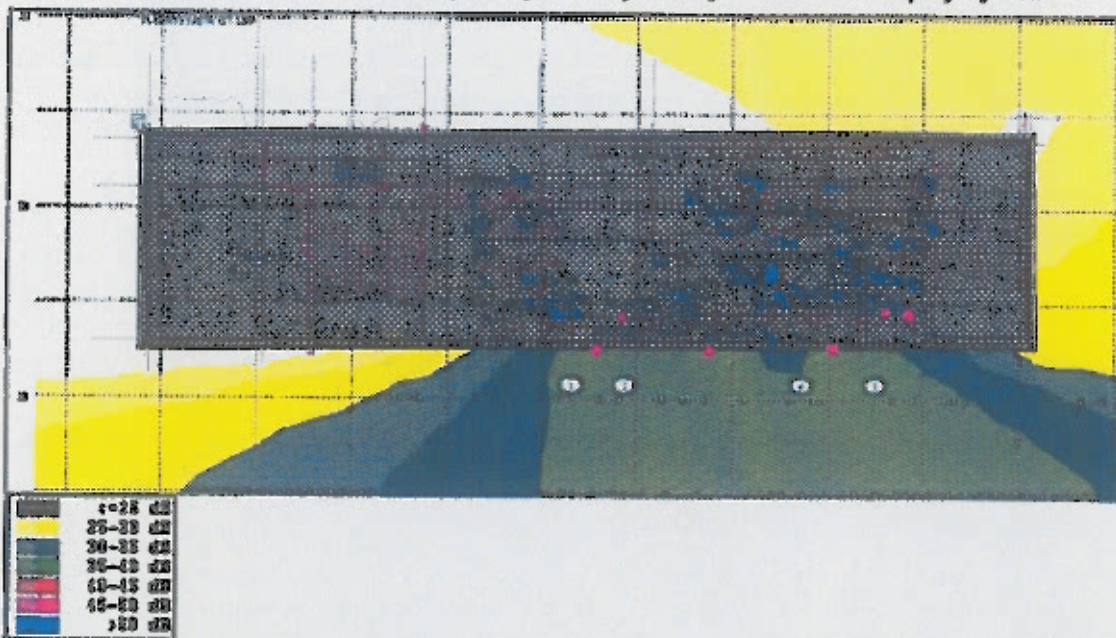
bod č. 1 až 4 kontrolní body jsou umístěny ve venkovním chráněném prostoru stavby (před okny nejbližších učeben) ve vzdálenosti 2 m od vlastní fasády navrhovaného pavilonu



Obr.11 3D model z programu HLUK + se zakreslením stacionárních zdrojů hluku a kontrolních bodů.

7.3. Výstup z programu HLUK+, venkovní stacionární zdroje - denní doba

V denní době předpokládáme, že stacionární zdroje (chlazení, větrání, náhradní zdroj, trafostanice) poběží současně po celých 8 nejhluchnějších hodin a na plný výkon.



Obr. 12 Výpočet izofon v úrovni 1.NP

Pozn.: Izofony jsou vykresleny včetně vlivu odrazu od fasády.



Obr. 13 Výpočet izofon v úrovni 2. NP

Pozn.: Izofony jsou vykresleny včetně vlivu odrazu od fasády.

Tab. č.10 Výsledné hladiny akustického tlaku v kontrolních bodech

TABULKA		RODŮ		VÝPOČTU				(DEN)	
č.	výška	Souřadnice		L _{Aeq} (dB)				předch.	měření
				doprava	průmysl	celkem			
1-	5.5	31.5;	10.7			37.7	37.7		
1-	12.7	31.5;	10.7			40.4	40.4		
2-	5.5	34.4;	10.7			38.2	38.2		
2-	11.7	34.4;	10.7			41.7	41.7		
3-	5.5	47.5;	10.5			36.6	36.6		
3-	12.0	47.5;	10.5			47.4	47.4		
4-	5.5	43.6;	10.7			37.0	37.0		
4-	12.0	43.6;	10.7			44.6	44.6		

Hladina akustického výkonu jednotlivých zařízení nesmí přestoupit hodnoty výše uvedené.

7.4. Závěr z části vlivu hluku od stacionárních zdrojů

Z výše uvedeného vyplývá, že ve venkovním chráněném prostoru staveb, 2 m před fasádou staveb pro výuku (navržený pavilon 2. základní školy a mateřské školy v Berouně) i stávající okolní zástavby bude v denní době splněn hygienický limit pro hluk ze stacionárních zdrojů $L_{Aeq,th} \leq 50$ dB dle NV č. 272/2011 Sb. V noční době nebudou navržené stacionární zdroje v provozu.

8. Stavební akustika

Do chráněného vnitřního prostoru proniká hluk jak vzduchem (vzduchem šířený hluk), tak konstrukcemi (hluk šířený konstrukcemi). Pronikání hluku vzduchem je bráněno vyhovující vzduchovou neprůzvučností konstrukcí, vzniku šíření hluku konstrukcemi je zamezeno vyhovující kročejovou neprůzvučností konstrukcí a pružným uložením jednotlivých stacionárních zdrojů hluku.

8.1. Zvuková izolace konstrukcí dle ČSN 73 0532

Nezbytným předpokladem ochrany proti hluku v místnostech je zabezpečení normativních požadavků na neprůzvučnost stavebních konstrukcí mezi místnostmi.

Vážené jednočíselné hodnoty vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách nesmí být nižší než hodnoty uvedené v následující tab. 11.

Vážené jednočíselné hodnoty kročejové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách nesmí být vyšší než hodnoty uvedené v následující tab. 11.

Pro školy platí „tabulka 1“ z požadavkové normy, řádek pod písmenem F, viz tab. 1. Pro místnosti normou neuvedené platí, že požadavky se přiměřeně vztahují i na obdobné prostory zde neuvedené. Při diagonálním šíření zvuku mezi dvěma podlažími platí požadavek pro vertikální přenos zvuku.

Tab. 11 Výťah z ČSN 73 0532 – požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi.

Skupina	Hlučný prostor	Chráněný prostor (příjemce)			
		Požadavky na zvukovou izolaci			
		stropy		stěny	dvře
		$R'_{w, D_{f,w}}$ [dB]	$L'_{n,w}, L'_{n,w}$ [dB]	$R'_{w, D_{f,w}}$ [dB]	R_w [dB]
F.	Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory				
15	Učebny, výukové prostory	52	59	47	-
16	Společné prostory, chodby, schodiště	52	56	47	32 27 ¹⁾
17	Hlučné prostory (dílky, jídelny) $L_{n,w}$ 52/50dB	55	48	52	-
18	Velké hlučné prostory (studatní učebny, dílny, tělocvičny) $L_{n,w}$ 59/50dB	60 ²⁾	48 ²⁾	57 ²⁾	-

¹⁾ platí pro vstupní dveře, je-li chráněný prostor oddělen předsíňí nebo zábradlím s dalšími dveřmi.

²⁾ uhladem k možnosti přenosu nízkých kmitočtů mohou být nutná další opatření. Situace obvykle vyžaduje individuální posouzení.

Stropní konstrukce oddělující prostory učeben a hlučných prostor musí splňovat minimální hodnotu vzduchové neprůzvučnosti $R'_{w} \geq 55$ dB. Maximální hladina akustického tlaku A uvnitř hlučného prostoru nesmí být vyšší než 85 dB. Jedná se především o stropní konstrukci mezi 1.NP a 1.PP (šatna x učebny). Požadavek je výrazně na straně bezpečnosti, neboť VZT jednotky umístěné v prostoru šaten nabudou výraznými zdroji hluku (nejhlučnější ventilátor VZT jednotky $L_{wA} < 55$ dB).

Stropní konstrukce oddělující vzájemně prostory učeben musí splňovat minimální hodnotu vzduchové neprůzvučnosti $R'_{w} \geq 52$ dB. Jedná se o stropní konstrukce nadzemních podlaží (1.NP – 2.NP).

Stropní konstrukce oddělující vzájemně prostory učeben musí splňovat maximální hodnotu kročejové neprůzvučnosti $L'_{n,w} \leq 58$ dB. Jedná se o stropní konstrukce nadzemních podlaží (1.NP – 2.NP).

Stěnové konstrukce oddělující prostory učeben a hlučných prostor musí splňovat minimální hodnotu vzduchové neprůzvučnosti $R'_{w} \geq 52$ dB. Jedná se především o stěny oddělující učebny a technické prostory.

Stěnové konstrukce oddělující vzájemně prostory dvou učeben nebo prostory učeben a společných prostor musí splňovat minimální hodnotu vzduchové neprůzvučnosti $R'_{w} \geq 47$ dB.

Dveře mezi učebnou a chodbou musí splňovat minimální hodnotu vzduchové neprůzvučnosti $R'_{w} \geq 32$ dB.

Do hlučných prostor jako jsou strojovny, spod doporučujeme instalovat celoplošně zvukopohltivý obklad stropu (např. minerální vlnu krytou děrovaným materiálem tahokov nebo širokopásmový akustický podhled).

8.1.1. STĚNA MEZI UČEBNOU A CHODBOU, STĚNA MEZI UČEBNAMI; $R'_{w, \text{min}} \geq 47$ dB

Skladba A:	ZDIVO
1. MV tl. 10 mm	
2. f 250 mm	ZDIVO
3. MVC tl. 15 mm	

Výsledná laboratorní vzduchová neprůzvučnost této konstrukce: $R_w = 60$ dB. V tom případě bude při správném technologickém postupu při výstavbě stavební vzduchová neprůzvučnost konstrukce: $R'_{w} = 58$ dB (korekce $k = 2$ dB), požadavku ČSN 73 0532 $R'_{w} \geq 57$ dB vyhoví.

garantuje hodnotu $R_w = 56$ dB v případě, že je stěnová konstrukce opatřena oboustrannou MVC omítkou (minimální objemová hmotnost 1450 kg/m^3). Při použití omítky s menší objemovou hmotností či jednostranném omítnutí dochází ke snížení vzduchové neprůzvučnosti konstrukce.

V tom případě bude při správném technologickém postupu při výstavbě stavební vzduchová neprůzvučnost konstrukce: $R'_{w} = 52$ dB (korekce $k = 4$ dB), požadavku ČSN 73 0532 $R'_{w} \geq 47$ dB vyhoví.

Nebo:

Skladba B:	ZDIVO 250 MK
1. MVC tl. 15 mm	
2. tl. 250 mm	ZDIVO
3. MVC tl. 15 mm	

garantuje hodnotu $R_w = 53$ dB v případě, že je stěnová konstrukce opatřena oboustrannou MVC omítkou (minimální objemová hmotnost 1450 kg/m^3). Při použití omítky s menší objemovou hmotností či jednostranném omítnutí dochází ke snížení vzduchové neprůzvučnosti konstrukce.

V tom případě bude při správném technologickém postupu při výstavbě stavební vzduchová neprůzvučnost konstrukce: $R'_{w} = 49$ dB (korekce $k = 4$ dB), požadavku ČSN 73 0532 $R'_{w} \geq 47$ dB vyhoví.

Skladba B:	ZDIVO
1. MVC tl. 15 mm	
2. tl. 250 mm	ZDIVO
3. MVC tl. 15 mm	

garantuje hodnotu $R_w = 57$ dB v případě, že je aténová konstrukce opatřena oboustrannou MVC omítkou (minimální objemová hmotnost 1450 kg/m^3). Při použití omítky s menší objemovou hmotností či jednostranném omítnutí dochází ke snížení vzduchové neprůzvučnosti konstrukce.

V tom případě bude při správném technologickém postupu při výstavbě stavební vzduchová neprůzvučnost konstrukce: $R'_{w, \text{pod}} = 53$ dB (korekce $k = 4$ dB), požadavku ČSN 73 0532 $R'_{w, \text{pod}} \geq 47$ dB vyhoví.

8.2. STROPNÍ KONSTRUKCE

8.2.1. STROP MEZI UČEBNAMI; $R'_{w, \text{pod}} \geq 52$ dB ; $L'_{w, \text{pod}} \leq 58$ dB ; strop šatna x učebna
 $R'_{w, \text{pod}} \geq 55$ dB

Podlaha PVC 22:

1. Ztláčivé PVC, tl. 11,5 mm
2. Vyrovnávací stěrka tl. 3 mm
3. Betonová mazanina vyztužená tl. 50 mm
4. Separční vrstva
5. Kročejová izolace , tl. 30 mm
6. Vyrovnávací vrstva –pěnobeton tl. 3 mm

Železobetonová stropní deska tl. 250 mm

Sádrová omítká tl. 10 mm

Výsledná laboratorní vzduchová neprůzvučnost této konstrukce: $R_w = 60$ dB. V tom případě bude při správném technologickém postupu při výstavbě stavební vzduchová neprůzvučnost konstrukce: $R'_{w, \text{pod}} = 58$ dB (korekce $k = 2$ dB), požadavku ČSN 73 0532 $R'_{w, \text{pod}} \geq 52$ dB vyhoví, stejně jako vyhoví požadavku $R'_{w, \text{pod}} \geq 55$ dB.

Výsledná vážená laboratorní normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku: $L_{w, \text{pod}} = 44$ dB. Při správném technologickém postupu při výstavbě konstrukce by měla být výsledná vážená normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku: $L'_{w, \text{pod}} = 44$ dB, požadavku ČSN 73 0532 $L'_{w, \text{pod}} \leq 58$ dB vyhoví.

8.3. Výsledky výpočtů a vyhodnocení

Tab. 12 Výsledky výpočtů posuzovaných konstrukcí.

Název konstrukce	Požadavek ČSN 73 0532	Výsledek výpočtu	Hodnocení
	R'_{w}, L'_{w}		
Stěna1	$R'_{w} \geq 47$ dB	$R'_{w} = 52$ dB	VYHOVUJE
Stěna	$R'_{w} \geq 47$ dB	$R'_{w} = 49$ dB	VYHOVUJE
Stěna	$R'_{w} \geq 47$ dB	$R'_{w} = 53$ dB	VYHOVUJE
Strop ŠATNA x UČEBNA	$R'_{w} \geq 5$ dB	$R'_{w} = 58$ dB	VYHOVUJE
Strop mezi UČEBNAMI	$R'_{w} \geq 52$ dB	$R'_{w} = 58$ dB	VYHOVUJE
	$L'_{w} \leq 58$ dB	$L'_{w} = 44$ dB	VYHOVUJE

8.4. Obecné zásady umístění stacionárních zdrojů

Všecká technologická zařízení budou zabezpečena a opatřena dle předpisů montáže jednotlivých výrobců navržených zařízení. Všechna zařízení a rozvody budou dilatačně oddělena, pružně nebo plasticky uložena na jednotlivých konstrukcích tak, aby bylo zamazáno přenosu hluku a vibrací do přilehlých chráněných prostor. Pružné uložení takových strojních zařízení musí být provedeno odborně dle hmotností a výkonu strojního zařízení s ohledem na rezonanční jevy, v jejichž důsledku by mohlo dojít i k zesílení přenosu chvění právě v těch kmitočtových pásmech, kde je potřebné hluk omezit. Tlumicí prvky (izolátory chvění, silentbloky) musí být v návrhu výrobců jednotlivých zařízení a musí být součástí dodávky takovéhoho zařízení. Chvění se od zdroje může přenášet i po připojovacím potrubím. Hluku vznikajícího tímto připojením se zabrání pružnoplastickým propojením mezi zařízeními a vlastním potrubím. V prostupech stavební konstrukce musí být potrubí obaleno měkkým materiálem (minerální vata, mirelon).

9. Závěr

Dané akustické posouzení bylo vypracováno k investičnímu záměru přístavby pavilonu G pro odborné učebny ve 2. základní škole a mateřské škole v Berouně, Pražského 1335.

9.1. Závěr z části vlivu hluku ze stacionárních zdrojů

Z výsledků výpočtu hluku ze stacionárních zdrojů vyplývá, že ve venkovním chráněném prostoru staveb, 2 m před fasádou staveb pro výuku (vlastní navržený pavilon) i stávající okolní zástavby bude v denní době splněn hygienický limit pro hluk ze stacionárních zdrojů $L_{Aeq,2h} \leq 50$ dB dle NV č. 272/2011 Sb. V noční době nebudou navržené stacionární zdroje v provozu.

9.2. Závěr z části prostorová akustika

Z výsledků výpočtu doby dozvuku vyplývá, že po instalaci navrhovaných ploch zvukopohltivých materiálů v navržených učebnách bude kmitočtový průběh vypočítané

doby dozvuku T pro všechny frekvence v přípustném rozmezí hodnot T/T₀ dle požadavků ČSN 73 0527. Doporučujeme provést měření doby dozvuku ve stavebně dokončených místnostech před instalací akustických podhledů či obkladů pro kontrolu a případné upřesnění ploch zvukopohltivých materiálů.

9.3. Závěr z části stavební akustika

Splnění limitních hodnot hladin akustického tlaku ve vnitřním chráněném prostoru stavby dle NV č. 272/2000 Sb. v psaném znění bude dostatečně zajištěno vyhovující vzduchovou neprůzvučností konstrukcí dle požadavků ČSN 73 0532.

Z důvodu zabránění šíření hluku konstrukcemi je nutné provést uložení veškerých technologických zařízení pružně. Do hlučných prostor jako jsou strojovny, sklady, spod. doporučujeme instalovat celoplošně zvukopohltivý obklad stropu (např. minerální vlnu krytou děrovaným materiálem tahakov nebo širokopásmový podhled).

9.4. Nejistoty výsledků výpočtového programu

Citace z uživatelské příručky zpracované sítě programu (Miloš Liberka, Jaroslav Poláček, Emil Vlasák): „Pro program HLUK+ ve verzi 8 a vyšší se nejistoty výsledků výpočtů pohybují nejvýše do 2 dB od konvenčně správné hodnoty L₁₀₀ pro posuzované situace – viz výsledky měření v materiálech konference o EIA, Ostrava 21. – 22.4.2009 (pro 13 situací měřených akreditovanou laboratoří byla zjištěna průměrná hodnota nejistoty výsledku výpočtů oproti výsledkům měření 1,5 dB).“

9.5. Závěrečná sdělení

Hodnocení ve vztahu k nejvyšším přípustným legislativním hodnotám jsou oprávněny provádět pouze a jenom orgány hygienické služby.

Akustické posouzení je duševním vlastnictvím firmy A.W.A.L. s.r.o. Jeho veřejná publikace a další využití nad rámec původního smluvního určení nebo předání další osobě je vázáno na souhlas pracovníků firmy A.W.A.L. s.r.o..

Vše zde uvedené bylo zpracováno na základě podkladů dodaných objednatelem v době zpracování.

V Praze 20.1.2017

Vypracoval :


Ing. Monika Michálková

Autorizoval:

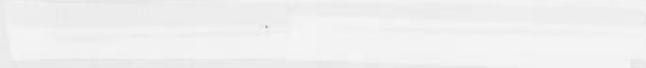

Ing. Marcel Pelech


A.W.A.L.
EXPERTNÍ A PROJEKTOVÁ KANCELÁŘ
A.W.A.L. s.r.o., Eliášova 20, 160 00 Praha 6
Tel.: +420 224 320 976, Fax: +420 224 317 661
IČ: 64944603 DIČ: CZ64944603



Přílohy:

1. Výpočet neprůzvučnosti konstrukcí



PŘÍLOHA 1

Výpočet vzduchové neprůzvučnosti konstrukce $R'w$ (dB) a výpočet vážené normované hladiny kročejového zvuku konstrukce L'_{nw} (dB)

TEORETICKÝ VÝPOČET KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

dle J.Čechura: Stavební fyzika 10, ČVUT 1997
a ČSN EN ISO 717-1 a ČSN EN ISO 717-2 (1998)

NEPrůzvučnost 2010

Název úlohy: strop Lrw
Zpracovatel: Akustika 2010
Zakázka:
Datum: 10.1.2017

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT:

Základní parametry úlohy:

Typ konstrukce: strop s plovoucí podlahou
Typ výpočtu: vážená norm. hladina kroč. zvuku (index kroče), hluku
Korekce k: 0,0 dB

Zadané vrstvy konstrukce (od chráněné místnosti):

Šířka	Název	D[m]	Ra[kg/m ³]	c[m/s]	eta[-]	Ea[NPa/m ²]
1	Železobeton 1	0,2500	2300,0	3162	0,060	---
2	Pěnová izolace	0,0360	500,0	1000	0,010	---
3	EPF	0,0300	25,0	1730	0,020	0,60
4	Beton masy 1	0,0500	2300,0	3162	0,060	---

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ:

Kmitočet [Hz]	Kroč. úroveň podlahou [Lp,1][dB]	Norm. hladina kroč. zvuku:			Rel. účinnost Ln,r[dB]	Rozdíl dL[dB]
		stropu Ln2[dB]	r. desky Ln1[dB]	VÝSLEDNÁ Ln[dB]		
100	-0,9	62,1	70,9	60,0	48	14,0
125	6,1	61,6	70,4	52,8	48	6,9
160	11,6	61,6	72,4	47,7	48	1,7
200	16,3	61,2	74,4	43,0	48	---
250	20,7	62,2	76,4	38,8	48	---
315	24,9	63,2	78,4	36,7	48	---
400	29,0	64,2	80,4	33,7	48	---
500	32,9	66,2	83,1	31,0	44	---
630	36,6	68,2	85,8	28,2	43	---
800	40,1	67,2	87,4	25,5	42	---
1000	43,3	68,2	87,2	23,2	41	---
1250	45,9	69,2	87,2	21,8	38	---
1600	47,3	70,2	84,2	21,2	35	---
2000	48,3	71,2	85,2	23,2	32	---
2500	33,9	72,2	86,2	38,6	29	7,6
3150	50,2	73,2	87,2	21,3	26	---
Součet:						30,8

Pro frekvenci 100 Hz je nepříznivá odchylka větší než 6 dB.

Vážená normalizovaná hladina kročejového zvuku Lrw : 44 dB
Faktor přizpůsobení spektru CI : 2 dB

STOP, NEPrůzvučnost 2010

TEORETICKÝ VÝPOČET VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

dle J.Čechura: Stavební fyzika 10, ČVUT 1997
a ČSN EN ISO 717-1 a ČSN EN ISO 717-2 (1995)

NEPrůzvučnost 2010

Název úlohy : strop
Zpracovatel : Akustika 2010
Zakázka :
Datum : 10.1.2017

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT:

Základní parametry úlohy:

Typ konstrukce : jednoduchá vrstvená
Typ výpočtu : vážená neprůzvučnost (Index vzduch. neprůzvučnosti)
Korekce k : 2,0 dB

Zadané vrstvy konstrukce (od chráněné místnosti):

Číslo	Název	D[m]	Ra[kg/m ³]	s[m/s]	α ₀ (-)	E _d [MPa]/G ₀ (-)
1	Železobeton 1	0,2500	2300,0	3182	0,080	---
2	Pěnobeton	0,0350	500,0	1000	0,010	---
3	Polystyren 2	0,0300	25,0	1730	0,020	---
4	Beton hutný 1	0,0500	2300,0	3182	0,080	---
Suma:		0,3850	1940,4	3397	0,080	---

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ:

Kmitočet [Hz]	Neprůzv. R[dB]	Reč. hřívka R _{reč} [dB]	Rozdíl deltaR[dB]
100	40,2	41	0,8
125	43,8	44	0,4
160	45,8	47	1,4
200	47,6	50	2,4
250	49,6	53	3,4
315	51,8	56	4,4
400	53,6	59	5,4
500	55,6	60	4,4
630	57,6	61	3,4
800	59,8	62	2,4
1000	61,8	63	1,4
1250	63,6	64	0,4
1600	65,6	64	---
2000	67,6	64	---
2500	69,6	64	---
3150	71,6	64	---
Součet:			30,8

Vážená neprůzvučnost (laboratorní) R_w : 60 dB
Faktor přizpůsobení spektru C : -2 dB
Faktor přizpůsobení spektru C, tr : -6 dB

Zápis dle ČSN EN ISO 717-1: R_w (C;Ctr) = 60 (-2;-6) dB

Předpokládaná vážená stavební neprůzvučnost R'_w : 60 dB