

Akustická studie

## **Posouzení hluku ze stacionárních zdrojů a prostorové akustiky v učebnách**

---

Základní škola Karla Hašlera Libčice nad Vltavou  
5. května 68  
252 66 Libčice nad Vltavou

50.1988881N, 14.3637886E

**Zpracovatel:**

**DEKPROJEKT s.r.o.**

Tiskařská 10/257  
budova TTC  
108 00 Praha 10  
tel.: +420 234 054 284  
email: info@atelier-dek.cz

IČ: 27642411; DIČ: CZ699000797

Bankovní spojení:  
Komerční banka Praha 9  
35-7899980247/0100

**Objednatel:**

**Ing. Lukáš Michek**

Poštovní 615  
468 61 Desná  
IČ: 76550982

tel: +420 608 050 650  
email: michek@bonarch.cz

**Vypracoval:**

Ing. Lenka Peštová

**Kontroloval:**

Ing. Jan Pešta, Ing. Tomáš Kupsa

**Verze dokumentu:** První vydání

Zpracováno v období: 2025/03

## Obsah

<b>1. PODKLADY.....</b>	<b>2</b>
<b>2. SITUACE.....</b>	<b>3</b>
<b>3. STACIONÁRNÍ ZDROJE HLUKU - CHRÁNĚNÝ VENKOVNÍ PROSTOR STAVEB.....</b>	<b>3</b>
3.1 Hygienické limity hluku.....	3
3.2 Vstupní data.....	5
3.3 Výpočet.....	6
3.4 Posouzení.....	7
<b>4. STACIONÁRNÍ ZDROJE HLUKU - CHRÁNĚNÝ VNITŘNÍ PROSTOR STAVBY.....</b>	<b>8</b>
4.1 Hygienické limity hluku.....	8
4.2 Vstupní data.....	8
4.3 Výpočet.....	8
4.4 Posouzení.....	8
<b>5. POSOUZENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY.....</b>	<b>12</b>
5.1 Vstupní data.....	12
5.2 Požadavky.....	12
5.3 Výpočtový model.....	13
5.4 Pohltivé úpravy.....	14
5.5 Posouzení.....	16
<b>6. ZÁVĚR.....</b>	<b>17</b>

### 1. PODKLADY

- [1] Objednávka ze dne 5.3.2025 dle nabídky D2025-079895
- [2] Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů
- [3] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů
- [4] ČSN ISO 1996-2 Akustika – Popis, měření a posuzování hluku prostředí – Část 2: Určování hladin hluku prostředí
- [5] ČSN ISO 9613-2 Akustika – Útlum při šíření zvuku ve venkovním prostoru – Část 2: Obecná metoda výpočtu
- [6] Stavební fyzika 10 – Akustika stavebních konstrukcí – Doc. Ing. Jiří Čechura, Csc. - Vydavatelství ČVUT - 1999
- [7] Výkresová dokumentace a informace o zdrojích hluku zaslané objednatelem
- [8] Výpočtový program HLUK+ verze 13.01 profi13
- [9] Mapové podklady <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>
- [10] Výpočetní program ODEON 15.16 Auditorium
- [11] ČSN 73 0525 (73 0525) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady.
- [12] ČSN 73 0527 (73 0527) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – prostory pro kulturní účely – prostory ve školách – prostory pro veřejné účely.
- [13] ČSN EN 12354-6 (73 0512) Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech
- [14] ČSN EN ISO 11654 (73 0528) Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti

*Pozn.: U předpisů a norem platí poslední znění včetně novelizací a změn vydaných k datu zpracování studie*

## 2. SITUACE

Předmětem hlukové studie je Základní škola Karla Hašlera na adrese 5. května 68, Libčice nad Vltavou. V části 2.NP objektu je navržený nový systém chlazení. Úkolem studie v rámci dokumentace pro stavební povolení je posouzení hluku z nově instalovaných stacionárních zdrojů v chráněném venkovním a vnitřním prostoru staveb dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. a v řešených učebnách ve 2.NP posouzení doby dozvuku dle požadavků ČSN 73 0527 – pro kmenové a odborné učebny.

Posuzovaným zdrojem hluku jsou zařízení chlazení - vnitřní jednotky v učebnách a kancelářích a jedna venkovní jednotka na fasádě ve vnitrobloku.

Prostorová akustika je řešena v učebnách 2.06, 2.29 a 2.34. Uvažovaná kapacita všech tří posuzovaných učeben je 30 žáků.

Akustická studie nenahrazuje projektovou dokumentaci. Součástí akustické studie není posouzení navrhovaných konstrukcí vůči jiným než ve studii uvedeným akustickým požadavkům. Může být nutné posouzení z hlediska tepelněvlhkostního režimu konstrukcí, z hlediska požární bezpečnosti staveb, statiky a dalších hledisek. Navrhované konstrukce musí být realizovány dle projektové dokumentace a technických postupů výrobců.

Situace s umístěním předmětného objektu je na Obr./1/.



Obr./1/ Situace – umístění objektu, zdroj: <https://mapy.cz/>

## 3. STACIONÁRNÍ ZDROJE HLUKU - CHRÁNĚNÝ VENKOVNÍ PROSTOR STAVEB

### 3.1 Hygienické limity hluku

Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb, chráněném venkovním prostoru a chráněném vnitřním prostoru staveb jsou uvedeny v nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

Tyto prostory jsou definovány v zákoně 258/2000 Sb.

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. 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. Rekreační účely podle věty první zahrnuje i užívání pozemku na základě vlastnického, nájemního nebo podnájemního práva souvisejícího s vlastnictvím bytového nebo rodinného domu, nájmem nebo podnájemem bytu v nich. Co se považuje za prostor významný z hlediska pronikání hluku, stanoví prováděcí právní předpis.

Prostorem významným z hlediska pronikání hluku se dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. rozumí 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.

#### Chráněný venkovní prostor staveb a chráněný venkovní prostor

Hodnoty hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku, se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$ . V denní době se 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, s výjimkou účelových komunikací, 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 ( $L_{Aeq,8h}$ ).

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$ , s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  se rovná 50 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 3 k nařízení vlády [2]. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích a drahách, a hluku s výrazně informačním charakterem se přičte další korekce -5 dB.

**Tab./1/ Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru a chráněném venkovním prostoru staveb**

Druh chráněného prostoru	Hygienický limit $L_{Aeq,T}$ [dB]		
	1)	2)	3)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	45	55	63
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	50	55	63
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a ostatní chráněný venkovní prostor	50	60	68

Korekce uvedené v tabulce se nesčítají.

Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních a tramvajových drahách, kde se použije korekce -5 dB.

Jde-li o souběh pozemních komunikací s různými hygienickými limity hluku, výsledný limit hluku se stanoví podle té komunikace, ze které je příspěvek hluku z dopravy na této komunikaci převažující.

Pravidla použití korekce uvedené v tabulce:

- 1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů. Pro seřaďovací nádraží, která byla uvedena do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.
- 2) Použije se pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách, které byly umístěny a povoleny rozhodnutím nebo opatřením podle jiného právního předpisu po 31. prosinci 2000.
- 3) Použije se pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách, které byly umístěny a povoleny rozhodnutím nebo opatřením podle jiného právního předpisu před 1. lednem 2001. Dále se použije pro hluk z dopravy, jde-li o činnost podle § 2 písm. p) nebo q) na těchto pozemních komunikacích a drahách prováděnou po 1. lednu 2001.

Pro hluk ze stacionárních zdrojů v chráněných venkovních prostorech stavby jsou hygienické limity  **$L_{Aeq,8h} = 50 \text{ dB} / 45 \text{ dB}$  pro denní dobu a  $L_{Aeq,1h} = 40 \text{ dB} / 35 \text{ dB}$  pro noční dobu**. Rozdíl 5 dB v uvedených hodnotách představuje korekci na přítomnost tónové složky, kterou nelze v této fázi jednoznačně potvrdit ani vyloučit.

V chráněném venkovním prostoru odpovídá hygienický limit hodnotám v chráněném venkovním prostoru stavby v denní době  **$L_{Aeq,8h} = 50 \text{ dB} / 45 \text{ dB}$** .

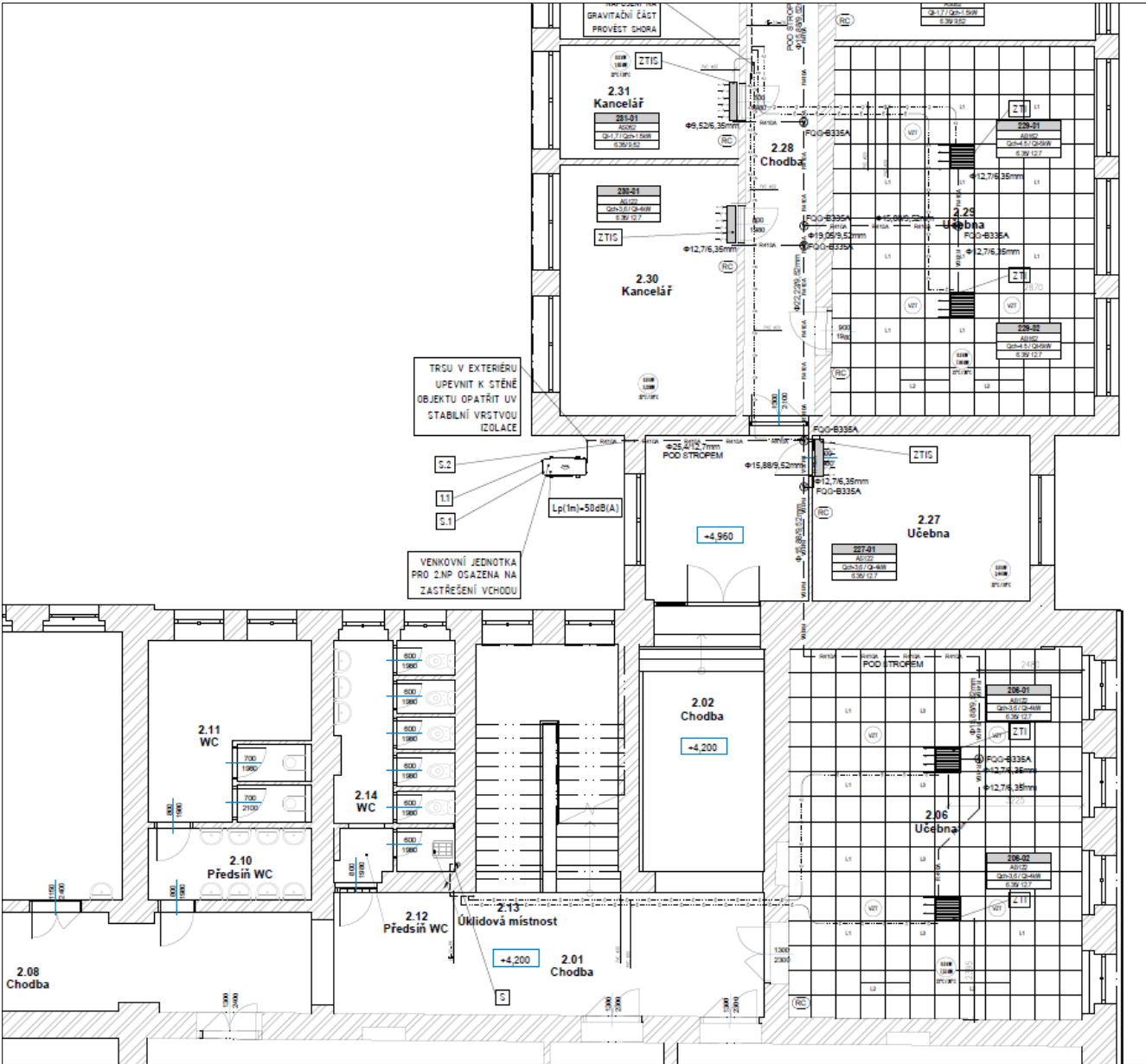
3.2 Vstupní data

Zdrojem hluku do venkovního prostoru je venkovní jednotka chlazení umístěná na konzole na fasádě ve výšce oken 1.NP nad stříškou vstupu na školní dvůr. Provoz zařízení se předpokládá pouze v době provozu školy v denní době 06.00 – 22.00 hod. Informace k hlučnosti zařízení a umístění dodané projektantem jsou zřejmé z následující tabulky a obrázku.

Tab./2/ Zdroj hluku

Zdroj hluku	Typ	Počet	Umístění	Hlučnost	Doba provozu
Venkovní jednotka chlazení	AU12NFKERA 31,5 kW	1	Fasáda ve vnitrobloku v úrovni 1.NP	$L_{pA} = 58 \text{ dB v } 1 \text{ m}$ / $L_{WA} = 72 \text{ dB}^*$	denní

\*Dopočtené hodnoty  $L_{WA}$  zdroje na základě rozměru zařízení.



Obr./2/ Výřez půdorysu 2.NP



### 3.3 Výpočet

Výpočet byl proveden v programu HLUK+ verze 13.01 profi13. Ve výpočtu byl použitý odrazivý terén. Nejbližší chráněné venkovní prostory staveb se nachází 2 m před fasádami okolních rodinných domů (bod 1 a 2) a vlastního objektu základní školy (body 3 - 4). Jednotlivé umístění výpočtových bodů je popsáno v následující tabulce.

**Tab./3/ Výpočtové body**

Číslo bodu	Úroveň	Popis
1	1.NP a 2.NP	2 m před fasádou rodinného domu Libušina č.p. 69, parcela č. 48 kat. území Libčice nad Vltavou
2	1.NP a 2.NP	2 m před fasádou rodinného domu K Nádraží č.p. 38, parcela č. 83 kat. území Libčice nad Vltavou
3 – 4	1.PP - 2.NP	2 m před fasádou stavby občanského vybavení 5. května č.p. 68, parcela č. 77 kat. území Libčice nad Vltavou – řešený objekt základní školy

Poloha výpočtových bodů a zdrojů hluku je schematicky vyznačena na následujícím obrázku.



**Obr./3/ Situace s umístěním výpočtových bodů**

#### Nejistota výpočtu

Vzhledem k algoritmu výpočtového programu, možnostem namodelování situace, přesnosti vstupních dat a dalších vlivům byla odhadnuta nejistota výpočtu na hodnotu  $\varepsilon = 2$  dB. Při posuzování výsledné hodnoty  $L_{Aeq,T}$  a jejího vztahu k hygienickému limitu hluku  $L_{lim}$  stanovených dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. [3] se vychází z těchto podmínek:

- hygienický limit je výpočtově překročen, pokud je  $L_{Aeq,T} - 2 > L_{lim}$
- hygienický limit je výpočtově dodržen, pokud  $L_{Aeq,T} + 2 \leq L_{lim}$
- hodnota neumožňuje jednoznačný závěr o dodržení hygienického limitu hluku v případech, kdy  $L_{Aeq,T} - 2 \leq L_{lim}$  a zároveň  $L_{lim} < L_{Aeq,T} + 2$ .

### 3.4 Posouzení

Vypočtené hodnoty hladiny hluku z provozu stacionárních zdrojů jsou uvedeny v následující tabulce. Vypočtené hodnoty pro body 1 až 4 jsou porovnány s hygienickým limitem hluku  $L_{Aeq,8h} = 45$  dB v denní době. V noční době není zařízení v provozu. Ve vyhodnocení je zohledněna nejistota výpočtu.

**Tab./4/ Hodnocení v chráněných venkovních prostorech staveb**

Bod	Úroveň	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ [dB]	
		Denní doba $L_{Aeq,8h} = 45$ dB	Hodnocení
1	1.NP	29,4	Limit dodržen
	2.NP	29,4	Limit dodržen
2	1.NP	23,6	Limit dodržen
	2.NP	23,2	Limit dodržen
3	1.PP	32,0	Limit dodržen
	1.NP	39,6	Limit dodržen
	2.NP	38,8	Limit dodržen
4	2.NP	39,9	Limit dodržen

Z tabulky je zřejmé, že vypočtené hodnoty hladiny akustického tlaku A v chráněných venkovních prostorech staveb nepřekračují v žádném z výpočtových bodů hygienický limit hluku pro provoz stacionárních zdrojů  $L_{Aeq,8h} = 45$  dB v denní době.

V nižších podlažích v bodě 4 ani na zbývajících částech fasády hlavní budovy školy směrem do vnitrobloku se nenachází žádné chránění vnitřní prostory (učebny ani kanceláře) posouzení je v bodě 4 pouze v úrovni 2.NP kde je učebna. V bodě 3 je učebna v 1.NP, v 1.PP a 2.NP jsou kanceláře.

## 4. STACIONÁRNÍ ZDROJE HLUKU - CHRÁNĚNÝ VNITŘNÍ PROSTOR STAVBY

### 4.1 Hygienické limity hluku

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 [3]. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, dráhách 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 podlažím.

Pro hluk v prostoru učeben platí po dobu provozu hygienický limit pro provoz stacionárních zdrojů  $L_{Amax} = 45 \text{ dB}$  /  $L_{Amax} = 40 \text{ dB}$  s tónovou složkou.

Pro kancelářské prostory platí hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště, na němž je vykonávána práce náročná na pozornost a soustředění, a dále pro pracoviště určené pro tvůrčí práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku A  $L_{Aeq,8h}$  se rovná **50 dB**.

### 4.2 Vstupní data

Typy vnitřních jednotek chlazení byly dodány projektantem VZT. V učebnách jsou umístěny vždy 2 stropní kazetové jednotky, v kancelářích pak nástěnné jednotky v počtu 1 - 2 ks dle velikosti kanceláře.

Hlukové parametry vnitřních jednotek chlazení jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./5/ Hlukové parametry vnitřních jednotek

Místnost	Typ vnitřní jednotky	Hlukové parametry $L_{WA}$ [dB] maximální/ střední/ nízký výkon
Učebna 2.06	AB122MCERA(M)	47/44/43
Učebna 2.29	AB162MCERA(M)	47/44/43
Kancelář 2.31	AS052MNERAB	49/46/41

### 4.3 Výpočet

Výpočet hluku z provozu chlazení byl proveden ve 3 typových prostorech, z kanceláří byla vybrána místnost s nejmenšími rozměry jako nejkritičtější.

Posuzované prostory:

- učebna 2.06
- učebny 2.29
- kancelář 2.31

Výpočet byl proveden v softwaru Odeon [10], ve výšce 1,5 m nad podlahou místnosti v mřížce v rastru 1,0 m. Spektrum zdroje hluku není známo. Výpočet byl proveden pro stav spuštění zařízení na maximální a střední výkon. Hlukové parametry pro tento provoz jsou uvedeny v tabulce 5. Ve výpočtu jsou dále zohledněny navržené pohltivé úpravy učeben dle kapitoly 5 studie.

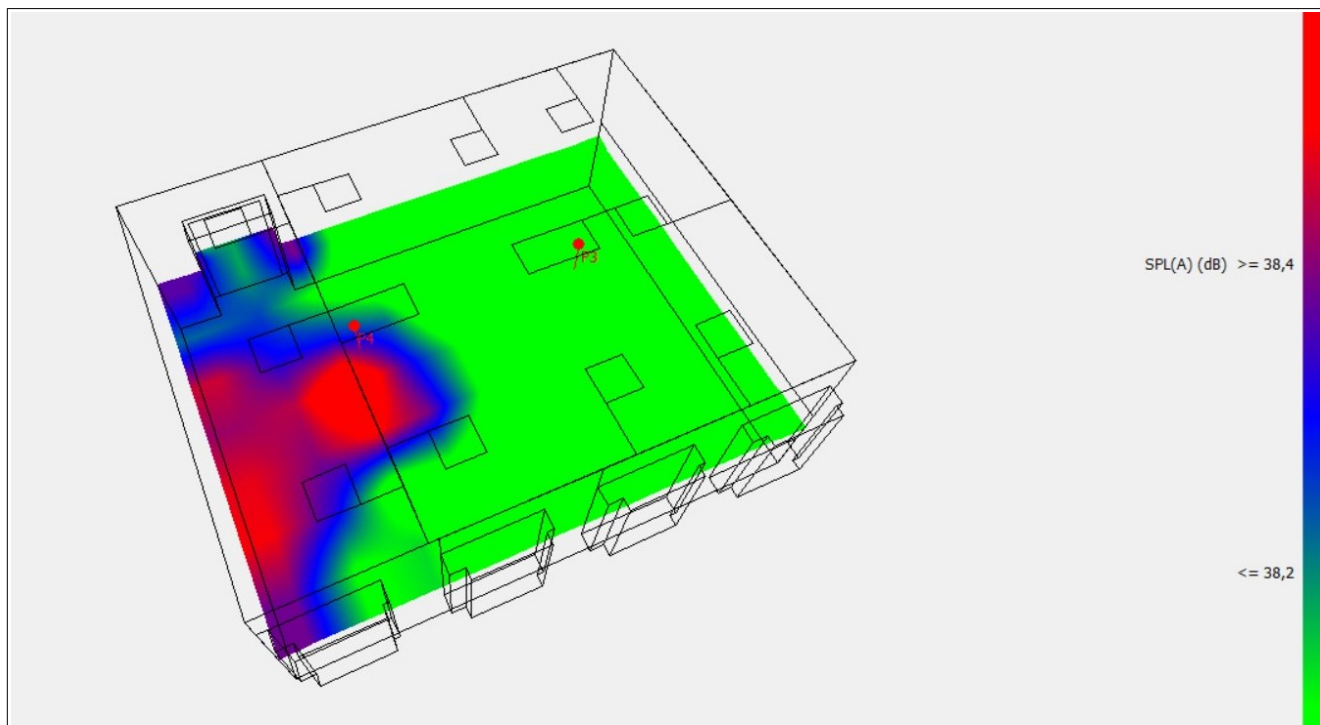
### 4.4 Posouzení

Rozložení hladin akustického tlaku A od provozu jednotek chlazení v úrovni 1,5 m nad podlahou pro dva stupně výkonu je zřejmé z následujících obrázků.



**- Učebna 2.06**

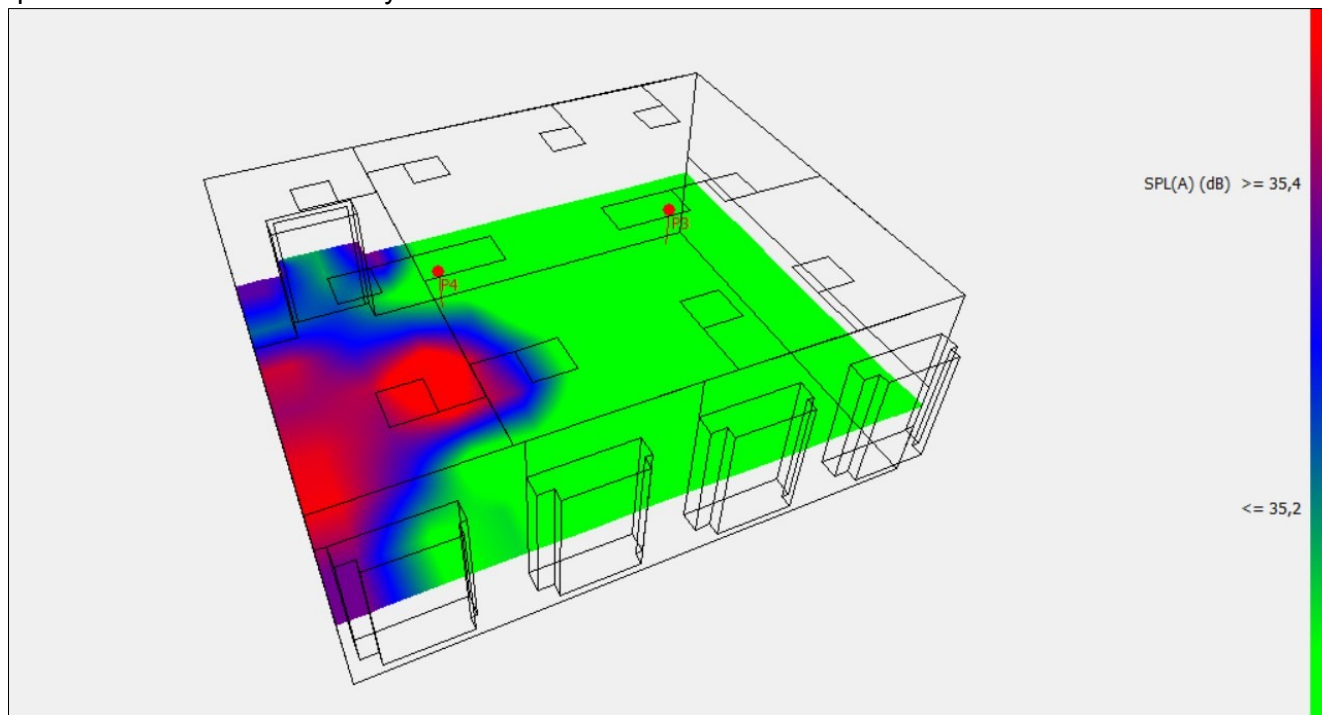
- provoz chlazení na maximální výkon



**Obr./4/  $L_{PA}$  v 1,5 m od provozu chlazení na max. výkon – učebna 2.06**

Hladiny akustického tlaku A od provozu chlazení na max. výkon se v učebně pohybují v rozmezí 37,7 dB - 38,6 dB.

- provoz chlazení na střední výkon

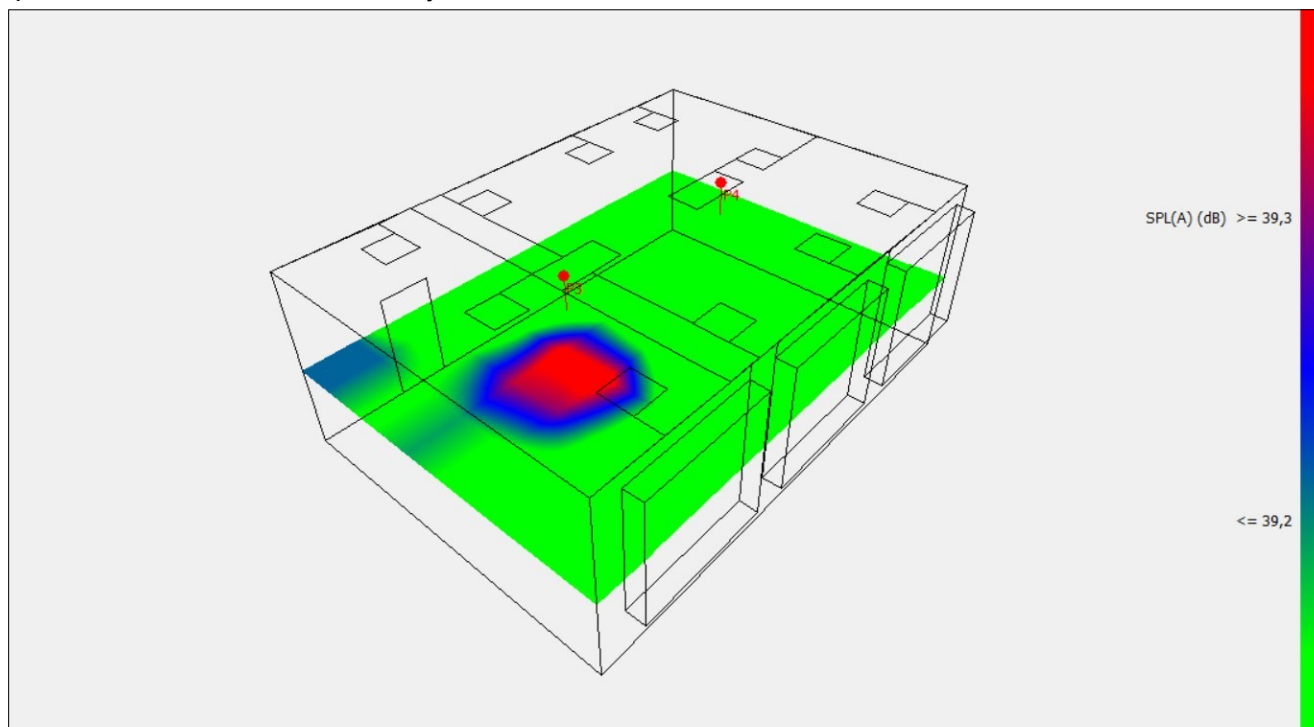


**Obr./5/  $L_{PA}$  v 1,5 m od provozu chlazení na střední výkon – učebna 2.06**

Hladiny akustického tlaku A od provozu chlazení na střední výkon se v učebně pohybují v rozmezí 34,7 dB – 35,6 dB.

**- Učebna 2.29**

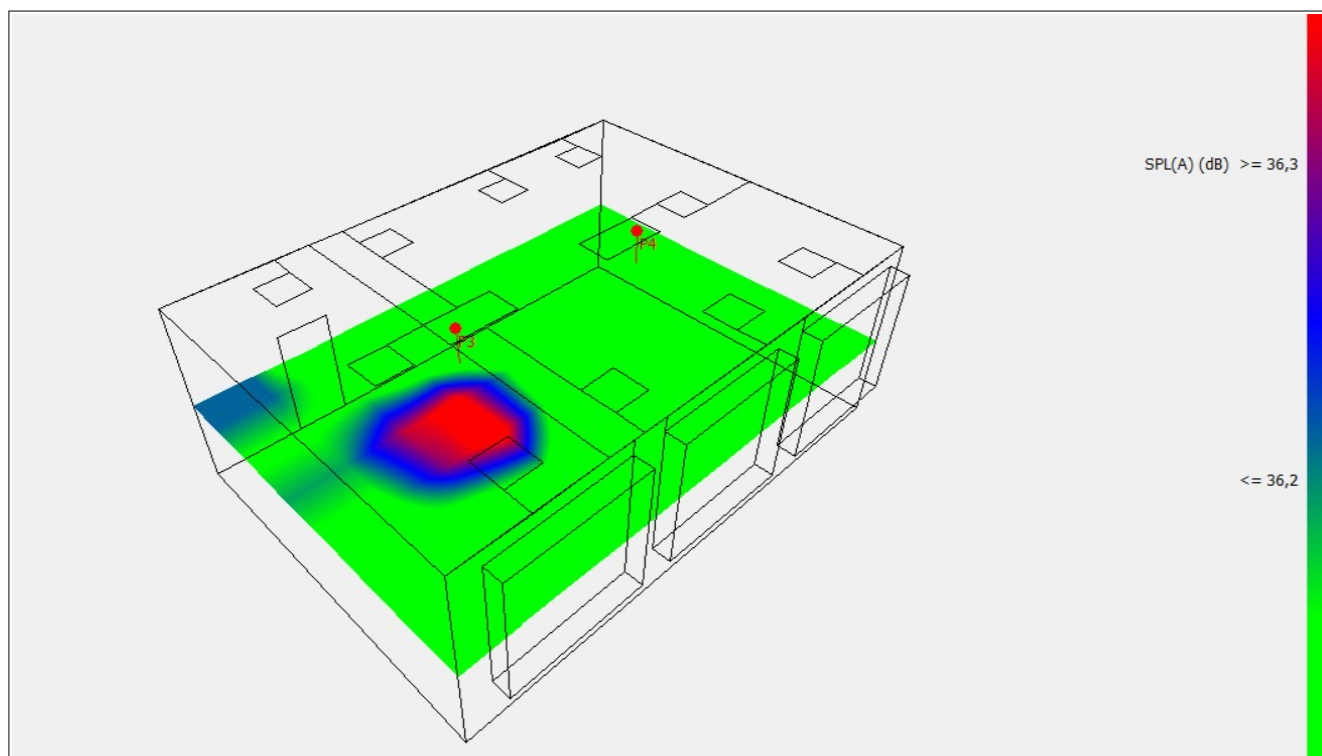
- provoz chlazení na maximální výkon



**Obr./6/  $L_{PA}$  v 1,5 m od provozu chlazení na max. výkon – učebna 2.29**

Hladiny akustického tlaku A od provozu chlazení na max. výkon se v učebně pohybují v rozmezí 38,9 dB – 39,4 dB.

- provoz chlazení na střední výkon

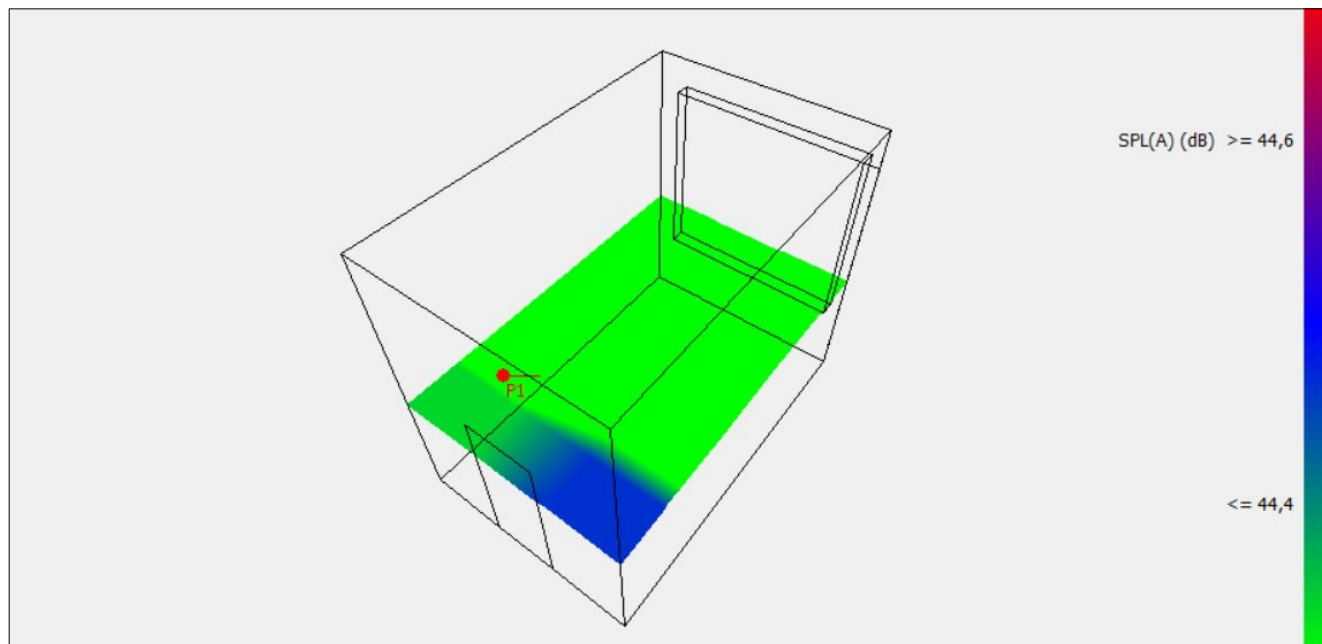


**Obr./7/  $L_{PA}$  v 1,5 m od provozu chlazení na střední výkon – učebna 2.29**

Hladiny akustického tlaku A od provozu chlazení na střední výkon se v učebně pohybují v rozmezí 35,9 dB – 36,4 dB.

**- Kancelář 2.31**

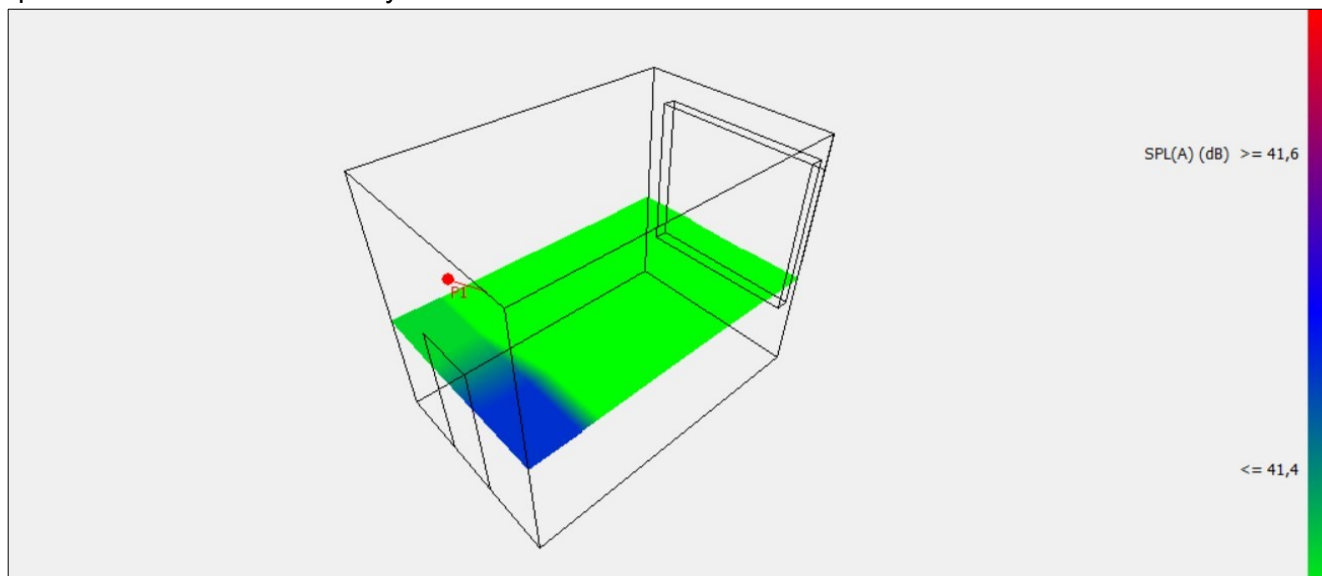
- provoz chlazení na maximální výkon



**Obr./8/  $L_{PA}$  v 1,5 m od provozu chlazení na max. výkon – kancelář 2.31**

Hladiny akustického tlaku A od provozu chlazení na max. výkon se v kanceláři pohybují v rozmezí 44,1 dB - 44,6 dB.

- provoz chlazení na střední výkon



**Obr./9/  $L_{PA}$  v 1,5 m od provozu chlazení na střední výkon – kancelář 2.31**

Hladiny akustického tlaku A od provozu chlazení na střední výkon se v kanceláři pohybují v rozmezí 41,1 dB - 41,6 dB.

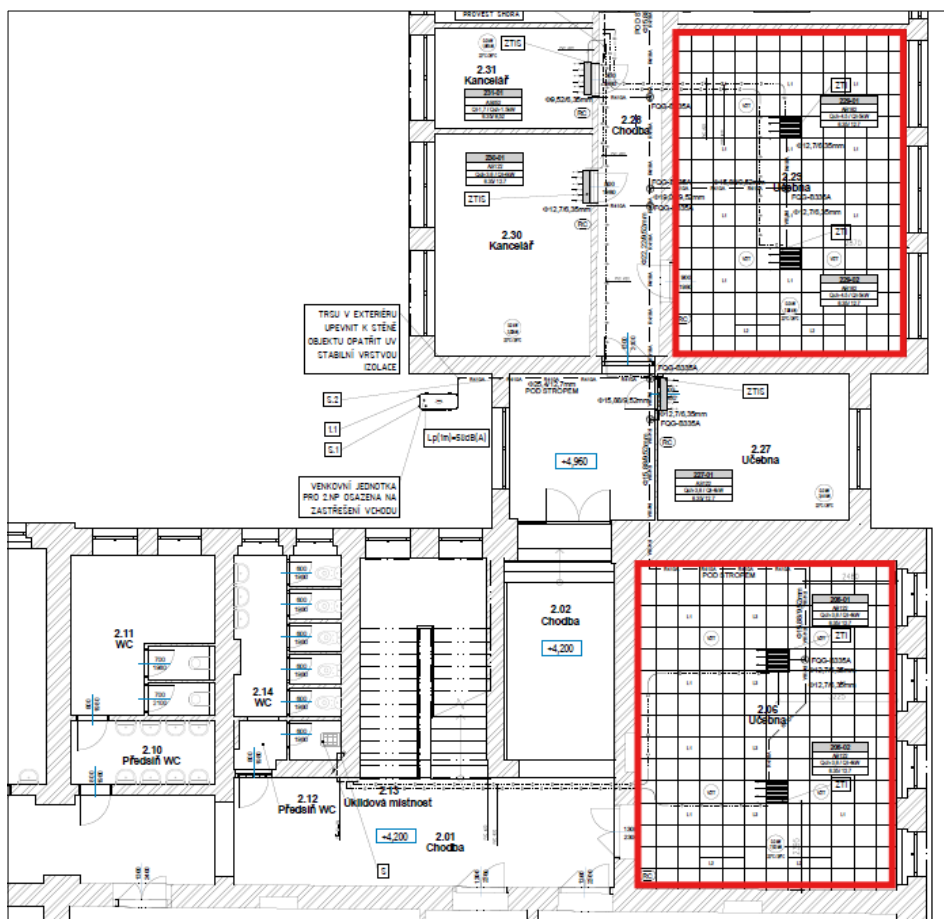
Na základě těchto výpočtů lze předpokládat dodržení hygienického limitu hluku  $L_{Amax} = 45$  dB pro provoz stacionárních zdrojů v učebnách, přítomnost tónové složky lze ověřit až měřením in situ. V průběhu výuky doporučujeme používat zařízení chlazení pouze na střední a nízký výkon, při těchto režimech bude dodržen i hygienický limit  $L_{Amax} = 40$  dB (včetně tónové složky) pro provoz stacionárních zdrojů v učebnách. Hodnota hygienického limitu na pracovišti  $L_{Aeq,8h} = 50$  dB pro kanceláře bude také ve všech posuzovaných kancelářích dodržena.

## 5. POSOUZENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

### 5.1 Vstupní data

Prostorová akustika je řešena v učebnách 2.06, 2.29 a 2.34. Ve všech případech se jedná o místnosti pravidelného obdélníkového tvaru s okny v jedné z podélných stěn. Světla výška prostoru po podhled je 3,7 m v učebně 2.06 a 3,35 m v učebnách 2.29 a 2.34 (učebny jsou tvarově i objemově shodné, posouzení prostorové akustiky tak bude provedeno pouze pro prostor 2.29, navržené úpravy a výsledky jsou platné i pro učebnu 2.34.)

Uvažovaná kapacita všech tří posuzovaných učeben je 30 žáků.



Obr./10/ Posuzované učebny ve 2.NP (2.06 a 2.29)

### 5.2 Požadavky

Požadavky a doporučení na optimální dobu dozvuku ve vzdělávacích zařízeních, stavebách pro kulturní, školské a veřejné účely stanovuje norma ČSN 73 0527.

Optimální doba dozvuku  $T_0$  prostoru daného účelu se stanoví podle využití a pro objem prostoru. Číselně vyjádřená hodnota optimální doby dozvuku v sekundách se týká prostoru v obsazeném stavu a vztahuje se ke kmitočtu 1000 Hz.

Tab./6/ Optimální doba dozvuku

Provoz	Optimální doba dozvuku	Objem
Kmenové učebny, odborné učebny	$T_0 = 0,342 \log V - 0,185$	Rozsah $V = 80 \text{ m}^3 - 8000 \text{ m}^3$

Hodnoty optimální doby dozvuku pro posuzovaný prostor jsou uvedeny v následující tabulce.

**Tab./7/ Optimální doba dozvuku pro řešený prostor**

Místnost	Optimální doba dozvuku $T_0$ [s]
Učebna 2.06	0,63
Učebna 2.29	0,60

Doba dozvuku se vypočítá podle ČSN 73 0525 pro oktavová pásma se středními kmitočty od 125 Hz do 4000 Hz. Kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku  $T$  se ve vztahu k optimální době dozvuku  $T_0$  prověřuje pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí. Hodnoty přípustného rozmezí pro jednotlivá oktavová pásma jsou uvedeny v následující tabulce.

**Tab./8/ Přípustné rozmezí  $T/T_0$  - denní místnost mateřských škol (přednes řeči)**

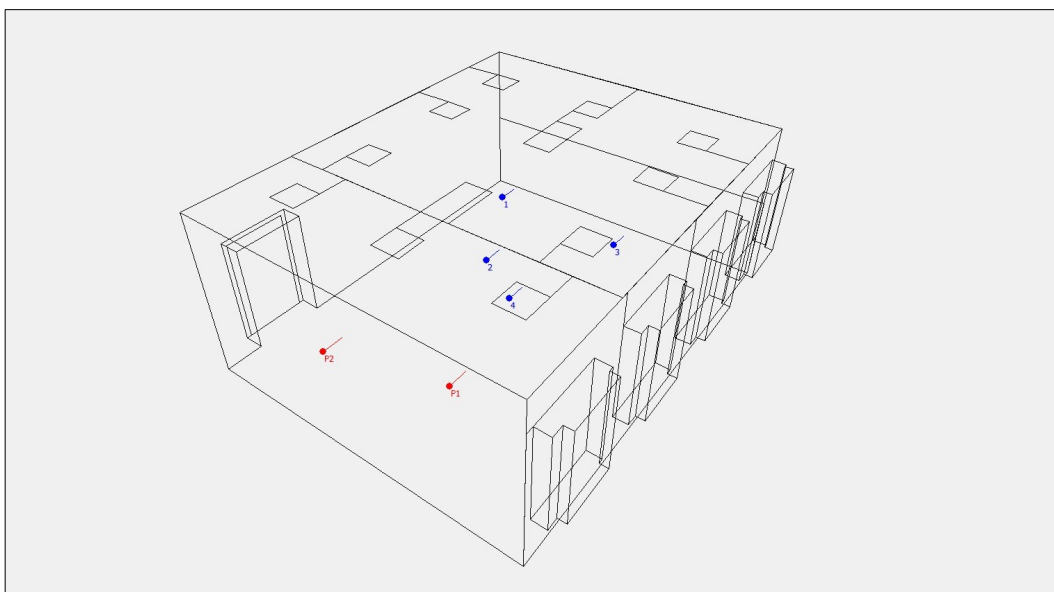
Účel prostoru	Meze	Střední kmitočet $f$ (Hz) oktavového pásma					
		125	250	500	1000	2000	4000
		$T/T_0$	$T/T_0$	$T/T_0$	$T/T_0$	$T/T_0$	$T/T_0$
Řeč	horní	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
	dolní	0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65

### 5.3 Výpočtový model

Výpočet doby dozvuku byl proveden za pomoci softwaru ODEON [10]. Software ODEON byl vyvinut pro simulaci a měření prostorové akustiky budov. Oproti zjednodušenému výpočtu podle ČSN EN 12354-6 přílohy D, výpočet v programu ODEON umožňuje přesné zadání tvaru prostoru, podrobné členění a to včetně určité úrovně detailů.

Následně byla k vypočteným hodnotám doby dozvuku přičtena pohltivost osob. Jedná se o shodný postup jako při měření doby dozvuku.

Při výpočtu je uvažováno s dokonale difuzním zvukovým polem, které není reálně dosažitelné. Výpočtová metodika proto slouží pouze jako pomůcka pro návrh akustických úprav pro zlepšení prostorové akustiky prostoru. Vypočtené hodnoty doby dozvuku se mohou od hodnot reálně naměřených mírně lišit.



**Obr./11/ Výpočtový model – učebna 2.06**



## 5.4 Pohltivé úpravy

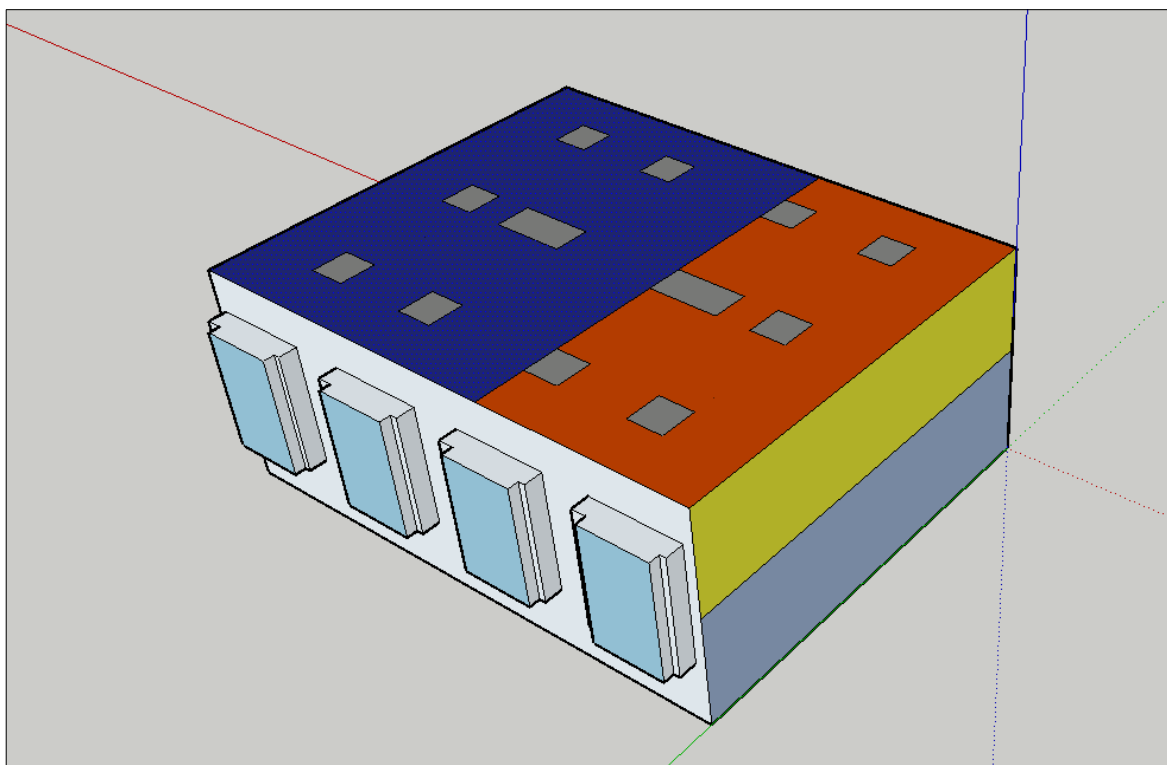
Úpravy doby dozvuku lze obecně dosáhnout změnou celkové pohltivosti prostoru, tj. opatřením prostoru pohltivými materiály.

Akusticky pohltivé obklady vycházejí z požadavku objednatele na minerální kazetový podhled v zadaném rastru s umístěním svítidel a výustek jednotek chlazení a odsazením 300 mm resp. 270 mm.

### - Učebna 2.06

V ploše stropní konstrukce učebny je navržen minerální kazetový podhled svěšený 300 mm od konstrukce stropu v kombinaci dvou materiálů. V části nad tabulí v šířce 9 pásů kazet je podhled s vyšší pohltivostí na nízkých kmitočtech (referenční výrobek Ecophon Focus A gamma tl. 20 mm) na obrázku modrá barva. V zadní části stropu učebny (červená barva) je navržený kazetový podhled s vysokou pohltivostí v celém hlukovém spektru (referenční výrobek Ecophon Focus A + Extra Bass). Celková tloušťka systému je v tomto případě 70 mm - základní kazeta tl. 20 mm + doplňková izolace tl. 50 mm (deska Extra Bass) pro vyšší účinnost na nízkých kmitočtech.

Na zadní stěnu učebny je navržena SDK předstěna odsazená 60 mm s děrovanými SDK deskami v horní části (žlutá barva). Předpokládaná šířka pásu děrované desky je 1800 mm od konstrukce podhledu. Šířka pásu odpovídá 1,5 násobku šířky děrované desky (referenční výrobek Rigips Gyptone Big Quattro 47), deska je na profilu tl. 50 mm. Zbýlá plocha zadní stěny ve spodní části (šedá barva) je doplněna plnou SDK deskou se shodným odsazením.

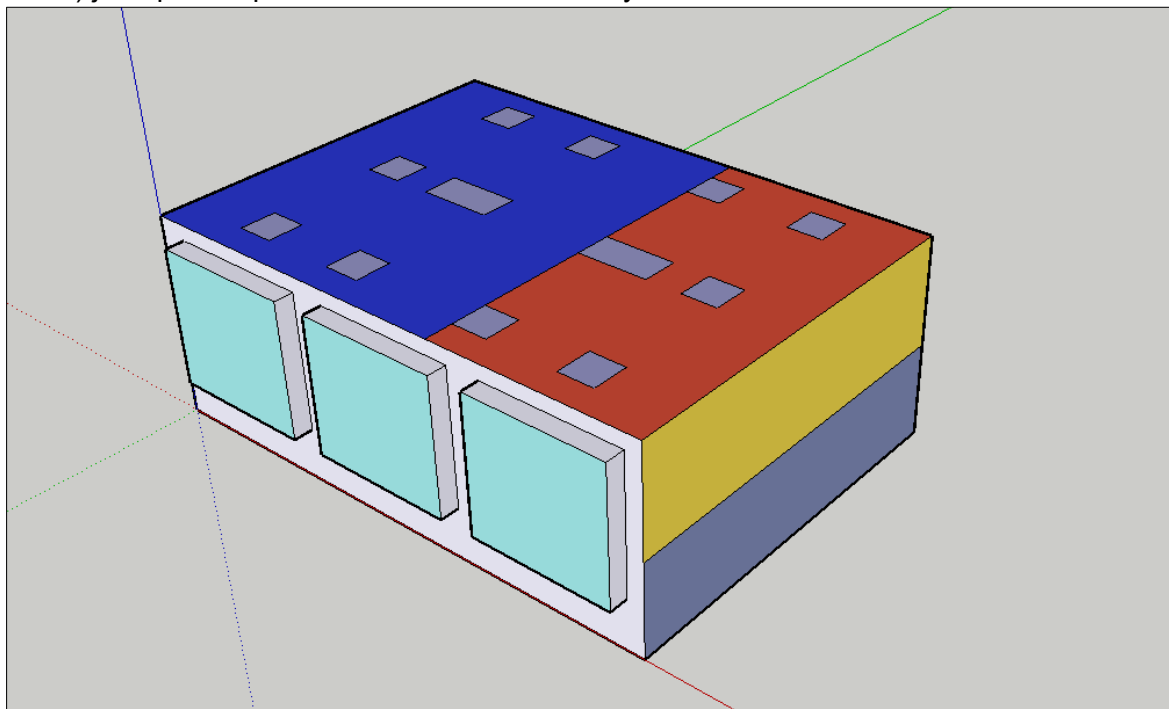


Obr./12/ Umístění pohltivých obkladů – učebna 2.06

### - Učebna 2.29

V ploše stropní konstrukce učebny je navržen minerální kazetový podhled svěšený 270 mm od konstrukce stropu v kombinaci dvou materiálů. V části nad tabulí v šířce 9 pásů kazet je podhled s vyšší pohltivostí na nízkých kmitočtech (referenční výrobek Ecophon Focus A gamma tl. 20 mm) na obrázku modrá barva. V zadní části stropu učebny (červená barva) je navržený kazetový podhled s vyšší pohltivostí na středních a vyšších kmitočtech (referenční výrobek Ecophon Focus A tl. 20 mm).

Na zadní stěnu učebny je navržena SDK předstěna odsazená 60 mm s děrovanými SDK deskami v horní části (žlutá barva). Předpokládaná šířka pásu děrované desky je 1800 mm od konstrukce podhledu. Šířka pásu odpovídá 1,5 násobku šířky děrované desky (referenční výrobek Rigips Gyptone Big Quattro 47), deska je na profilu tl. 50 mm. Zbýlá plocha zadní stěny ve spodní části (šedá barva) je doplněna plnou SDK deskou se shodným odsazením.



Obr./13/ Umístění pohltivých obkladů – učebna 2.29

Uvažované činitele pohltivosti navržených materiálů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./9/ Průběh činitele pohltivosti v oktávových pásmech

Pohledový materiál	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
Focus A gamma 20 mm, odsazení 200 mm	0,55	0,40	0,50	0,35	0,20	0,25
Focus A 20 mm, odsazení 200 mm	0,50	0,90	1,00	0,90	1,00	0,95
Focus A + Extra Bass 70 mm, odsazení 200 mm	0,90	0,90	0,90	0,95	1,00	1,00
Rigips Gyptone Big Quattro 47 odsazení 60 mm bez minerální izolace	0,35	0,45	0,50	0,40	0,30	0,30
Plná SDK deska odsazená 60 mm bez minerální izolace	0,08	0,11	0,04	0,03	0,03	0,00

Ostatní povrchy jsou uvažovány jako odrazivé (všechny povrchy mají hodnotu váženého činitele zvukové pohltivosti  $\alpha_w \leq 0,1$ ). Při realizaci akustických úprav je nutné postupovat dle technických předpisů výrobce.

## 5.5 Posouzení

K hodnocení prostorové akustiky učeben základní školy je použit software ODEON 15.16 Auditorium. Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku pro posuzované prostory a jejich porovnání s normovými požadavky dle ČSN 73 0527.

### - Učebna 2.06

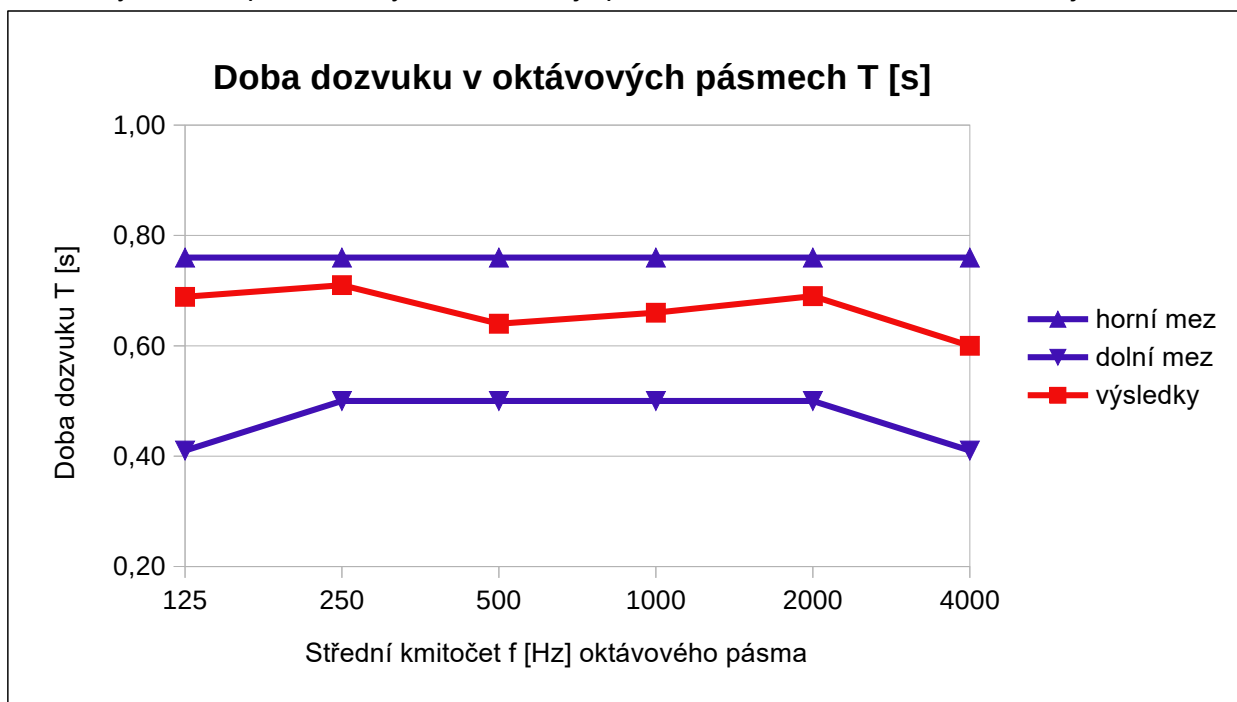
Uvažováno je s kapacitou učebny 30 žáků, pro výpočet je předpokládána 100% obsazenost.

**Tab./10/ Posouzení vypočtené doby dozvuku**

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Vypočtená doba dozvuku v oktávových pásmech	T	s	0,69	0,71	0,64	0,66	0,69	0,60
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,41	0,50	0,50	0,50	0,41
Hodnocení			+	+	+	+	+	+

Z tabulky je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku leží ve všech kmitočtových pásmech v požadovaném rozmezí stanoveném pro kmenové a odborné učebny dle ČSN 73 0527.

Porovnání výsledků s požadovaným rozmezím je pro názornost uvedeno i na následujícím obrázku.



**Obr./14/ Grafické porovnání výsledků s požadavky ČSN 73 0527 – učebna 2.06**

## - Učebna 2.29

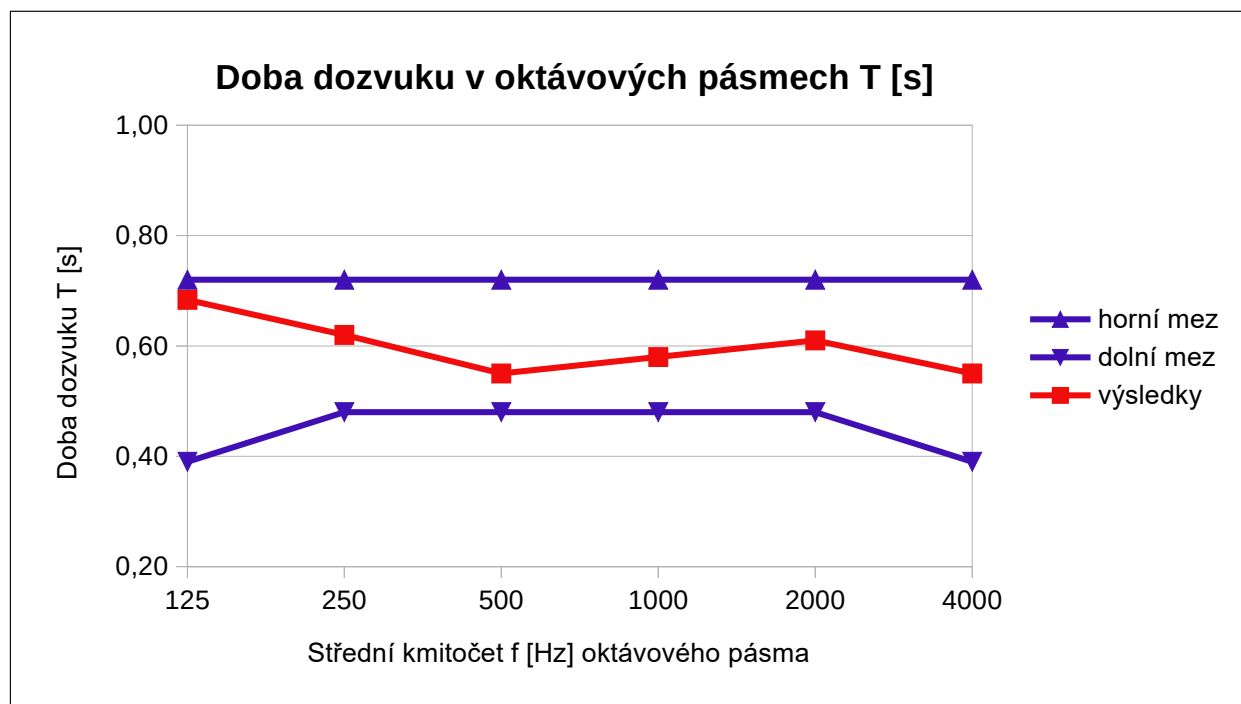
Uvažováno je s kapacitou učebny 30 žáků, pro výpočet je předpokládána 100% obsazenost.

**Tab./11/ Posouzení vypočtené doby dozvuku**

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Vypočtená doba dozvuku v oktávových pásmech	T	s	0,68	0,62	0,55	0,58	0,61	0,55
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,39	0,48	0,48	0,48	0,48
Hodnocení			+	+	+	+	+	+

Z tabulky je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku leží ve všech kmitočtových pásmech v požadovaném rozmezí stanoveném pro kmenové a odborné učebny dle ČSN 73 0527.

Porovnání výsledků s požadovaným rozmezím je pro názornost uvedeno i na následujícím obrázku.



**Obr./15/ Grafické porovnání výsledků s požadavky ČSN 73 0527 – učebna 2.29**

## 6. ZÁVĚR

Předmětem hlukové studie byla Základní škola Karla Hašlera na adrese 5.května 68, Libčice nad Vltavou.

Ve studii byla posouzena hluková zátěž od zařízení chlazení části objektu v nejbližších chráněných venkovních prostorech okolních staveb i vlastního objektu dle Nařízení vlády 272/2011 Sb.

Hygienický limit hluku pro provoz stacionárních zdrojů v chráněných venkovních prostorech staveb  $L_{Aeq,8h} = 45$  dB v denní době, je ve všech výpočtových bodech dodržen. V noční době není zařízení v provozu.

V chráněném vnitřním prostoru stavby lze předpokládat dodržení hygienického limitu hluku  $L_{Amax} = 45$  dB pro provoz stacionárních zdrojů v učebnách, přítomnost tónové složky lze ověřit až měřením in

situ. V průběhu výuky doporučujeme používat zařízení chlazení pouze na střední a nízký výkon, při těchto režimech bude s rezervou dodržen i hygienický limit  $L_{Amax} = 40$  dB (včetně tónové složky) pro provoz stacionárních zdrojů v učebnách. Hodnota hygienického limitu hluku na pracovišti  $L_{Aeq,8h} = 50$  dB pro kanceláře bude také ve všech posuzovaných kancelářích dodržena.

Ve studii je dále proveden návrh opatření pro dodržení požadavků na dobu dozvuku dle ČSN 73 0527 v učebnách 2.06, 2.29 (resp. 2.34). Navržené opatření je podrobně popsáno v kapitole 5.4, normové požadavky dle ČSN 73 0527 jsou dodrženy.

Navrhované úpravy je nutné posoudit z hlediska statiky, tepelněvlhkostního režimu konstrukcí, z hlediska požární bezpečnosti staveb a dalších hledisek.

Návrh vychází z teoretických výpočtů, které nahrazují reálný stav pouze s omezenou přesností a pracují s hodnotami materiálových parametrů zjišťovaných v laboratorním prostředí. Skutečný stav akustiky prostoru se proto od výpočtových modelů může mírně lišit. Z tohoto důvodu doporučujeme počítat s jistou rozpočtovou rezervou na realizaci akustických opatření ve výši cca 20% nákladů.

V Praze dne 25.03.2025

za DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Lenka Peštová

Tel.: +420 733 168 452

e-mail: lenka.pestova@dek-cz.com