

Akustická studie

Posouzení prostorové akustiky, zvukové izolace konstrukcí, hluku stacionárních zdrojů

Stavební úpravy a přístavba učeben objektu

ZŠ Václava Havla – jižní část

Na Valech 45

290 01 Poděbrady

50.1452339N, 15.1154142E

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:

AZ PROJECT spol. s r.o.

Plynářská 830

280 02 Kolín

IČO: 27210341

Kontaktní osoba:

Ing. Jiří Kadleček

+420 608 982 156

kadlecek@azproject.cz

Vypracoval:

Ing. Lenka Peštová

Kontroloval:

Ing. Jan Pešta, Ing. Tomáš Kupsa

Verze dokumentu: První vydání

Zpracováno v období: 2026/02

Obsah

1. PODKLADY	2
2. SITUACE	3
3. HYGIENICKÉ LIMITY HLUKU	4
3.1 Obecně	4
4. HLUK Z PROVOZU STACIONÁRNÍCH ZDROJŮ	5
4.1 Chráněný venkovní prostor	5
4.1.1 Vstupní data	5
4.1.2 Požadavky	6
4.1.3 Výpočet	6
4.1.4 Posouzení	7
4.2 Chráněný vnitřní prostor	7
4.2.1 Vstupní data	7
4.2.2 Požadavky	8
4.2.3 Výpočet	8
4.2.4 Posouzení	8
5. PROSTOROVÁ AKUSTIKA	9
5.1 Požadavky	9
5.2 Výpočtový model	10
5.3 Pohltivé úpravy	10
5.4 Posouzení	12
6. ZVUKOVÁ IZOLACE VNITŘNÍCH KONSTRUKCÍ	13
6.1 Požadavky	13
6.2 Vstupní data	13
6.3 Výpočet	14
6.4 Posouzení	14
6.5 Omezení přenosu hluku bočními cestami	15
6.6 Další opatření	17
7. ZÁVĚR	18

1. PODKLADY

- [1] Objednávka ze dne 28.1.2026 dle D2026-088955
- [2] Projektová dokumentace a informace o stacionárních zdrojích zaslané objednatelem
- [3] Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů
- [4] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů
- [5] ČSN 73 0532 (730532): Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky
- [6] Stavební fyzika 10 – Akustika stavebních konstrukcí – Doc. Ing. Jiří Čechura, Csc.
- [7] ČSN 73 0525 (73 0525) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady.
- [8] ČSN 73 0527 (73 0527) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – prostory pro kulturní účely – prostory ve školách – prostory pro veřejné účely.
- [9] Mapové podklady nahlizenidokn.cuzk.cz

- [10] Výpočtový program HLUK+ verze 13.01 profi13
- [11] Výpočetní program ODEON 15.16 Auditorium
- [12] Výpočetní program DEKSOFT Akustika; www.stavebni-fyzika.cz
- [13] ČSN EN ISO 717-1 (730531): Akustika - Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách - Část 1: Vzduchová neprůzvučnost
- [14] ČSN EN ISO 717-2 (730531): Akustika - Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách - Část 2: Kročejová neprůzvučnost
- [15] Výpočetní program Insul v. 9.0.23

2. SITUACE

Předmětem studie jsou stavební úpravy a přístavba učeben na objektu ZŠ Václava Havla na adrese Na Valech 45, Poděbrady. Jedná se o nástavbu 3. NP v jižní části, kterou tvoří lehká dřevěná nosná konstrukce s plochou střechou. V nástavbě jsou umístěny 2 učebna a 2 kabinety.

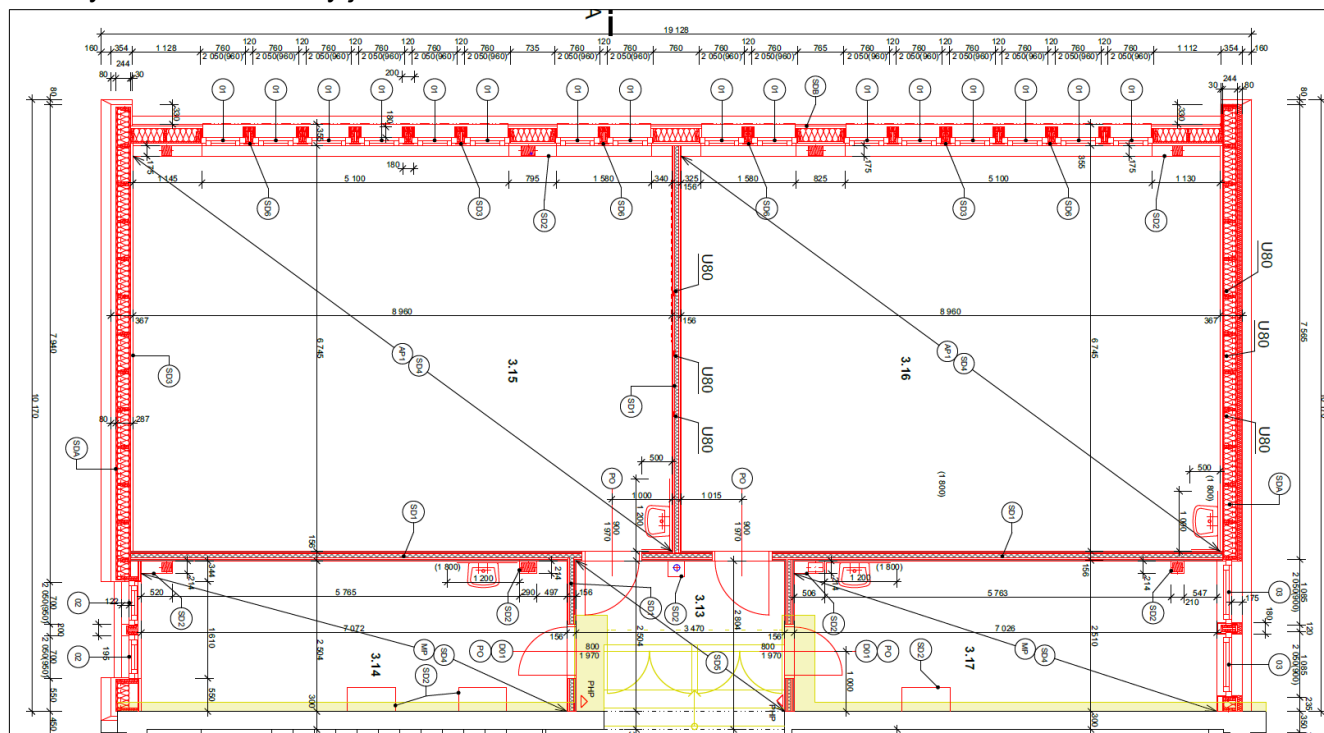
Úkolem akustické studie zpracované v rámci dokumentace pro povolení stavby je posouzení hluk z provozu navržených stacionárních zdrojů v chráněném vnitřním a venkovním prostoru staveb dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

V učebnách 3.15 a 3.16 bude řešena prostorová akustika. Posouzení bude provedeno vůči požadavkům ČSN 730527 na dobu dozvuku pro kmenové učebny.

U vnitřních konstrukcí s požadavkem na zvukovou izolaci mezi místnostmi je teoreticky stanovena zvuková izolace a porovnána vůči požadavkům ČSN 73 0532.

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 tepelnévlhkostního režimu konstrukcí, z hlediska požární bezpečnosti staveb, statiky a dalších hledisek. Navrhované konstrukce musí být realizovány dle projektové dokumentace a technických postupů výrobců.

Půdorys řešené nástavby je na obrázku /1/.



Obr./1/ Půdorys 3.NP s řešenými učebnami

3. HYGIENICKÉ LIMITY HLUKU

3.1 Obecně

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. 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 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 [4]. 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.

4. HLUK Z PROVOZU STACIONÁRNÍCH ZDROJŮ

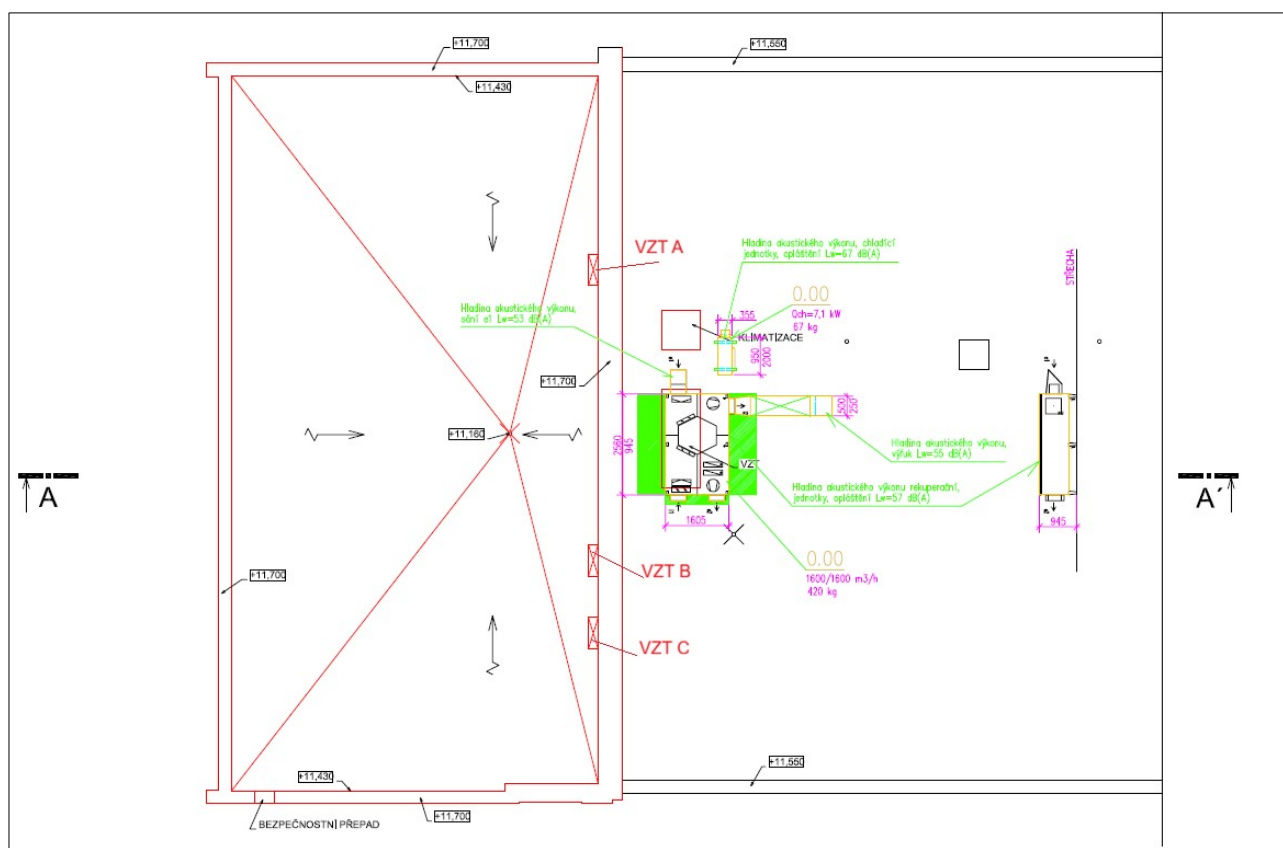
4.1 Chráněný venkovní prostor

4.1.1 Vstupní data

Zdrojem hluku do okolí jsou 3 ventilátory v prodloužení stávajících VZT rozvodů nad střechu objektu. VZT jednotka a jednotka chlazení pro větrání nových učeben. Jednotka chlazení a jednotka VZT jsou umístěny na střeše, viz. následující obrázek, ventilátory ve VZT potrubí jsou v úrovni nejvyššího podlaží. Provoz zařízení se předpokládá pouze v denní době v době provozu školy. Ve výpočtu se uvažuje s nepřetržitým souběhem provozu všech zařízení po celý posuzovaný interval 8 hodin v denní době.

Tab./2/ Zdroje hluku

Zdroj hluku	Typ	Počet	Hlučnost	Doba provozu
Ventilátory	TD 1300/250	3	L _{WA} = 63 dB	Denní doba
Jednotka chlazení	MITSUBISHI PUZ-ZM71VHA2	1	L _{WA} = 67 dB	Denní doba
VZT jednotka	DUPLEX 2500 Multi Eco-N	1	Sání L _{WA} = 53 dB Výdech L _{WA} = 55 dB Do okolí L _{WA} = 57 dB	Denní doba



Obr./2/ Půdorys střechy s umístěním zařízení

4.1.2 Požadavky

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.

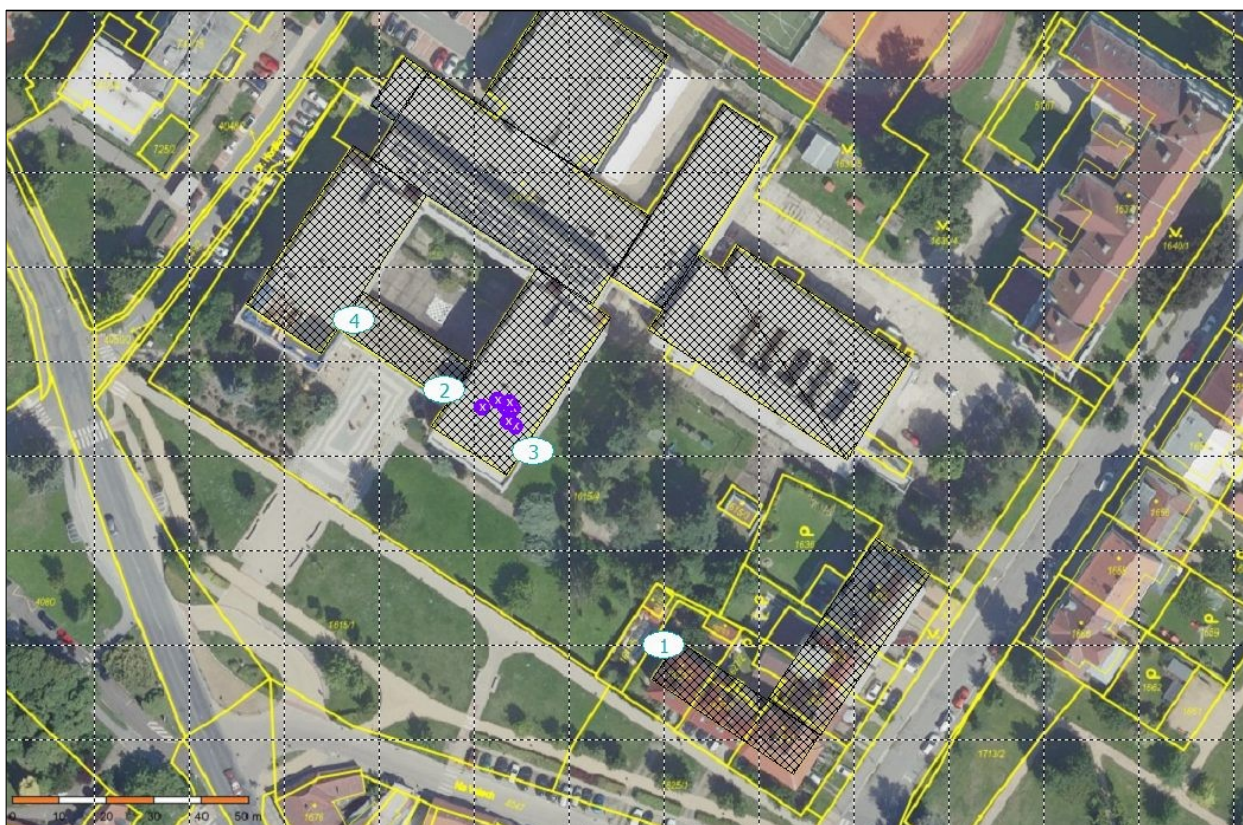
4.1.3 Výpočet

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 obytných objektů (bod 1) a vlastního objektu školy (body 2-4). Jednotlivé umístění výpočtových bodů je popsáno v následující tabulce.

Tab./3/ Výpočtové body

Číslo bodu	Úroveň	Popis
1	3.NP a 4.NP	2 m před fasádou rodinného domu č.p. 768, parc. č. st. 1625/2, ulice Na Valech kat. území Poděbrady
2, 3 a 4	3.NP	2 m před fasádou vlastního objektu školy č.p. 45, parc. č. st. 1615/2, ulice Na Valech kat. území Poděbrady

Poloha výpočtových bodů a zdrojů hluku jsou schematicky vyznačeny na následujícím obrázku.



Obr./3/ Situace s umístěním zdrojů hluku a výpočtových bodů

Nejistota výpočtu

Vzhledem k algoritmu výpočtového programu, možnostem namodelování situace, přesnosti vstupních dat a dalších vlivům byla odhadnuta nejistota výpočtu na hodnotu $\epsilon = 2 \text{ dB}$. Při posuzování výsledné hodnoty $L_{Aeq,T}$ a jejího vztahu k hygienickému limitu hluku L_{lim} stanovených dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. [4] 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 $L_{lim} < L_{Aeq,T} + 2$.

4.1.4 Posouzení

Vypočtené hodnoty hladiny akustického tlaku A z provozu stávající vzduchotechniky protažené nad střechu nástavby, nové VZT jednotky a jednotky chlazení pro větrání nových učeben jsou uvedeny v následující tabulce. Vypočtené hodnoty jsou porovnány s hygienickým limitem hluku $L_{Aeq,8h} = 45$ dB pro denní dobu, v noční době nebude zařízení v provozu. Ve vyhodnocení je zohledněna nejistota výpočtu.

Tab./4/ Hodnocení v chráněných venkovních prostorech staveb

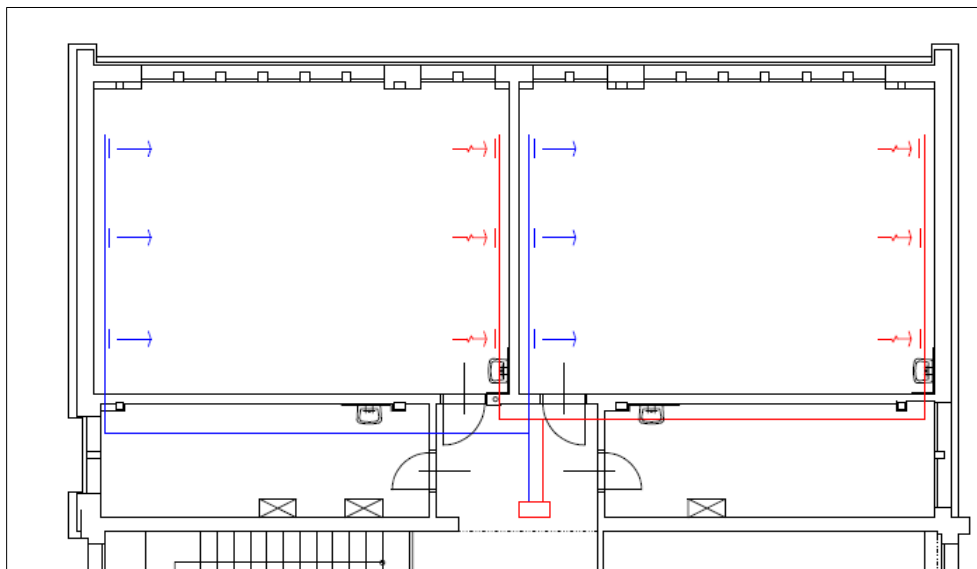
Bod	Úroveň	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ [dB]	
		Limitní hodnot - denní doba $L_{Aeq,8h} = 45$ dB	Hodnocení
1	3.NP	28,8	Limit dodržen
	4.NP	29,9	Limit dodržen
2	3.NP	29,0	Limit dodržen
3	3.NP	29,6	Limit dodržen
4	3.NP	29,6	Limit dodržen

Z tabulky je zřejmé, že ve všech výpočtových bodech je hygienický limit hluku pro provoz stacionárních zdrojů včetně tónové složky v hlukové spektru zdroje $L_{Aeq,8h} = 45$ dB v chráněných venkovních prostorech staveb dodržen.

4.2 Chráněný vnitřní prostor

4.2.1 Vstupní data

Zdrojem hluku v chráněném vnitřním prostoru stavby je nucený přívod a odtah vzduchu vedený ve VZT rozvodech nad akustickým podhledem ve třídách. Projektantem VZT zadaná hladina akustického výkonu na vyústkách vzduchotechniky je $L_{WA} = 36$ dB na přívodu vzduchu a $L_{WA} = 33$ dB na odtahu. V každé ze tříd je uvažováno po 3 vyústkách na přívodu i odtahu vzduchu.



Obr./4/ Nucené větrání učeben

4.2.2 Požadavky

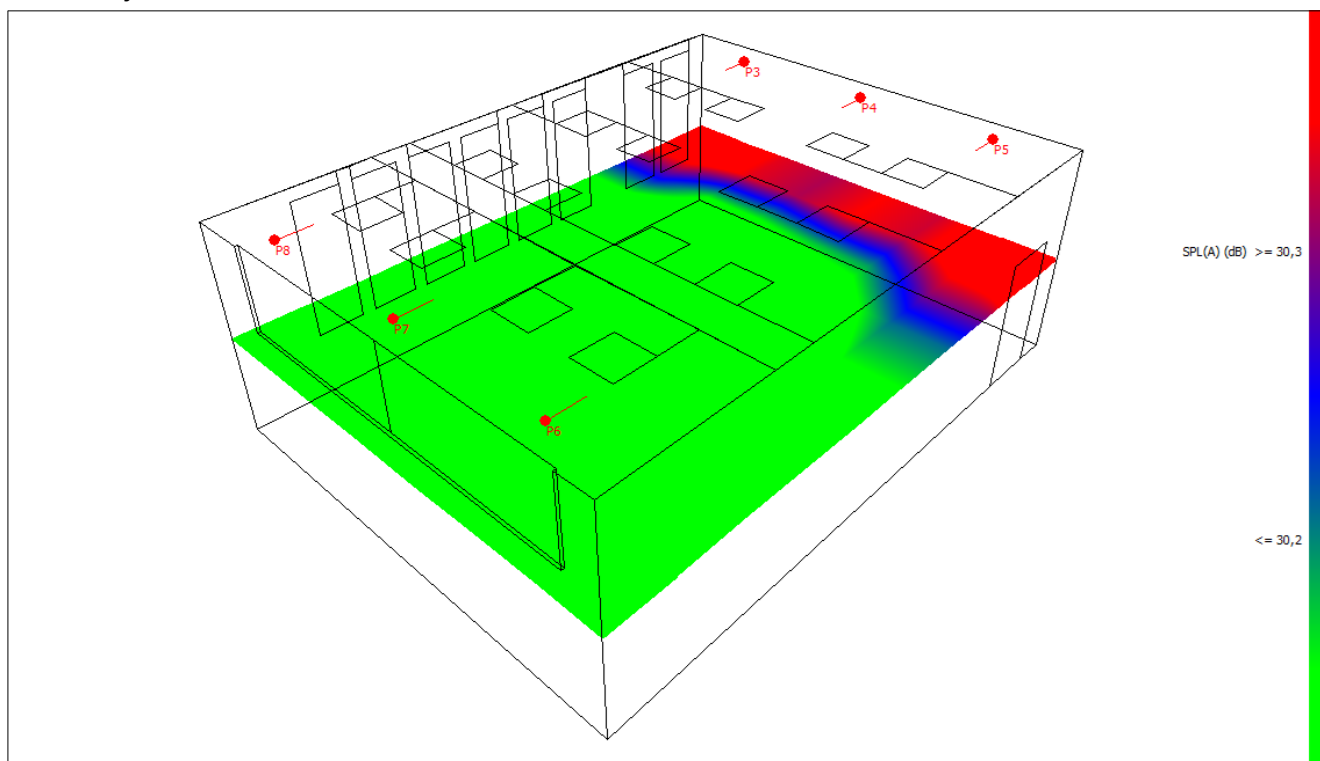
Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku A L_{Amax} se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení [4]. 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 podložími.

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.

4.2.3 Výpočet

Výpočet hluku z provozu nuceného větrání byl proveden v chráněné místnosti – učebna 3.15. Výpočet byl proveden v softwaru Odeon, ve výšce 1,5 m nad podlahou místnosti v mřížce v rastru 1 m. Spektrum zdroje hluku není známo. Projektantem VZT zadaná hladina akustického výkonu na výústkách vzduchotechniky je $L_{WA} = 36 \text{ dB}$ na přívodu vzduchu a $L_{WA} = 33 \text{ dB}$ na odtahu.

Rozložení hladin akustického tlaku A v učebně 3.15 při provozu nuceného větrání je zřejmé z následujícího obrázku.



Obr./5/ Rozložení hlukové zátěže od nuceného větrání

Nejistota výpočtu

Vzhledem k přesnosti vstupních dat, možností namodelování reálného stavu a dalších vlivům byla odhadnuta nejistota výpočtu na hodnotu $\epsilon = 2 \text{ dB}$.

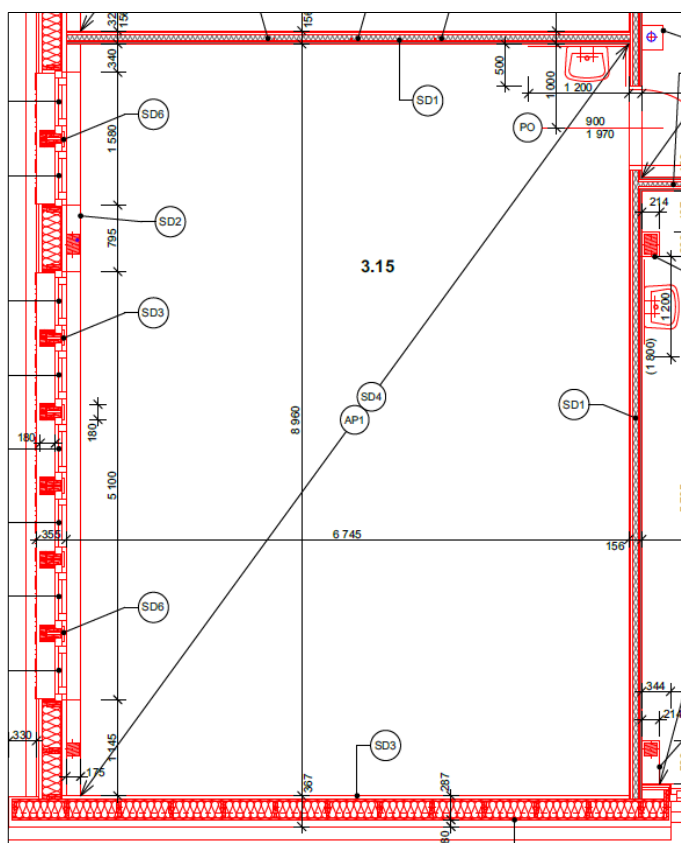
4.2.4 Posouzení

V ploše učebny se hladina akustického tlaku A od provozu nuceného větrání pohybuje v rozmezí $L_{pA} = 29,6 - 30,5 \text{ dB}$. Na základě tohoto výpočtu lze předpokládat dodržení hygienického limitu hluku $L_{Amax} = 40 \text{ dB}$ (včetně tónové složky) pro provoz nuceného větrání.

5. PROSTOROVÁ AKUSTIKA

Obě učebny v nástavbě 3.15 a 3.16 jsou svým tvarem a objemem srovnatelné, řešení prostorové akustiky tak bude provedeno pro učebnu 3.15, navržená akustická opatření jsou platná i pro učebnu 3.16.

Učebny 3.15 a 3.16 mají obdélníkový tvar s půdorysnou plochou 60,5 m². Světla výška místností je 3,2 m. Všechny stěny jsou sádkartonové dvojité opláštěné, na exteriérových podélných stěnách tvoří významnou plochu okna. Na podlahách je PVC. Kapacita učeben je 30 dětí + 2 dospělé osoby.



Obr./6/ Půdorys řešené učebny 3.15

5.1 Požadavky

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./5/ Optimální doba dozvuku

Provoz	Optimální doba dozvuku	Objem
Kmenové 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./6/ Optimální doba dozvuku pro řešené místnosti

Místnost	Objem [m ³]	Optimální doba dozvuku T_0 [s]
3.15 Učebna	193	0,60

Doba dozvuku se vypočítá podle ČSN 73 0525 pro oktávová 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 projevuje pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí. Hodnoty přípustného rozmezí pro

jednotlivá oktávová pásma jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./7/ Přípustné rozmezí T/T_0

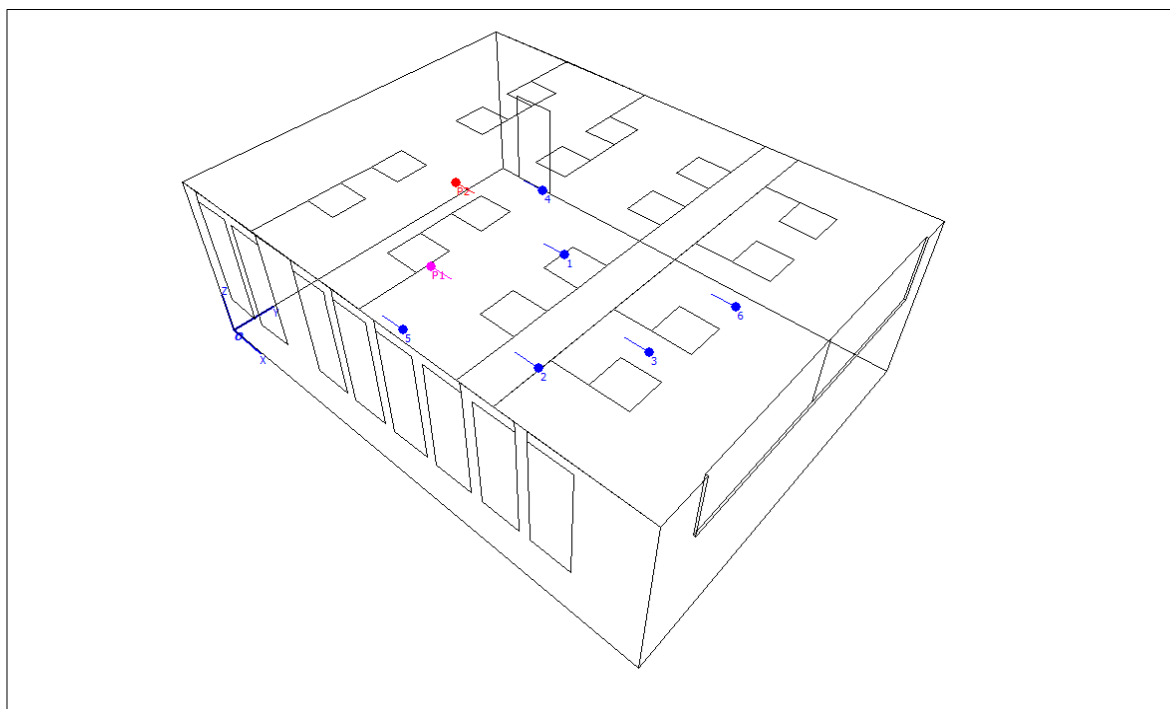
Účel prostoru	Meze	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma					
		125	250	500	1000	2000	4000
		T/T_0	T/T_0	T/T_0	T/T_0	T/T_0	T/T_0
Řeč	horní	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
	dolní	0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65

5.2 Výpočtový model

Výpočet doby dozvuku byl proveden za pomoci softwaru ODEON [11]. 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./7/ Výpočtový model – učebna 3.15

5.3 Pohltivé úpravy

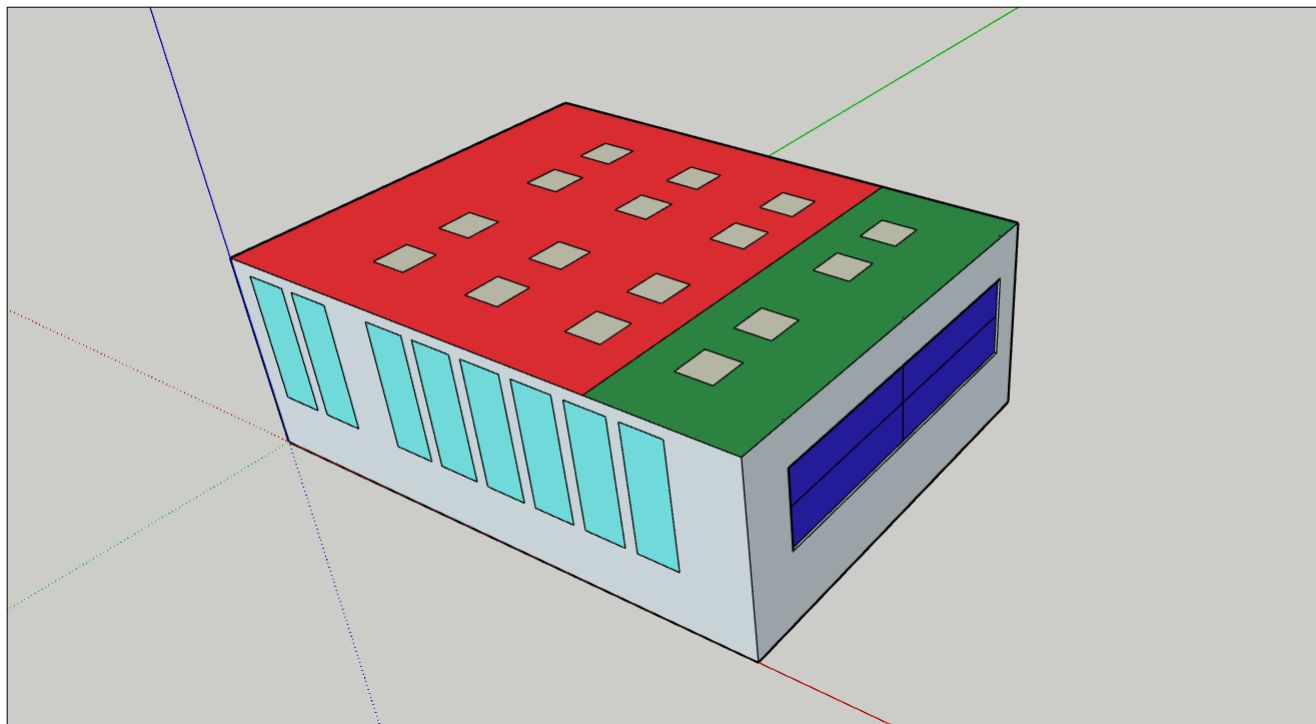
Úpravy doby dozvuku lze obecně dosáhnout změnou celkové pohltivosti prostoru, tj. opatřením prostoru pohltivými materiály.

Projektantem je navrženo řešení s minerálním kazetovým podhledem se zapuštěnými svítidly. Ve studii jsou specifikovány vlastnosti minerálního podhledu, který je třeba použít a jeho umístění.

- Učebna 3.15

Ve třídě je na dominantní ploše stropu (červená barva) navržen minerální kazetový podhled s pohltivostí $\alpha_w = 0,3$, referenční výrobek Ecophon Focus A gamma. Na menší ploše stropu v zadní části učebny (zelená barva) na šířku 4 kazet pohledu (tzn. cca 2,4 m) v podélném směru místnosti je navržen minerální kazetový podhled s pohltivostí $\alpha_w = 1,0$, referenční výrobek Ecophon Focus A. Svěšení podhledu je v celé ploše stropu 200 mm od konstrukce.

Dále jsou do učeben doplněny minerální stěnové panely o rozměru 0,6 m x 2,7 m (modrá barva), $\alpha_w = 1,0$, referenční výrobek Ecophon Akusto Wall A Akutex FT. 4 kusy panelu o celkové ploše 6,5 m². Panely jsou umístěny cca v polovině zadní stěny učebny proti tabuli, doporučujeme cca od 1,2 m nad podlahou viz. následující obrázek nebo dle zvážení rizika poškození při provozu.



Obr./8/ Umístění pohltivých obkladů – 3.15 učebna

Uvažované činitele pohltivosti navržených materiálů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./8/ Průběh činitele pohltivosti v oktavových pásmech

Pohledový materiál	Střední kmitočet f (Hz) oktavového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
minerální kazetový podhled (červená barva) svěšení 200 mm (ref. výrobek Focus A gamma 20 mm)	0,55	0,40	0,50	0,35	0,20	0,25
minerální kazetový podhled (zelená barva) svěšení 200 mm (ref. výrobek Focus A 20 mm)	0,50	0,90	1,00	0,90	1,00	0,95
minerální panel kontaktně na stěnu (ref. výrobek Ecophon Akusto Wall A Akutex FT 40 mm)	0,20	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00

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.

5.4 Posouzení

K hodnocení prostorové akustiky 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 3.15

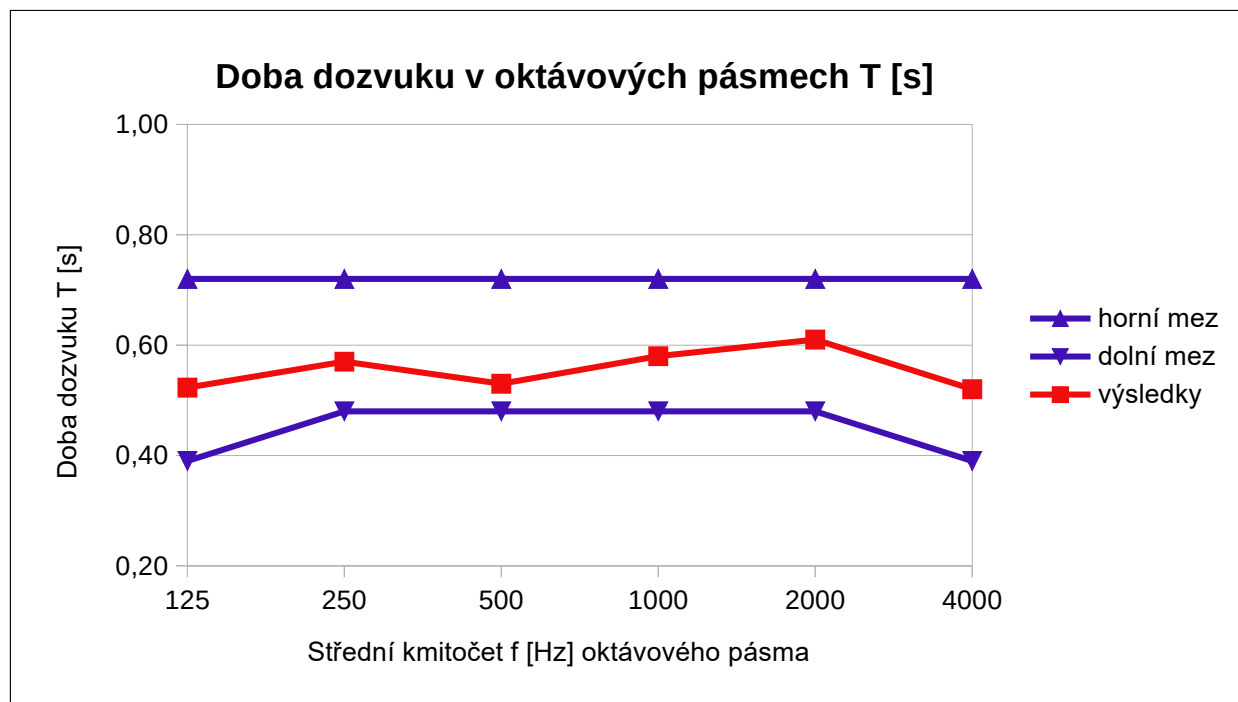
Ve výpočtu je v učebně uvažovaná obsazenost 30 žáků.

Tab./9/ 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	0,52	0,57	0,53	0,58	0,61	0,52
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,72	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	0,39
Hodnocení				+	+	+	+	+	+

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

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



Obr./9/ Grafické porovnání výsledků s požadavky ČSN 730527 – kmenová učebna 3.15

6. ZVUKOVÁ IZOLACE VNITŘNÍCH KONSTRUKCÍ

6.1 Požadavky

Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách stanovuje norma ČSN 73 0532 z roku 2020. Vážené jednočíselné hodnoty vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách, určené vážením podle ČSN EN ISO 717-1 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 16283-1, **nesmí být nižší než hodnoty stanovené v následující tabulce.**

Vážené normalizované hladiny akustického tlaku kročejového zvuku určené podle ČSN EN ISO 717-2 z třetinooktávových hladin veličin, změřených podle ČSN EN ISO 16283-2, **nesmí v chráněných prostorech budov překročit nejvýše přípustné hodnoty stanovené v následující tabulce.**

Tab.10 Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách – výňatek z ČSN 73 0532

Chráněný prostor (přijímací)		Požadavky na zvukovou izolaci			
Hlučný prostor (vysílací)		stropy		stěny	dveře
		$R'_{w, D_{nTw}}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB	$R'_{w, D_{nTw}}$ dB	R_w dB
Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory, kabinety učitelů					
1	Učebny, výukové prostory, kabinety	≥ 53	≤ 55	≥ 47	≥ 37
2	Společné prostory, chodby, schodiště	≥ 53	≤ 58	≥ 47	$\geq 32^a$ $\geq 27^b$
3	Hlučné prostory (dílny, jídelny herny, technická centra) $L_{A,max} \leq 85$ dB	≥ 55	≤ 48	≥ 52	-
4	Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny, tělocvičny) $L_{A,max} \leq 90$ dB ^c	≥ 60	≤ 48	≥ 57	-

Vysvětlivky:

^a Platí pro vstupní dveře přímo do chráněného prostoru.

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

^c Vzhledem k pravděpodobnému výskytu nízkých kmitočtů mohou být nutná i další opatření. Situace obvykle vyžaduje zvláštní posouzení.

6.2 Vstupní data

Objednatelem byly dodány k posouzení následující skladby vnitřních dělicích konstrukcí.

SD1 - akustická sádrokartonová příčka tl. 156 mm s dvojitým roštem, dvojitým opláštěním a vnitřní deskou z pozinkovaného plechu:

- sádrokartonová deska MA(DF) 1× 12,5 mm + 1 × RigiStabil 12,5 mm 25 mm
- kovová konstrukce (R-CW 50) + minerální izolace 40 mm 50 mm
- plech pozinkovaný 0,8 mm
- kovová konstrukce (R-CW 50) + minerální izolace 40 mm 50 mm
- sádrokartonová deska MA(DF) 1× 12,5 mm + 1 × RigiStabil 12,5 mm 25 mm

P.1 – skladba konstrukce podlahy

- PVC + lep. tmel 5 + 2 mm
- samonivelační vyrovnávací stěrka epoxidová 10 mm
- podlahová deska FERMACELL 2E22 25 mm
- dřevovláknitá deska Steico Base + 10 mm
- akustický podsyp FERMACELL 30 mm
- stávající konstrukce stropu - železobeton 250 mm

6.3 Výpočet

Výpočet byl proveden ve výpočetním programu DEKSOFT Akustika [12] a Insul [15]. Odhadovaná nejistota výpočtu je 3 dB. Nejistota výpočtu není zahrnuta do hodnocení, může být užitečnou informací pro zvážení rizikovosti jednotlivých konstrukcí. Požadavky na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost konstrukce jsou vyjádřeny hodnotami vážené stavební neprůzvučnosti R'_w a $L'_{n,w}$ [dB]. Výsledky veškerých výpočtů vzduchové a kročejové neprůzvučnosti a výsledky laboratorních měření jsou vyjádřeny pomocí laboratorní neprůzvučnosti R_w a $L_{n,w}$ [dB]. Mezi těmito hodnotami platí následující vztah:

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2$$

kde k_1 a k_2 jsou korekce závislé na vedlejších cestách šíření zvuku. Pro posuzované konstrukce a běžné uspořádání konstrukcí v objektu bude uvažovány následující hodnoty korekcí:

- $k_1 = 5$ dB pro hmotné konstrukce - navazující těžké i lehké dělicí stěny i příčky,
- $k_1 = 12$ dB pro lehké konstrukce - navazující těžké stropní konstrukce a těžké i lehké dělicí stěny i příčky,
- $k_2 = 2$ dB pro všechny stropní konstrukce.

Uvedené korekce na boční přenosy vycházejí z ČSN 73 0532. Při dalším projektování a realizaci je nutné vhodně řešit detaily napojení jednotlivých konstrukcí pro omezení vlivu bočních přenosů hluku.

Vypočtené hodnoty zvukové izolace skladeb jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab.11 Vypočtené hodnoty zvukové izolace

Skladba	Vzduchová neprůzvučnost		Kročejová neprůzvučnost	
	Laboratorní R_w [dB]	Stavební R'_w [dB]	Laboratorní $L_{n,w}$ [dB]	Stavební $L'_{n,w}$ [dB]
SD1 - akustická sádrokartonová příčka	65*	53	-	-
P.1 - skladba konstrukce podlahy	62	57	51**	53

* Hodnota převzatá z technických podkladů Rigips.

**Hodnota váženého snížení hladiny kročejového zvuku pro lehkou podlahu skladby: sádrovláknitá deska 20 mm + dřevovláknitá deska 10 mm + vyrovnávací podsyp 20 mm, převzatá z projekčních podkladů Fermacell je $\Delta L_w = 24$ dB. Na základě této hodnoty je dle [14] dopočtena kročejová neprůzvučnost celé skladby na železobetonové desce 250 mm.

6.4 Posouzení

Vzduchová neprůzvučnost

V tabulce jsou uvedeny stavební vzduchové neprůzvučnosti jednotlivých konstrukcí a porovnání s požadavkem.

Tab.12 Posouzení vzduchové neprůzvučnosti konstrukcí

Konstrukce	Umístění	Vzduchová neprůzvučnost [dB]		Hodnocení
		Stanovená R'_w	Požadavek R'_w	
SD1 - akustická sádrokartonová příčka	učebna x učebna	53	≥ 47	vyhovuje
	učebna x kabinet	53	≥ 47	vyhovuje
	učebna x chodba	53	≥ 47	vyhovuje
P.1 - skladba konstrukce podlahy	učebna x učebna	57	≥ 53	vyhovuje

Z tabulky je zřejmé, že posuzované skladby konstrukcí výpočtově splňují požadavek na vzduchovou neprůzvučnost dle ČSN 730532.

V případě dvojité SDK příčky je ve všech variantách umístění příčky výsledná hodnota zvukové izolace výrazně závislá na správném a precizním provedení všech detailů a napojení na okolní konstrukce viz kapitola 6.5.

Kročejová neprůzvučnost

V následující tabulce jsou uvedeny stavební hodnoty kročejové izolace posuzované konstrukce a porovnání s požadavkem.

Tab.13 Posouzení kročejové neprůzvučnosti stropních konstrukcí

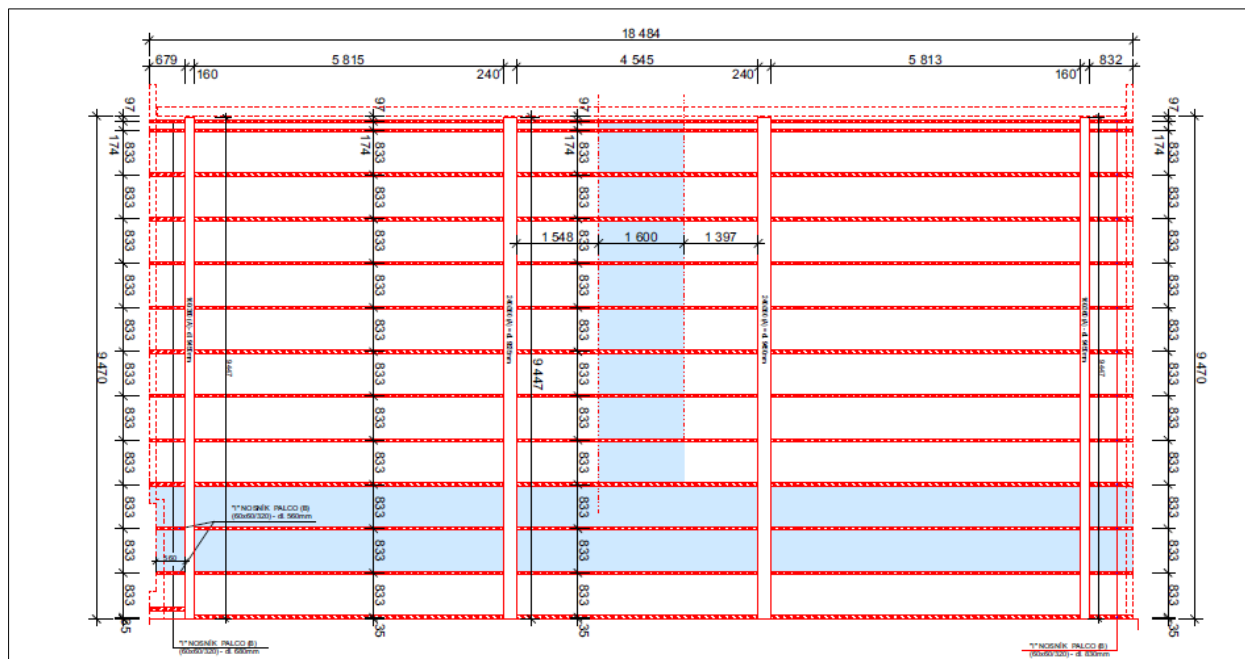
Konstrukce	Umístění	Vážená normalizovaná hladina kročejového zvuku [dB]		Hodnocení
		Stanovená $L'_{n,w}$	Požadavek $L'_{n,w}$	
P.1 - skladba konstrukce podlahy	Učebna x učebna	53	≤ 55	vyhovuje

Z tabulky je zřejmé, že stropní konstrukce mezi učebnami splňuje požadavek na kročejovou izolaci dle ČSN 730532.

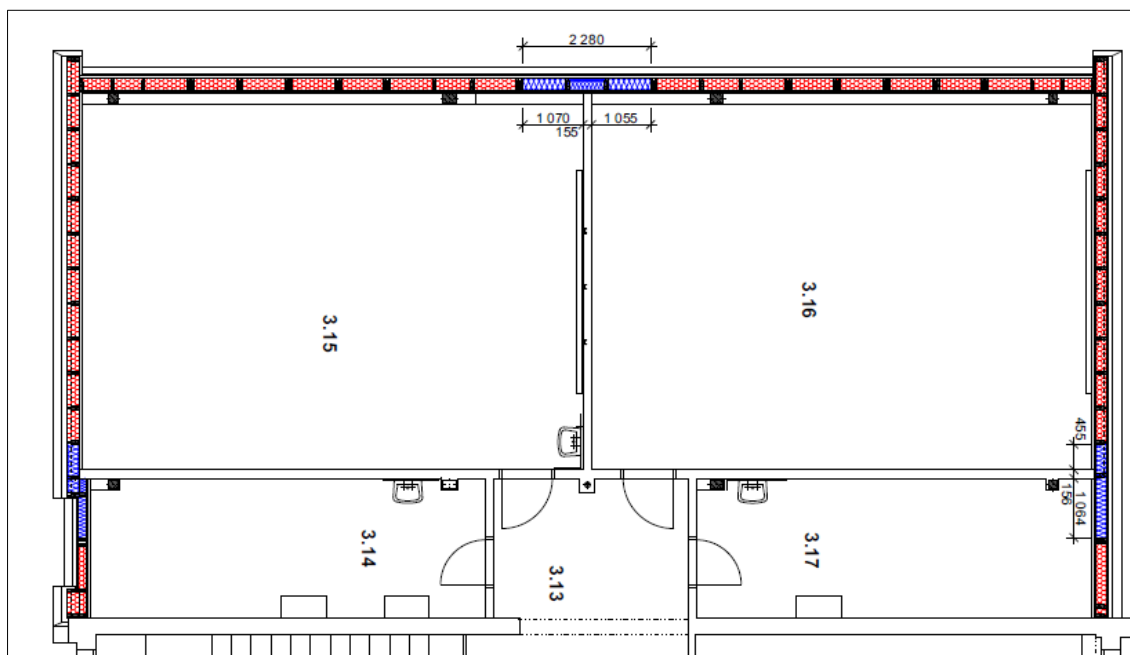
6.5 Omezení přenosu hluku bočními cestami

Pro splnění požadavku na zvukovou izolaci vnitřních konstrukcí je u lehkého obvodového pláště nutné řešit detaily napojení konstrukcí s požadovanou zvukovou izolací na obvodové stěny nebo střechu objektu. Pro omezení přenosu hluku bočními cestami je v místě napojení foukaná PUR tepelná izolace nahrazena minerální izolací a to jak v ploše obvodových stěn, tak i v ploše střechy nad dělicími příčkami viz následující obrázky.

Dalším nutným opatřením je dvojitý SDK záklop (2 x SDK deska 12,5 mm) na kovovém roštu odsazený od konstrukce obvodové stěny a střechy. Dělicí sádkkartonové příčky s požadavkem na zvukovou izolaci v tomto případě prochází skrz tento záklop až na spodní hranu desky střešní konstrukce (resp. vnitřní povrch obvodové stěny) a jsou osazeny až na nosné železobetonové desce podlahy.

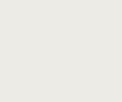
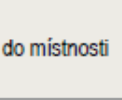
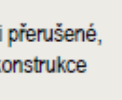
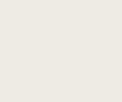


Obr./10/ Umístění minerální izolace v ploše střechy



Obr./11/ Umístění minerální izolace v ploše obvodových stěn

Kromě návaznosti dělicích stěn na obvodový plášť je nutné řešit i napojení vnitřních dvojité opláštěných SDK příček vzájemně. Pro omezení přenosu hluku bočními cestami je nutné použít některou z následujících variant detailu napojení stěn. Ve všech těchto případech bude omezení přenosu hluku bočními cestami dostatečné.

prořiznutí opláštění boční stěny na straně do místnosti se spárkou ($\geq 3 \text{ mm}$)	
prořiznutí opláštění boční stěny na straně do místnosti se spárkou ($\geq 5 \text{ mm}$)	
přerušení opláštění na straně do místnosti přerušené, vnější opláštění průběžné, podkonstrukce	
vsazení opláštění na straně do místnosti přerušené, vnější opláštění průběžné	

Obr./12/ - Řešení detailů napojení příček – projekční podklady Knauf

6.6 Další opatření

Do akusticky dělicích konstrukcí nelze provádět trubní rozvody (voda, kanalizace apod.) a oslabovat tyto konstrukce zářezy, nikami a jinými instalacemi. Možnost provedení elektroinstalačních krabic se odvíjí i od rezervy neprůzvučnosti konstrukce vůči požadované hodnotě. Do akusticky dělicích stěn je vhodné obecně počet elektroinstalačních krabic omezit na nezbytné minimum.

Akusticky dělicí stěny je nutné napojit skrz podlahové souvrství až na nosnou konstrukci stropu a je nutné je napojit skrz případnou konstrukci podhledu až na spodní líc nosné konstrukce. V opačném případě může docházet ke zvýšenému přenosu zvuku bočními cestami a tím ke zhoršení vzduchové neprůzvučnosti.

Trubní rozvody doporučujeme dělat v instalačních předstěnách. Je možné provádět rozvody volně zakryté sádkartonovými předstěnami. Trubní rozvody by neměly být v pevném spojení s konstrukcemi objektu (např.: stropy), aby nedocházelo k šíření zvuku chvěním.

Podlahové souvrství s kročejovou izolací nebo jiné adekvátní opatření by obecně mělo být provedeno ve všech prostorech objektu s ohledem na omezení přenosu kročejového hluku i bočními cestami horizontálně v rámci podlaží.

Roznášecí a nášlapnou vrstvu podlahových souvrství je nutné účinně pružně oddělit od všech navazujících konstrukcí a případných prostupů. Na kročejovou izolaci stropních konstrukcí má vliv i použitá nášlapná vrstva podlahy. Při použití tvrdých nášlapných vrstev (dlažba, laminátová podlaha) může dojít ke zhoršení kročejové izolace oproti vypočteným hodnotám.

Podlahové souvrství (roznášecí i nášlapná vrstva) musí být v rámci dvou sousedních místností, mezi kterými je požadavek na zvukovou izolaci, oddělená. Separaci je ale nutné provést obecně mezi všemi místnostmi, mezi kterými je kladen požadavek na zvukovou izolaci. Při výběru dveří je nutné respektovat požadavky ČSN 73 0532. Doporučujeme použít výrobky s mírně vyšší zvukovou izolací (o cca 2 dB) pro zohlednění vlivu zabudování na stavbě.

Zdroje hluku je nutné uložit ke konstrukci přes účinné pružné uložení tak, aby bylo zamezeno nadměrnému přenosu hluku chvěním.

7. ZÁVĚR

Předmětem studie jsou stavební úpravy a přístavba učeben na objektu ZŠ Václava Havla na adrese Na Valech 45, Poděbrady.

Hygienický limit hluku dle Nařízení vlády 272/2011 Sb. $L_{Aeq,8h} = 45$ dB pro denní dobu je při provozu nově navržených stacionárních zdrojů hluku v chráněných venkovních prostorech vlastního objektu školy i nejbližší obytné zástavby dodržen. V noční době nebudou zařízení v provozu.

Hygienický limit pro chráněný vnitřní prostor stavby $L_{Amax} = 40$ dB (včetně tónové složky) bude při provozu nuceného větrání v učebnách dodržen.

Do učeben 3.15 a 3.16 je navržena kombinace dvou typů minerálního kazetového podhledu se svěšením 200 mm doplněná o minerální stěnový panel o velikosti 1,2 m x 5,4 m na zadní stěně. Podrobnější popis řešení a požadované akustické vlastnosti materiálů jsou specifikovány v kapitole 5.3. Vypočtené hodnoty doby dozvuku jsou ve všech hodnocených pásmech v požadovaném rozmezí dle ČSN 730527 pro kmenové učebny.

Navržené úpravy je nutné posoudit z hlediska statiky, tepelnévlhkostního 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. Měření doby dozvuku v dětských skupinách doporučujeme provést až po vybavení prostoru nábytkem – nábytkovými stěnami. Absence nábytku v delším rozměru místnosti, kde s ohledem na umístění skříněk není pohlcovač může způsobit vznik tzv. třepotavé ozvěny mezi protilehlými odrazivými povrchy a tím prodloužení doby dozvuku oproti vypočteným hodnotám.

Dále byly posouzeny vybrané skladby vnitřních konstrukcí vůči požadavku na zvukovou izolaci dle ČSN 730532. Všechny posuzované skladby stanovené požadavky na vzduchovou i kročejovou neprůzvučnost splňují.

V Praze dne 12.02.2026

za DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Lenka Peštová

Tel.: +420 733 168 452

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

