



EMPLA AG

spol. s r. o.

Výzkum, vývoj a realizace technologií pro ochranu prostředí a zdraví

Objednatel: Ing. J. Malina, Atelier RENO spol. s r.o., Václavská 1690/10, Praha 2

Investor: Město Poděbrady, Jiřího náměstí 20/1, Poděbrady

Zhotovitel: EMPLA AG spol. s r.o. Hradec Králové

**Akustický posudek
pro učebny ZUŠ v půdní vestavbě objektu
ZŠ T. G. Masaryka
na ul. Školní 556/1 v Poděbradech**

Zpracoval: RNDr. Jiří Matěj

Vedoucí střediska inženýrských činností: Ing. Vladimír Plachý

Hradec Králové, květen 2025

Arch. číslo:72/2025



1. Zadání:

Záměrem investora je realizace půdní vestavby učeben ZUŠ v podkrovním podlaží čtyřpodlažního objektu na ul.Školní 556/1 v centrální části města Poděbrady.

Úkolem této studie je navrhnout stavební úpravy interiérů části učeben z hlediska prostorové akustiky.

2. Vstupní údaje:

1. Část PD ve stupni PS „Půdní vestavba ZŠ a ZUŠ T.G.M. Poděbrady“ Atelier RENO spol. s r.o., 08/2017

3. Zpracování vstupních údajů

3.1. Použitá literatura

1. Richard Nový – Hluk a chvění, ČVUT Praha 1995
2. Doc.Ing.Čechura – Stavební fyzika 10, ČVUT Praha 1999
3. Prof. Ing. J.Vaverka, DrSc. a kol. - Akustika staveb, VUT Brno 1996
4. Vyhláška č.410/2005 Sb. ve znění vyhlášky č.343/2009 Sb.
5. ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely (verze 08/2023)
6. ČSN EN 12354-6 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků, Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech

3.2. Legislativa

Vyhláška č.343/2009 Sb. stanovuje v §4b, že v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a v provozovnách pro výchovu a vzdělávání musí být dodrženy normové hodnoty podle příslušné české technické normy upravující optimální doby dozvuku.

Citovaná technická norma [5] stanovuje optimální dobu dozvuku pro obsazené odborné učebny

- hry na elektronické a elektrofonické hudební nástroje vztahem $T_0 = 0,3 \log V - 0,2$ (1)
- hry na individuální akustické nástroje a učebny zpěvu vztahem $T_0 = 0,3 \log V + 0,075$ (2)
- hry na bicí nástroje vztahem $T_0 = 0,15 \log V$, kde $V(m^3)$ je objem učebny (3).

Vzhledem k tomu, že pro učebny 4.04 a 4.09 bylo zadavatelem stanoveno kritérium „živá nebo reprodukováná hudba“ bez upřesňujících požadavků, je návrh akustických opatření proveden dle vztahu (1) tak, aby splnil nejpřísnější požadavek dle citované technické normy.

Přípustné toleranční pásmo rozmezí poměru mezi dobou dozvuku v oktávovém pásmu a optimální dobou dozvuku, tedy T/T_0 , je pro každou učebnu stanoveno numericky v tabulce B.1 citované technické normy pro jednotlivá oktávová pásma se středy od 125 Hz do 4000 Hz.

3.3. Doba dozvuku v učebně

Doba dozvuku v prázdné učebně se stanoví výpočtem z tabulkových akustických vlastností jednotlivých interiérových materiálů a jejich ploch.



Doba dozvuku se obecně stanoví ze vztahu

$$T = 0,164 \cdot \frac{V}{-S \cdot \ln(1-\alpha_m)}, \text{ kde} \quad (4)$$

V (m^3) je objem místnosti jako jednoduchého geometrického tělesa

S (m^2) je celková plocha funkčních obvodových ploch (bez osob)

α_m (-) je činitel zvukové pohltivosti pro pásmo od 125 Hz do 4000 Hz.

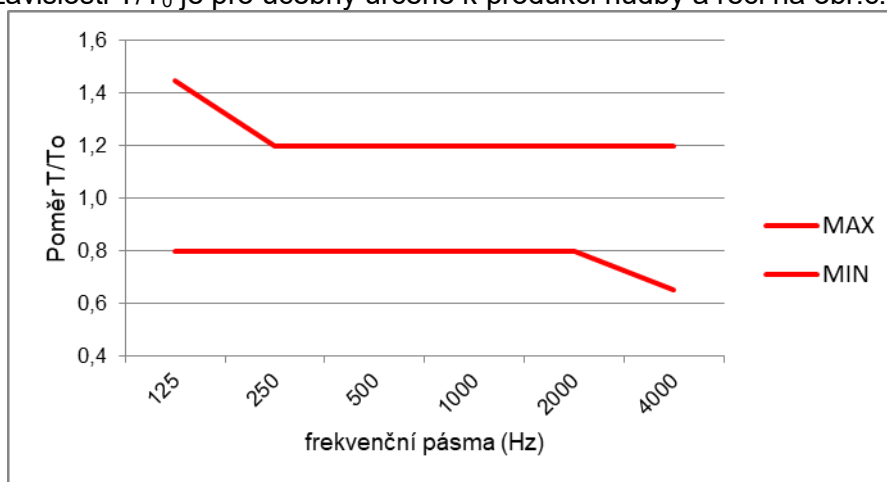
Dopočet obsazenosti učebny je proveden dle kap. 4.11 citované technické normy s použitím vztahu

$$\alpha_{obs} = (\alpha_m \cdot S + \alpha_d \cdot S_d) / S, \text{ kde} \quad (5)$$

α_d (-) je činitel zvukové pohltivosti pro pásmo od 125 Hz do 4000 Hz pro žáky sedící u stolů

S_d (m^2) je celková plocha obsazená osobami, je dána součinem počtu osob x $1 m^2$

Graf závislosti T/T_0 je pro učebny určené k produkci hudby a řeči na obr.č.1.



obr.č.1

3.4. Učebny ZUŠ

3.4.1. Učebna 4.04 – učebna hry na elektronické a elektrofonické hudební nástroje

V půdní vestavbě vznikne nová učebna obdélníkového půdorysu o rozměrech cca 6,7 m x 5,9 m zastropená zatepleným SDK podhledem ve výšce 3,1 m nad podlahou místnosti.

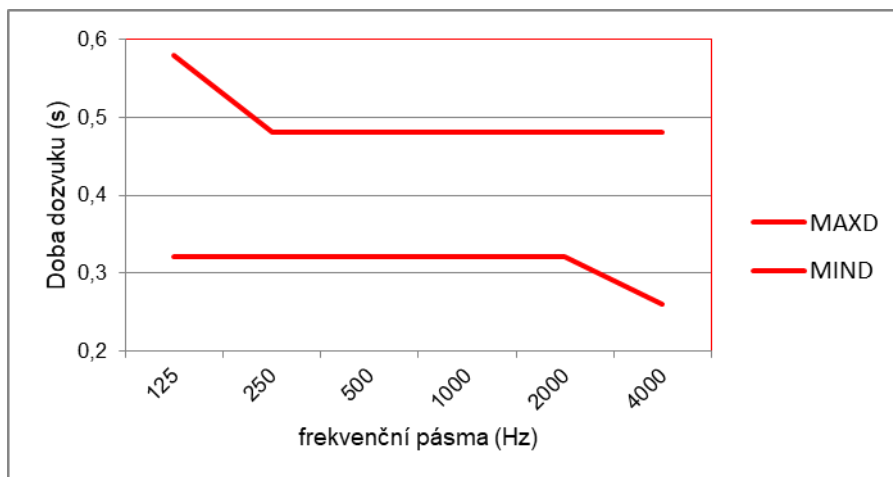
Vertikální obvodový plášť místnosti bude zhotoven ze SDK příček se zapojením komínových těles. Místnost bude přístupná z chodby dveřmi o rozměrech 0,9 m x 2,0 m. V šikmině obvodového pláště budou osazena 4 střešní okna o rozměrech 0,78 x 1,4 m. Nášlapná vrstva podlahy bude tvořena lepeným linem (vinyl). Stěny místnosti budou opatřeny malbou.

Objem místnosti je cca 100,3 m^3 , plocha obvodových stěn cca 140,5 m^2 .

Učebna je určena pro až 2 žáky a pedagoga.

Po dosazení do vztahu (1) dostaneme optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,40$ s.

Graf na obr.č.1 vztažený na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,40$ s je na obr.č.2.



obr.č.2

V rámci výstavby učebny bude pod zatepleným SDK podhledem ve výšce cca 2,9 m nad úrovní podlahy zavěšen nosný rošt o rozměrech 3,60 m x 5,9 m s velikostí polí 0,6 m x 0,6 m. Pole nosného roštu budou vyplněna celkem 54-mi kusy zvukopohltivých desek Ecophon Focus™ Ds tl. 20 mm + Extra Bass tl. 50 mm. Zbývající, neúplná, pole nosného roštu budou vyplněna SDK deskami tl. 15 mm.

Na zadní stěnu učebny, štítová stěna proti tabuli, bude pod akustickým podhledem osazeno pole zvukopohltivých panelů tvořené celkem 5-ti kusy vertikálně instalovaných panelů Ecophon Akusto™ Wall C Extra Bass o rozměrech 2,7 m x 0,6 m a tl. 80 mm.

V tabulce č.1 jsou hodnoty akustické pohltivosti pro zvukopohltivé panely Ecophon Focus™ Ds tl. 20 mm + Extra Bass tl. 50 mm a výšku svěšení podhledu 200 mm dle akustického katalogu výrobce.

Tabulka č.1

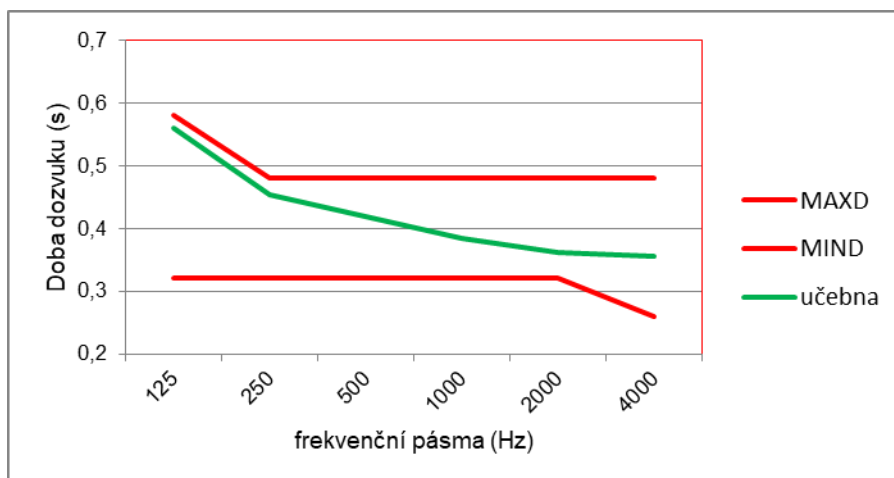
parametr	kmitočtové pásmo se středem (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
akustická pohltivost	0,70	0,90	0,90	0,95	1,0	1,0

V tabulce č.2 jsou hodnoty akustické pohltivosti pro zvukopohltivé panely Ecophon Akusto™ Wall C Extra Bass s povrchem Akutex™ FT při instalaci na stěnu dle katalogu výrobce.

Tabulka č.2

Parametr	kmitočtové pásmo se středem (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
akustická pohltivost	0,65	1,0	0,95	1,0	1,0	1,0

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci navrženého opatření, po obsazení 2-mi žáky a pedagogem a běžnými zřizovacími předměty v rámci normativně stanoveného rozmezí doby dozvuku ve frekvenčních pásmech je na obr.č.3.



obr.č.3

Výpočet ukazuje, že doba dozvuku v obsazené učebně bude dosahovat hodnoty $T = 0,38$ s (frekvenční pásmo se středem 1000 Hz).

3.4.2. Učebna 4.09 – učebna hry na elektronické a elektrofonické hudební nástroje

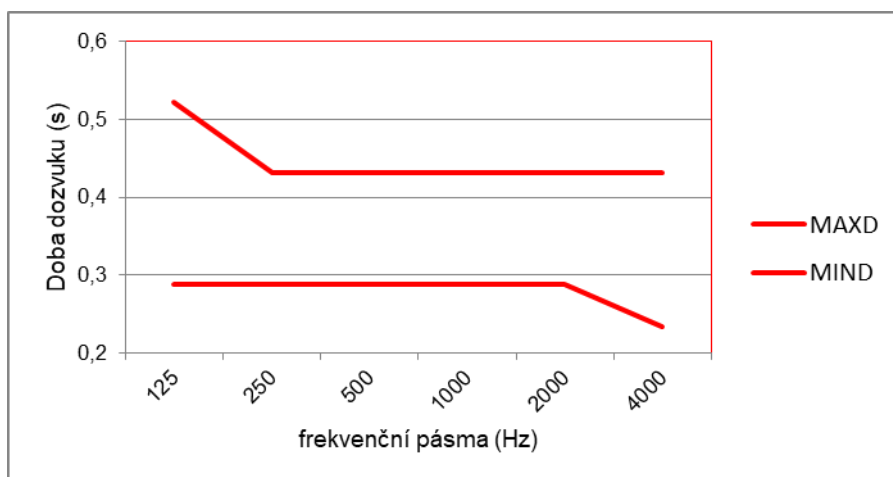
V půdní vestavbě vznikne nová učebna obdélníkového půdorysu o rozměrech cca 6,7 m x 4,15 m s výklenkem o půdorysných rozměrech 3,4 m x 0,3 m zastropená zatepleným SDK podhledem ve výšce 3,1 m nad podlahou místnosti.

Vertikální obvodový plášť místnosti bude zhotoven ze stávající zděné příčky a ze SDK příček se zapojením komínových těles. Podél zděné příčky bude vytvořeno pódium o půdorysných rozměrech 3,6 m x 1,6 m a výšce 0,3 m. Místnost bude přístupná z chodby dveřmi o rozměrech 0,9 m x 2,0 m.

V šikmině obvodového pláště budou osazena 4 střešní okna o rozměrech 0,78 x 1,4 m. Nášlapná vrstva podlahy bude tvořena lepeným linem (vinyl). Stěny místnosti budou opatřeny malbou.

Objem místnosti je cca 73,7 m³, plocha obvodových stěn cca 112,8 m².
Učebna je určena pro až 2 žáky a pedagoga.

Po dosazení do vztahu (1) dostaneme optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,36$ s.
Graf na obr.č.1 vztažený na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,36$ s je na obr.č.4.



obr.č.4

V rámci výstavby učebny bude pod zatepleným SDK podhledem ve výšce cca 2,9 m nad úrovní podlahy zavěšen nosný rošt o rozměrech 3,60 m x 4,15 m + 0,3 m x 3,4 m s velikostí polí 0,6 m x 0,6 m.

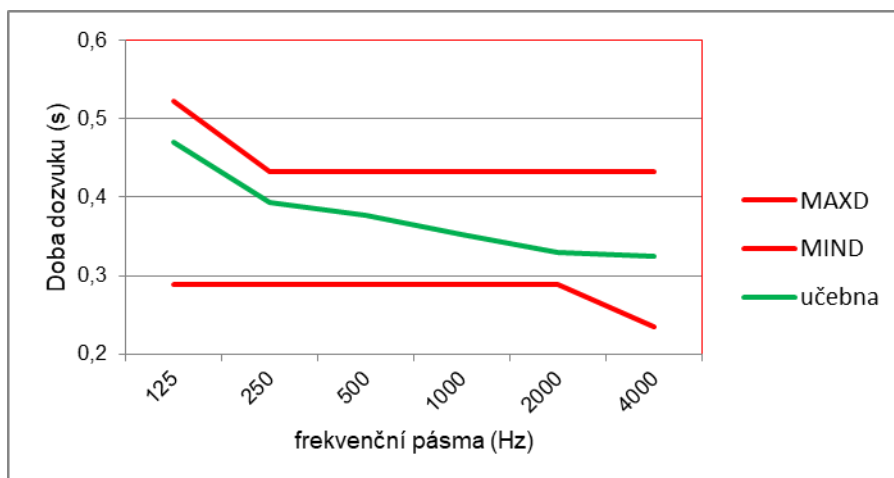
Pole nosného roštu budou vyplněna celkem 36-ti kusy zvukopohltivých desek Ecophon Focus™ Ds tl. 20 mm + Extra Bass tl. 50 mm. Zbývající, neúplná, pole nosného roštu budou vyplněna SDK deskami tl. 15 mm.

Na zadní stěnu učebny, štítová stěna proti pódiu, bude pod akustickým podhledem osazeno pole zvukopohltivých panelů tvořené celkem 5-ti kusy vertikálně instalovaných panelů Ecophon Akusto™ Wall C Extra Bass o rozměrech 2,7 m x 0,6 m a tl. 80 mm.

V tabulce č.1 jsou hodnoty akustické pohltivosti pro zvukopohltivé panely Ecophon Focus™ Ds tl. 20 mm + Extra Bass tl. 50 mm a výšku svěšení podhledu 200 mm dle akustického katalogu výrobce.

V tabulce č.2 jsou hodnoty akustické pohltivosti pro zvukopohltivé panely Ecophon Akusto™ Wall C Extra Bass s povrchem Akutex™ FT při instalaci na stěnu dle katalogu výrobce.

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci navrženého opatření, po obsazení 2-mi žáky a pedagogem a běžnými zřizovacími předměty v rámci normativně stanoveného rozmezí doby dozvuku ve frekvenčních pásmech je na obr.č.5.



obr.č.5

Výpočet ukazuje, že doba dozvuku v obsazené učebně bude dosahovat hodnoty $T = 0,35$ s (frekvenční pásmo se středem 1000 Hz).

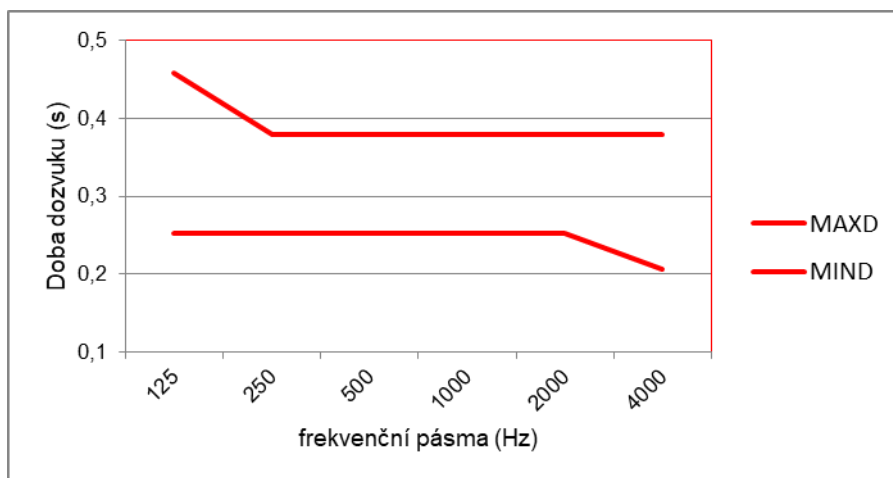
3.4.3. Učebna 4.17 – učebna hry na bicí nástroje

V půdní vestavbě vznikne nová učebna obdélníkového půdorysu o rozměrech cca 5,97 m x 5,9 m se vstupním prostorem o půdorysných rozměrech 3,03 m x 1,85 m zastropená původním nedefinovaným stropem položeným na ŽB příčných trámech ve výšce 3,2 m nad podlahou místnosti.

Vertikální obvodový plášť místnosti bude zhotoven z akusticky upravených zděných konstrukcí a ze SDK příček se zapojením komínových těles. Místnost bude přístupná z chodby dveřmi o rozměrech 0,9 m x 2,0 m. V obvodovém plášti místnosti nebudou osazena žádná okna. Nášlapná vrstva podlahy bude tvořena lepeným linem (vinyl). Stěny místnosti budou opatřeny malbou.

Objem místnosti je cca 128,7 m³, plocha obvodových stěn cca 136,9 m².
Učebna je určena pro až 2 žáky a pedagoga.

Po dosazení do vztahu (3) dostaneme optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,32$ s.
Graf na obr.č.1 vztažený na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,32$ s je na obr.č.6.



obr.č.6

V rámci výstavby učebny bude pod příčnými trámy ve výšce cca 2,56 m nad úrovní podlahy zavěšen nosný rošt o rozměrech 2,29 m x 5,9 m a ve výšce 2,7 m nad úrovní podlahy bude zavěšen nosný rošt o rozměrech 3,03 m x 7,75 m + 0,7 m x 5,9 m s velikostí polí 0,6 m x 0,6 m.

Pole nosného roštu budou vyplněna celkem 96-ti kusy zvukopohltivých desek Ecophon Focus™ Ds tl. 20 mm. Zbývající, neúplná, pole nosného roštu budou vyplněna SDK deskami tl. 15 mm.

Na stěny učebny, po obvodu místa pro bicí soupravu, budou osazena celkem 3 pole zvukopohltivých panelů tvořená 3 x 2 kusy horizontálně instalovaných panelů Ecophon Akusto™ Wall C Extra Bass o rozměrech 2,7 m x 0,6 m a tl. 80 mm.

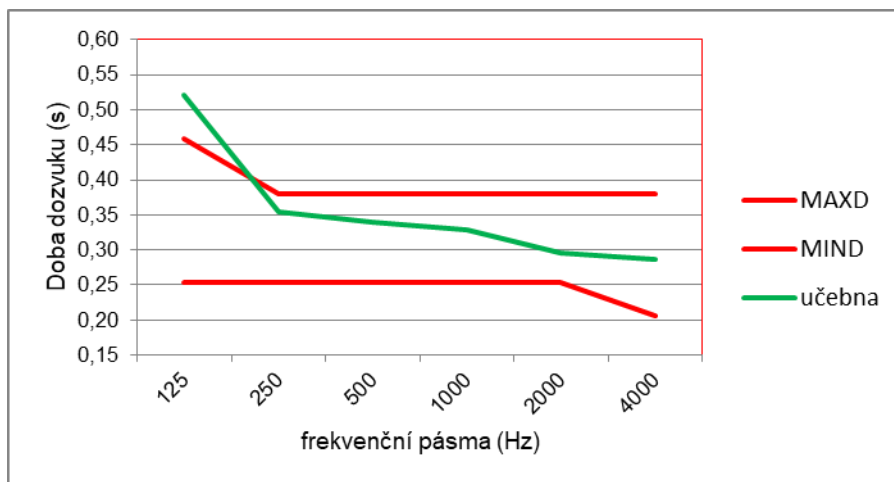
V tabulce č.3 jsou hodnoty akustické pohltivosti pro zvukopohltivé panely Ecophon Focus™ Ds tl. 20 mm a výšku svěšení podhledu 200 mm dle akustického katalogu výrobce.

Tabulka č.3

parametr	kmitočtové pásmo se středem (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
akustická pohltivost	0,55	0,85	0,90	0,90	1,0	1,0

V tabulce č.2 jsou hodnoty akustické pohltivosti pro zvukopohltivé panely Ecophon Akusto™ Wall C Extra Bass s povrchem Akutex™ FT při instalaci na stěnu dle katalogu výrobce.

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci navrženého opatření, po obsazení 2-mi žáky a pedagogem a běžnými zřizovacími předměty v rámci normativně stanoveného rozmezí doby dozvuku ve frekvenčních pásmech je na obr.č.7.



obr.č.7

Výpočet ukazuje, že doba dozvuku v obsazené učebně bude dosahovat hodnoty $T = 0,33$ s (frekvenční pásmo se středem 1000 Hz).

4. Závěr

Záměrem investora je realizace půdní vestavby učeben ZUŠ v podkrovním podlaží čtyřpodlažního objektu na ul. Školní 556/1 v centrální části města Poděbrady.

Doba dozvuku je vedle hladiny akustického tlaku pozadí v interiéru posuzovaných místností, difuzity zvukového pole a směřováním určujícím faktorem kvality poslechu.

V akustickém posudku jsou pro nově vytvořené učebny ZUŠ navržena konkrétní akustická opatření ve formě realizace širokopásmového stropního podhledu a stěnového absorberu s cílem zajistit v učebnách zkrácení doby dozvuku do normativně vymezeného pásma v bezmála celé šířce akustického spektra, s výjimkou oktávového pásma se středem na frekvenci 125 Hz v učebně 4.17.

Zkrácení doby dozvuku nad horní hranici tolerančního pásma v tomto frekvenčním pásmu je nevýznamné.