

RNDr. Jiří Matěj, poradenská a konzultační činnost v akustice
742 54 Bartošovice 192, IČO: 65907850
tel: 602704256, e-mail: sonservis@seznam.cz

S T U D I E

Akustický posudek
pro učebny a posluchárny Filozofické fakulty UP v Olomouci
na tř. Svobody 686/26 v Olomouci

Zadavatel: Ing. Petr Lukáš
T4T s.r.o., Bratronice 119

Investor: Univerzita Palackého v Olomouci,
Křížkovského 511/8, Olomouc

Zpracoval: RNDr. J. Matěj

Datum vyhotovení: 30.4.2018
Počet stran zprávy: 10

1. Zadání:

Záměrem investora je realizace stavebních úprav a dostavba stávající školní budovy na tř.Svobody 686/26 v Olomouci. Součástí stavebních úprav budou opatření ke zlepšení parametrů prostorové akustiky ve stávajících i nově zřízených učebnách a posluchárnách ve školním objektu.

Úkolem této studie je navrhnout opatření ke zlepšení parametrů prostorové akustiky v části učeben a poslucháren.

2. Vstupní údaje:

1. Část PD „.....“,, 3/2018

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
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 stanovuje pro učebnu a posluchárnu do objemu 400 m³ v tabulce č.2 optimální dobu dozvuku na $T_0 = 0,7$ s. Pro posluchárnu o objemu větším než 400 m³ je doba dozvuku stanovena v závislosti na reálném objemu. Pro jazykovou učebnu je v tabulce č.2 optimální dobu dozvuku stanovena na $T_0 = 0,45$ s.

Poměr mezi dobou dozvuku v oktávovém pásmu a optimální dobou dozvuku, tedy T/T_0 , je stanoven graficky pro jednotlivá oktávová pásma se středy od 125 Hz do 4000 Hz. Graf stanovuje maximální a minimální hranici poměru T/T_0 .

3.3. Doba dozvuku v místnostech

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

Doba dozvuku se obecně stanoví ze vztahu

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

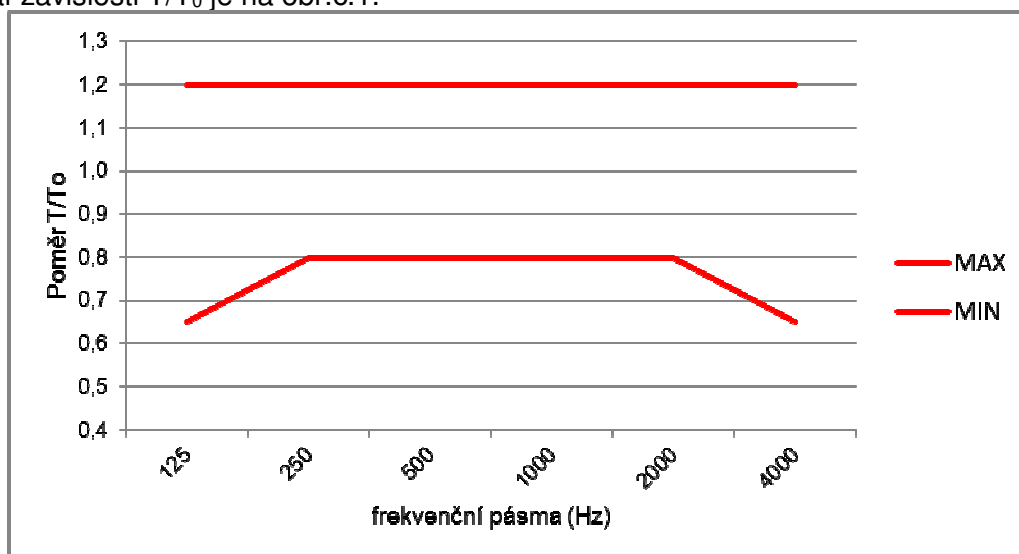
V (m³) je objem místnosti jako jednoduchého geometrického tělesa

S (m²) je celková plocha funkčních obvodových ploch (bez osob)

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

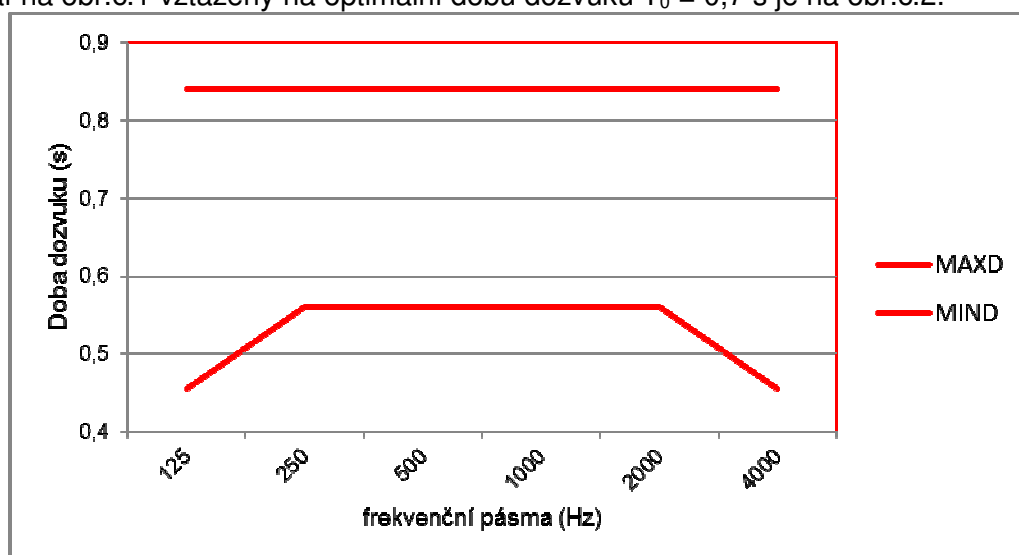
Ze vztahu č.1 je zřejmé, že dobu dozvuku lze měnit pouze změnou činitele zvukové pohltivosti místnosti. Dle požadavku investora budou stropy v učebnách a posluchárnách pokryty materiálem o vysoké akustické pohltivosti.

Graf závislosti T/T_0 je na obr.č.1.



obr.č.1

Graf na obr.č.1 vztažený na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,7$ s je na obr.č.2.



obr.č.2

3.4. Podzemní podlaží

3.4.1, Učebna 1.39

Nová učebna vznikne výškovým rozdělením stávající posluchárny. Učebna obdélníkového půdorysu o rozměrech cca 17,9 m x 9,1 m a sv. výšce 2,98 m bude zastropena ŽB stropem. V obvodovém plášti je osazeno 6 kusů oken o celkové ploše cca 18,9 m² a dvoje dveře o celkové ploše 7,4 m². Nášlapná vrstva podlahy bude tvořena lepeným linem.

Objem místnosti je cca 489 m³, plocha obvodových stěn cca 488 m².

V místnosti budou celoplošně instalovány školní lavice a židle pro celkem 76 studentů a pedagoga.

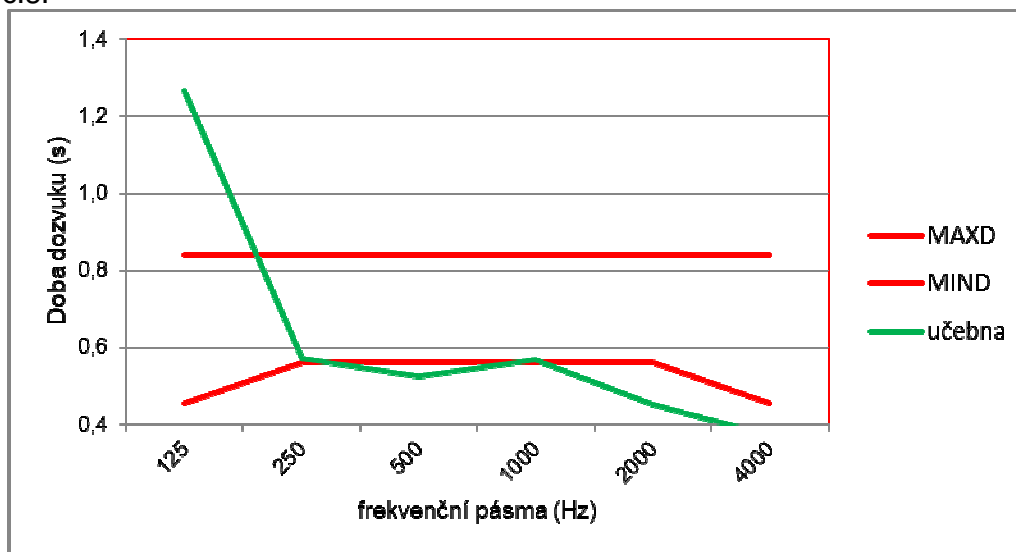
Do zavěšeného nosného rastru v odstupu cca 175 mm pod stropní deskou budou vloženy desky zvukopohltivého materiálu tl. 25 mm ve formátu 600 mm x 1200 mm. Celková plocha akustického podhledu dosáhne cca 136 m² při rozměru 16,2 m x 8,4 m. Na zbývající plochu nosné konstrukce budou zavěšeny stavební sádkokartonové desky.

Požadavky na hodnoty akustické pohltivosti pro zvukopohltivý materiál jsou uvedeny v tabulce č.1.

Tabulka č.1

Parametr	kmitočtové pásmo se středem (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
akustická pohltivost	0,25	0,65	0,70	0,60	0,75	0,90

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci výše popsaného širokopásmového stropního obkladu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.1 za přítomnosti 40–ti studentů a pedagoga je na obr.č.3.



obr.č.3

3.5. Přízemní podlaží

3.5.1. Učebna 1.49

Výsledek výpočtu lze adekvátně použít pro učebnu 2.31.

Nová učebna vznikne výškovým rozdělením stávající posluchárny. Učebna obdélníkového půdorysu o půdorysných rozměrech cca 17,7 m x 9,1 m a sv. výšce 4,06 m bude zastropena ŽB stropem. V obvodovém plášti je osazeno 6 kusů oken o celkové ploše cca 40,0 m², dveře o celkové ploše 3,5 m² a prosklená příčka mezi učebnou a navazující místností o ploše 19,2 m². Nášlapná vrstva podlahy bude tvořena lepeným linem.

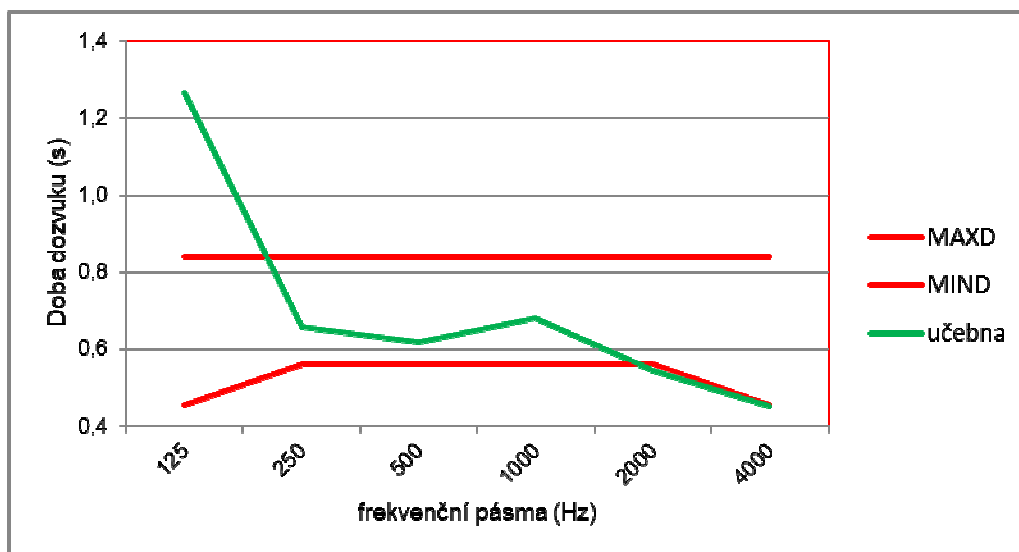
Objem místnosti je cca 652 m³, plocha obvodových stěn cca 539 m².

V místnosti budou celoplošně instalovány školní lavice a židle pro celkem 81 studentů a pedagoga.

Do zavěšeného nosného rastru v odstupu cca 175 mm pod stropní deskou budou vloženy desky zvukopohltivého materiálu tl. 25 mm ve formátu 600 mm x 1200 mm. Celková plocha akustického podhledu dosáhne cca 156,6 m² při rozměru 17,4 m x 9,0 m. Na zbývající plochu nosné konstrukce budou zavěšeny stavební sádrokartonové desky.

Požadavky na hodnoty akustické pohltivosti pro zvukopohltivý materiál jsou uvedeny v tabulce č.1.

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci výše popsaného širokopásmového stropního obkladu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.1 za přítomnosti 40–ti studentů a pedagoga je na obr.č.4.



obr.č.4

3.5.2. Učebna 1.84

Nová učebna vznikne v novostavbě jihozápadního křídla budovy rozdělením primární místnosti posuvnými příčkami. Učebna obdélníkového půdorysu o půdorysných rozměrech cca 9,5 m x 4,0 m a sv. výšce 4,2 m bude zastropena ŽB stropem. V obvodovém plášti bude osazeno 1 okno o ploše cca 6,7 m² a dveře o ploše 3,3 m². Nášlapná vrstva podlahy bude tvořena lepeným linem.

Objem místnosti je cca 160 m³, plocha obvodových stěn cca 190 m².

V místnosti budou instalovány školní lavice a židle pro cca 15 studentů a pedagoga.

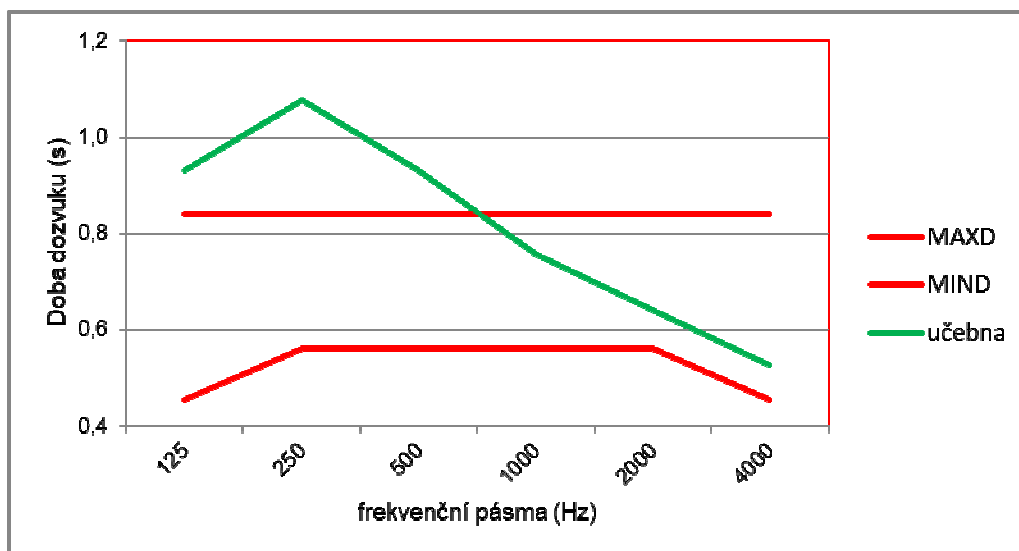
Do zavěšeného nosného rastru v odstupu cca 960 mm pod stropní deskou budou vloženy desky zvukopohltivého materiálu tl. 25 mm ve formátu 600 mm x 1200 mm. Celková plocha akustického podhledu dosáhne cca 32,4 m² při rozměru 3,6 m x 9,0 m. Na zbývající plochu nosné konstrukce budou zavěšeny stavební sádkartonové desky.

Požadavky na hodnoty akustické pohltivosti pro zvukopohltivý materiál jsou uvedeny v tabulce č.2.

Tabulka č.2

Parametr	kmitočtové pásmo se středem (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
akustická pohltivost	0,55	0,40	0,50	0,60	0,70	0,90

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci výše popsaného širokopásmového stropního obkladu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.1 za přítomnosti 10–ti studentů a pedagoga je na obr.č.5.



obr.č.5

3.5.3. Učebna 1.85

Nová učebna vznikne v novostavbě jihozápadního křídla budovy rozdělením primární místnosti posuvnými příčkami. Výsledek výpočtu lze adekvátně použít pro učebnu 1.86.

Učebna obdélníkového půdorysu o půdorysných rozměrech cca 9,5 m x 7,9 m a sv. výšce 4,2 m bude zastropena ŽB stropem. V obvodovém plášti budou osazena 2 okna o ploše cca 13,5 m² a dveře o ploše 3,3 m². Nášlapná vrstva podlahy bude tvořena lepeným linem.

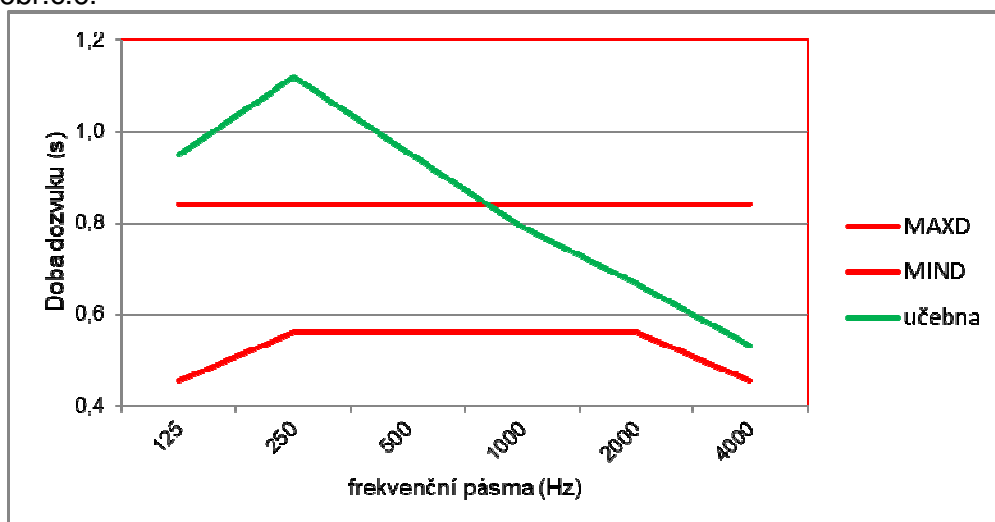
Objem místnosti je cca 313 m³, plocha obvodových stěn cca 294 m².

V místnosti budou instalovány školní lavice a židle pro cca 30 studentů a pedagoga.

Do zavěšeného nosného rastru v odstupu cca 960 mm pod stropní deskou budou vloženy desky zvukopohltivého materiálu tl. 25 mm ve formátu 600 mm x 1200 mm. Celková plocha akustického podhledu dosáhne cca 32,4 m² při rozměru 7,2 m x 9,0 m. Na zbývající plochu nosné konstrukce budou zavěšeny stavební sádkartonové desky.

Požadavky na hodnoty akustické pohltivosti pro zvukopohltivý materiál jsou uvedeny v tabulce č.2.

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci výše popsaného širokopásmového stropního obkladu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.1 za přítomnosti 15–ti studentů a pedagoga je na obr.č.6.

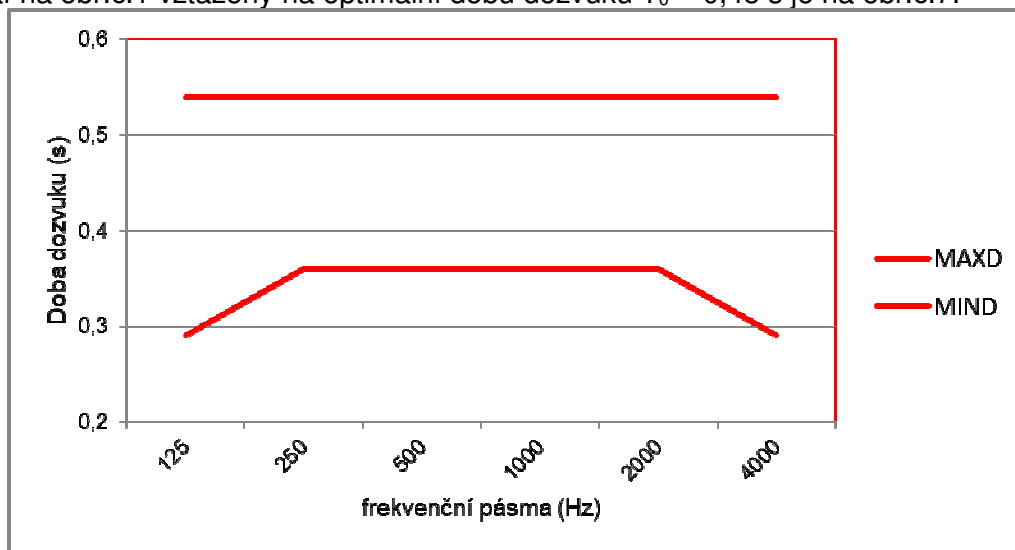


obr.č.6

3.5.4. Učebna 1.03

Blok jazykových učeben vznikne v jihovýchodním křídle budovy. Výsledek výpočtu lze adekvátně použít pro učebny 1.02, 1.02a, 1.03a, 1.04, 1.12 a 1.16.

Graf na obr.č.1 vztažený na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,45$ s je na obr.č.7.



obr.č.7

V obvodovém plášti učebny obdélníkového půdorysu o půdorysných rozměrech cca 6,2 m x 2,8 m a sv. výšce 4,3 m je osazeno okno o ploše cca 3,7 m² a dveře o ploše 1,9 m². Nášlapná vrstva podlahy bude tvořena lepeným linem.

Objem místnosti je cca 74 m³, plocha obvodových stěn cca 112 m².

V místnosti budou instalovány školní lavice a židle pro celkem 6 studentů a pedagoga.

Optimální doby dozvuku bude dosažena kombinací stropního podhledu a stěnového obkladu.

Do zavěšeného nosného rastru v odstupu cca 200 mm pod stropní deskou budou vloženy desky zvukopohltivého materiálu tl. 19 mm ve formátu 600 mm x 1200 mm. Celková plocha akustického podhledu dosáhne cca 13 m² při rozměru 5,4 m x 2,4 m. Na zbývající plochu nosné konstrukce budou zavěšeny stavební sádkartonové desky.

Požadavky na hodnoty akustické pohltivosti pro stropní podhled jsou uvedeny v tabulce č.3.

Tabulka č.3

Parametr	kmitočtové pásmo se středem (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
akustická pohltivost	0,50	0,80	0,90	0,90	1,0	1,0

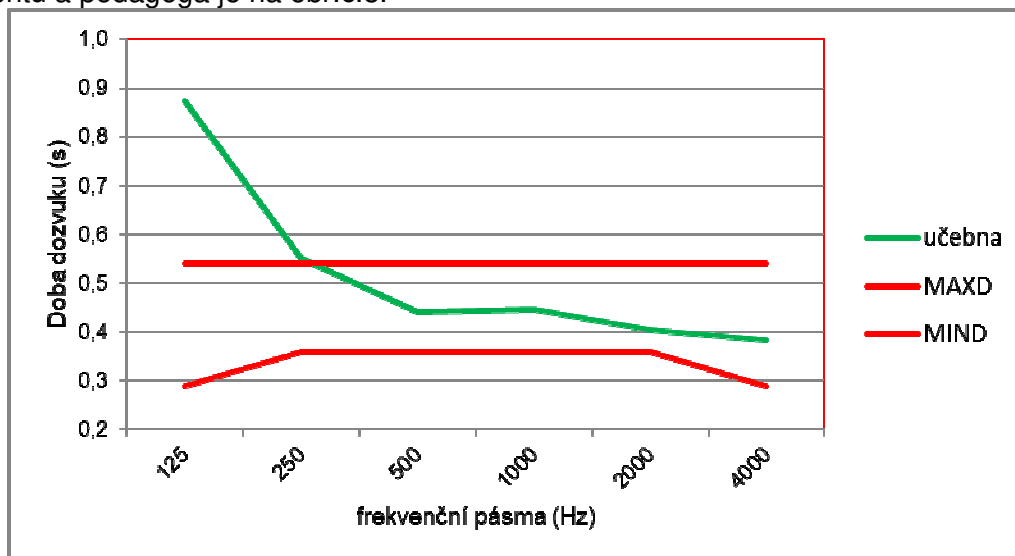
Do nosného rastru upevněného na zadní stěnu místnosti – z pohledu pedagoga - v odstupu cca 100 mm od stěny budou vloženy desky zvukopohltivého materiálu tl. 25 mm ve formátu 600 mm x 1200 mm. Celková plocha stěnového obkladu dosáhne cca 9,7 m² při rozměru 5,4 m x 1,8 m. Stěnový obklad bude osazen od výšky cca 2,3 m ke stropnímu podhledu. Dolní část stěny zůstane bez obkladu a bude opatřena malbou.

Požadavky na hodnoty akustické pohltivosti pro stěnový obklad jsou uvedeny v tabulce č.4.

Tabulka č.4

Parametr	kmitočtové pásmo se středem (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
akustická pohltivost	0,15	0,40	0,80	0,70	0,7	0,8

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci výše popsaného širokopásmového stropního podhledu a stropního obkladu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.3 a č.4 za přítomnosti čtyř studentů a pedagoga je na obr.č.8.



obr.č.8

3.5.5. Učebna 1.07

Blok jazykových učeben vznikne v jihovýchodním křídle budovy. Výsledek výpočtu lze adekvátně použít pro učebnu 1.10.

V obvodovém plášti učebny obdélníkového půdorysu o půdorysných rozměrech cca 6,7 m x 6,1 m a sv. výšce 4,3 m jsou osazena 2 okna o ploše cca 7,5 m² a dveře o ploše 2,1 m². Nášlapná vrstva podlahy bude tvořena lepeným linem.

Objem místnosti je cca 175 m³, plocha obvodových stěn cca 192 m².

V místnosti budou instalovány školní lavice a židle pro celkem 20 studentů a pedagoga.

Optimální doby dozvuku bude dosažena kombinací stropního podhledu a stěnového obkladu.

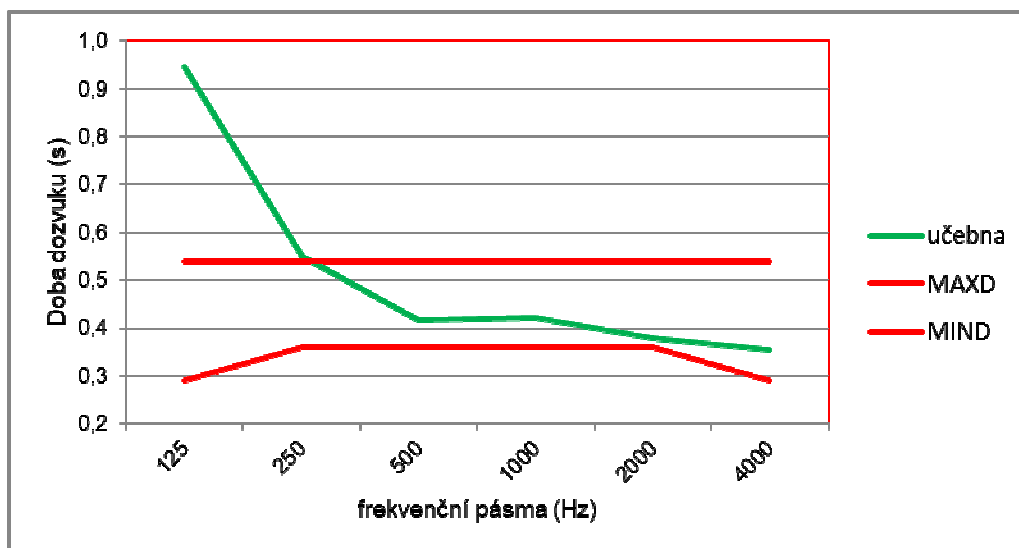
Do zavěšeného nosného rastru v odstupu cca 200 mm pod stropní deskou budou vloženy desky zvukopohltivého materiálu tl. 19 mm ve formátu 600 mm x 1200 mm. Celková plocha akustického podhledu dosáhne cca 32,4 m² při rozměru 6,0 m x 5,4 m. Na zbývající plochu nosné konstrukce budou zavěšeny stavební sádkartonové desky.

Požadavky na hodnoty akustické pohltivosti pro stropní podhled jsou uvedeny v tabulce č.3.

Do nosného rastru upevněného na zadní stěnu místnosti – z pohledu pedagoga – a na stěnu se vstupními dveřmi v odstupu cca 100 mm od stěny budou vloženy desky zvukopohltivého materiálu tl. 25 mm ve formátu 600 mm x 1200 mm. Celková plocha stěnového obkladu dosáhne cca 21,6 m² při rozměru 6,0 m x 2,4 m a 6,0 x 1,2 m. Stěnový obklad bude osazen od výšky cca 2,3 m, resp od výšky 1,7 m ke stropnímu podhledu. Dolní část stěny zůstane bez obkladu a bude opatřena malbou.

Požadavky na hodnoty akustické pohltivosti pro stěnový obklad jsou uvedeny v tabulce č.4.

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci výše popsaného širokopásmového stropního podhledu a stropního obkladu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.3 a č.4 za přítomnosti 10-ti studentů a pedagoga je na obr.č.9.



obr.č.9

3.6. Druhé podlaží

3.6.1. Učebna 2.75

Výsledek výpočtu lze adekvátně použít pro učebnu 2.76.

Nová učebna vznikne v novostavbě jihozápadního křídla budovy Učebna obdélníkového půdorysu o půdorysných rozměrech cca 10,1 m x 7,2 m a sv. výšce 2,7 m bude zastropena trapézovým plechem s betonovou zálivkou a osazena dalšími vrstvami střešního pláště. V obvodovém plášti budou osazeny 3 prosvětlovací pásy oken o celkové ploše cca 15,1 m² a dveře o celkové ploše 3,5 m². Nášlapná vrstva podlahy bude tvořena lepeným linem.

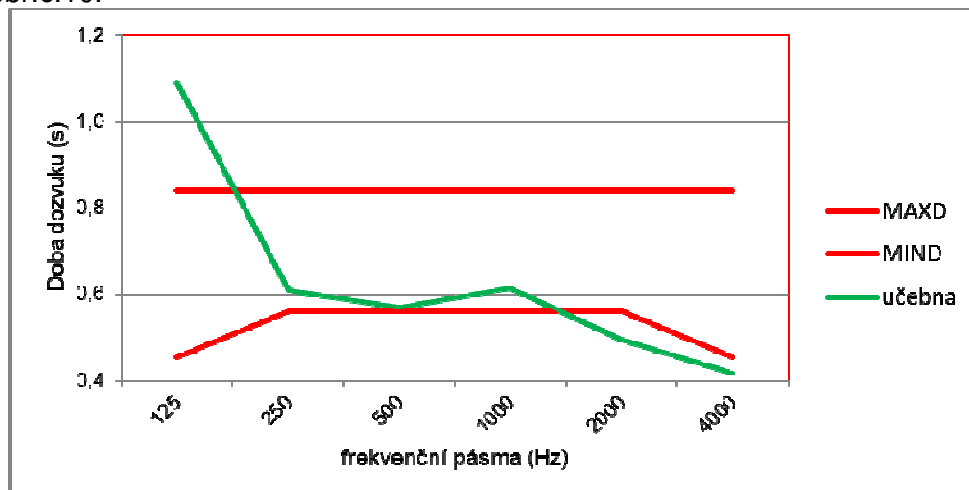
Objem místnosti je cca 196 m³, plocha obvodových stěn cca 238 m².

V místnosti budou celoplošně instalovány školní lavice a židle pro celkem 24 studentů a pedagoga.

Do zavěšeného nosného rastru v odstupu cca 175 mm pod stropem budou vloženy desky zvukopohltivého materiálu tl. 25 mm ve formátu 600 mm x 1200 mm. Celková plocha akustického podhledu dosáhne cca 54 m² při rozměru 9,0 m x 6,0 m. Na zbývající plochu nosné konstrukce budou zavěšeny stavební sádkartonové desky.

Požadavky na hodnoty akustické pohltivosti pro materiál stropního podhledu jsou uvedeny v tabulce č.1.

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci výše popsaného širokopásmového stropního obkladu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.1 za přítomnosti 15–ti studentů a pedagoga je na obr.č.10.



obr.č.10

4. Závěr

Záměrem investora je realizace stavebních úprav a dostavba stávající školní budovy na tř.Svobody 686/26 v Olomouci. Součástí stavebních úprav budou opatření ke zlepšení parametrů prostorové akustiky ve stávajících i nově zřízených učebnách a posluchárnách ve školním objektu.

Doba dozvuku je vedle hladiny akustického tlaku pozadí v interiéru posuzovaných místností, difuzity zvukového pole a směřováním určujícím faktorem kvality poslechu. Zejména to platí v místnostech o velkých objemech a při jejich nedokonalém ozvučení.

Navržené širokopásmové akustické obklady části obvodového pláště učeben a posluchárny zajistí zkrácení doby dozvuku částečně do normativně vymezeného pásma. Místnosti bude možné při výuce snadno obsáhnout lidským hlasem bez zvýšené hlasové námahy vyučujícího.

S ohledem na velmi malé rozměry učeben nemůže dojít k tomu, že dráhový rozdíl mezi pří-
mou a odraženou zvukovou vlnou přesáhne 10 m, což by mohlo vést ke snížení srozumitelnosti řeči.