


<b>Místo stavby:</b> Základní škola Český Brod Tyršova 68 282 01 Český Brod	<b>Objednatel:</b> Město Český Brod nám. Husovo č.p. 70 282 01 Český Brod	<b>Číslo zakázky:</b> 0021_1601	<b>Navrhl, vypracoval:</b> Ing. Jan Lipovčan 	
<b>Název a účel díla:</b>  Přístavba Základní školy Český Brod dokumentace pro provedení stavby		<b>Počet formátů:</b> 20 x A4	<b>Měřítko:</b> -	<b>Datum:</b> duben 2016
		<b>Název dílčí části dokumentace:</b> D.1.1 - Architektonicko-stavební řešení	<b>Dílčí část</b> D.1.1	
<b>Název přílohy:</b> Posouzení prostorové akustiky			<b>Č. přílohy</b> 053	

**Obsah :**

1. Identifikační údaje a cíl posouzení .....	3
1.1 Základní identifikační údaje .....	3
1.2 Cíl posouzení: .....	3
2. Související legislativa .....	4
3. Požadavky platné legislativy .....	4
3.1. Prostorová akustika .....	4
4. Technické řešení .....	6
4.1. Prostorová akustika .....	6
5. Výpočty, grafy, posouzení .....	8
5.1. Prostorová akustika .....	8
6. Závěr .....	19
6.1. Prostorová akustika .....	19

# 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE A CÍL POSOUZENÍ

## 1.1 ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

**Název stavby:** Přístavba Základní školy Český Brod, Tyršova 68

**Místo stavby:** Základní škola Český Brod, Tyršova 68, 282 01, Český Brod

**Katastrální území:** Český Brod [622737]

**Parcelní čísla pozemku:** St. 52/2

**Předmět projektové dokumentace:** Přístavba Základní školy Český Brod

**Stupeň projektu:** DSP (dokumentace pro stavební povolení)

**Stavebník:** Město Český Brod, nám. Husovo č.p. 70, 282 01 Český Brod

**Hlavní inženýr projektu:** Ing. Jan Lipovčan, Číslo autorizace ČKAIT 0013167

## 1.2 CÍL POSOUZENÍ:

Při zpracování projektové dokumentace pod názvem „Přístavba Základní školy Český Brod“ vznikl požadavek na podrobný rozbor řešení prostorové akustiky ve dvou nově budovaných učebnách.

**Konkrétně se jedná o následující prostory:**

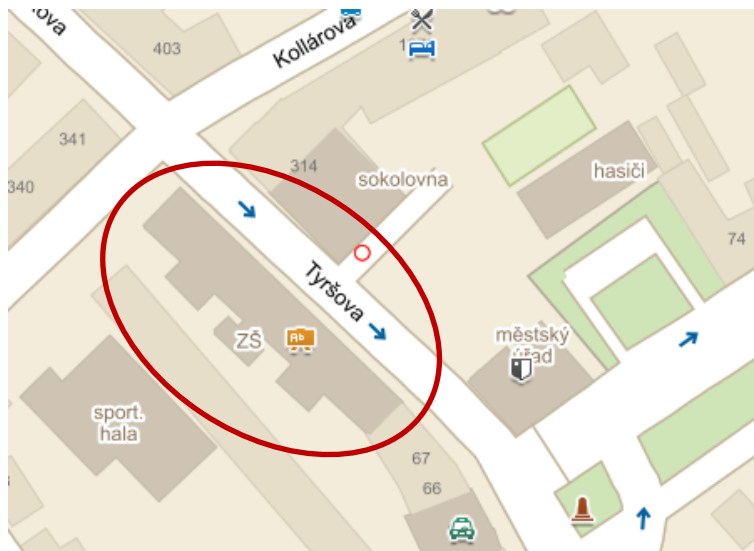
1. Polytechnická učebna
2. Jazyková + PC učebna

### Prostorová akustika

Prostorová akustika jednotlivých učeben byla podrobena rozboru z hlediska akustiky v rozsahu, určeném příslušnými ČSN, ČSN ISO, ČSN EN a vyhláškami uvedenými v seznamu legislativy (kap. č. 2. **Související legislativa**).

**Použité technické podklady:**

1. Půdorysy, řezy, situace
2. Jednotlivé povrchy konstrukcí, včetně technických podkladů výrobců pohltivých materiálů



**Obr. 1:** Situace zadané lokality, zdroj: <https://mapy.cz>

## 2. SOUVISEJÍCÍ LEGISLATIVA

Použité legislativní podklady:

1. **ČSN 73 0525 – Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady**  
*Norma stanoví obecné zásady pro projektování akustiky uzavřených prostorů určených k poslechu hudby a řeči v nově budovaných nebo rekonstruovaných objektech. Uvádí hlavní opatření z hlediska stavební akustiky k ochraně těchto prostorů proti vnějšímu a vnitřnímu hluku v objektech, požadavky na objem prostoru, doporučení pro poměry jeho základních rozměrů a pro jeho tvar z hlediska možnosti vzniku rušivých akustických jevů v něm, dále popisuje chování prostorově tvarovaných hraničních ploch při utváření zvukového pole, způsoby jejich využití při projektování akustických úprav a postup výpočtu doby dozvuku včetně korekce na útlum zvuku při šíření ve vzduchu v oktavových pásmech.*
2. **ČSN 73 0527 – Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely**  
*Tato norma stanoví hlavní zásady pro projektování a realizaci uzavřených prostorů pro kulturní účely, prostorů ve školách a prostorů pro veřejné účely. Platí pro nově zřizované, rekonstruované nebo adaptované prostory, v nichž kvalita poslechových podmínek či akustická pohoda hraje významnou roli.*
3. **ČSN EN 12354-6 - Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech**  
*Tato evropská norma popisuje výpočetní model ke stanovení celkové ekvivalentní pohltivé plochy nebo doby dozvuku uzavřených prostorů v budovách. Výpočet je založen zejména na změřených údajích charakterizujících zvukovou pohltivost materiálů a objektů. Výpočty jsou možné pouze v kmitočtových pásmech.*  
*Tato evropská norma popisuje principy výpočetního modelu, uvádí důležité veličiny a stanovuje jeho použití a omezení. Je určena akustickým odborníkům a poskytuje rámec k tvorbě aplikovaných dokumentů a nástroje pro další uživatele v oboru stavebnictví při respektování místních zvyklostí.*  
*Model je založen na zkušenostech s predikcemi pro místnosti v bytech a kancelářích, pro společné prostory domů, jako jsou schodiště, chodby a místnosti obsahující stroje a technické vybavení. Není určena pro velmi velké prostory nebo prostory nepravidelného tvaru, jako koncertní sály, divadla a továrny.*
4. **Vyhláška č. 268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na stavby.**
5. **Vyhláška č. 20/2012, kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na stavby.**

## 3. POŽADAVKY PLATNÉ LEGISLATIVY

### 3.1. PROSTOROVÁ AKUSTIKA

**Vnitřní prostor** musí splnit svoji funkci z hlediska prostorové akustiky, což znamená převážně splnit požadované hodnoty doby dozvuku a charakteru zvukového pole.

Zajištění požadované akustické pohody vnitřního prostoru je dosaženo **správnou volbou a rozmístěním akusticky účinných konstrukcí** (pohltivé a odrazné plochy) ve vztahu ke zdrojům zvuku a poloze posluchačů. Výsledkem posouzení vnitřního prostoru je konstatování dosažení **vhodné doby dozvuku a ozvučení místnosti** pro daný účel na základě fyzikálních vlastností materiálů akusticky účinných konstrukcí v prostoru a jejich polohového uspořádání.

**Veličina :** **Doba dozvuku  $T$  [s]**, doba v sekundách, za kterou klesne hladina akustického tlaku v uzavřeném prostoru o 60 dB. Jedná se o kritériální veličinu pro **vnitřní prostory**, která musí vyhovovat požadovaným hodnotám této veličiny v závislosti na druhu vnitřního prostoru, stanoveným v **Tab. 1**.

**Veličina :** **Optimální doba dozvuku  $T_0$  [s]**, doporučená hodnota  $T$ , která je základním kritériem kvality poslechu v obsazeném uzavřeném prostoru pro některé z daných typů přirozeného signálu nebo pro jejich obvyklé kombinace.

**Tab. 1.** Požadavky na prostory ve školách související s řešeným projektem, (ČSN 73 0527, 2005)

Prostor	Objem prostoru V [m <sup>3</sup> ]	Doba T <sub>0</sub> [s]	Rozmezí hodnot T/T <sub>0</sub> [-]	Poznámka
Učebna a posluchárna	do 250	0,7	A.4	
Jazyková učebna, laboratoř	130 až 180	0,45	A.4	
Audiovizuální učebna	200	0,6	A.4	
Učebna pracovní výuky	-	Širokopásmový obklad stropu	-	

**Poznámka:**

Širokopásmový akustický obklad představuje materiál, jehož vážený činitel zvukové pohltivosti  $\alpha_w \geq 0,8$ .

**Tab. 2.** Meze přípustného rozmezí poměru dob dozvuku T/T<sub>0</sub> prostorů daného určení

Určení	Typ rozmezí	Meze	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma									
			31,5	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	16 000
Řeč	A.4	horní			1,20	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
		dolní			0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65		

Zásadní funkční popis vnitřních prostorů řešených z hlediska prostorové akustiky v rámci akce: „Přístavba Základní školy Český Brod“ je uveden v kapitole 4. **Technické řešení – 4.1. Akustika prostorová.**

## 4. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

### 4.1. PROSTOROVÁ AKUSTIKA

Kapitola obsahuje korektní specifikaci a popis funkce vnitřního chráněného prostoru z hlediska prostorové akustiky. Návrh prostorové akustiky posuzovaných vnitřních chráněných prostorů vychází z projektové dokumentace, která obsahuje popis a rozměry povrchů konstrukcí daných místností. Požadované optimální doby dozvuku místností jsou zajištěny doplněním akusticky účinných materiálů, resp. konstrukcí, jejichž typy a rozměry jsou stanoveny na základě výpočtu.

Požadavky na tyto výukové prostory jsou uvedeny v kap. **3.1 Prostorová akustika**.

Specifikace **charakteristických vnitřních prostorů**, řešených z hlediska prostorové akustiky, je následující :

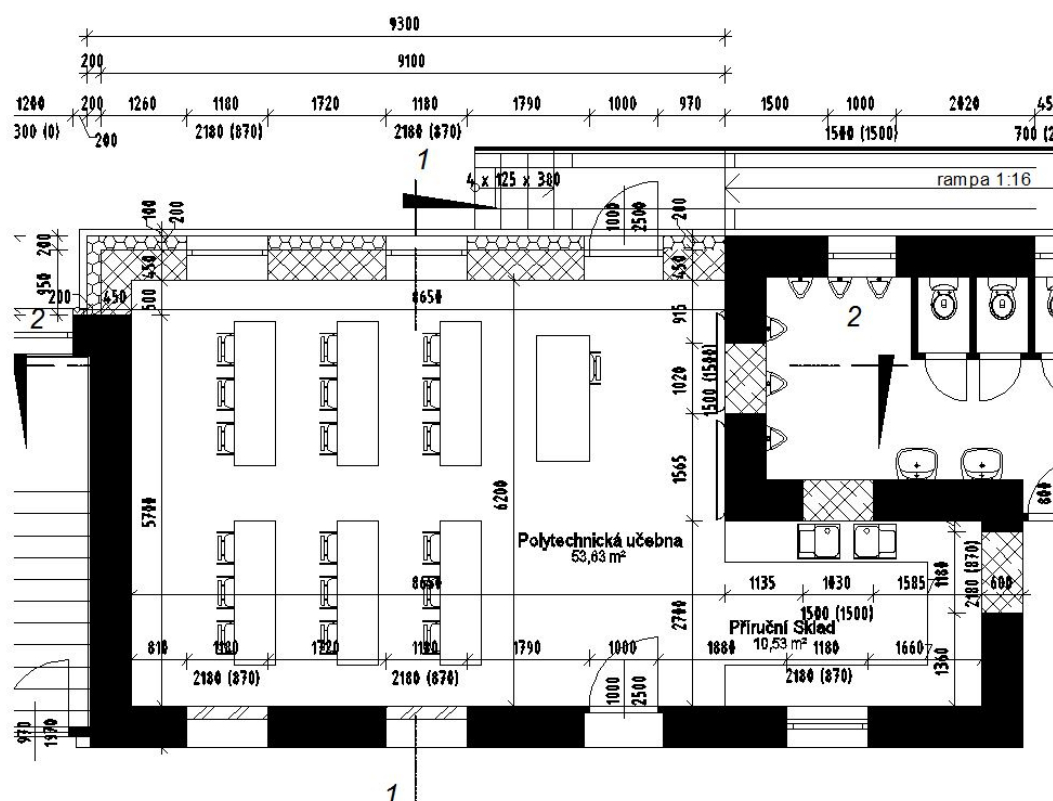
*Chráněný prostor :* (PP01) **Polytechnická učebna**

Charakterem svého využití se bude jednat o učebnu pro 18 žáků a jednoho učitele. Učebnu lze charakterizovat jako učebnu pracovní výuky. Učitel bude po většinu času chodit mezi jednotlivými žáky. Nebude probíhat delší výklad před tabulí.

*Požadavek :* Optimální doba dozvuku      Širokopásmový obklad stropu

*Poznámka:* **S ohledem na požadavek na konkrétní materiál podhledu, který nesplňuje požadavky na širokopásmový obklad stropu, tzn. jeho vážený činitel zvukové pohltivosti nesplňuje podmínku  $\alpha_w \geq 0,8$ , bylo přistoupeno k výpočetnímu ověření chování prostoru a zvolen požadavek dle učebny do 250 m<sup>3</sup>.**

*Požadavek :* Optimální doba dozvuku       **$T_0 = 0,7$  [s]**



**Obr. 2:** Půdorys Polytechnické učebny dle projektové dokumentace

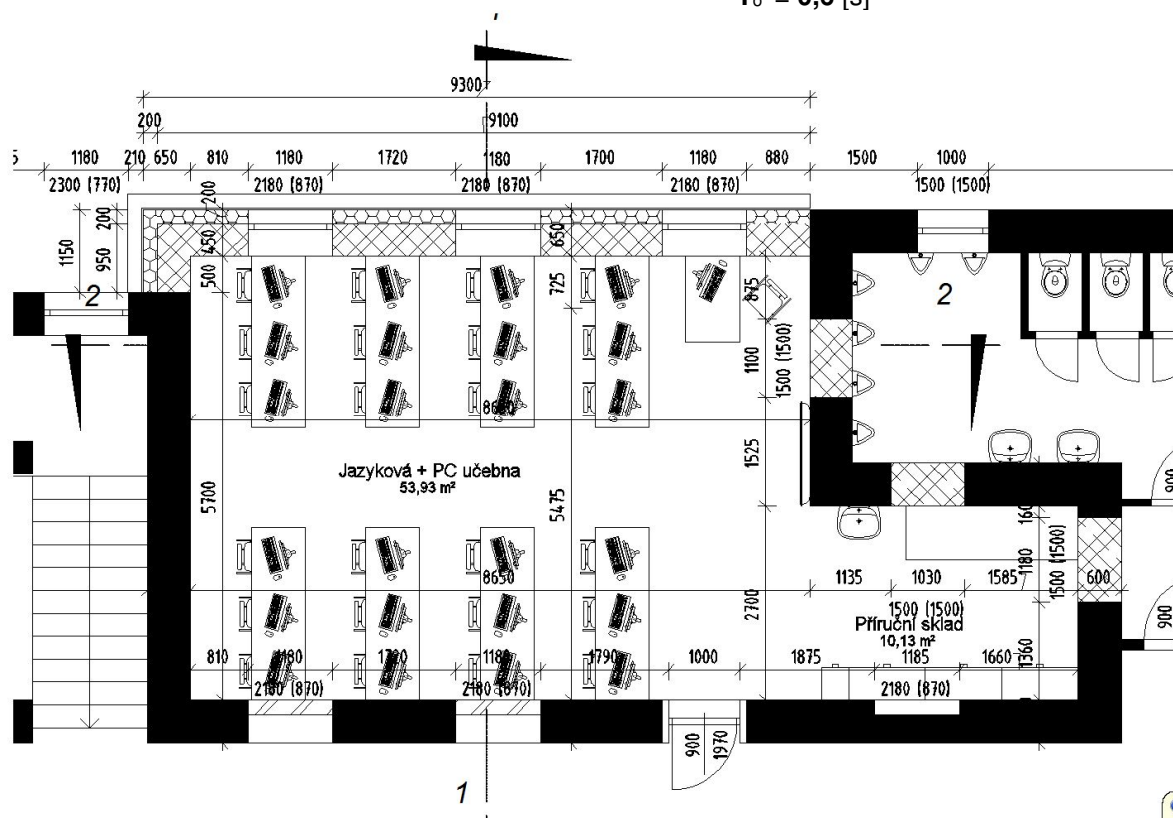
Chráněný prostor : (PP02) **Jazyková + PC učebna**

Charakterem svého využití se bude jednat o učebnu pro 24 žáků a jednoho učitele. Dle charakteru učebny se jedná jak o jazykovou učebnu, tak o audiovizuální učebnu (PC učebnu). S ohledem na konkrétní předpokládaný rozvrh byla jako prioritní požadavek zvolena jazyková učebna.

Požadavek : Optimální doba dozvuku

$T_0 = 0,45 [s]$

$T_0 = 0,6 [s]$



**Obr. 3:** Půdorys Jazykové + PC učebny dle projektové dokumentace

Stanovení fyzikálních parametrů jednotlivých použitých materiálů, informace související s vybavením a obsazením osobami vychází s projektové dokumentace a dostupných podkladů. Konkrétní hodnoty fyzikálních parametrů jsou pak patrné v kapitole **5.1 Prostorová akustika**.

Dále také stanovení a vyhodnocení parametrů prostorové akustiky výpočtem a jejich porovnání s legislativními hodnotami je provedeno v kapitole **5.1 Prostorová akustika**.

## 5. VÝPOČTY, GRAFY, POSOUZENÍ

### 5.1. PROSTOROVÁ AKUSTIKA

Kapitola obsahuje korektní specifikaci akustických vlastností vnitřního chráněného prostoru z hlediska prostorové akustiky výpočtem a jejich posouzení s požadovanými legislativními hodnotami, poněvadž je v tomto stupni projektové dokumentace korektně známá materiálně technická základna stavby. Na základě posouzení zjištěných a legislativou požadovaných akustických vlastností charakteristických vnitřních chráněných prostorů je konstatováno, zda jejich akustické vlastnosti vyhoví.

**Pro lepší orientaci je prostor vždy vyhodnocen před úpravou povrchů a po jejich následné úpravě pohltivými prvky.**

Specifikace **vnitřních prostorů**, majících výpočtem stanovené jejich akustické vlastnosti, je následující :

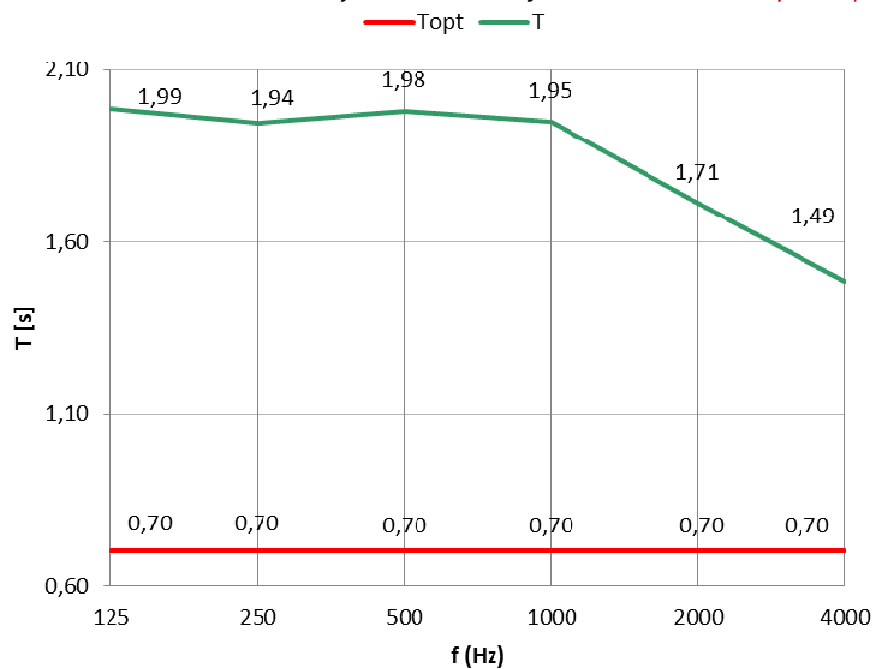
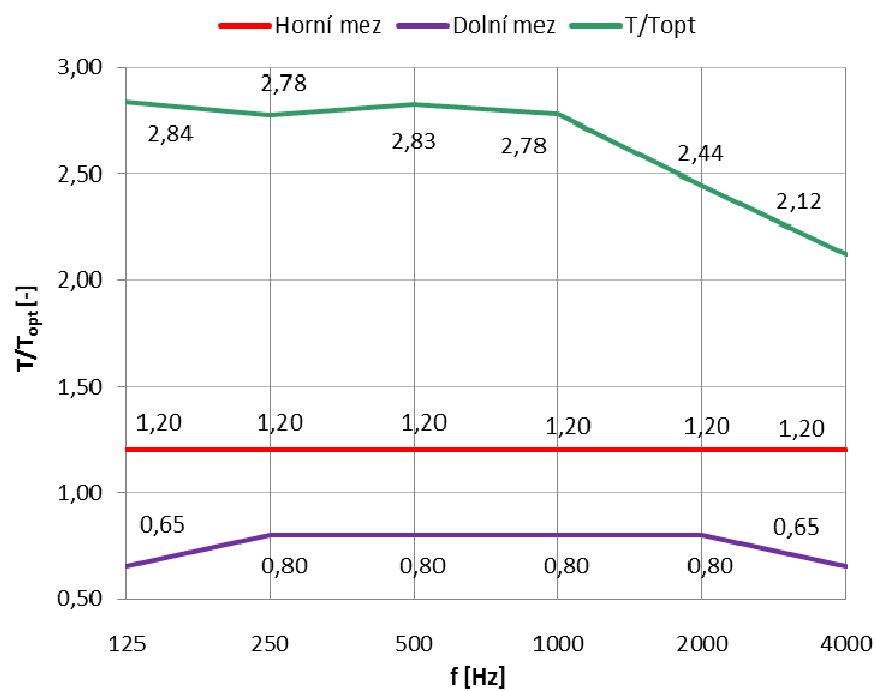
Chráněný prostor : (PP01) **Polytechnická učebna**

Charakterem svého využití se bude jednat o učebnu pro 18 žáků a jednoho učitele. Učebnu lze charakterizovat jako učebnu pracovní výuky. Učitel bude po většinu času chodit mezi jednotlivými žáky. Nebude probíhat delší výklad před tabulí. Výpočet byl proveden pro 100 % obsazenost.

**Tab. 3.** Výpočet doby dozvuku, stanovení optimální doby dozvuku a přípustného rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  prostorů daného určení – **PŘED ÚPRAVOU**

Polytechnická učebna 1.NP - před úpravou:						V [m <sup>3</sup> ]		223,30
Povrchová úprava	Plocha [m <sup>2</sup> ]	$\alpha$ [-]	Frekvence [Hz]					
		A [m <sup>2</sup> ]	125	250	500	1000	2000	4000
Stěny								
1.) Omítka	130,5	$\alpha$	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
		A	3,92	3,92	3,92	5,22	6,53	10,44
2.) Okenní výplně	10,3	$\alpha$	0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
		A	1,54	0,51	0,31	0,31	0,21	0,21
3.) Dveře	2,5	$\alpha$	0,30	0,25	0,10	0,08	0,05	0,04
		A	0,75	0,63	0,25	0,20	0,13	0,10
Strop								
1.) SDK	63,8	$\alpha$	0,11	0,09	0,04	0,02	0,03	0,01
		A	7,01	5,74	2,55	1,28	1,91	0,64
Podlaha								
1.) PVC	63,8	$\alpha$	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
		A	1,28	1,28	1,91	1,91	2,55	3,19
Další								
1.) Obsazení osobami	počet osob	A <sub>1 osoba</sub>	0,15	0,30	0,44	0,45	0,46	0,46
	19,0	A <sub>19 osob</sub>	2,85	5,70	8,36	8,55	8,74	8,74
2.) Dřevěné stoly	13,4	$\alpha$	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10
		A	1,07	1,07	1,20	1,34	1,34	1,34

$\Sigma S; \Sigma A$	284,3	$[m^2]; [m^2]$	18,42	18,84	18,50	18,81	21,40	24,65
$\alpha_{stř}$		[-]	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09
$T=0,164 \cdot V/A$		[s]	1,99	1,94	1,98	1,95	1,71	1,49
$T_{opt}=0,7 \text{ s}$		[s]	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
$T/T_{opt}$		[-]	2,84	2,78	2,83	2,78	2,44	2,12
Horní mez		[-]	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Dolní mez		[-]	0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65

**Graf 1 :** Průběh hodnot doby dozvuku v Polytechnické učebně – před úpravou**Graf 2 :** Průběh poměru dob dozvuku  $T / T_o$  v Polytechnické učebně – před úpravou


- Posouzení :**
- vypočtená doba dozvuku v místnosti Polytechnické učebny před úpravou se **nepohybuje kolem hodnoty optimální doby dozvuku**
  - frekvenční průběh vypočtených dob dozvuku **má v celém sledovaném spektru odchylky v nepřipustném rozmezí**
  - je třeba provést úpravu povrchů

**Opatření:** S ohledem na charakter provozu v Polytechnické učebně bylo zvoleno řešení pomocí celoplošného podhledu. Předpokládá se, že při výuce v této učebně se bude učitel pohybovat mezi jednotlivými stoly. Z tohoto důvodu nebylo zvoleno řešení s instalací pohltivého materiálu na zadní stěnu učebny (myšleno ve smyslu stěny proti vyučujícímu). Jako konkrétní materiál byly zvoleny perforované akustické desky Gyptone BIG Quattro 46 s odsazením 200 mm, bez minerální výplně.

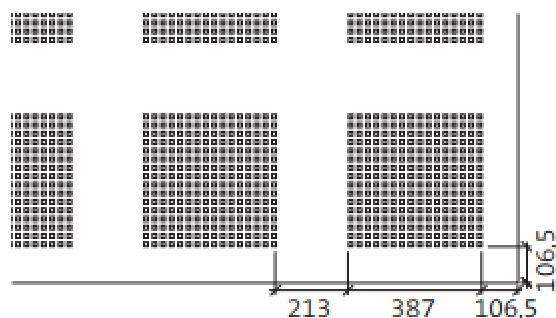
**Tab. 4.** Základní vlastnosti zvolených desek Gyptone BIG Quattro 46,

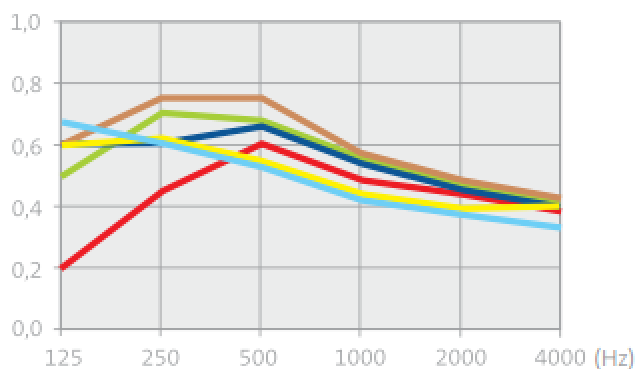
zdroj: [http://www.rigips.cz/files/akustika-a-design-podhledy/AKUSTIKA\\_podklady\\_pro\\_projektovani\\_3\\_2015.pdf](http://www.rigips.cz/files/akustika-a-design-podhledy/AKUSTIKA_podklady_pro_projektovani_3_2015.pdf)







### Základní vlastnosti desek Gyptone BIG Quattro 46

<b>Rozměry desky (š x d x tl.)</b>	1200 x 2400 x 12,5 mm
<b>Hrany desky</b>	zploštělé 4T 
<b>Děrování</b>	pravidelné
<b>Velikost otvorů</b>	12 x 12 mm
<b>Podíl děrované plochy</b>	10 %
<b>Hmotnost</b>	cca 8 kg/m <sup>2</sup>
<b>Třída reakce na oheň</b>	A2-s1,d0
<b>Odolnost proti relativní vzdušné vlhkosti</b>	70 %

### Umístění a velikost perforací [mm]



Činitel zvukové pohltivosti  $\alpha_p$ 

Výška svěšení [mm]	Minerální izolace [mm]	Činitel zvukové pohltivosti $\alpha_p$ /Hz							$\alpha_w$	NRC	Třída zvukové pohltivosti <sup>1)</sup>
		125	250	500	1000	2000	4000				
 50	–	0,20	0,45	0,60	0,50	0,45	0,40	0,50	0,50	D	
 50	50*	0,50	0,70	0,65	0,55	0,45	0,40	0,50 (L)	0,60	C	
 100	75*	0,60	0,75	0,75	0,55	0,45	0,40	0,50 (LM)	0,65	C	
 200	–	0,60	0,60	0,55	0,45	0,40	0,40	0,45 (L)	0,50	D	
 400	–	0,65	0,60	0,55	0,45	0,40	0,35	0,45 (L)	0,50	D	
 400	100**	0,60	0,60	0,65	0,55	0,45	0,40	0,50 (L)	0,55	D	

<sup>1)</sup> dle ČSN EN ISO 11 654; \* například Isover Domo; \*\* například Isover Rio

**Důležité upozornění:**

**Zvolené desky je možné opatřovat výmalbou. Je však nutno dbát na to, aby nedošlo ke zhoršení akustických vlastností deklarovaných výrobcem.**

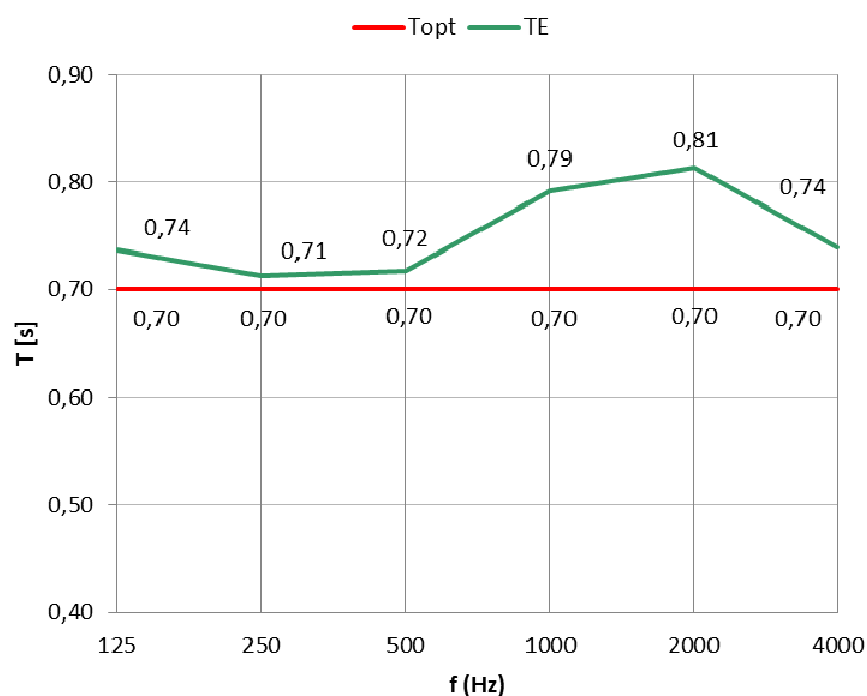
**K takovému znehodnocení akustických vlastností může dojít i stříkáním barvy na povrchy. Z toho plyne, že výmalba desek musí být prováděna jen válečkem, ze kterého bude vždy odstraňována přebytečná barva tak, aby nedošlo k jejímu proniku do děrování desek.**

**Nesmí být používán nástřík!!!**

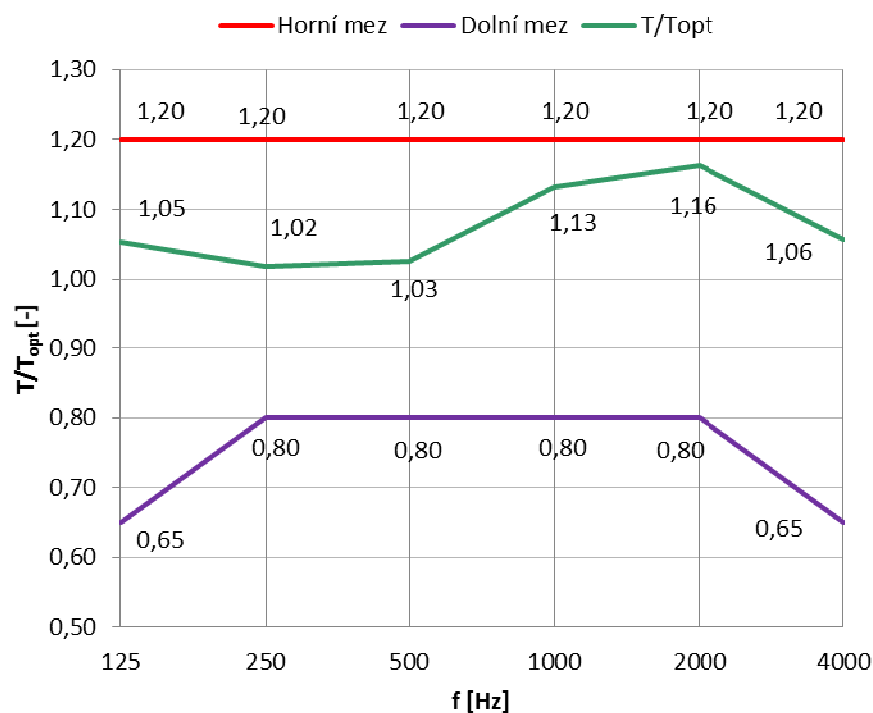
**Tab. 5.** Výpočet doby dozvuku, stanovení optimální doby dozvuku a přípustného rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  prostorů daného určení – **PO ÚPRAVĚ****Polytechnická učebna 1.NP - po úpravě:**V [m<sup>3</sup>] 223,30

Povrchová úprava	Plocha [m <sup>2</sup> ]	α [-]	Frekvence [Hz]					
		A [m <sup>2</sup> ]	125	250	500	1000	2000	4000
Stěny								
1.) Omítka	130,5	α	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
		A	3,92	3,92	3,92	5,22	6,53	10,44
2.) Okenní výplně	10,3	α	0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
		A	1,54	0,51	0,31	0,31	0,21	0,21
3.) Dveře	2,5	α	0,30	0,25	0,10	0,08	0,05	0,04
		A	0,75	0,63	0,25	0,20	0,13	0,10
Strop								
Gyptone BIG Quattro, ods. 200 mm, bez izolantu	63,8	α	0,60	0,60	0,55	0,45	0,40	0,40
		A	38,26	38,26	35,07	28,69	25,50	25,50
Podlaha								
1.) PVC	63,8	α	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
		A	1,28	1,28	1,91	1,91	2,55	3,19
Další								
1.) Obsazení osobami	počet osob	A <sub>1 osoba</sub>	0,15	0,3	0,44	0,45	0,46	0,46
	19,0	A <sub>19 osob</sub>	2,85	5,7	8,36	8,55	8,74	8,74
2.) Stoly	13,4	α	0,08	0,08	0,09	0,1	0,1	0,1
		A	1,07	1,07	1,20	1,34	1,34	1,34
ΣS; ΣA	284,2	[m <sup>2</sup> ]; [m <sup>2</sup> ]	49,66	51,36	51,02	46,22	44,99	49,52
α <sub>stř</sub>		[-]	0,17	0,18	0,18	0,16	0,16	0,17
T <sub>S</sub> =0,164*V/(A)		[s]	0,74	0,71	0,72	0,79	0,81	0,74
T <sub>opt</sub> =0,7s		[s]	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
T <sub>E</sub> /T <sub>opt</sub>		[-]	1,05	1,02	1,03	1,13	1,16	1,06
Horní mez		[-]	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Dolní mez		[-]	0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65

**Graf 3.:** Průběh hodnot doby dozvuku v Polytechnické učebně – *po úpravě*



**Graf 4:** Průběh poměru dob dozvuku  $T / T_o$  v Polytechnické učebně – *po úpravě*



- Posouzení :**
- vypočtená doba dozvuku v místnosti Polytechnické učebny po úpravě se **pohybuje kolem hodnoty optimální doby dozvuku**
  - frekvenční průběh vypočtených dob dozvuku **má v celém sledovaném spektru odchylky v přípustném rozmezí**
  - **není třeba další úprava povrchů**

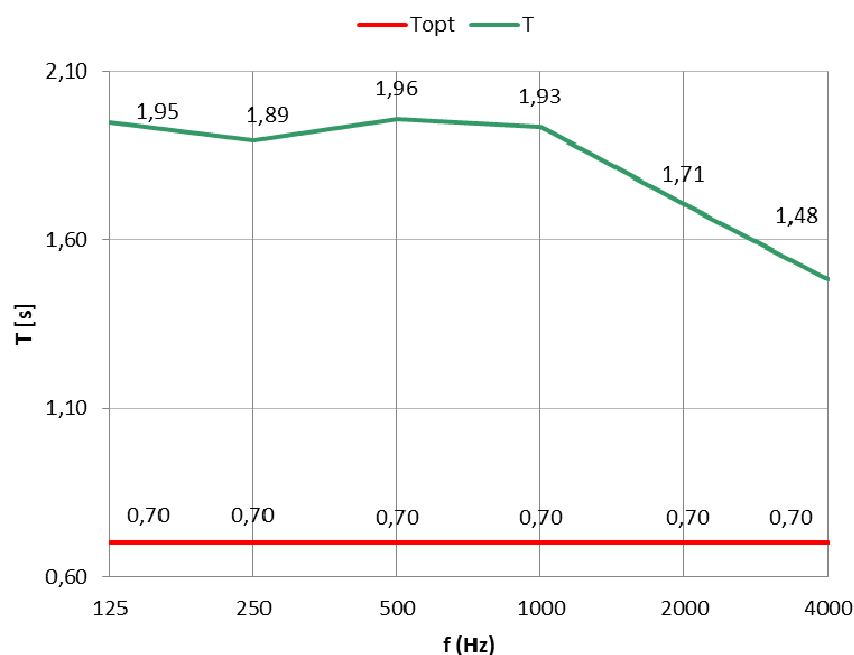
Chráněný prostor : (PP01) **Jazyková + PC učebna**

Charakterem svého využití se bude jednat o učebnu pro 24 žáků a jednoho učitele. Dle charakteru učebny se jedná jak o jazykovou učebnu, tak o audiovizuální učebnu (PC učebnu). S ohledem na konkrétní předpokládaný rozvrh byla jako prioritní požadavek zvolena jazyková učebna. Výpočet byl proveden pro 100 % obsazenost prostoru.

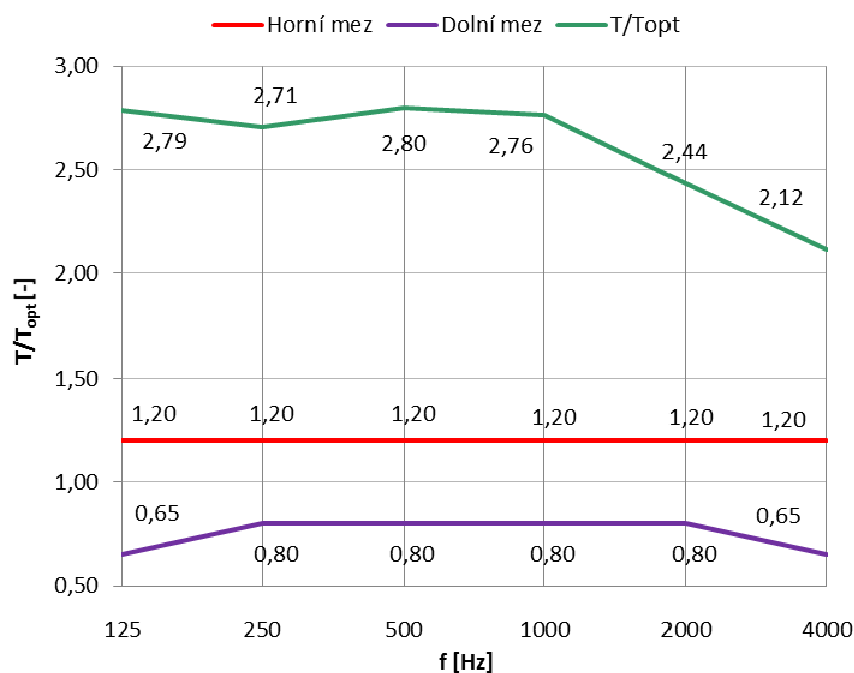
**Tab. 6. : Výpočet doby dozvuku, stanovení optimální doby dozvuku a přípustného rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  prostorů daného určení – PŘED ÚPRAVOU**

Jazyková + PC učebna 1.NP - před úpravou:						V [m <sup>3</sup> ]		223,30	
Povrchová úprava	Plocha [m <sup>2</sup> ]	$\alpha$ [-]	Frekvence [Hz]						
		A [m <sup>2</sup> ]	125	250	500	1000	2000	4000	
Stěny									
1.) Omítka	133,1	$\alpha$	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08	
		A	3,99	3,99	3,99	5,32	6,66	10,65	
2.) Okenní výplně	7,7	$\alpha$	0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	
		A	1,16	0,39	0,23	0,23	0,15	0,15	
3.) Dveře	2,5	$\alpha$	0,30	0,25	0,10	0,08	0,05	0,04	
		A	0,75	0,63	0,25	0,20	0,13	0,10	
Strop									
1.) SDK	63,8	$\alpha$	0,11	0,09	0,04	0,02	0,03	0,01	
		A	7,01	5,74	2,55	1,28	1,91	0,64	
Podlaha									
1.) PVC	63,8	$\alpha$	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	
		A	1,28	1,28	1,91	1,91	2,55	3,19	
Další									
1.) Obsazení osobami	počet osob	A <sub>1 osoba</sub>	0,15	0,30	0,44	0,45	0,46	0,46	
	25,0	A <sub>25 osob</sub>	3,75	7,50	11,00	11,25	11,50	11,50	
2.) Dřevěné stoly	13,4	$\alpha$	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	
		A	1,07	1,07	1,20	1,34	1,34	1,34	
ΣS; ΣA	284,3	[m <sup>2</sup> ]; [m <sup>2</sup> ]	19,01	20,59	21,14	21,53	24,24	27,57	
$\alpha_{\text{stř}}$		[-]	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	
T=0,164*V/A		[s]	1,93	1,78	1,73	1,70	1,51	1,33	
T <sub>opt</sub> =0,7 s		[s]	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
T/T <sub>opt</sub>		[-]	2,75	2,54	2,47	2,43	2,16	1,90	
Horní mez		[-]	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
Dolní mez		[-]	0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65	

**Graf 5 :** Průběh hodnot doby dozvuku v Polytechnické učebně – před úpravou



**Graf 6 :** Průběh poměru dob dozvuku  $T / T_o$  v Polytechnické učebně – před úpravou



- Posouzení :**
- vypočtená doba dozvuku v místnosti Jazykové + PC učebny před úpravou se **nepohybuje kolem hodnoty optimální doby dozvuku**
  - frekvenční průběh vypočtených dob dozvuku **má v celém sledovaném spektru odchylky v nepřijatelném rozmezí**
  - je třeba provést úpravu povrchů

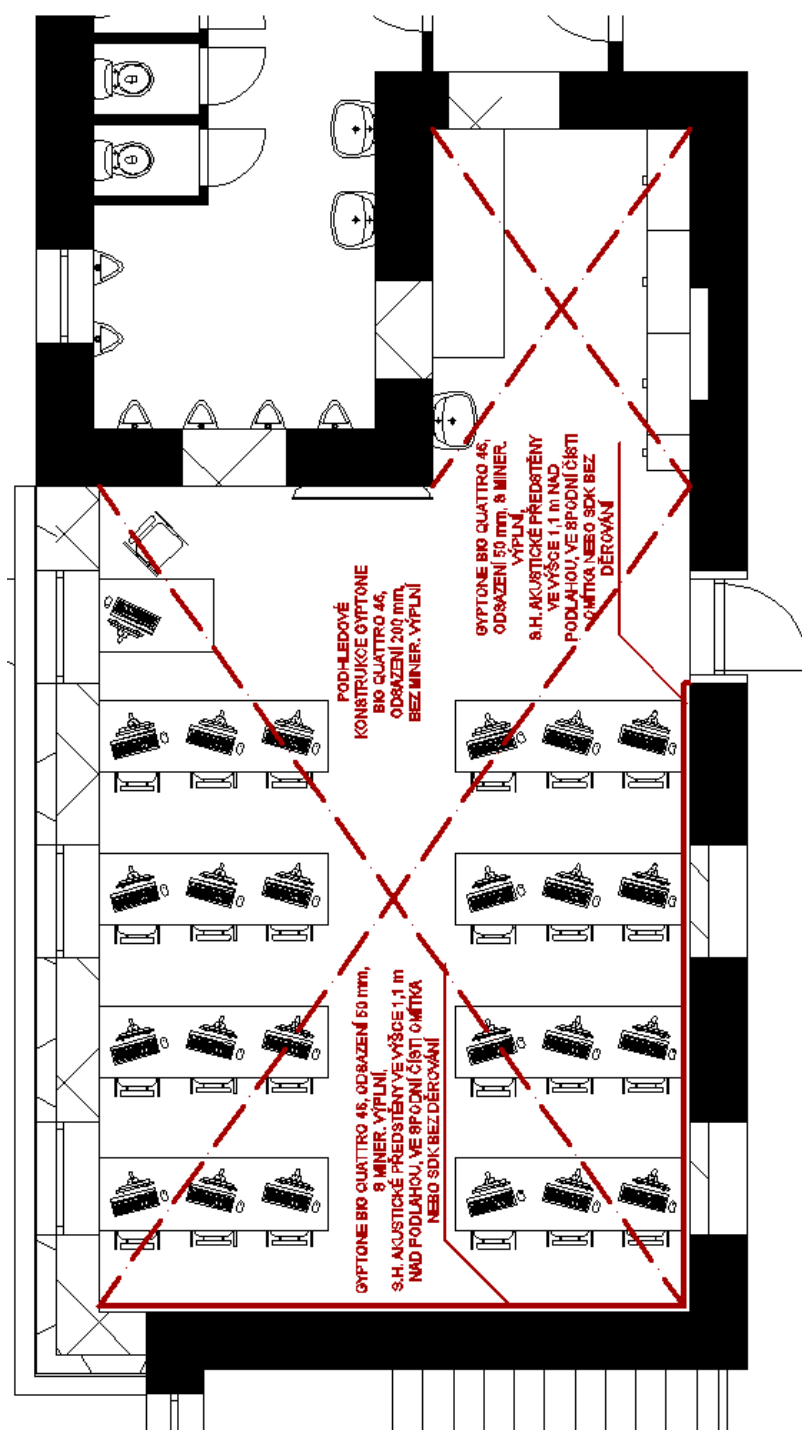
**Opatření:**

S ohledem na charakter provozu v Jazykové + PC učebně bylo zvoleno řešení pomocí celoplošného podhledu a dvou předstěn v zadní části učebny.

Jako konkrétní materiál byly zvoleny perforované akustické desky Gyptone BIG Quattro 46. Podhled budou tvořit desky podvěšené 200 mm bez minerální výplně. Na stěnách pak budou desky aplikovány s přesazením 50 mm a minerální výplní dle doporučení výrobce a hygienických požadavků. Perforované předstěny budou provedeny od výšky 1,1 m nad podlahou až k podhledu.

V případě požadavku oddělení minerální izolace od interiéru musí být toto provedeno pomocí materiálu, který nebude bránit proniku zvuku do následné minerální izolace. Jako separace lze využít, po konzultaci s výrobcem desek, například geotextilii s nízkou gramáží.

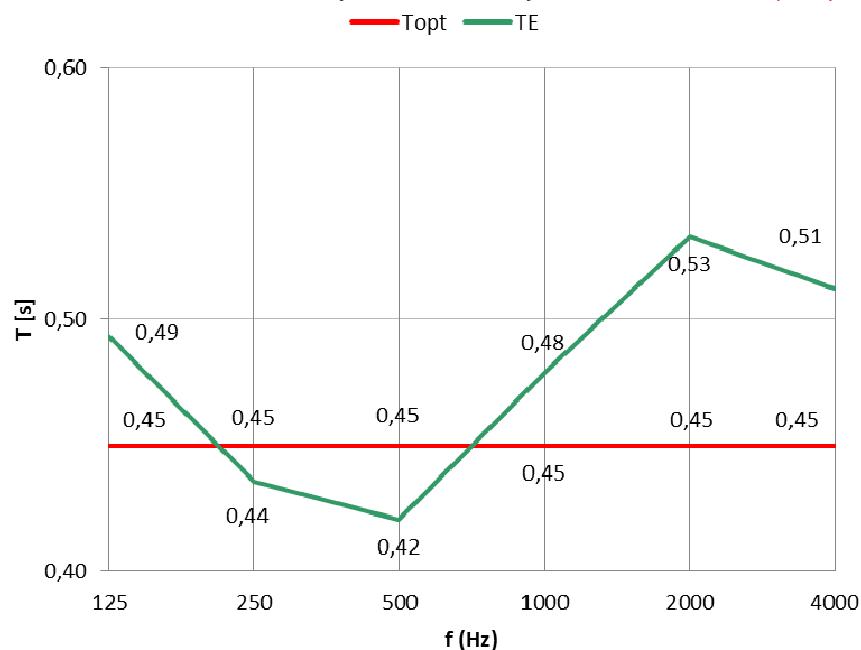
**Obr. 4:** Schéma umístění pohlcovačů – Jazyková + PC učebna



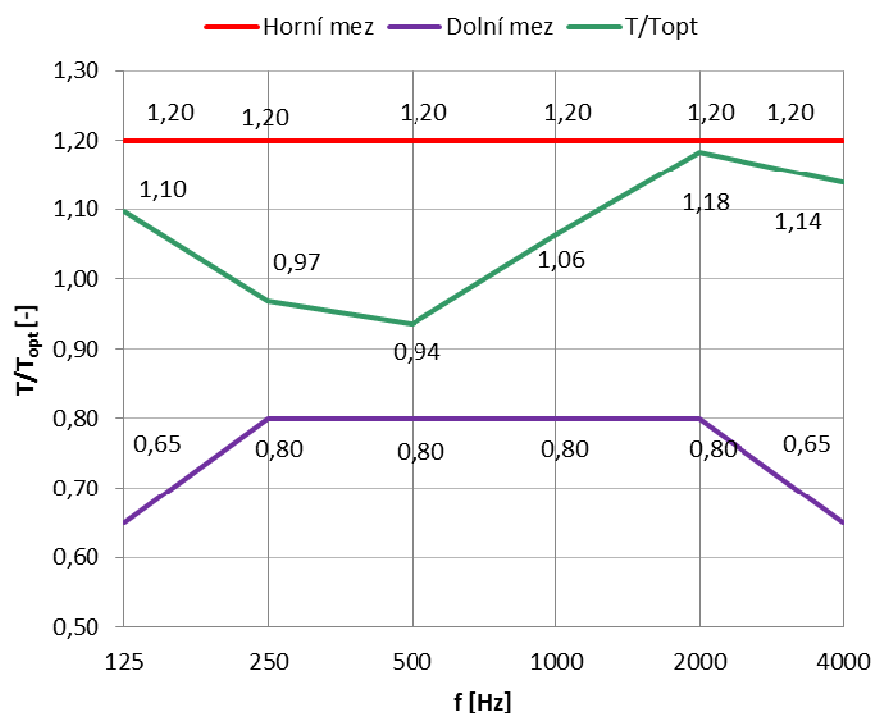
**Tab. 7.:** Výpočet doby dozvuku, stanovení optimální doby dozvuku a přípustného rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  prostorů daného určení – **PO ÚPRAVĚ****Jazykovka + PC učebna - po úpravě:**V [m<sup>3</sup>] 220,50

Povrchová úprava	Plocha [m <sup>2</sup> ]	α [-]	Frekvence [Hz]					
		A [m <sup>2</sup> ]	125	250	500	1000	2000	4000
Stěny								
1.) Omítka	101,8	α	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
		A	3,06	3,06	3,06	4,07	5,09	8,15
2.) Okenní výplně	7,7	α	0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
		A	1,16	0,39	0,23	0,23	0,15	0,15
3.) Gyptone BIG Quattro 46, ods. 50 mm, s miner. výplní	30,4	α	0,50	0,65	0,70	0,60	0,45	0,40
		A	15,20	19,76	21,28	18,24	13,68	12,16
5.) Dveře	2,5	α	0,30	0,25	0,10	0,08	0,05	0,04
		A	0,75	0,63	0,25	0,20	0,13	0,10
Strop								
1.) Gyptone BIG Quattro 46, ods. 200 mm	63,0	α	0,60	0,60	0,55	0,45	0,40	0,40
		A	37,80	37,80	34,65	28,35	25,20	25,20
Podlaha								
1.) PVC	63,0	α	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
		A	1,26	1,26	1,89	1,89	2,52	3,15
Další								
1.) Obsazení osobami	počet osob	A 1 osoba	0,15	0,30	0,44	0,45	0,46	0,46
	25,0	A 25 osob	3,75	7,50	11,00	11,25	11,50	11,50
2.) Stoly	23,0	α	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10
		A	1,84	1,84	2,07	2,30	2,30	2,30
ΣS; ΣA	291,4	[m <sup>2</sup> ]; [m <sup>2</sup> ]	64,81	72,22	74,42	66,53	60,57	62,71
α <sub>stř</sub>		[-]	0,22	0,25	0,26	0,23	0,21	0,22
T <sub>E</sub> =0,164*V/(S*α <sub>E</sub> )		[s]	0,49	0,44	0,42	0,48	0,53	0,51
T <sub>opt</sub> =0,45 s		[s]	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
T <sub>E</sub> /T <sub>opt</sub>		[-]	1,10	0,97	0,94	1,06	1,18	1,14
Horní mez		[-]	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Dolní mez		[-]	0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65

**Graf 7. : Průběh hodnot doby dozvuku v Polytechnické učebně – po úpravě**



**Graf 8 : Průběh poměru dob dozvuku  $T / T_o$  v Polytechnické učebně – po úpravě**



**Posouzení :** - vypočtená doba dozvuku v místnosti Jazykové + PC učebny po úpravě se pohybuje kolem hodnoty optimální doby dozvuku

- frekvenční průběh vypočtených dob dozvuku má v celém sledovaném spektru odchylky v přípustném rozmezí

- není třeba další úprava povrchů

Zásadní zhodnocení akustických vlastností vnitřního chráněného prostoru z hlediska prostorové akustiky, odpovídající úrovni tohoto stupně projektové dokumentace, je provedeno v kapitole 6. Závěr - 6.1. Akustika prostorová.

## 6.ZÁVĚR

### 6.1. PROSTOROVÁ AKUSTIKA

Korektní specifikace vnitřních chráněných prostorů z hlediska prostorové akustiky je ve shodě s projektovou dokumentací a v tomto smyslu jsou definovány jejich dosažené a požadované akustické vlastnosti, které splňují legislativní požadavky.

Specifikace a zhodnocení vnitřních prostorů, vyhodnocovaných z hlediska prostorové akustiky, je následující :

*Chráněný prostor :* (PP01) **Polytechnická učebna**

Charakterem svého využití se bude jednat o učebnu pro 18 žáků a jednoho učitele. Učebnu lze charakterizovat jako učebnu pracovní výuky. Učitel bude po většinu času chodit mezi jednotlivými žáky. Nebude probíhat delší výklad před tabulí.

*Opatření:*

S ohledem na charakter provozu v Polytechnické učebně bylo zvoleno řešení pomocí celoplošného podhledu – to znamená i v prostoru příručního skladu. Předpokládá se, že při výuce v této učebně se bude učitel pohybovat mezi jednotlivými stoly. Z tohoto důvodu nebylo zvoleno řešení s instalací pohltivého materiálu na zadní stěnu učebny (myšleno ve smyslu stěny proti vyučujícímu). Jako konkrétní materiál byly zvoleny perforované akustické desky Gyptone BIG Quattro 46 s odsazením 200 mm, bez minerální výplně. V dutině nesmí být vedeny rozvody bez dalšího opatření a ověření jeho účinnosti.

*Důležité upozornění:*

Zvolené desky je možné opatřovat výmalbou. Je však nutno dbát na to, aby nedošlo ke zhoršení akustických vlastností deklarovaných výrobcem. K takovému znehodnocení akustických vlastností může dojít i stříkáním barvy na povrchy. Z toho plyne, že výmalba desek musí být prováděna jen válečkem, ze kterého bude vždy odstraňována přebytečná barva tak, aby nedošlo k jejímu proniku do děrování desek.

Koncepce projektem navržené místnosti Polytechnické učebny **zajistí akustickou pohodu vnitřního prostoru**, protože jsou zajištěny doby dozvuku pohybující se kolem požadované hodnoty optimální doby dozvuku a frekvenční průběh vypočtených dob dozvuku ku optimální době dozvuku má v celém zvukoizolačním spektru odchylky v přípustném rozmezí.

Posuzovaný prostor tudíž **vyhoví současně platným legislativním požadavkům**. Požadované akustické vlastnosti vnitřního prostoru jsou zajištěny umístěním zvukově pohltivých konstrukcí, resp. materiálů, zejména instalací zvukově pohltivého materiálu v podhledové části učebny.

Výpočet byl proveden jen s konkrétním materiálem Gyptone BIG Quattro 46 s odsazením 200 mm, bez minerální výplně. Pokud by bylo z nějakých důvodů nutno před realizací materiál změnit, je nutno příslušné veličiny opětovně posoudit výpočtem a zajistit tak požadované vlastnosti.

*Chráněný prostor :* (PP01) **Jazyková + PC učebna**

Charakterem svého využití se bude jednat o učebnu pro 24 žáků a jednoho učitele. Dle charakteru učebny se jedná jak o jazykovou učebnu, tak o audiovizuální učebnu (PC učebnu). S ohledem na konkrétní předpokládaný rozvrh byla jako prioritní požadavek zvolena jazyková učebna.

S ohledem na charakter provozu v Jazykové + PC učebně bylo zvoleno řešení pomocí celoplošného podhledu (i v prostoru příručního skladu) a dvou předstěn v zadní části učebny. Jako konkrétní materiál byly zvoleny perforované akustické desky Gyptone BIG Quattro 46. Podhled budou tvořit desky podvěšené 200 mm bez minerální výplně. Na stěnách pak budou desky

aplikovány s předsazením 50 mm a minerální výplní dle doporučení výrobce a hygienických požadavků. Perforované předstěny budou provedeny od výšky 1,1 m nad podlahou až k podhledu. V případě hygienického požadavku výraznějšího oddělení minerální izolace od interiéru musí být toto provedeno pomocí materiálu, který nebude bránit proniku zvuku do následné minerální izolace. Jako separace lze využít, po konzultaci s výrobcem desek, například geotextílii s nízkou gramáží.

Koncepce projektem navržené místnosti Jazykové + PC učebny **zajistí akustickou pohodu vnitřního prostoru**, protože jsou zajištěny doby dozvuku pohybující se kolem požadované hodnoty optimální doby dozvuku a frekvenční průběh vypočtených dob dozvuku ku optimální době dozvuku má v celém zvukoizolačním spektru odchylky v přípustném rozmezí.

Posuzovaný prostor tudíž **vyhoví současně platným legislativním požadavkům**. Požadované akustické vlastnosti vnitřního prostoru jsou zajištěny umístěním zvukově pohltivých konstrukcí, resp. materiálů, zejména instalací zvukově pohltivého materiálu v podhledové části učebny a na části stěn v zadní části (myšleno naproti vyučujícímu).

Výpočet byl proveden jen s konkrétním materiálem Gyptone BIG Quattro 46 s odsazením 200 mm, bez minerální výplně, který tvoří podhledovou konstrukci a materiálem Gyptone BIG Quattro 46 s odsazením 50 mm a s minerální výplní, který tvoří předstěny. Přesné rozmístění materiálů je patrné z **Obr. 4: Schéma umístění pohlcovačů – Jazyková + PC učebna**.

Pokud by bylo z nějakých důvodů nutno před realizací materiál změnit, je nutno příslušné veličiny opětovně posoudit výpočtem a zajistit tak požadované vlastnosti.