

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 multifunkční sál
ve waldorfské škole na ul.mezi rolemi v Praze 5-Jinonice

Zadavatel: KARLÍNBLK, s.r.o.
Pernerova 659/31a, Praha 8

Investor: Městská část Praha 5, nám.14.října 4, Praha 5

Zpracoval: RNDr.J.Matěj

Datum vyhotovení: 2.3.2018
Počet stran zprávy: 5

1. Zadání:

Novostavba budovy na ul.Mezi Rolemi 34/8, parc.č.1032/5, k.ú. Jinonice, v Praze 5 bude využívána jako waldorfská škola. Obě podlaží budou stavebně rozdělena na celkem 6 učeben, sborovnu, multifunkční sál, blok sociálního zázemí a přístupové chodby.

Interiéry školní budovy budou nuceně větrány větracími jednotkami osazenými do technických místností v jednotlivých podlažích školní budovy.

Úkolem této zprávy je stanovit dobu dozvuku v učebnách a v multifunkčním sále a stanovit hlukovou zátěž učeben navazujících na technické místnosti.

2. Vstupní údaje:

1. Část PD ve stupni PS "ZŠ Waldorfská, provedení nového pavilonu", KARLÍN BLOK, s.r.o., 12/2017

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 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 ČSN 73 0527 stanovuje pro učebny a posluchárny v tabulce č.2 optimální dobu dozvuku na $T_0 = 0,7$ s.

3.3. Školní budova

Novostavba školní budovy bude ležet na parc.č.1032/5 a parc.č.1032/2, k.ú. Jinonice. Zájmová plocha pro výstavbu školní budovy o půdorysných rozměrech cca 45 m x 12 m a výšce cca 10 m v hřebeni sedlové střechy leží na východní straně místní komunikace v ul.Mezi Rolemi v Praze 5 –Jinonice. Terén v místě výstavby školní budovy prudce stoupá v jihovýchodním směru. Přízemní podlaží bude na jihovýchodní straně zahlobeno do okolního terénu.

V přízemním podlaží budou zřízeny 3 učebny, sborovna a blok sociálního zázemí. Ve II.NP budou zřízeny 3 učebny, multifunkční sál a blok sociálního zázemí. S ohledem na stoupající terén v okolí školní budovy, budou podél jihovýchodní strany půdorysu školní budovy zřízeny přístupové chodby k učebnám a dalším prostorám v podlažích.

3.4. Stanovení doby dozvuku ve školních interiérech

3.4.1. Kmenová učebna č.1.03

Místnost je situována v přízemním podlaží školní budovy a je identická s kmenovými učebnami 1.04 a 2.03. Místnost má obdélníkový půdorys o rozměrech cca 9,85 m x 7,0 m a sv. výšku 3,3 m. Místnost bude přístupná z chodby dveřmi o rozměrech 0,9 m x 2,1 m. V obvodovém plášti bude osazeno 1 trojdílné okno, 1 dvoudílné okno a dveře do venkovního prostoru. Nášlapná vrstva podlahy bude zhotovena ze dřeva.

Objem místnosti je cca 221 m³, plocha obvodových stěn cca 238 m².

Do místnosti bude instalováno až 15 žákovských lavic pro celkem 30 žáků a katedra pro vyučujícího.

Doba dozvuku v učebně byla stanovena výpočtem z tabulkových akustických vlastností jednotlivých interiérových materiálů a jejich ploch.

Doba dozvuku se obecně stanoví ze vztahu

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

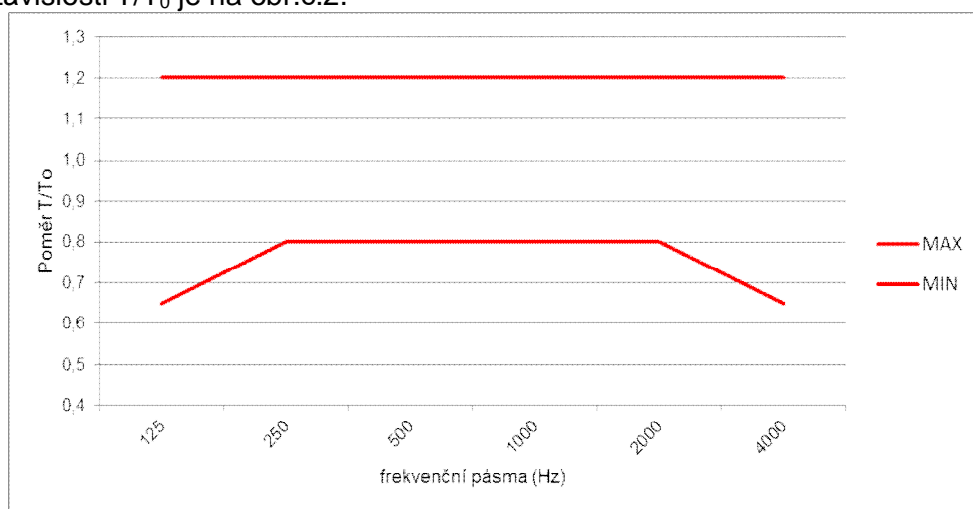
$V = \text{cca } 221 \text{ m}^3$ je objem místnosti jako jednoduchého geometrického tělesa

$S = \text{cca } 238 \text{ m}^2$ je celková plocha funkčních obvodových ploch (bez osob)

$a_m = 0,10$ je střední hodnota činitele zvukové pohltivosti pro pásma od 125 Hz do 4000 Hz.

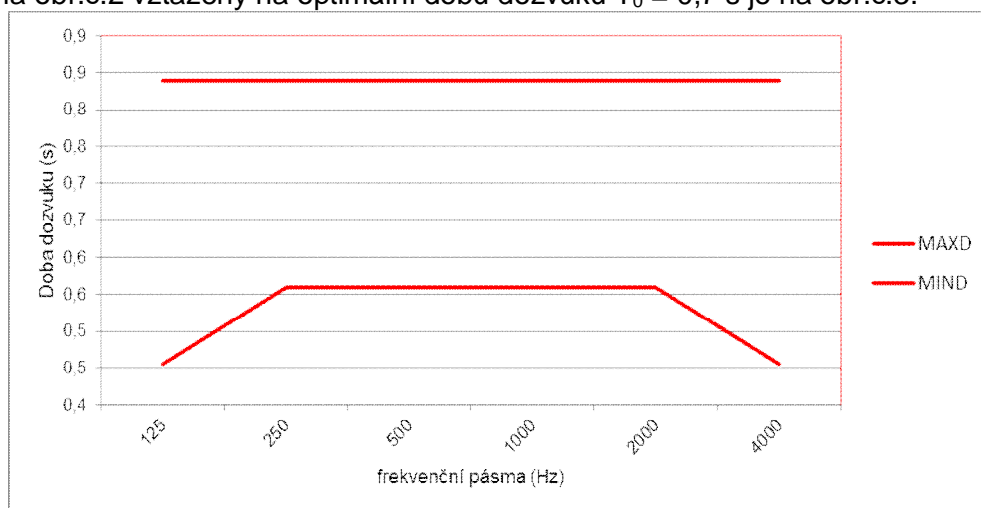
Poměr mezi dobou dozvuku v oktávovém pásmu a optimální dobou dozvuku, tedy T/T_0 , je normativně stanoven graficky pro jednotlivá oktávová pásma se středy od 125 Hz do 4000 Hz. Graf stanovuje maximální a minimální hranici poměru T/T_0 .

Graf závislosti T/T_0 je na obr.č.2.



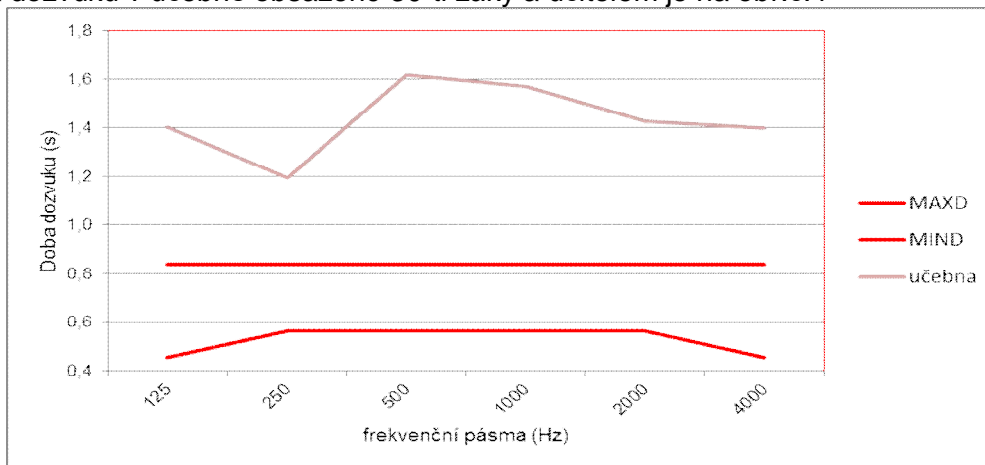
obr.č.2

Graf na obr.č.2 vztahený na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,7 \text{ s}$ je na obr.č.3.



obr.č.3

Doba dozvuku v učebně obsazené 30-ti žáky a učitelem je na obr.č.4



obr.č.4

Z obrázku č.4 je zcela zřejmé, že doba dozvuku bude v učebně v celé posuzované části akustického spektra mimo rozmezí dané grafem na obr.č.3.

Ze vztahu č.1 je zřejmé, že dobu dozvuku lze měnit pouze změnou činitele zvukové pohltivosti místnosti. V současné době je obvodový plášť učebny zhotoven z materiálů akusticky odrazivých, tzn. s velmi malou hodnotou činitele zvukové pohltivosti. Tomu odpovídá dlouhá doba dozvuku.

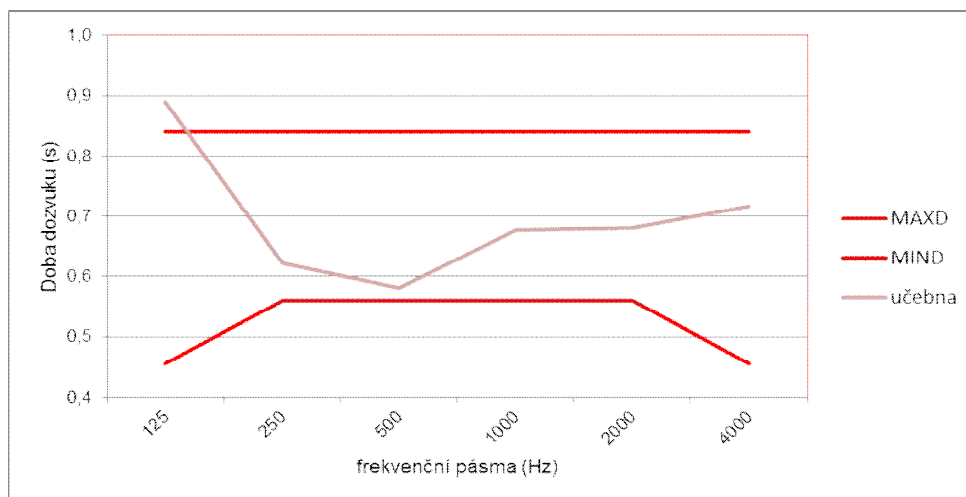
Je zřejmé, že některou část obvodového pláště učebny je nutno pokrýt materiálem o vysoké akustické pohltivosti.

Výpočty ukazují, že bude možné akusticky nevyhovující stav v učebně zlepšit instalací akustického podhledu zhotoveného ze SDK desek Rigips Rigiton 8/18Q, o akustické pohltivosti uvedené v tabulce č.1, v ploše 44,8 m², ve tvaru obdélníku o stranách 8 m x 5,6 m ve středové partii stropu, a to svěšením v.200 mm pod stropní desku. Obvodový pás po obvodu celého stropního podhledu v šířce 0,7 m bude zhotoven z běžného stavebního SDK.

Tabulka č.1

parametr	kmitočtové pásmo se středem (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
akustická pohltivost	0,40	0,65	0,80	0,60	0,55	0,50

Vypočtená doba dozvuku v kmenové učebně po realizaci širokopásmového stropního podhledu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.2 za přítomnosti 30-ti dětí a vyučujícího je na obr.č.5.



obr.č.5

3.4.2. Učebna č.1.05

Místnost je situována v přízemí školní budovy, je obdélníkového půdorysu o rozměrech cca 6,85 m x 11,0 m a sv. výšce 3,3 m. Místnost bude přístupná z chodby dveřmi o rozměrech 0,9 m x 2,1 m. V obvodovém plášti budou osazena 2 dvojílná a 1 trojílné okno. Nášlapná vrstva podlahy bude zhotovena ze dřeva.

Objem místnosti je cca 237 m³, plocha obvodových stěn cca 253 m².

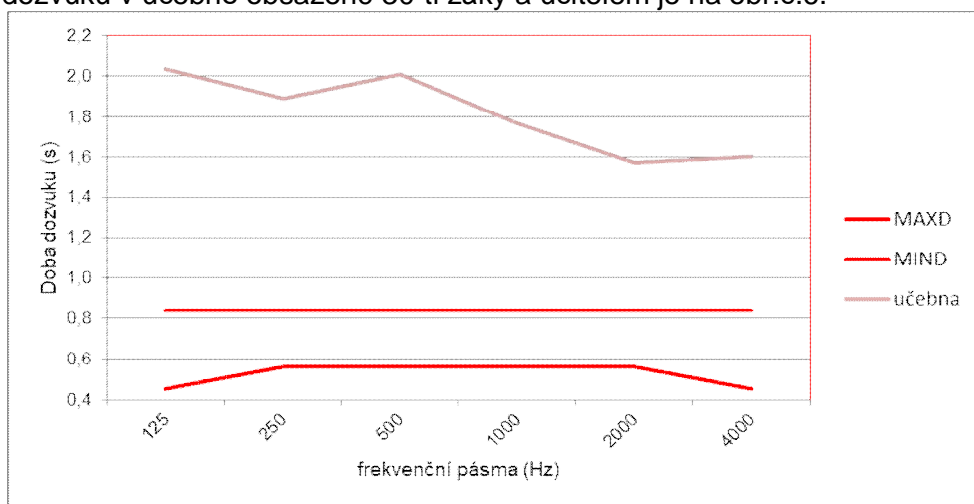
Do místnosti bude instalováno až 15 žakovských lavic pro celkem 30 žáků a katedra pro vyučujícího.

Doba dozvuku v učebně byla stanovena výpočtem z tabulkových akustických vlastností jednotlivých interiérových materiálů a jejich ploch na $T = 1,7$ s.

Poměr mezi dobou dozvuku v oktávovém pásmu a optimální dobou dozvuku, tedy T/T_0 , je normativně stanoven graficky pro jednotlivá oktávová pásma se středy od 125 Hz do 4000 Hz. Graf stanovuje maximální a minimální hranici poměru T/T_0 . Graf závislosti T/T_0 je na obr.č.2.

Graf na obr.č.2 vztážený na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,7$ s je na obr.č.3.

Doba dozvuku v učebně obsazené 30-ti žáky a učitelem je na obr.č.6.



obr.č.6

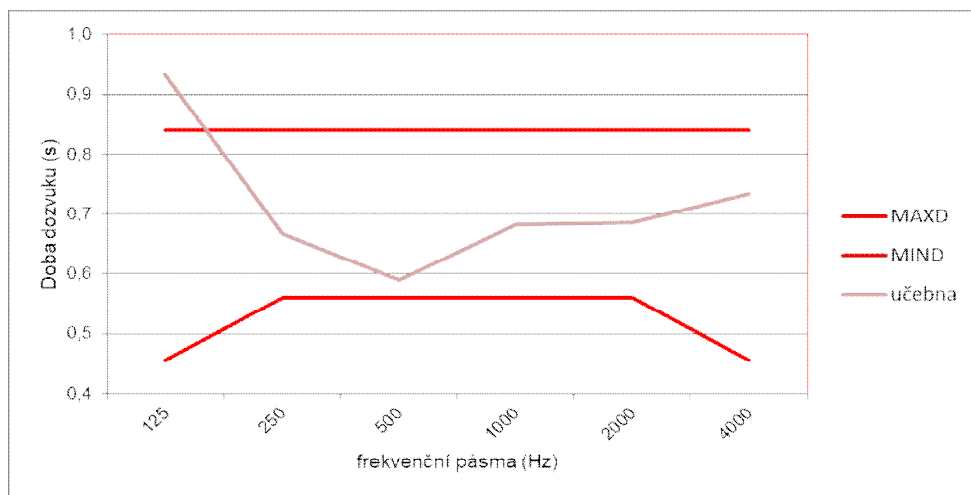
Z obrázku č.6 je zcela zřejmé, že doba dozvuku bude v učebně v celé posuzované části akustického spektra mimo rozmezí dané grafem na obr.č.3.

Ze vztahu č.1 je zřejmé, že dobu dozvuku lze měnit pouze změnou činitele zvukové pohltivosti místnosti. V současné době je obvodový plášť učebny zhotoven z materiálů akusticky odrazivých, tzn. s velmi malou hodnotou činitele zvukové pohltivosti. Tomu odpovídá dlouhá doba dozvuku.

Je zřejmé, že některou část obvodového pláště učebny je nutno pokrýt materiálem o vysoké akustické pohltivosti.

Výpočty ukazují, že bude možné akusticky nevyhovující stav v učebně zlepšit instalací akustického podhledu zhotoveného ze SDK desek Rigips Rigiton 8/18Q, o akustické pohltivosti uvedené v tabulce č.1, v ploše 48,4 m², ve tvaru obdélníku o stranách 5,5 m x 8,8 m ve středové partii stropu, a to svěšením v.200 mm pod stropní desku. Obvodový pás po obvodu celého stropního podhledu v šířce 0,7 m bude zhotoven z běžného stavebního SDK.

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci širokopásmového stropního podhledu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.1 za přítomnosti 30-ti dětí a vyučujícího je na obr.č.7.



obr.č.7

3.4.3. Kmenová učebna č.2.04A a 2.04B

Místnosti jsou situovány ve II.NP školní budovy a vzniknou rozdělením kmenové učebny 2.04 příčkou tl. 200 mm na 2 identické místnosti obdélníkového půdorysu o rozměrech cca 4,825 m x 7,0 m a sv. výšce 3,3 m. Místnosti budou přístupné z chodby dveřmi o rozměrech 0,9 m x 2,1 m. V obvodovém plášti bude osazeno 1 trojdílné okno. Nášlapná vrstva podlahy bude zhotovena ze dřeva.

Objem místnosti je cca 111 m³, plocha obvodových stěn cca 146 m².

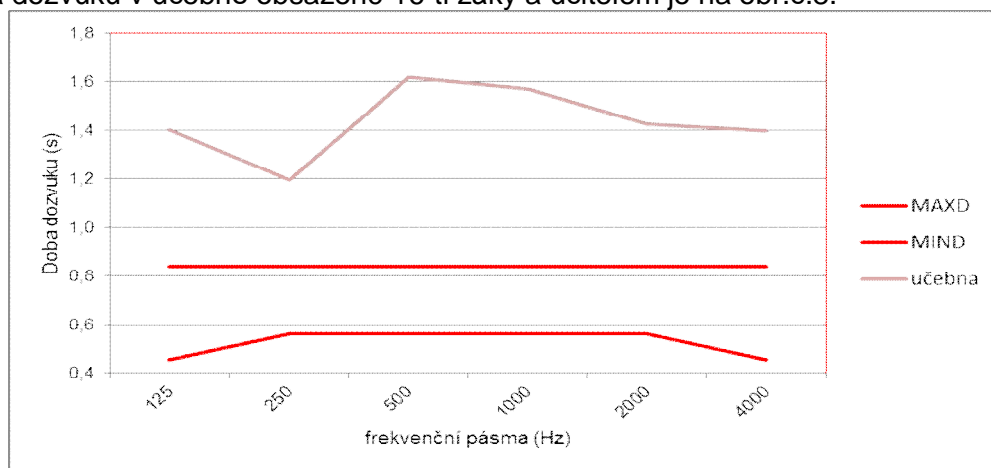
Do místnosti bude instalováno až 8 žákovských lavic pro celkem 16 žáků a katedra pro vyučujícího.

Doba dozvuku v učebně byla stanovena výpočtem z tabulkových akustických vlastností jednotlivých interiérových materiálů a jejich ploch na $T = 1,2$ s.

Poměr mezi dobou dozvuku v oktávovém pásmu a optimální dobou dozvuku, tedy T/T_0 , je normativně stanoven graficky pro jednotlivá oktávová pásma se středy od 125 Hz do 4000 Hz. Graf stanovuje maximální a minimální hranici poměru T/T_0 . Graf závislosti T/T_0 je na obr.č.2.

Graf na obr.č.2 vztahující na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,7$ s je na obr.č.3.

Doba dozvuku v učebně obsazené 16-ti žáky a učitelem je na obr.č.8.



obr.č.8

Z obrázku č.8 je zcela zřejmé, že doba dozvuku bude v učebně v celé posuzované části akustického spektra mimo rozmezí dané grafem na obr.č.3.

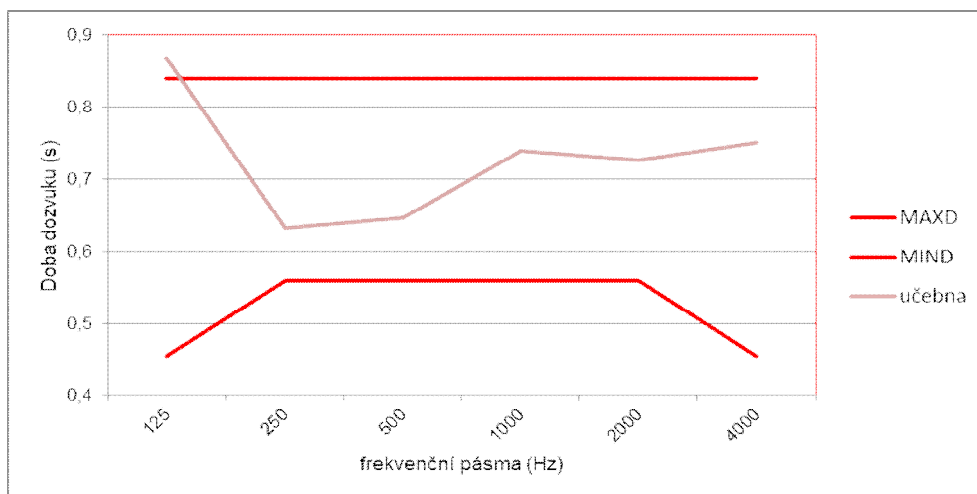
Ze vztahu č.1 je zřejmé, že dobu dozvuku lze měnit pouze změnou činitele zvukové pohltivosti místnosti. V současné době je obvodový plášť učebny zhotoven z materiálů akusticky

odrazivých, tzn. s velmi malou hodnotou činitele zvukové pohltivosti. Tomu odpovídá dlouhá doba dozvuku.

Je zřejmé, že některou část obvodového pláště učebny je nutno pokrýt materiálem o vysoké akustické pohltivosti.

Výpočty ukazují, že bude možné akusticky nevyhovující stav v učebně zlepšit instalací akustického podhledu zhotoveného ze SDK desek Rigips Rigiton 8/18Q, o akustické pohltivosti uvedené v tabulce č.1, v ploše 17,9 m², ve tvaru obdélníku o stranách 3,5 m x 5,1 m ve středové partii stropu, a to svěšením v.200 mm pod stropní desku. Obvodový pás po obvodu celého stropního podhledu v šířce 0,67 m bude zhotoven z běžného stavebního SDK.

Vypočtená doba dozvuku v kmenové učebně po realizaci širokopásmového stropního podhledu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.1 za přítomnosti 16-ti dětí a vyučujícího je na obr.č.9.



obr.č.9

3.4.4. Učebna č.2.05

Místnost je situována ve II.NP školní budovy, je obdélníkového půdorysu o rozměrech cca 6,85 m x 11,0 m a sv. výšce až 5,0 m pod přízané hřebenové trámoví konstrukce sedlové střechy. Místnost bude přístupná z chodby dveřmi o rozměrech 0,9 m x 2,1 m. V obvodovém plášti budou osazena 2 trojdílná a 2 dvojdílná okna. Nášlapná vrstva podlahy bude zhotovena ze dřeva.

Objem místnosti je cca 303 m³, plocha obvodových stěn cca 276 m².

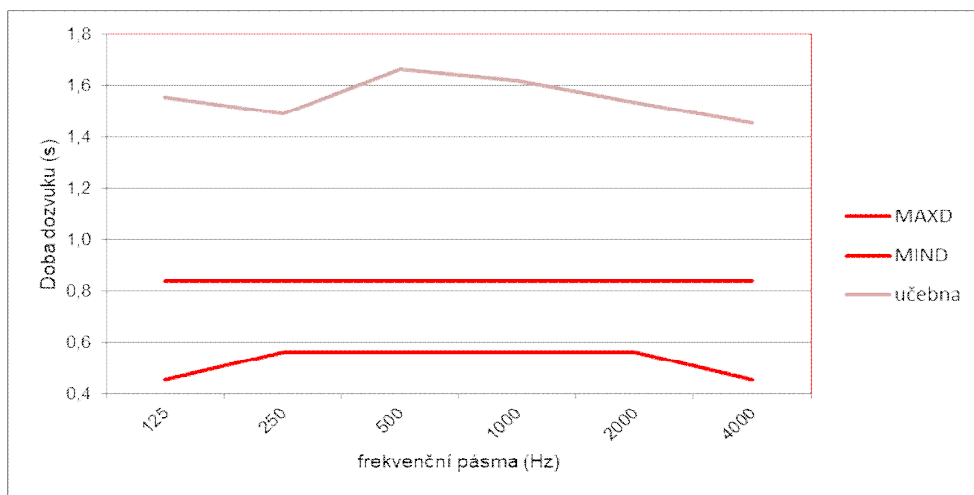
Do místnosti bude instalováno až 15 žákovských lavic pro celkem 30 žáků a katedra pro vyučujícího.

Doba dozvuku v učebně byla stanovena výpočtem z tabulkových akustických vlastností jednotlivých interiérových materiálů a jejich ploch na $T = 1,5$ s.

Poměr mezi dobou dozvuku v oktávovém pásmu a optimální dobou dozvuku, tedy T/T_0 , je normativně stanoven graficky pro jednotlivá oktávová pásma se středy od 125 Hz do 4000 Hz. Graf stanovuje maximální a minimální hranici poměru T/T_0 . Graf závislosti T/T_0 je na obr.č.2.

Graf na obr.č.2 vztažený na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,7$ s je na obr.č.3.

Doba dozvuku v učebně obsazené 30-ti žáky a učitelem je na obr.č.10.



obr.č.10

Z obrázku č.10 je zcela zřejmé, že doba dozvuku bude v učebně v celé posuzované části akustického spektra mimo rozmezí dané grafem na obr.č.3.

Ze vztahu č.1 je zřejmé, že dobu dozvuku lze měnit pouze změnou činitele zvukové pohltivosti místnosti. V současné době je obvodový plášť učebny zhotoven z materiálů akusticky odrazivých, tzn. s velmi malou hodnotou činitele zvukové pohltivosti. Tomu odpovídá dlouhá doba dozvuku.

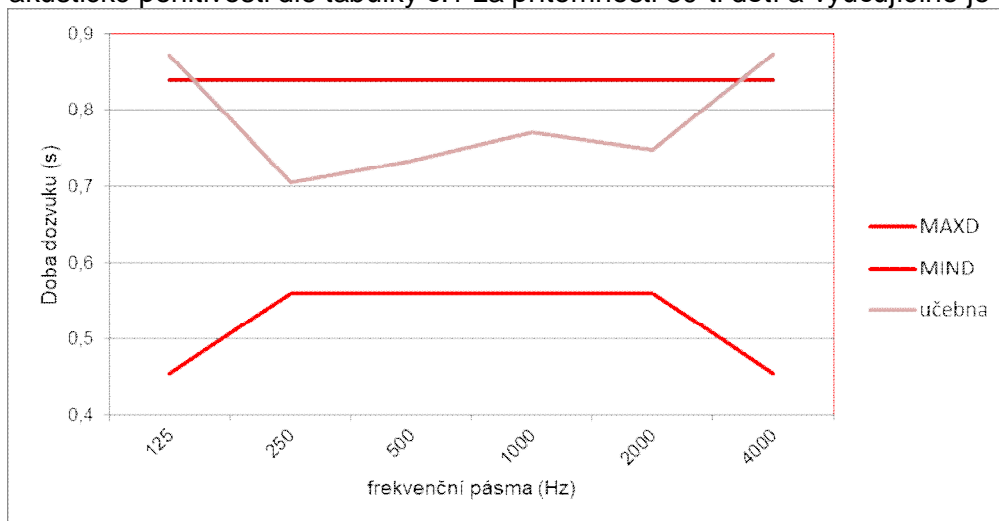
Je zřejmé, že některou část obvodového pláště učebny je nutno pokrýt materiálem o vysoké akustické pohltivosti.

Výpočty ukazují, že bude možné akusticky nevyhovující stav v učebně zlepšit instalací sádkartonových desek Rigips Rigiton 12/25Q, o akustické pohltivosti uvedené v tabulce č.2, ve čtyřech pásech mezi přiznanými trámy stropní konstrukce v ploše cca 38,5 m², a to s odsazením v.200 mm od střešního bednění.

Tabulka č.2

parametr	kmitočtové pásmo se středem (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
akustická pohltivost	0,65	0,90	0,95	0,85	0,85	0,65

Vypočtená doba dozvuku v učebně po realizaci širokopásmového stropního podhledu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.1 za přítomnosti 30-ti dětí a vyučujícího je na obr.č.11.



obr.č.11

3.4.5. Multifunkční sál č.2.02

Místnost je situována ve II.NP školní budovy. Místnost obdélníkového půdorysu o rozměrech cca 8,9 m x 11,0 m a sv. výšce až 5,0 m pod příznané hřebenové trámoví konstrukce sedlové střechy. Místnost bude přístupná z chodby dveřmi o rozměrech 1,6 m x 2,4 m. V obvodovém plášti budou osazena 2 trojdílná a 2 dvojdílná okna. Nášlapná vrstva podlahy bude zhotovena z dřeva.

Objem místnosti je cca 458 m³, plocha obvodových stěn cca 336 m².

Předpokládá se, že i multifunkční sál bude využíván k výuce a bude v něm obvykle celkem 30 žáků a vyučující.

Doba dozvuku v učebně byla stanovena výpočtem z tabulkových akustických vlastností jednotlivých interiérových materiálů a jejich ploch.

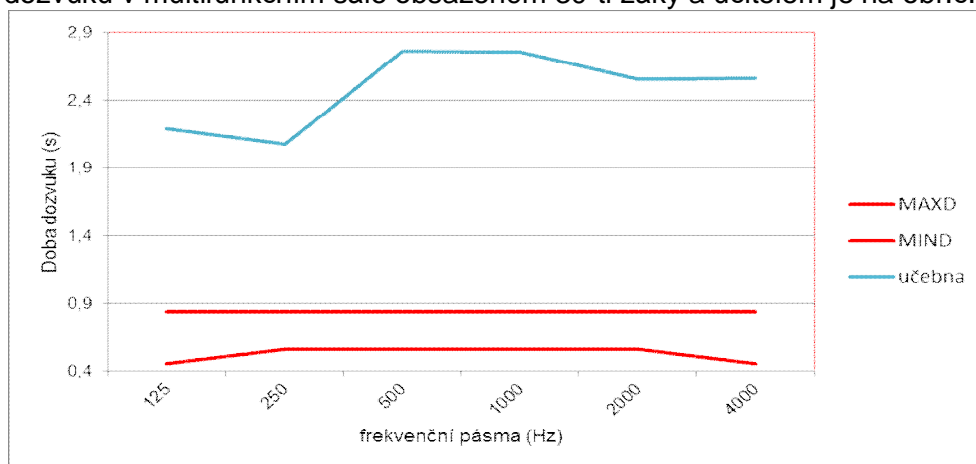
Doba dozvuku se obecně stanoví ze vztahu (1) a po dosazení dostaneme $T = 2,4$ s.

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

Graf závislosti T/T_0 je na obr.č.2.

Graf na obr.č.2 vztažený na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,7$ s je na obr.č.3.

Doba dozvuku v multifunkčním sále obsazeném 30-ti žáky a učitelem je na obr.č.12.



obr.č.12

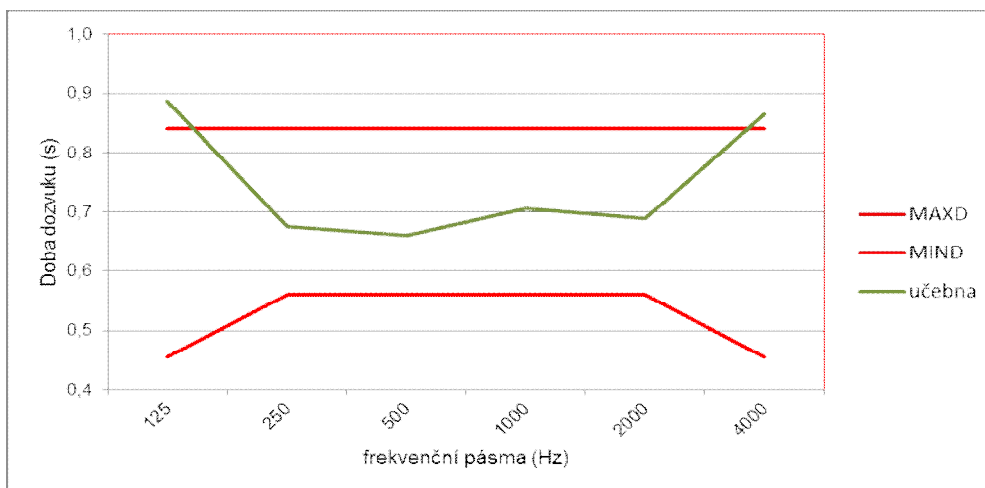
Z obrázku č.12 je zcela zřejmé, že doba dozvuku bude v učebně v celé posuzované části akustického spektra mimo rozmezí dané grafem na obr.č.3.

Ze vztahu č.1 je zřejmé, že dobu dozvuku lze měnit pouze změnou činitele zvukové pohltivosti místnosti. V současné době je obvodový plášť učebny zhotoven z materiálů akusticky odrazivých, tzn. s velmi malou hodnotou činitele zvukové pohltivosti. Tomu odpovídá dlouhá doba dozvuku.

Je zřejmé, že některou část obvodového pláště učebny je nutno pokrýt materiálem o vysoké akustické pohltivosti.

Výpočty ukazují, že bude možné akusticky nevyhovující stav v učebně zlepšit instalací sádrokartonových desek Rigips Rigiton 12/25Q, o akustické pohltivosti uvedené v tabulce č.2, ve všech pásmech mezi příznanými trámy stropní konstrukce v ploše cca 78 m², a to s odsazením v.200 mm od střešního bednění.

Vypočtená doba dozvuku v multifunkčním sále po realizaci širokopásmového stropního podhledu s činitelem akustické pohltivosti dle tabulky č.2 za přítomnosti 30-ti dětí a vyučujícího je na obr.č.13.



obr.č.13

3.5. Provoz zařízení TZB

Na úrovni přízemí bude zřízena technická místnost v PD označená 1.06 a na úrovni II.NP bude nad místností 1.06 zřízena technická místnost v PD označená 2.06. Obvodový plášť technických místností bude zděný z cihelného zdiva AKU P+D tl. 300 mm (učebna a chodba), resp. tl. 135 mm (blok zázemí). Obě místnosti mají plochu 10,38 m² a sv.výšku 3,5 m.

V místnosti 1.06 bude osazena dvouventilátorová větrací jednotka pro přívod a odtah větracího vzduchu pro celou školní budovu. Větrací vzduch bude z technické místnosti rozváděn systémem vzduchotechnických rozvodů s výstky v podhledech. Projektant uvádí, že větrací jednotka bude zdrojem hluku šířeného do svého okolí o akustickém výkonu (pravděpodobně) $L_{WA} = 68$ dB. Při umístění zdroje hluku do uzavřeného prostoru velmi malých rozměrů nelze očekávat pokles hladiny akustického tlaku s rostoucí vzdáleností od zdroje hluku. Lze předpokládat, že hladina akustického tlaku v interiéru technické místnosti dosáhne, vlivem odrazů od obvodových stěn, hodnoty na úrovni $L_{Aeq,T} = 72$ dB při $L_{Amax,S} = 75$ dB.

V místnosti 2.06 budou osazeny 2 plynové kotle k vytápění celé školní budovy a nspecifikované větrací zařízení. Projektant uvádí, že každý plynový kotel bude zdrojem hluku šířeného do svého okolí o akustickém výkonu (pravděpodobně) $L_{WA} = 63$ dB a větrací zařízení bude zdrojem hluku o akustickém výkonu $L_{WA} = 61$ dB. Při umístění zdroje hluku do uzavřeného prostoru velmi malých rozměrů nelze očekávat pokles hladiny akustického tlaku s rostoucí vzdáleností od zdroje hluku. Lze předpokládat, že hladina akustického tlaku v interiéru technické místnosti dosáhne, vlivem odrazů od obvodových stěn, hodnoty na úrovni $L_A = 70$ dB při $L_{Amax,S} = 75$ dB.

Maximální hladinu akustického tlaku šířeného z technických místností přes zděnou dělicí stěnu do chráněného vnitřního prostoru navazujících učeben 1.04 a 2.04B na jednotlivých podlažích vyjádříme vztahem

$$L_{Amax} = L_{Amax,S} - R - 10 \cdot \log \frac{A}{S} \quad (\text{dB}), \text{ kde} \quad (2)$$

L_{Amax} (dB) je hladina akustického tlaku v prostoru chráněné místnosti

$L_{Amax,S}$ (dB) je maximální hladina akustického tlaku v prostoru zdroje hluku

R (dB) je vzduchová neprůzvučnost dělicí stěny

A (m²) je celková pohltivost stěn v chráněné místnosti učebny

S (m²) je plocha dělicí stěny mezi zdrojovým prostorem a chráněnou místností

Je zcela nezbytné, aby dělicí stěna mezi technickými místnostmi a učebnami byla zhotovena zděním na klasickou maltu, např. z cihelných bloků Porotherm AKU P+D tl. 300 mm. Při dodržení

této technologie lze očekávat, že stavební vzduchová neprůzvučnost dělicí stěny dosáhne hodnoty na úrovni $R'_w = 54$ dB. Je zcela nezbytné, aby dělicí stěna nebyla narušena jakýmkoliv vedením inženýrských sítí.

Po dosazení do vztahu (2) dostaneme úroveň maximální hladiny akustického tlaku v interiéru učebny 1.04 navazující na technickou místnost 1.06 na úrovni **$L_{Amax} < 20$ dB.**

Po dosazení do vztahu (2) dostaneme úroveň maximální hladiny akustického tlaku v interiéru učebny 2.04B navazující na technickou místnost 2.06 na úrovni **$L_{Amax} < 20$ dB.**

K omezení odrazů v interiérech technických místností je možné, ale ne nezbytné, osadit na strop zvukopohltivý obklad pro technické místnosti.

4. Závěr

Novostavba budovy na ul.Mezi Rolemi 34/8, parc.č.1032/5, k.ú. Jinonice, v Praze 5 bude využívána jako waldorfská škola. Obě podlaží budou stavebně rozdělena na celkem 6 učeben, sborovnu, multifunkční sál, blok sociálního zázemí a přístupové chodby.

Obě podlaží budou stavebně rozdělena na celkem 6 učeben, sborovnu, multifunkční sál, blok sociálního zázemí a přístupové chodby.

Z výsledku výpočtu doby dozvuku v jednotlivých učebnách a v multifunkčním sále ve školní budově vyplývá, že vypočtená doba dozvuku je ve všech učebnách a multifunkčním sále větší než normativně doporučená a bude nutné osadit stropy v interiérech učeben a sálu akustickými podhledy.

Provoz technických zařízení budovy osazených do technických místností 1.06 a 2.06 nebude zdrojem hluku v interiérech navazujících učeben. Zvukopohltivý obklad v těchto místnostech je možné, ale ne nezbytné, instalovat. Vzduchová neprůzvučnost navržených stěn z cihelných bloků AKU P+D tl. 300 mm je dostatečná.